

第5章 し尿・汚泥再生処理の今後の在り方

5.1	し尿・汚泥再生処理を取り巻く現状	5
5.1.1	これまでの経緯	5
5.1.2	し尿・汚泥再生処理の現状	6
5.1.3	し尿・汚泥再生処理施設の整備状況の推移	11
5.1.4	し尿・汚泥再生処理が果たした社会への貢献	14
5.1.5	し尿・汚泥再生処理を取り巻く状況と立ち位置 (社会的要請事項)	20
5.1.6	社会的要請事項に対するし尿・汚泥再生処理における 現状の取り組み	36
5.2	し尿・汚泥再生処理の今後の在り方	57
5.2.1	今後のし尿・汚泥再生処理に求められるもの	57
5.2.2	検討する上で求められる方向性	62
5.2.3	今後のし尿・汚泥再生処理に向けた要素技術・システムの検討	77
5.2.4	今後のし尿・汚泥再生処理システムの展望	200

5.1 し尿・汚泥再生処理を取り巻く現状

5.1.1 これまでの経緯

し尿処理施設は、一般廃棄物であるし尿の衛生処理を目的として、我が国独自の技術開発により1950年代（昭和20年代後半）から普及してきた。

当初は、し尿の衛生処理が喫緊の課題とされ、目的達成に向けた法制度、長期計画、財政支援策、技術上の基準等が整備され、衛生処理を主目的とする処理方式の開発と実用化が進められていった。

1970年代（昭和40年代後半）に入って、産業発展と人口集中に伴う水質汚濁等の環境問題が浮上すると、新たな法整備により環境規制が強化され、公共用水域の環境改善に寄与できる高度処理技術や生物学的脱窒素処理方式が開発・実用化された。

その後、浄化槽汚泥等の処理という生活排水処理の適正化を完結する役割も大きくなり、欠くことのできない基幹的インフラ施設となっていった。

1990（平成2）年代以降は、循環型社会形成への貢献、地球環境問題への対応などが社会的な要請事項となったことから、廃棄物処理・リサイクル関連法令が再整備された。し尿・汚泥再生処理システムでも、2000年代（平成10年代以降）になると、二次廃棄物の発生抑制とリサイクルの推進が本格的に求められようになった。有機性廃棄物の総合的な処理とリサイクルを行う汚泥再生処理センターのみが、国が行う財政支援の対象となり、メタン発酵、リン回収、汚泥助燃剤化などの新たな資源化技術も開発・実用化された。

近年では、し尿・汚泥再生処理システムにおけるストックマネジメントの導入や設備装置の高効率化による温室効果ガス発生量の削減など、循環型社会形成推進に向けた新たな取り組みもはじめられた。

しかし、後述するように、近年における施設搬入量の推移をみると、総搬入量とし尿が減少傾向にあるのに対し、浄化槽汚泥は横ばい傾向が認められる。その結果、浄化槽汚泥の混入割合は年々上昇し、2017（平成29）年時点で約7割に達しており、多くの施設が低負荷条件下での運転への対応を迫られている。また、同年において、全国に884施設あるし尿処理施設・汚泥再生処理センターは、その67%が全体更新や大規模整備の目安といわれる施設稼動後20年以上を経過しており、施設の老朽化が進行している状況にある。

し尿・汚泥再生処理を取り巻く状況は、搬入状況の変化や施設の老朽化、集約処理システムを担う市町村の財政逼迫といった課題に加え、循環型社会形成への貢献、地球温暖化対策への寄与、廃棄物処理事業・経済効率の向上、災害時等の対応力強化、海外への技術支援なども社会的な要請となっている。

5.1.2 し尿・汚泥再生処理の現状

(1) 処理対象人口の推移

環境省から公表されている一般廃棄物処理事業実態調査結果¹⁾によると、全国のし尿処理形態別人口の推移は表5.1-1のとおりである。公共下水道人口は増加傾向にあるが、増加幅は年々小さくなってきている。単独処理浄化槽人口は減少しており、合併処理浄化槽人口は2009（平成21）年度までは減少していたが、2010（平成22）年度から増加に転じている。このため、浄化槽人口（単独処理と合併処理の合計）は減少傾向にあるものの、その減少幅が年々小さくなってきている。また、2010（平成22）年以降は合併処理浄化槽人口が単独処理浄化槽人口よりも多くなっている。今後も公共下水道人口は増加するもののその増加幅が小さくなっていき、浄化槽人口は単独処理浄化槽から合併処理浄化槽へ転換されるため、単独処理浄化槽人口が減少する一方、合併処理浄化槽人口が増加していくものと考えられる。

水洗化人口の推移をみると、増加傾向にあるものの総人口が減少していることもあり、増加幅は小さくなりつつある。一方、非水洗化人口は2008（平成20）年度から2017（平成29）年度までの10年間で1/2程度まで減少しており、非水洗化人口が水洗化人口へ移行していることが窺える。

これらのことより、浄化槽人口は今後も横ばいで推移すると予想される。将来的にも一定の浄化槽人口が存在するため、非水洗化人口は減少してもし尿・汚泥再生処理施設の必要性は高いと判断される。

表5.1-1 し尿処理形態別人口の推移¹⁾

(単位：千人)

区分	年度	2008 (平成20)	2009 (平成21)	2010 (平成22)	2011 (平成23)	2012 (平成24)	2013 (平成25)	2014 (平成26)	2015 (平成27)	2016 (平成28)	2017 (平成29)
総人口		127,530	127,429	127,302	127,147	128,622	128,394	128,181	128,039	127,924	127,718
水洗化人口	公共下水道人口	86,027	87,819	88,865	89,810	91,984	92,886	93,685	94,463	95,056	95,703
	コミュニティプラント人口	416	297	293	286	289	304	302	294	286	320
	浄化槽人口	29,267	28,504	28,030	27,591	27,392	26,875	26,386	26,015	25,648	25,100
	(単独)	15,413	14,712	13,948	13,315	13,052	12,383	11,822	11,415	11,018	10,543
	(合併)	13,854	13,792	14,082	14,276	14,341	14,492	14,564	14,600	14,630	14,557
合計	115,710	116,620	117,188	117,687	119,666	120,065	120,372	120,772	120,991	121,123	
非水洗化人口	計画収集人口	11,301	10,671	9,984	9,348	8,849	8,242	7,727	7,197	6,871	6,528
	自家処理人口	518	139	130	112	107	87	83	70	62	68
	合計	11,819	10,810	10,114	9,460	8,956	8,329	7,810	7,267	6,933	6,596
水洗化率	(%)	90.7	91.5	92.1	92.6	93.0	93.5	93.9	94.3	94.6	94.8
非水洗化率	(%)	9.3	8.5	7.9	7.4	7.0	6.5	6.1	5.7	5.4	5.2
公共下水道水洗化率	(%)	67.5	68.9	69.8	70.6	71.5	72.3	73.1	73.8	74.3	74.9
浄化槽水洗化率	(%)	22.9	22.4	22.0	21.7	21.3	20.9	20.6	20.3	20.0	19.7
うち合併処理	(%)	11.2	11.1	11.3	11.2	11.1	11.3	11.4	11.4	11.4	11.4

注) ・「浄化槽人口」には、農業集落排水施設人口を含んでいる。
 ・「浄化槽水洗化率」は、コミュニティプラント人口を除いた数値で計算している。

(出典：一般廃棄物処理事業実態調査結果（2008～2017（平成20～平成29）年）)

国土交通省、農林水産省、環境省の三省では、各々が所管する下水道、農業集落排水施設等（農業集落排水施設、漁業集落排水施設、林業集落排水施設、簡易排水施設）、浄化槽、コミュニティ・プラントの汚水処理施設の普及状況を合同で調査した結果を公表している。「2018（平成30）年度末汚水処理人口普及状況について」に示された処理施設別汚水処理人口普及状況は表5.1-2のとおりである。2018（平成30）年度末における全国の汚水処理人口は、1億1,608万人で総人口（1億2,706万人）に対する汚水処理人口普及率が91.4%となり、2017（平成29）年度から0.5%増加している。個別にみると、農業集落排水施設等、コミュニティ・プラントを利用する人口が減少し、浄化槽、下水道を利用する人口が増加している。汚水処理未普及人口は、昨年度より減少しているものの、未だに約1,100万人が汚水処理施設を利用していない状況となっている。

表5.1-2 2018（平成30）年度末の処理施設別汚水処理人口普及状況²⁾

処理施設名	汚水処理人口 (単位：万人)	
	平成30年度末	(参考) 平成29年度末
下水道	10,074	10,031
農業集落排水施設等	337	344
漁業集落排水施設		
林業集落排水施設		
簡易排水施設を含む		
浄化槽	1,176	1,175
内、浄化槽市町村整備推進事業等分	83	84
内、浄化槽設置整備事業分	611	607
内、上記以外分	484	484
コミュニティ・プラント	20	21
計	11,608	11,571
汚水処理人口普及率	91.4%	90.9%
総人口	12,706	12,732
汚水処理未普及人口	1,099	1,161

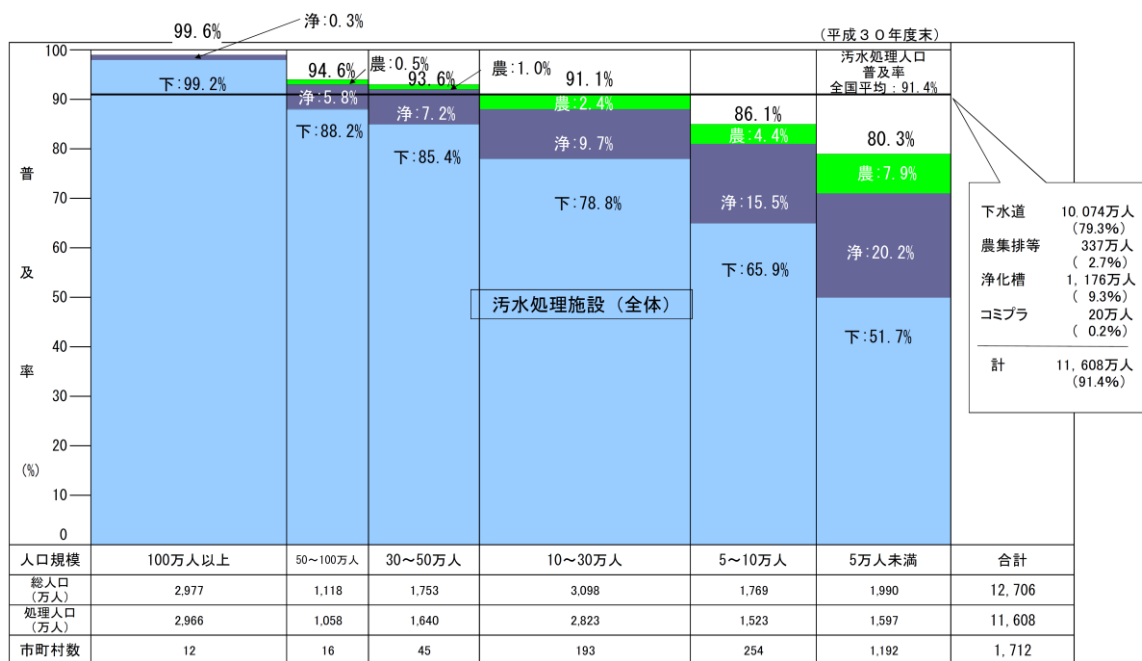
- (注意) 1. 処理人口は四捨五入を行ったため、合計が合わないことがある。
2. 平成30年度調査は、福島県において、東日本大震災の影響により調査不能な市町村（相馬市、広野市、楡葉町、富岡町、川内村、大熊町、双葉町、浪江町、葛尾村、飯館村）を除いた値を公表している。
3. 平成29年度調査は、福島県において、東日本大震災の影響により調査不能な町村（楡葉町、富岡町、川内村、大熊町、双葉町、浪江町、葛尾村、飯館村）を除いた値を公表している。

(出典：2018（平成30）年度末汚水処理人口普及について、資料1-2)

2018（平成30）年度末の都市規模別汚水処理人口普及率は、図5.1-1のとおりである。汚水処理人口普及率は、人口規模が大きいほど高く10万人以上の人口規模で90%以上の普及率となっているが、5万人以上10万人未満から90%を割り込み5万人未満となると80.3%ま

で減少している。また、汚水処理未普及率は人口規模が100万人以上で0.4%と極僅かなのに対し、10万人以上30万人未満が8.9%、5万人未満になると19.7%と人口規模が小さくなるほど高くなっている。大都市と小規模な市町村では普及率に大きな格差がみられる状況となっている。市町村数は人口規模が100万人以上の場合、合計市町村数に対して0.7%であるが、10万人未満の場合85%と、小規模な市町村が大半を占めている。処理人口は人口規模が100万人以上の場合、合計処理人口に対して26%であり、10万人未満の場合27%となっている。

汚水処理施設別にみると下水道人口普及率は、人口規模が100万人以上の場合99.2%であるのに対して、10万人以上30万人未満が80%を下回る78.8%になり、5万人未満になると51.7%まで減少しており、人口規模が小さくなるほど低くなっている。一方、農業集落排水施設等、浄化槽の普及率は、100万人以上で極僅かであるのに対して、10万人以上30万人未満で農業集落排水施設等が2.4%、浄化槽が9.7%、5万人未満になると農業集落排水施設等が7.9%、浄化槽が20.2%となっており、人口規模が小さくなるほど高くなっている。コミュニティ・プラント人口普及率は、全体で0.2%と極僅かとなっている。このことから都市規模別汚水処理人口普及率は、人口規模が小さくなるほど浄化槽人口、農業集落排水施設人口の普及率が高く、人口規模が大きくなるほど下水道人口の普及率が高い状況となっている。



- (注) 1. 総市町村数1,712の内訳は、市 794、町 733、村 185 (東京都区部は市数に1市として含む)
 2. 総人口、処理人口は1万人未満を四捨五入した。
 3. 都市規模別の各汚水処理施設の普及率が0.5%未満の数値は表記していないため、合計値と内訳が一致しないことがある。
 4. 平成30年度調査は、福島県において、東日本大震災の影響により調査不能な町村(楡葉町、富岡町、大熊町、双葉町、浪江町、葛尾村、飯館村)を除いた値を公表している。

(出典：2018 (平成30) 年度末汚水処理人口普及について)

図5.1-1 都市規模別汚水処理人口普及率²⁾

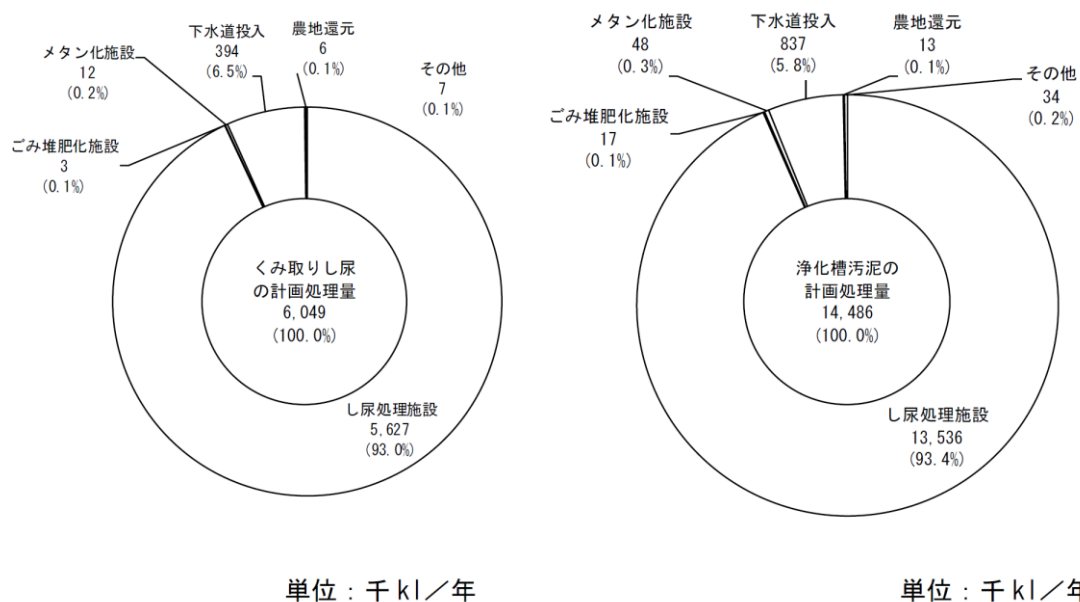
(2) し尿・浄化槽汚泥の処理量の推移

環境省が公表している一般廃棄物処理事業実態調査結果¹⁾から、汲み取りし尿及び浄化槽汚泥の処理の内訳を図5.1-2に、全国のし尿処理状況の推移を表5.1-3に示す。

汲み取りし尿及び浄化槽汚泥の処理は、し尿処理施設が大半を占めており、次に下水道投入であり、ごみ堆肥化施設等については0.3～0.1%と極僅かとなっている。

総処理量の合計に対するし尿処理施設での計画処理量の割合は93%前後で推移しており、処理施設の主体となっているが、その計画処理量の年度別推移をみると減少傾向にある。その内訳をみると、汲み取りし尿量は経年減少している一方、浄化槽汚泥量は2011（平成23）年度まで減少し以降は横ばい傾向となっており、2017（平成29）年度の浄化槽汚泥量は、し尿処理施設での処理量の70%程度を占めている。次に多いのが下水道投入で、総処理量に占める割合が5.3～7.2%で推移しているが、2011（平成23）年度をピークに減少傾向に転じている。ごみ堆肥化施設、メタン化施設、農地還元による資源化については、それぞれが0.1%前後であり、合計からみると僅かな処理量となっている。総処理量の合計は経年減少しているが、浄化槽汚泥量の割合は経年増加し、2017（平成29）年度で70%となっている。1人1日あたりの排出量は、し尿、浄化槽汚泥ともに経年増加しており、処理人口と比較して排出量が年々多くなっていることがわかる。

汲み取りし尿量、浄化槽汚泥量は経年減少しているが、処理量の主体は浄化槽汚泥となっている。また、ごみ堆肥化施設、メタン化施設、農地還元による資源化の普及は全体で見ると僅かとなっている。今後はし尿・浄化槽汚泥の広域的再生処理によって効率化が図られ、循環型社会形成への貢献が図られていくことが期待される。



(出典：一般廃棄物処理事業実態調査結果 (2017 (平成29) 年))

図5.1-2 汲み取りし尿及び浄化槽汚泥の処理の内訳 (2017 (平成29) 年度実績) ¹⁾

表5.1-3 し尿処理状況の推移¹⁾

(単位：千L/年)

区分		年度	2008 (平成20)	2009 (平成21)	2010 (平成22)	2011 (平成23)	2012 (平成24)	2013 (平成25)	2014 (平成26)	2015 (平成27)	2016 (平成28)	2017 (平成29)
総処理量	計画処理量	し尿処理施設	22,958 (93.5)	22,343 (93.6)	21,678 (93.1)	20,912 (91.6)	20,538 (92.1)	20,497 (93.4)	19,937 (92.3)	19,690 (92.7)	19,539 (93.3)	19,163 (93.0)
		くみ取りし尿量	8,894	8,353	7,917	7,365	7,018	6,771	6,375	6,153	5,890	5,627
		浄化槽汚泥量	14,064	13,989	13,760	13,547	13,519	13,726	13,562	13,537	13,648	13,536
		ごみ堆肥化施設	28 (0.1)	58 (0.2)	17 (0.1)	15 (0.1)	21 (0.1)	19 (0.1)	25 (0.1)	35 (0.2)	30 (0.1)	21 (0.1)
		くみ取りし尿量	3	16	4	3	3	2	4	10	5	3
		浄化槽汚泥量	25	42	13	13	17	16	21	25	25	17
		メタン化施設	16 (0.1)	27 (0.1)	16 (0.1)	16 (0.1)	15 (0.1)	21 (0.1)	20 (0.1)	27 (0.1)	25 (0.1)	60 (0.3)
		くみ取りし尿量	5	5	4	4	4	6	8	12	10	12
		浄化槽汚泥量	11	23	12	12	11	15	11	15	14	48
		下水道投入	1,347 (5.5)	1,265 (5.3)	1,346 (5.8)	1,654 (7.2)	1,544 (6.9)	1,265 (5.8)	1,455 (6.7)	1,370 (6.5)	1,231 (5.9)	1,231 (6.0)
		くみ取りし尿量	519	455	462	587	502	434	465	448	407	394
		浄化槽汚泥量	828	810	884	1,068	1,042	831	991	922	824	837
	農地還元	39 (0.2)	33 (0.1)	72 (0.3)	69 (0.3)	23 (0.1)	18 (0.1)	21 (0.1)	16 (0.1)	16 (0.1)	19 (0.1)	
	くみ取りし尿量	17	9	13	9	9	7	8	5	6	6	
	浄化槽汚泥量	22	23	59	60	14	11	13	11	10	13	
	その他	54 (0.2)	47 (0.2)	69 (0.3)	61 (0.3)	71 (0.3)	39 (0.2)	33 (0.2)	30 (0.1)	38 (0.2)	42 (0.2)	
	くみ取りし尿量	18	16	16	17	14	7	5	5	6	7	
	浄化槽汚泥量	36	30	53	44	56	32	28	25	32	34	
	小計	24,442 (99.5)	23,772 (99.6)	23,198 (99.6)	22,728 (99.6)	22,211 (99.6)	21,859 (99.7)	21,490 (99.5)	21,168 (99.7)	20,879 (99.7)	20,535 (99.6)	
	くみ取りし尿量	9,455	8,855	8,417	7,984	7,551	7,228	6,864	6,633	6,326	6,049	
浄化槽汚泥量	14,987	14,917	14,781	14,744	14,660	14,631	14,625	14,535	14,554	14,486		
自家処理量	111 (0.5)	102 (0.4)	83 (0.4)	99 (0.4)	78 (0.4)	76 (0.3)	108 (0.5)	69 (0.3)	58 (0.3)	75 (0.4)		
くみ取りし尿量	104	91	76	93	62	61	70	52	42	56		
浄化槽汚泥量	6	11	7	6	16	15	38	17	16	19		
合計	24,553 (100.0)	23,874 (100.0)	23,280 (100.0)	22,827 (100.0)	22,289 (100.0)	21,935 (100.0)	21,598 (100.0)	21,237 (100.0)	20,938 (100.0)	20,610 (100.0)		
くみ取りし尿量	9,560	8,946	8,493	8,077	7,613	7,289	6,934	6,685	6,368	6,105		
浄化槽汚泥量	14,993	14,928	14,788	14,750	14,676	14,646	14,663	14,552	14,570	14,505		
1人1日当たりし尿計画処理量 (% / 人日)	2.29	2.27	2.31	2.33	2.34	2.40	2.43	2.52	2.52	2.54		
1人1日当たりし尿排出量 (% / 人日)	2.22	2.30	2.30	2.33	2.33	2.40	2.43	2.51	2.52	2.54		
1人1日当たり浄化槽汚泥計画処理量 (% / 人日)	1.38	1.42	1.43	1.45	1.45	1.47	1.50	1.51	1.54	1.56		
1人1日当たり浄化槽汚泥排出量 (% / 人日)	1.38	1.42	1.43	1.45	1.45	1.48	1.50	1.51	1.54	1.56		

注) ・「し尿処理施設」：嫌気性消化処理、化学処理、好気性処理及び湿式酸化処理方式等によりし尿を処理する施設である。
 ・「ごみ堆肥化施設」：収集したし尿または浄化槽汚泥を堆肥化する施設である。
 ・「メタン化施設」：収集したし尿または浄化槽汚泥をメタン発酵させ、バイオガスを取り出す施設である。
 ・「下水道投入」：終末処理場のある下水道に圧送または投入するもの。
 ・「農地還元」：収集したし尿または浄化槽汚泥を農地に還元するものをいい、肥料として使用しているもの。
 ・()内の数値は、合計に占める割合である。

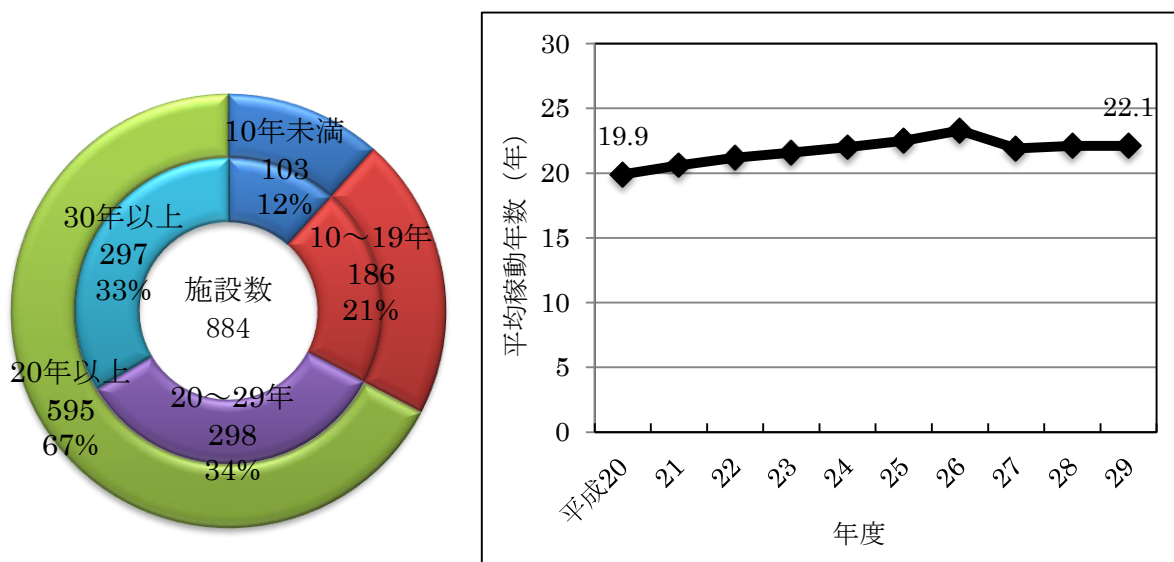
(出典：一般廃棄物処理事業実態調査結果(2008～2017(平成20～平成29)年))

5.1.3 し尿・汚泥再生処理施設の整備状況の推移

(1) 施設稼働年数

環境省が公表している一般廃棄物処理事業実態調査結果によると、現在の稼働中のし尿・汚泥再生処理施設は、2017（平成29）年度時点で、休止や廃止の施設を除き884施設存在する。全国のし尿・汚泥再生処理施設の施設稼働年数は図5.1-3のとおりである。

施設稼働年数は20年以上30年未満が298施設と最も多く、次いで30年以上が297施設、10年以上20年未満が186施設、10年未満が103施設の順となっている。884施設の67%にあたる施設が稼働後20年以上を、33%にあたる施設が稼働後30年以上を経過している。施設平均稼働年数は平成27年度以降22年前後で推移しており、全国的に老朽化が継続している。



(出典：一般廃棄物処理事業実態調査を基に作成)

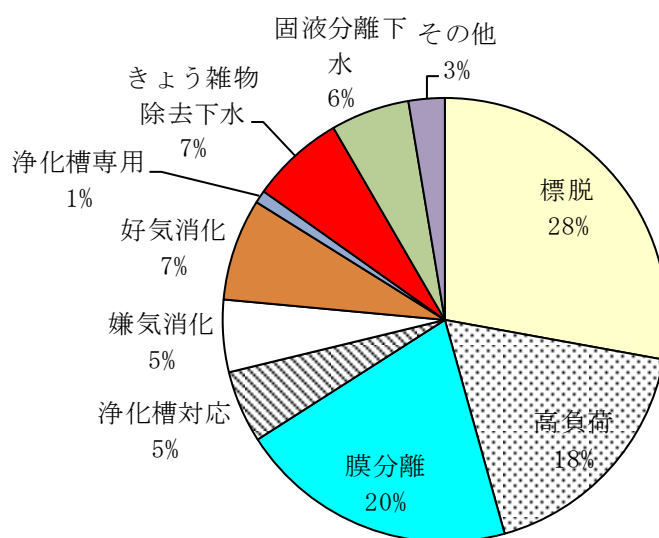
図5.1-3 施設平均稼働年数¹⁾

(2) 処理方式選定の現状

(一財)日本環境衛生センターが2016（平成28）年度に実施した全国のし尿処理施設・汚泥再生処理センターを対象とした維持管理に関するアンケート調査によると、処理方式別に区分した集計解析結果は図5.1-4のとおりである。

回答数の割合が最も多い処理方式は標準脱窒素処理方式（標脱）で、次いで膜分離高負荷脱窒素処理方式（膜分離）、高負荷脱窒素処理方式（高負荷）、きょう雑物除去・下水道放流方式（きょう雑物除去下水）、好気性消化・活性汚泥法処理方式（好気消化）、固液分離・下水道放流方式（固液分離下水）、浄化槽汚泥対応処理方式（浄化槽対応）、嫌気性消化・活性汚泥法処理方式（嫌気消化）の順となっている。

生物学的脱窒素処理方式（標脱、高負荷、膜分離、浄化槽対応）は、全回答の約7割で主流の処理方式と考えられる。嫌気消化及び好気消化については、普及年代を考えると、今後も、施設の廃止・改造等が予想される。搬入量減少と浄化槽汚泥混入率増加等、全国的な搬入状況の変化から判断すると、今後もきょう雑物除去下水、固液分離下水といった下水道を利用した集約処理や浄化槽対応の割合増加が見込まれる。



(出典：(一財) 日本環境衛生センター提供資料を基に作成)

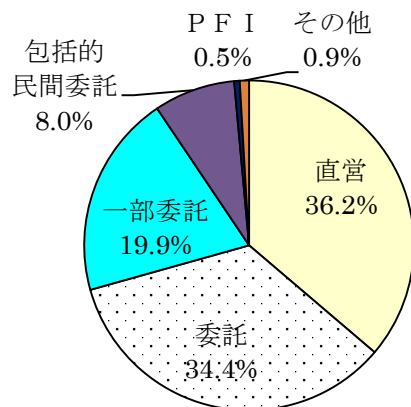
図5.1-4 処理方式の比率⁴⁾

(3) 維持管理形態

(一財) 日本環境衛生センターの資料によると、全国的なし尿・汚泥再生処理施設の維持管理形態は図5.1-5のとおりである。

施設の管理形態は、552施設の回答で、直営が全回答の36.2% (200施設) を占めており、次いで委託が34.4% (190施設)、一部委託が19.9% (110施設)、包括的民間委託(5.1.6(3)

(b) 参照) が8.0% (44施設)、PFI (5.1.6(3)(a) 参照) が0.5% (3施設) の順となっている。直営の割合は4割以下で、民間活用の割合が6割を超えている。一部委託を含むと全体の2/3が委託管理を導入しており、民間活用の割合が大幅に増加していることが窺われる。民間活用形態も長期包括管理やPFIの導入などバリエーションが多い結果となっている。



(出典：(一財) 日本環境衛生センター提供資料を基に作成)

図5.1-5 維持管理形態の比率⁴⁾

(4) 補修費

(一財) 日本環境衛生センターの資料による、全国的なし尿・汚泥再生処理施設の補修費(補修費円/搬入量 m^3)についての集計結果を表5.1-4に示す。

有効回答が495施設で、処理方式・施設経過年数別で区分した集計結果は、生物学的脱窒素処理方式(標脱、高負荷、膜分離、浄化槽対応)では、施設の経過とともに補修費が高くなる傾向がみられ、10年以上を経過すると補修費が高騰すると考えられる。嫌気消化と好気消化は、その普及年代から施設稼働年数が10年以上と判断されるが、生物学的脱窒素処理方式よりも低めの平均値が得られている。この理由としては、生物学的脱窒素処理方式と比較して、高度処理設備や汚泥乾燥焼却設備の整備率が低いことがあげられる。また、きょう雑物除去下水と固液分離下水の平均値が低い理由は、生物学的脱窒素処理方式と比較して、生物処理や高度処理がなく、汚泥処理、脱臭等の設備量も少ないことが要因と考えられる。

表5.1-4 補修費⁴⁾

単位：円/ m^3

項目	施設数	平均値	最大値	最小値	標準偏差	
標脱	10年未満	7	1100	2100	520	640
	10年以上	148	1500	7200	120	1200
高負荷	10年未満	1	620	620	620	—
	10年以上	95	2000	9000	120	1600
膜分離	10年未満	11	1200	3600	150	1000
	10年以上	99	2200	7900	120	1700
浄化槽 対応	10年未満	11	1400	6600	120	1800
	10年以上	12	1800	7000	450	1800
嫌気消化	25	770	1900	150	460	
好気消化	38	1200	5700	140	1100	
夾雑物除去下水	25	1400	7900	160	1900	
固液分離下水	23	940	3700	150	1100	

※処理方式の略称は5.1.3(2)と同様である。

(出典：(一財) 日本環境衛生センター提供資料を基に作成)

5.1.4 し尿・汚泥再生処理が果たした社会への貢献

5.1.1に述べたとおり、し尿・汚泥再生処理技術は、開発初期においてはし尿の衛生的処理、公害問題が深刻化してからは環境に配慮した処理、そして限られた資源の循環利用が求められる現代においては発生した汚泥の有効活用や窒素、リン等の資源回収と、時代とともに変化する社会状況と要求されるあり方に応じる形で発展してきた。

年代ごとの社会状況およびし尿処理が果たした主な役割を、図5.1-6に示す。

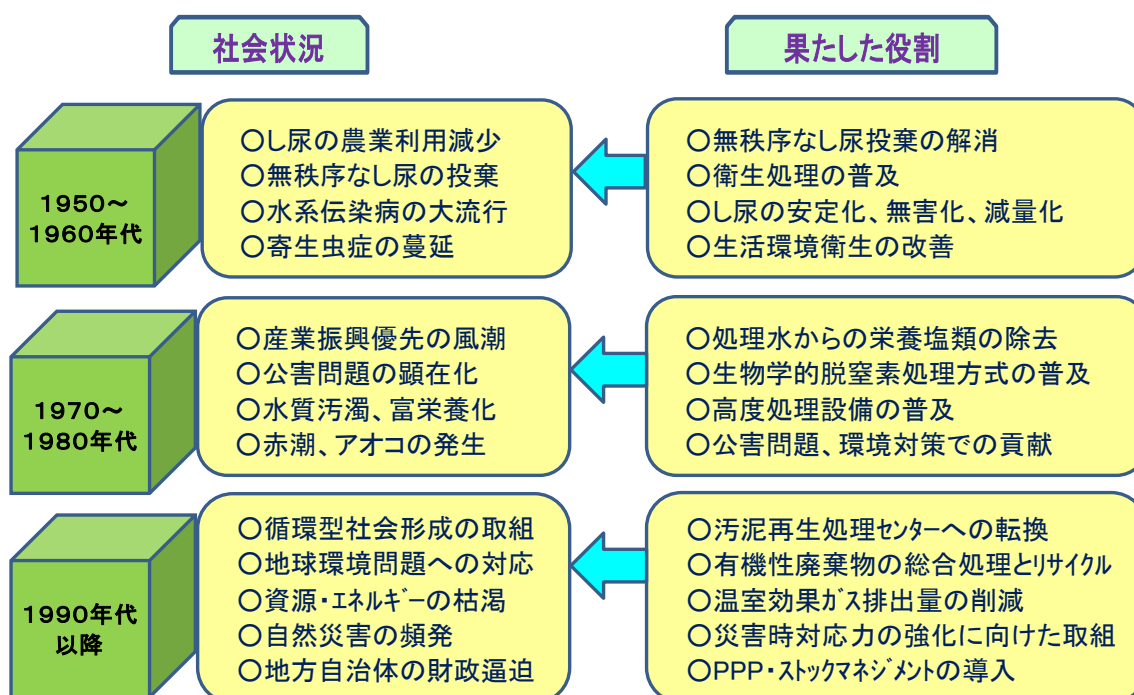


図5.1-6 社会状況の変化によるし尿処理の貢献

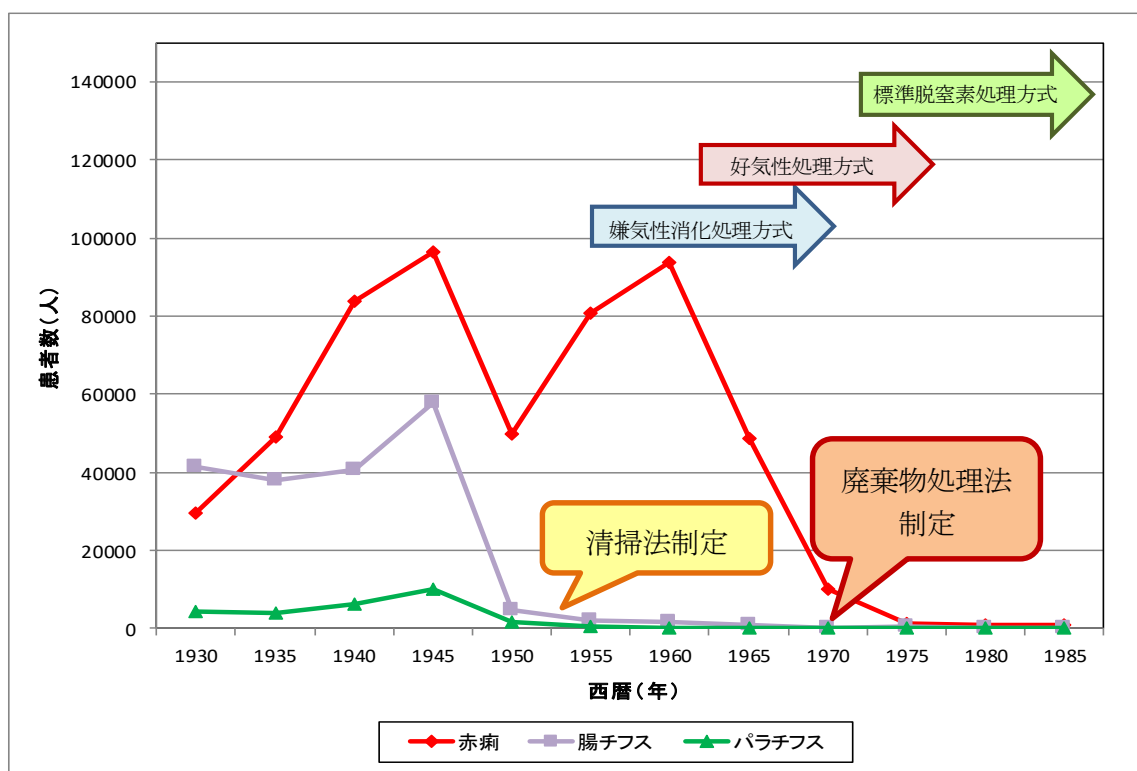
し尿・汚泥再生処理システムがこれまでに果たしてきた主な社会貢献のうち、衛生状態の改善、環境保全への貢献の2項目について詳細を述べる。

(1) 衛生状態の改善

し尿処理技術が開発された第一の目的は、生活環境衛生の改善にあった。し尿はそのまま放置しておくとも病原菌やそれを媒介する衛生害虫の温床となり、伝染病を引き起こすリスクがある。1945（昭和20）年の第二次世界大戦終結後、廃棄物処理事業の滞りにより汲み取られず溢れたし尿が原因で、衛生状態の急激な悪化と伝染病が蔓延し、政府での対応が急務となったことは、すでに「序章 し尿・汚泥再生処理の歴史的背景とシステム概要」や「1.1 汲み取り便所」等に詳しく述べている。し尿を衛生的に処理するし尿処理施設の普及は、戦後の日本における衛生状態の改善に大きく貢献した。

図5.1-7に、主にし尿を感染源とする主要な伝染病患者数の推移と関連法規、し尿処理技術の開発時期を示す。腸チフス、パラチフス、赤痢は1945（昭和20）年頃に患者数がピークとなり、流行の波があるものの、し尿の衛生処理が普及するとともに、水系伝染病の減少が認められる^{注1)}。

注1) 腸チフス患者数の激減に対して赤痢の終息が遅れたのは、腸チフス菌は赤痢菌よりも保菌者数が少なく予防接種も普及しているのに対して、赤痢菌は保菌者が多く予防接種等の防疫手段もなかったためと考えられている。予防策としての衛生状態の改善が急務であったことが窺われる⁵⁾。



(出典：厚生省五十年史から作成)

図5.1-7 主要な伝染病患者数の推移とし尿処理技術の開発年代⁶⁾

「0.2.5 主要な法令の移り変わり」に述べているように、戦後相次いだし尿の無秩序な投棄対策のため、法改正や施設整備計画の推進によるし尿の適正処理が急速に進められた。し尿対策と同時に下水道や上水道、その他の公衆衛生設備の整備も進められているため、し尿処理技術のみが衛生改善に貢献したとはいえないが、「屎尿の資源科学衛生処理勧告」⁷⁾をはじめ、1954（昭和29）年に開催された第24回日本衛生学会で発表された「屎尿処理問題打開策に関する要望書」⁸⁾や、戸田正三「し尿処理の窮境打開に対する私見」⁹⁾等、多くの報告書や論文で、衛生改善におけるし尿の衛生的処理の重要性を掲げていることから、し尿処理が伝染病の予防に深く関係していたことを推察することができる。

また、伝染病の他に寄生虫症の抑制にも大きく貢献している。

日本では中世頃からヒトのし尿を農業利用しているといわれているが、寄生虫が繁殖したし尿をそのまま肥料として使用していたために、日本人の多くが寄生虫症を抱えてきた。第二次世界大戦終了直後の日本では、4人に1人が寄生虫卵の保有者であったといわれている¹⁰⁾。また、1950（昭和25）年に実施された検便の寄生虫保有調査によると、全国平均で回虫卵の保有率が56%、鉤虫卵では3~4%であったという¹¹⁾。「1.1 汲み取り便所」に述べているように、汲み取り便所の便槽内で寄生虫卵を死滅させる試みが戦前から行われていたが、管理方法によっては寄生虫卵が死滅しきらず、し尿中に含まれたまま農地に還元されるケースも多かったものと考えられる。し尿処理施設でし尿中の病原菌と同時に寄生虫卵を除去することで、し尿を媒介とした寄生虫症の蔓延を防ぐことが可能となった。更に、処理汚泥を堆肥として農業利用することで、し尿の安全な農地還元、地域の資源循環にも貢献してきた。

（2）環境保全への貢献

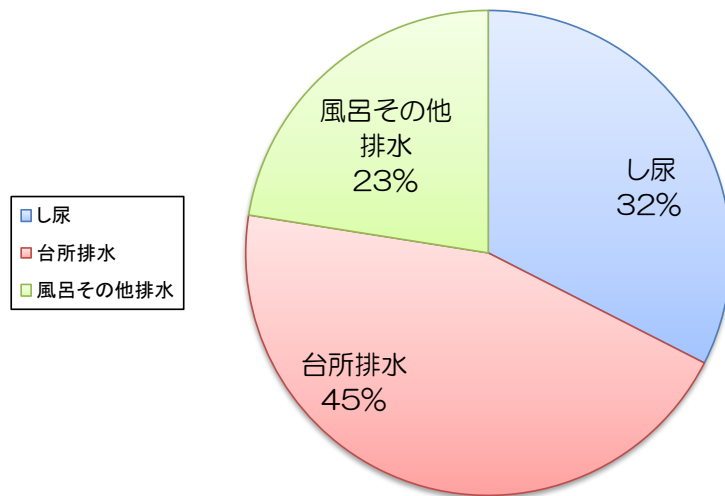
し尿処理技術の出発点はし尿の衛生的処理であったが、公害問題の顕在化に伴い、1970~1980年代（昭和40年代後半~昭和60年代前半）頃から環境保全が要求されるようになり、し尿処理技術にもこれらを満足する性能が求められた。

1人が1日に排出する生活排水（約200L）に含まれる汚濁物質のうち、指標として最も一般的に採用されるBODの負荷量をみると、表5.1-5、図5.1-8に示すとおり、し尿が占める割合は約32%程度といわれている。し尿処理施設での処理は、し尿を衛生的に処理するだけでなく、汚濁濃度の高いし尿の環境負荷を低減させることにも大きく貢献している。

表 5.1-5 生活排水の分類と BOD 負荷量（1人1日当り負荷量）¹²⁾

生活排水		汚濁負荷量(g/人・日)	
生活排水 BOD 40g/人・日	し尿	13	
	（生活雑排水） 27g	台所排水	18
		風呂その他排水	9

（出典：よりよい水環境のための浄化槽の自己管理マニュアルを基に作成）



(出典：よりよい水環境のための浄化槽の自己管理マニュアルを基に作成)

図5.1-8 生活排水における汚濁物質量の割合¹²⁾

初期のし尿処理における汚濁物質の除去率については、例えば1957（昭和32）年度の夏季と冬季に実施された主な都市の嫌気性消化槽の機能調査によると、場所によるばらつきがあるがBOD除去率が70～90 %、COD除去率が50～70 %程度と報告されている¹³⁾。

し尿の性状は地域ごとに大きくばらつきがあり、また処理後の放流水質の統計的な調査データが乏しいため、負荷量が搬入時から放流時にかけてどの程度低減されているかを正確に把握することは困難であるが、参考値として、「し尿処理施設構造指針解説」（1979（昭和54）年版、1988（昭和63）年版）および参考文献、ならびに「汚泥再生処理センター等施設整備の計画・設計要領」（2001（平成13）年版、2006（平成18）年版）に掲載されているし尿・浄化槽汚泥の参考性状と、各冊子の刊行当時における放流水質基準値の比較により大まかな除去率を計算したものを、表5.1-6、5.1-7に示す。

簡易水洗式便所の普及などの理由により、し尿、浄化槽汚泥ともに性状は年々希薄化しているが、いずれの時期でも放流水質基準値と比較して、少なくともBODについては、性能上は90%以上の汚濁物質除去率が得られている。その他の項目は、1979年や1989年には一部項目で除去率が70%程度のものもあるが、2001年以降はすべての項目で除去率が90%以上となっており、処理技術が次第に向上していることが分かる。

放流水質は、地域ごとの条例や住民協定などに基づき法よりも更に厳しい基準値を設けている施設がほとんどであり、実際にはこれよりも高い除去率が得られていると考えられる。

表 5.1-6 収集し尿・浄化槽汚泥の性状と放流時汚濁物質除去率の推計
(構造指針より) ¹⁴⁾⁻¹⁶⁾

	1979(昭和54)年					
	収集し尿性状 ^{※1} (mg/L)	収集浄化槽汚泥性状 ^{※1} (mg/L)	混合比 ^{※2} (し尿:浄化槽汚泥)	希釈倍率(倍) ^{※3}	放流水質 ^{※4} (mg/L)	除去率(%)
BOD	13,500	7,000	8:2	20	30	95.1
COD	7,000	4,000			70	78.1
SS	21,000	13,000			70	92.8
T-N	5,000	1,000			60	71.4
T-P	—	—			8	—

	1988(昭和63)年					
	収集し尿性状 ^{※5} (mg/L)	収集浄化槽汚泥性状 ^{※5} (mg/L)	混合比 ^{※2} (し尿:浄化槽汚泥)	希釈倍率(倍) ^{※6}	放流水質 ^{※4} (mg/L)	除去率(%)
BOD	11,000	3,500	7:3	10	30	96.6
COD	6,500	3,000			70	87.2
SS	14,000	7,800			70	94.2
T-N	4,200	700			60	81.0
T-P	480	110			8	78.3

- ※1: 構造指針および矢込(1983)におけるし尿、浄化槽汚泥の設計値とした。
 ※2: 混合比は、当該年度の一般廃棄物処理事業実態調査結果から算出した。
 ※3: 当時は標準脱窒素処理方式が構造指針に加わってから日が浅かったため、希釈倍率は、当時主流となっていた衛生処理を主目的とした処理における標準的な値である20倍とした。
 ※4: BOD、SSはし尿処理施設構造指針で定められた放流水質
 COD、T-N、T-PはS60～61の水質汚濁防止法施行令、施行規則で定められた排水基準値(CODは上限値の70とした)
 ※5: 施設設計時に参考とされる統計値のうち、50%値を採用した。
 ※6: 希釈倍率は、当時最も標準的であった標準脱窒素処理方式の標準的な値である10倍とした。

(出典: し尿処理施設維持管理の知識、構造指針解説(1979(昭和54)年版、1988(昭和63)年版)を基に作成)

表 5.1-7 収集し尿・浄化槽汚泥の性状と放流時汚濁物質除去率推計
(計画・設計要領より) ^{17) 18)}

	2001(平成13)年版					
	搬入し尿性状 ^{※1} (mg/L)	搬入浄化槽汚泥性状 ^{※1} (mg/L)	混合比 ^{※2} (し尿:浄化槽汚泥)	希釈倍率(倍) ^{※3}	放流水質 ^{※4} (mg/L)	除去率(%)
BOD	9,500	3,900	5:5	1.5	10	99.8
COD	5,600	3,400			35	98.8
SS	11,000	8,100			20	99.7
T-N	3,100	530			20	98.3
T-P	460	110			1	99.5

	2006(平成18)年改訂版					
	搬入し尿性状 ^{※1} (mg/L)	搬入浄化槽汚泥性状 ^{※1} (mg/L)	混合比 ^{※2} (し尿:浄化槽汚泥)	希釈倍率(倍) ^{※3}	放流水質 ^{※4} (mg/L)	除去率(%)
BOD	7,300	2,900	4:6	1.5	10	99.7
COD	4,500	3,200			35	98.6
SS	8,300	7,600			20	99.6
T-N	2,600	620			20	97.9
T-P	310	100			1	99.2

- ※1: 施設設計時に参考とされる統計値のうち、50%値を採用した。
 ※2: 混合比は、当該年度の一般廃棄物処理事業実態調査結果から算出した。
 ※3: 希釈倍率は、当時の処理方式として最も標準的であった高負荷型の脱窒素処理方式の標準的な値である1.5倍とした。
 ※4: 廃棄物処理施設整備国庫補助事業に係る放流水質基準: 汚泥再生処理センター性能指針(生衛発第1517号 別添1)

(出典: 計画・設計要領(2001(平成13)年版、2006(平成18)年版)を基に作成)

比較対象として、生活排水の参考性状と下水処理場および浄化槽の放流水質基準値（両者ともに設計上最も厳しい基準値を記載）に基づく大まかな除去率を表5.1-8に示す。し尿を含む生活雑排水全般が混入するため、流入性状はし尿・汚泥再生処理施設と比べると希薄となっている。放流水質基準値はし尿処理施設とほぼ同等であり、計算上の除去率はし尿処理施設とほぼ同等か、項目によっては2000年代以降のし尿処理施設よりやや低くなっている。搬入条件や性状、処理方法等が異なるので一概に比較はできないが、少なくともし尿処理施設は他の主要な生活排水処理施設と遜色ない処理能力を有していると言うことができ、更に性状が高濃度であるため、結果として下水道や浄化槽と比較して高い汚濁物質除去率が得られている。

表5.1-8 生活排水の性状と下水処理場、浄化槽における放流時の汚濁物質除去率^{19) 20)}

	公共下水道			浄化槽		
	流入性状 ^{※1} (mg/L)	基準値 (mg/L) ^{※2}	除去率(%)	流入性状 ^{※1} (mg/L)	基準値 (mg/L) ^{※4}	除去率(%)
BOD (mg/L)	258	10	96.1	200	10	95.0
COD (mg/L)	124	—	—	100	—	—
SS (mg/L)	196	40	79.5	160	—	—
T-N (mg/L)	58	10	82.7	45	10	77.8
T-P (mg/L)	6	0.5	92.0	5	1	80.0

※1: 1人当りの1日排水量225Lとし、「流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説(国土交通省水管理・国土保全局下水道部平成27)」に記載されている汚濁負荷量から算出した。

※2: 下水道放流水質基準は、下記から参照している。

・BOD、T-N、T-P: 下水道法施行令第5条の5における「計画放流水質」

・SS: 下水道法施行令第6条における基準値

また、本表では令第5条の5で定める放流基準のうち、最も基準値の厳しい「循環式硝化脱窒型膜分離活性汚泥法(凝集剤を添加して処理するものに限る)又は嫌気無酸素好気法(有機物及び凝集剤を添加して処理するものに限る)に急速濾ろ過法を併用する方法」における水質基準値を記載した。

※3: 1人当りの1日排水量225Lとし、「浄化槽の性能評価法(追記・解説版)」における試験用原水の標準値を記載した。

※4: 浄化槽処理設計基準は、「国土交通省告示第154号(平成18年1月17日)「屎尿浄化槽及び合併処理浄化槽の構造方法を定める件」および「浄化槽の設計・施工上の運用指針(2015年版)」における構造基準のうち、最も基準値の厳しい「第11」の水質基準値を記載した。

(出典: 浄化槽の性能評価法(追記・解説版)、流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説(2015(平成27)年度版)を基に作成)

ここで、「し尿処理施設構造指針解説」(1979(昭和54)年版、1988(昭和63)年版)、ならびに「汚泥再生処理センター等施設整備の計画・設計要領」(2001(平成13)年版、2006(平成18)年版)の刊行された年数ごとに、国内における集合処理人口(下水処理人口)、個別処理・し尿収集人口(浄化槽人口、非水洗化人口の合計)の比率の推移を、一般廃棄物処理事業実態調査結果を基に算出したものを、表5.1-9に示す。

1979年における、総人口に対する集合処理人口が21%であるのに対して、個別処理・し尿収集人口は78%と、多くの人口がし尿処理施設を利用していたことになる。以降は下水

道の普及に伴い個別処理・し尿収集人口の比率は下がっていくが、2006年時点においても集合処理人口は全体の約66%であり、3割程度の人口がし尿処理施設を利用している計算になる。直近年度においても個別処理に対応した生活排水処理施設がある程度必要とされていることを示している。

過半数の人口がし尿処理施設によってし尿を処理していた頃はもちろん、下水道が普及し集合処理が進められていく中においても、し尿・汚泥再生処理施設はし尿由来の汚濁負荷低減に寄与しており、今後も一定の割合において引き続き同様の役割を求められていくことが予測される。

表5.1-9 国内における集合処理人口、個別処理人口の比率^{14) 15) 17) 18) 22)}

		1979 (昭和54)	1988 (昭和63)	2000 (平成13)	2006 (平成18)
総人口(千人)		116,637	122,648	127,007	127,781
し尿 利用 処理 人口 施設	浄化槽人口(千人)	25,239	33,292	34,051	30,473
	非水洗化人口(千人)	66,090	46,792	19,382	13,205
	合計(千人)	91,329	80,084	53,433	43,678
下水処理人口(千人)		24,945	42,508	73,575	83,742
集合処理人口比率(%) (下水処理人口の割合)		21	35	58	66
個別処理・し尿収集人口比率(%) (し尿処理施設利用人口 (非水洗化人口+浄化槽人口)の割合)		78	65	42	34

※:各人口は、一般廃棄物処理事業実態調査から抜粋した。
このため、都市規模別汚水処理人口普及率とは比率が一致しない場合がある。

(出典：厚生省五十年史、一般廃棄物処理実態調査結果、構造指針解説(1979年版、1988年版)、
計画・設計要領(2001年版、2006年版)を基に作成)

5.1.5 し尿・汚泥再生処理を取り巻く状況と立ち位置(社会的要請事項)

現在、国内外を取り巻く社会的な状況は多岐に渡り、かつ複雑に関係し合っている。

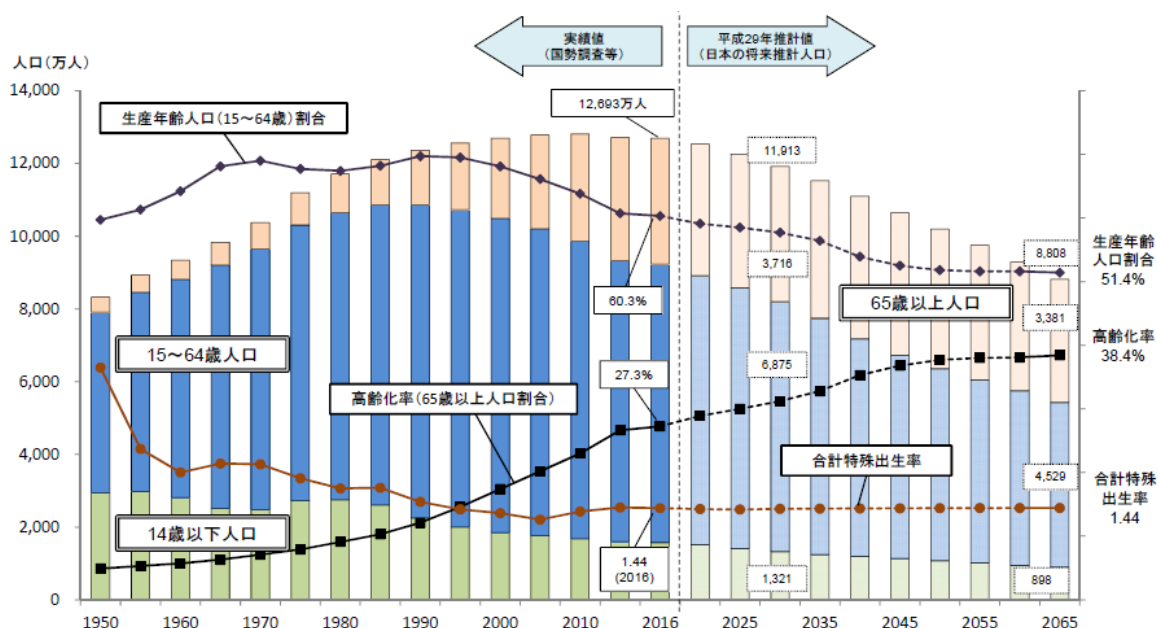
それらの中から現在のし尿・汚泥再生処理と特に関係が深い社会的状況を整理すると、おおむね下記に示す8項目が挙げられる。以下に、し尿・汚泥再生処理の現状を踏まえた社会状況の概要を示す。

(1) 少子高齢化・人口減少社会の到来

総務省統計局の人口推計(2017(平成29)年10月1日現在)によると、日本の総人口は7年連続で減少し、その減少幅も次第に拡大している。出生中位推計の結果に基づくと、この総人口は、以後長期の人口減少過程に入り、2053年に1億人を割り、2065年に約8,808万人になると推計されている²³⁾。

2017（平成29）年度における年代別の増減（前年比）は、15歳未満、生産人口と呼ばれる15～64歳人口がそれぞれ減少、65歳以上人口が増加となっている。人口比率をみると、15歳未満人口は過去最低の12.3%、16～64歳人口も1992（平成4）年以降低下し、60.0%となっている。生産人口の比率は今後も低下し、2065年に全人口の5割程度まで低下するという推計が出されている。一方で、65歳以上人口は過去最高の27.7%となっており、今後も比率が上昇し2065年に38.4%（2.6人に1人が65歳以上）に上ると推計されている。

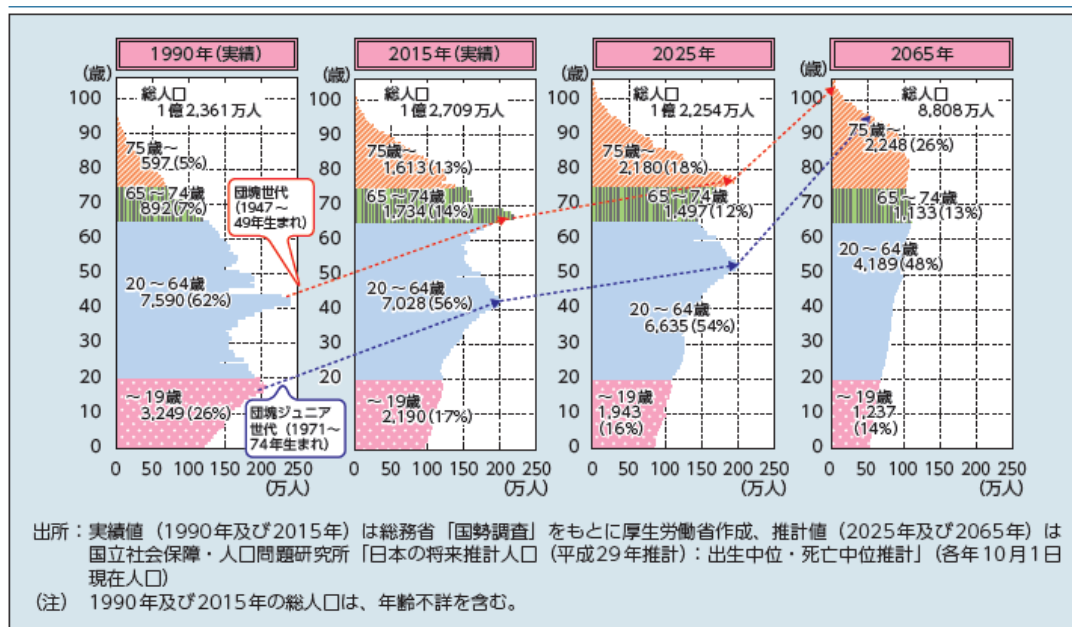
日本の将来人口推計をグラフに表わしたものを、図5.1-9に示す。



（出典：厚生労働省：日本の将来推計人口（2017（平成29）年推計）の概要）

図5.1-9 日本の将来推計人口のまとめ²⁴⁾

また、人口比を示す人口ピラミッドの推移（1990（平成2）年実績～2065年予測）を図5.1-10に示す。1990（平成2）年にはすでに、ピラミッド下部の20歳未満人口が減少し始めているが65歳以上の人口が少ない「つりがね型」のピラミッドとなっている。しかし、次第に少子高齢化傾向を表わす「つぼ形」へと移行していき、2065年の予測では65歳以上の人口比率が全体の半数近くに上る一方、20歳未満の人口が最も少ない構成となっている。



(出典：2017（平成29）年版厚生労働白書)

図5.1-10 人口ピラミッドの変化²⁵⁾

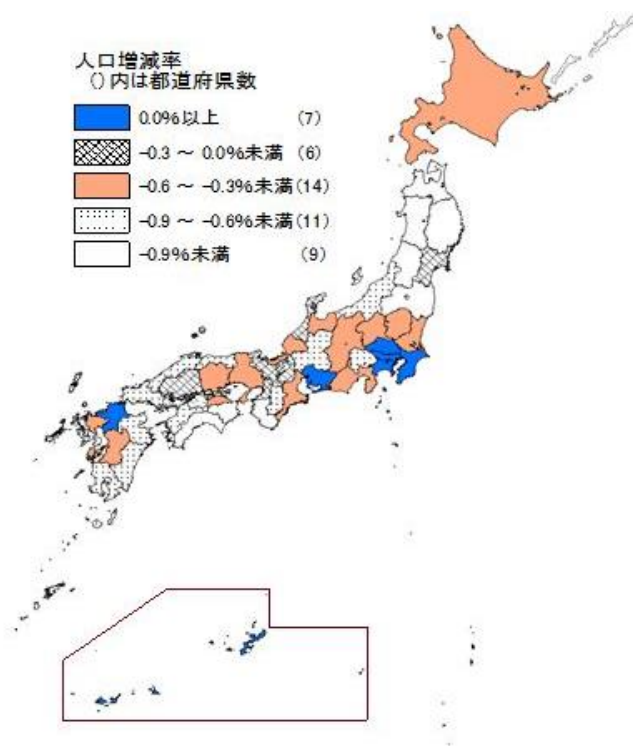
以上のことから、日本の人口は年々減少し、特に15歳未満の若年世代、働き盛りの世代が徐々に減少していく中、高齢世代が社会に占める割合が上昇しており、少子化、高齢化の傾向が今後も進行することが分かる。

さらに、社会保障給付の負担を考慮すると、1950（昭和25）年には65歳以上の高齢者1人に対して12.1人の生産人口世代が支えていた。これに対して、2015（平成27）年には高齢者1人に対する生産人口世代が2.3人であり、また、上記予測に従うと、2065年には1.3人まで減少することになる²⁶⁾。

(2) 人口の地域的偏在

全国的な人口減少に加えて、一部大都市圏への人口の集中、および地方都市人口の減少も顕著になっている。

人口推計結果から都道府県別の人口増減率を図5.1-11に示す。2017（平成29）年において、前年比で人口が増加したのは7都県（増加率の大きい順に、東京都、埼玉県、沖縄県、愛知県、千葉県、神奈川県、福岡県）となっており、東京近郊、大都市圏に人口が集中している状況が窺われる。それ以外の40道府県はいずれも人口が減少しており、うち5県（減少率の大きい順に、秋田県、青森県、岩手県、山形県、高知県）で、前年度比における減少率が1%を超えている。



(出典：人口推計（2017（平成29）年10月1日現在）)

図5.1-11 都道府県別人口増減率²⁷⁾

総人口および生産人口の減少や、地域ごとの人口の偏りと併せて、公営サービスを行う人材も減少の一途を辿っている。

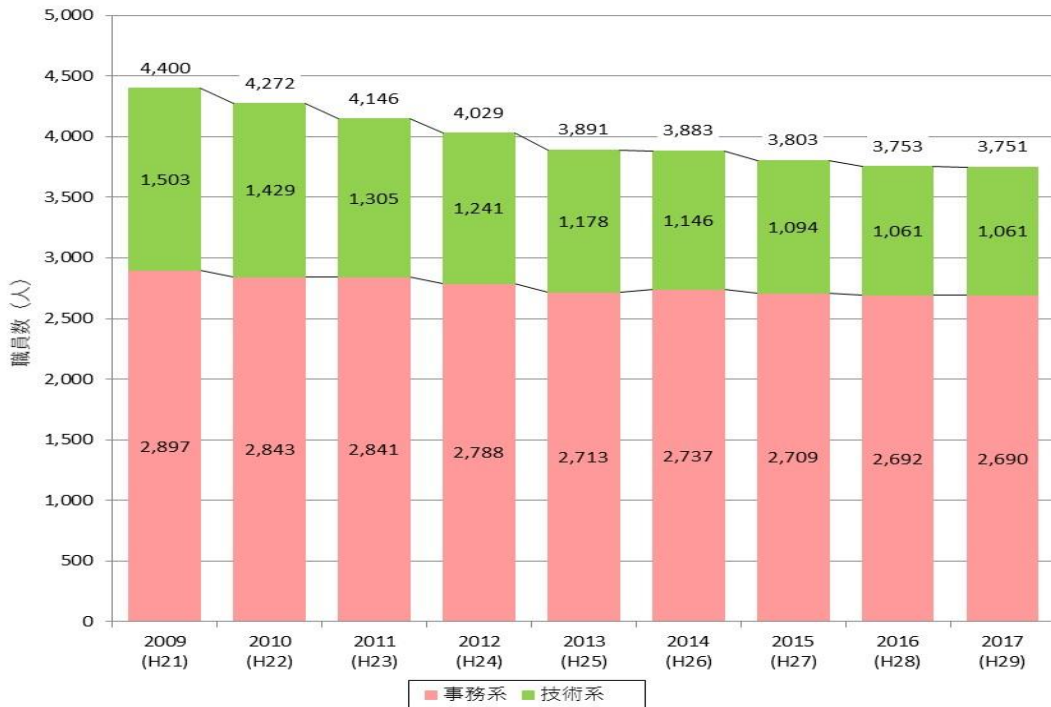
図5.1-12に、主な事業の地方公営企業従事職員数の推移を示す。ここに挙げたいずれの公営企業も、2005（平成17）年度から2011（平成23）年度の間大きく職員数が減少し、以降は僅かずつではあるものの多くの事業で減少傾向がみられる。今後、生産人口とともに従事職員数も減少幅が更に拡大していくと推察される。

一般廃棄物処理事業実態調査結果によると、し尿・汚泥再生処理施設においても2009（平成21）年から2017（平成29）年にかけて、事務系職員・技術系職員ともに減少傾向で推移している（図5.1-13）。また、（一財）日本環境衛生センターで実施している、し尿・汚泥再生処理センターを対象とした維持管理に関するアンケート調査においても、施設課題に係る項目で、回答が得られた施設の25%ほどが、従事職員数の減少を課題として挙げている²⁸⁾。これらのことから、し尿・汚泥再生処理施設の現場においても、同様の傾向が窺われる。



(出典：2017（平成29）年度地方公営企業年鑑を基に作成)

図5.1-12 地方公営企業の従事職員数の推移²⁹⁾
(2000（平成12）～2017（平成29）年度)



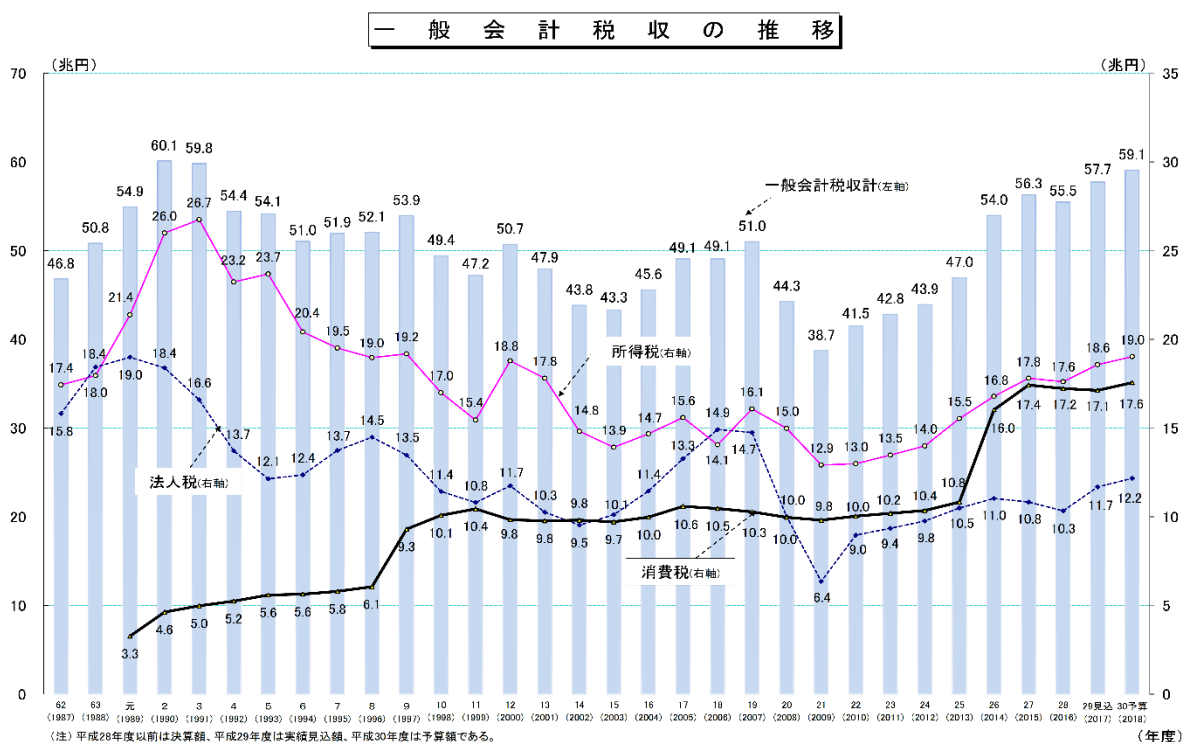
(出典：一般廃棄物処理事業実態調査を基に作成)

図5.1-13 し尿処理施設従事職員数の推移（2009（平成21）～2017（平成29）年度）³⁰⁾

- (3) 経済の低迷、長期停滞
- (a) 国、地方における財政状況
- (ア) 一般会計税収の推移

1987年～2016年（昭和62年～平成28年）における一般会計税収の推移は、図5.1-14のとおりである。

少子高齢化に伴う社会保障費の増加を受け、財源確保を目的とした消費税増税のため、2014（平成26）年以降の税収が大幅に増加した。2016（平成28）年における一般会計税収額は約55兆5000億円となっている、また、2018（平成30）年予測値は、1991（平成3）年頃までのバブル景気時期に近い水準まで回復している。



(出典：財務省「税収に関する資料」)

図5.1-14 一般会計税収の推移³¹⁾

その一方で、わが国における普通国債残高（国の公債残高）は年々増加の一途を辿り、2018（平成30）年度末において、国の一般会計税収の約15年分とされる約883兆円に達している³¹⁾。

その要因として、1990年代（平成初頭）は公共事業関係費の増加が挙げられていたが、現在は高齢化の進行による社会保障関係費の増加や地方財政の悪化に伴う財源不足の補填（地方交付税交付金等）の増加が挙げられている。特に日本の社会保障制度は、加入者の拠出する保険料から給付金等を支払う社会保険方式を採りながら、高齢者医療・介護給付費の5割を公費で賄うなど、公費負担（税財源で賄われる負担）への依存度が非常に高い

(表5.1-10)。高齢者人口の増加に伴う医療・介護給付金の増加により負担は更に増しているにも関わらず、これを賄う財源を確保できていないため、給付と負担のバランス（社会保障制度の持続可能性）が損なわれ、将来世代に負担を先送りしている状態である。

今後、団塊世代（1947（昭和22）年～1949（昭和24）年生まれの、突出して人口が多い世代）全員が75歳以上となる2025年に向かって、特に医療・介護分野の給付は、財源調達のベースとなるGDPの伸びを大きく上回って増加していくと推測される。従って、団塊世代が75歳以上となる前の2020年代初頭までに、受益と負担の均衡が取れた社会保障制度を構築していく必要があるとされている³²⁾。

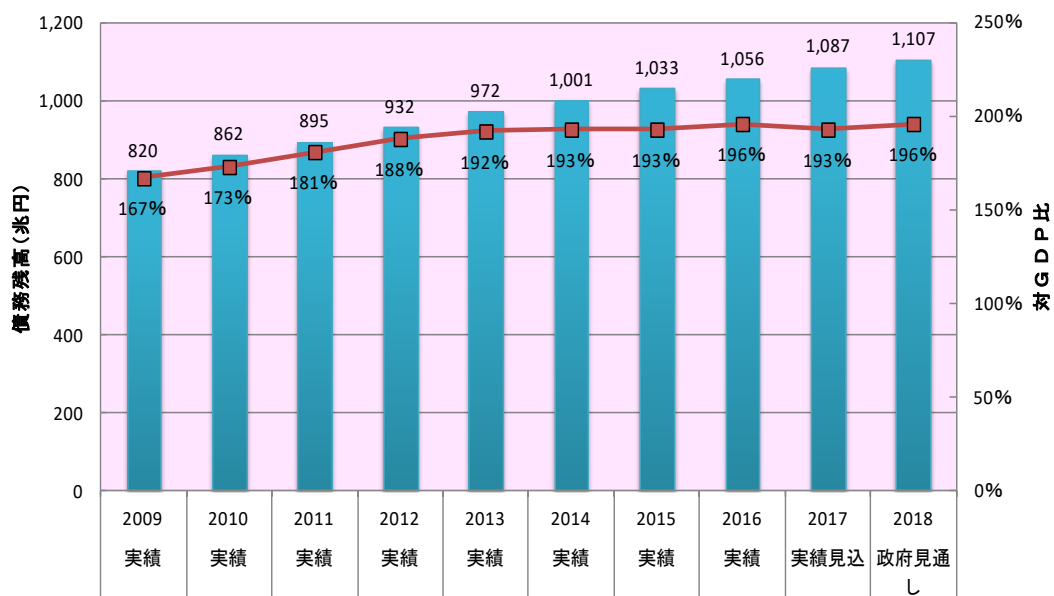
表5.1-10 社会保障給付費の負担割合（1990（平成2）年度、2015（平成27）年度）³³⁾

負担者\年度	1990（平成2）年度	2015（平成27）年度
被保険者負担	18.5兆円（28%）	35.4兆円（29%）
事業主負担	21.0兆円（32%）	31.6兆円（26%）
公費	16.2兆円（25%）	46.1兆円（37%）
給付費	47.4兆円	114.9兆円

※：カッコ書きは全体の財源に占める割合

（出典：日本の財政関係資料を基に作成）

また、2009（平成21）年度から2018（平成30）年度における、国および地方の長期債務残高の推移（2017（平成29）年度は実績見込み、2018年度は政府見通し）を図5.1-15に示す。借入金、地方債務残高等の長期債務が2018（平成30）年度末見通しで1,107兆円に達し、国および地方の債務残高は合計約2,000兆円に上る。GDP比は横ばいとなっているものの、総額は年々上昇していることが明らかであり、また国際水準からみても、主要先進国の中で最悪の水準となっている。



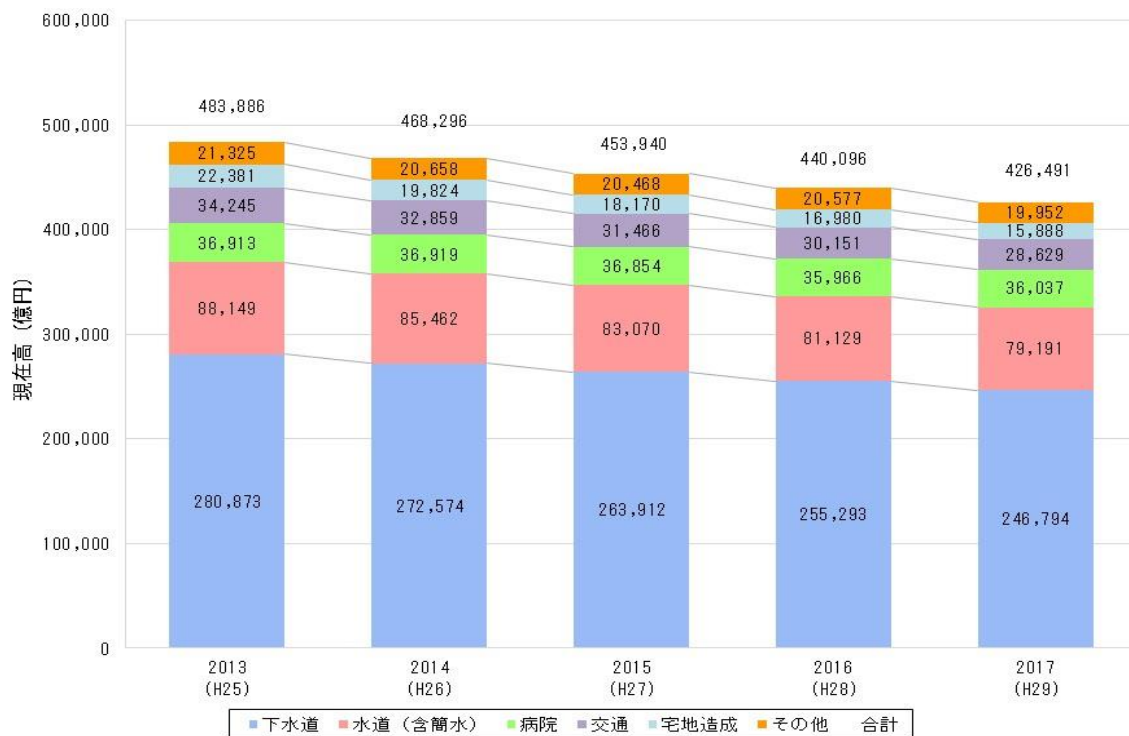
(出典：財務省「日本の財政関係資料」を基に作成)

図5.1-15 国および地方の長期債務残高の推移
(2009(平成21)年度～2018(平成30)年度)³⁴⁾

(イ) 企業債の債務状況

次に、事業別に企業債の現在高(最新の実績データは2017(平成29)年度のもの)を図5.1-16に示す。過去5年間にわたり、ほとんどの事業において現在高が減少傾向にあるものの、2017(平成29)年度時点での現在高は42兆6,491億円と、いまだ高額の債務が残っている。また、このうち5割に当たる24兆6,794億円を下水道事業が占めている。

前項の国および地方の財政状況も併せて、日本の財政は年々逼迫し、抱える債務は膨らむ一方となっている。社会保障関係費の歳出が今後更に増加すると見込まれる中、新たな財源の確保、支出の抑制、税制改革などの財政再建策が早急に求められる状況となっている。



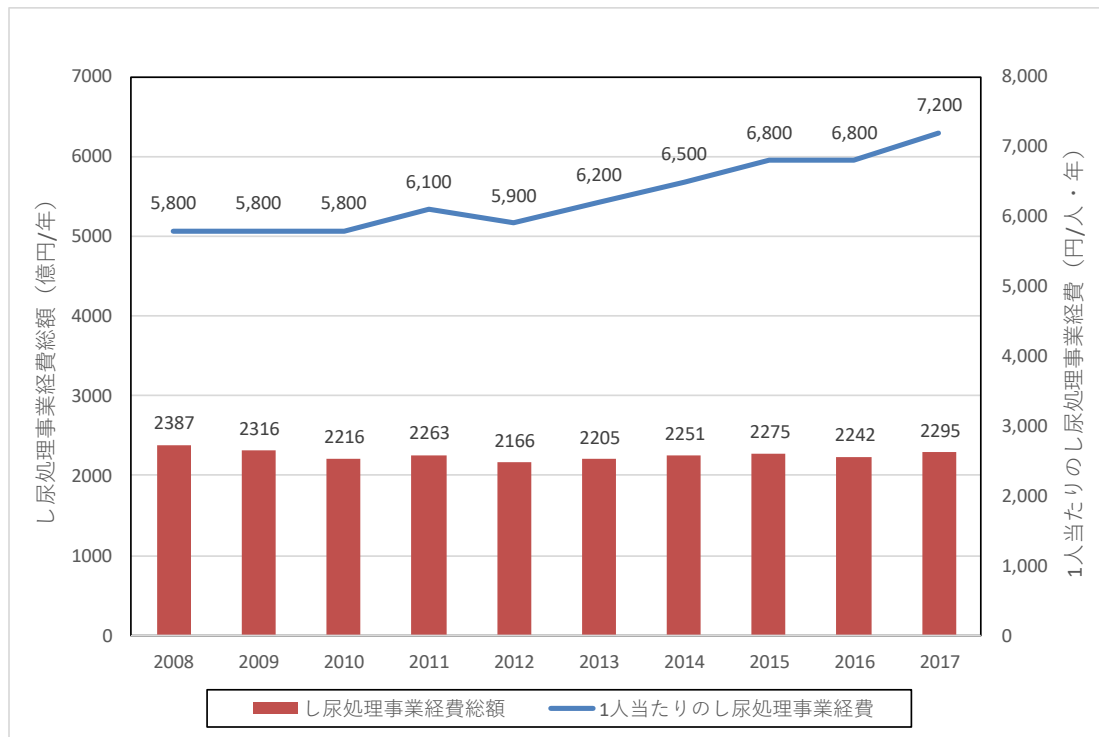
(出典：2016（平成28）年度地方公営企業年鑑を基に作成)

図5.1-16 企業債事業別現在高の推移（2012（平成24）～2017（平成29）年）³⁵⁾

(b) 廃棄物処理行政における国・地方財政の逼迫

1989（平成元）年から2017（平成29）年における、し尿処理事業経費総額と、1人当たりのし尿処理事業経費の推移は、図5.1-17のとおりとなっている。

事業経費の総額は過去10年間でほぼ横ばいとなっているのに対して、1人当たりの事業経費は年々上昇傾向にある。し尿処理人口の減少に対して、事業経費そのものは大きな変動がみられないことから、1人当たりの負担額が増加していることが分かる。



(出典：一般廃棄物処理実態調査結果から作成)

図5.1-17 し尿処理事業経費総額、1人当たりのし尿処理事業経費の推移³⁶⁾
(2008(平成20)年度～2017(平成29)年度)

(4) 社会インフラの老朽化、廃棄物量の漸減

我が国のインフラは、その多くが高度経済成長期(1954(昭和29)年～1973(昭和48)年)に集中的に整備されている。2019(平成31～令和元)年現在、それらの稼働年数は50～70年に及び、今後は国内インフラの老朽化が更に深刻なペースで進行する見通しである。今後、老朽化の急速な進行とともに維持管理・更新コストが大幅に増加することから、技術面・人員面でいかに持続可能な維持体制を構築するか等が課題となっている^{37)・38)}。

「5.1.3 し尿・汚泥再生処理施設の整備状況の推移」で述べたように、現在稼働しているし尿処理施設においても老朽化の問題は例外ではなく、2017(平成29)年度時点において、建設後20年以上経過している施設が全体の67%、30年以上経過している施設が33%に上る。また、施設の平均稼働年数も、2008(平成20)年からの推移をみると徐々に上昇している。し尿処理施設は処理の過程で腐食性ガスが発生する性質上、一般的なコンクリート施設と比べて劣化が早く、全国的にみると、約80%の施設が建設から概ね30年程度で更新を実施しており、また、全体の約3割の施設が施設更新の時期に差し掛かっている。

今後、年数の経過とともに施設更新を要する施設数は更に増加するものとみられるが、施設の全体的な更新に際しては多額の整備費用が掛かり、建設にあたり用地選定や施設能力の検討等を含めて長期間の検討を要する。し尿等搬入量の減少、1人当たり事業経費の負担等を考慮すると、現状の施設を可能な限り延命化させて使用していく努力が望まれる。

(5) 天然資源・エネルギーの枯渇

日本等、先進国では人口が減少する一方で、新興国を中心に地球の総人口は次第に増加傾向にある。新興国で活発化する産業に比例してエネルギーの消費量も増加し、2040年には2014（平成26）年における世界のエネルギー消費量の約1.3倍に増加すると予測されている。

現在、エネルギー資源として消費されているものの多くは、石油などの化石燃料（再生不可能エネルギー）である。地球内の貯蔵量には限度があり、現状のペースでエネルギーを消費し続けた場合のエネルギー資源埋蔵量を年数で表すと、おおよそ図5.1-18に示されている程度といわれる。世界人口が増加している今日、現状の消費を続けていくと、約100年以内に主要なエネルギー資源のほとんどが底をつく計算になる。



(注) 可採年数=確認可採埋蔵量/年間生産量
ウランの確認可採埋蔵量は費用130ドル/kgU未満

(出典：原子力・エネルギー図面集)

図5.1-18 世界のエネルギー資源確認埋蔵量³⁹⁾

化石燃料の使用は、エネルギーの枯渇のみならず地球温暖化の原因となる温室効果を大量に発生させる。このため、近年はエネルギー消費量を極力抑える、太陽光や風力などの自然エネルギーを活用する、リサイクル等で資源・エネルギーの利活用を推進する、といった対策が、国内外で積極的に行われている。ただし、再生可能エネルギーは化石燃料を使用したエネルギー生産と比べて効率性が低く、設備設置のために広大な土地を必要とするなどの課題もある。

本報告の随所で触れられているとおり、し尿は古くから肥料として農地に還元され、資源循環の一部を担ってきた。現在では、し尿中に含まれる窒素、リンなどの肥料として有効な成分を活用する技術もすでに実用化されている。循環型社会形成推進の一環として、汚泥再生処理センターによるし尿、浄化槽汚泥、その他有機性廃棄物のより効率的な資源化を推進する必要がある。

(6) 自然災害の頻発・気候変動

日本は地質や地形の特性上、大地震などの自然災害が発生しやすい環境にあるといわれている。また、地球温暖化の影響等による気候の変動により、台風や豪雨などの災害増加、生態系の変化や熱中症などの健康被害が顕在化している。従来から行われている対策に加えて、今後は変動する気候条件に応じた施策の下、大規模自然災害の発生、気候変動の影響による被害の回避や軽減、対応力の強化を図る必要がある。

表5.1-11に、2000（平成12）年以降に、国内で発生した主な大規模自然災害を挙げる。

表5.1-11 2000（平成12）年以降に国内で発生した主な大規模自然災害

発生年	主な大規模災害
2000（平成12）	伊豆諸島三宅島雄山噴火（6月）
2004（平成16）	新潟県中越地震（10月）
2007（平成19）	新潟県中越沖地震（7月）
2008（平成20）	岩手・宮城内陸地震（6月）
2011（平成23）	東日本大震災（3月）
2014（平成26）	広島市北部で豪雨による土砂災害（8月） 御嶽山噴火（9月）
2016（平成28）	熊本地震（4月）
2017（平成29）	九州北部豪雨（7月）
2018（平成30）	西日本豪雨（7月） 北海道胆振東部地震（9月）
2019（令和元）	台風15号（9月）、19号（10月）

この中から、東日本大震災におけるし尿・汚泥再生処理施設の被害状況を表5.1-12に示す。被害の大きかった施設は、いずれも沿岸部に位置しており、津波によって屋外に設置された設備装置の損壊や浸水による機械・配管・電気・計装設備への被害等が発生し、処理停止に追い込まれた。復旧には、1～3年を要し、復旧までの間は近隣の自治体で処理することになった。なお、下水処理施設についても、地震による管路破損及び津波による浸水等によって、ほとんどが処理停止の事態に陥った。

一方、内陸部に設置されたし尿・汚泥再生処理施設は、配管・ダクトの損傷や機械基礎の一部破損程度に留まり、そのほとんどが健全な状態を保っていた。実際、し尿・汚泥再生処理施設の多くは、その性質上、内陸部に設置されていたことから、電気復旧後ただちに運転が再開でき、下水道処理区域を含めた被災地域の生活衛生管理に大きく貢献した。

このように、今後も大地震や水害などの発生時、下水道の代替手段としてし尿処理施設

が活用される可能性があり、し尿処理施設側もそれを見越した上で、近隣施設や自治体と連携しての防災計画に参画し、災害時等の対応策を検討する必要がある。

表5.1-12 東日本大震災におけるし尿・汚泥再生処理施設の被害状況（沿岸部）

設置者／施設名	主な被害
気仙広域連合／ 気仙広域連合衛生センター	<ul style="list-style-type: none"> ● 1階電気室、ポンプ室等主要設備の浸水による電気系統の故障 ● 汚泥脱水ケーキ焼却炉損傷 ● 外壁の亀裂、地盤の陥没 ● 津波による舗装面の流失等管理棟一階天井まで浸水 (2012 (平成24) 年3月1日処理再開)
仙台市／ 南蒲生環境センター	<ul style="list-style-type: none"> ● 全壊 (2012 (平成24) 年3月29日処理再開。2011 (平成23) 年11月24日本復旧)
亘理名取共立衛生処理組合／浄化センター	<ul style="list-style-type: none"> ● 1階、地下設備の浸水による故障 (2013 (平成25) 年4月本格稼働開始)
南相馬市／ 雫浄化センター	<ul style="list-style-type: none"> ● 浸水による建築設備、電気設備、焼却設備、放流設備、外構設備、構内道路等損壊 (2011 (平成23) 年度内復旧完了)
いわき市／ 南部衛生センター	<ul style="list-style-type: none"> ● 基幹的設備の破損 (2012 (平成24) 年10月6日本復旧)
八戸地域広域市町村圏事務組合／八戸環境クリーンセンター	<ul style="list-style-type: none"> ● 1階、地下設備の浸水による故障 (2012 (平成24) 年9月処理再開)

(7) 環境と開発に関する国際的な潮流⁴⁰⁾

国際社会における環境問題に係る取り組みは、1972 (昭和47) 年の国連人間環境会議で採択された「人間環境宣言」に始まり、以降、10年ごとに会議が開催されている。3回目にあたる、1992 (平成4) 年に開催された環境と開発に関する国際連合会議 (以下、地球サミット) では、持続可能な開発に向け、環境改善のための27原則から成る「環境と開発に関するリオ宣言」とその行動計画である「アジェンダ21」、森林問題の解決を目指す「森林原則声明」が採択され、「気候変動枠組条約」、「生物多様性条約」の2つの国際条約が採択された。地球サミットにおける課題は、公害に代表される地域的環境汚染や資源・エネルギー問題を総括する形で提起された人類最大の環境課題である“地球環境問題”となっている。

(a) 持続可能な開発目標 (Sustainable Development Goals)

2015 (平成27) 年9月の国連持続可能な開発サミットで、2000 (平成12) 年の国連ミレニアム・サミットで採択されたミレニアム開発目標 (Millennium Development Goals) の

終了を受け、新たに2030年までの持続可能な開発の指針を定めた「我々の世界を変革する：持続可能な開発のための2030アジェンダ（以下、2030アジェンダ）」を採択した。これは、開発途上国の開発に関する課題にとどまらず、世界全体の経済、社会および環境の三側面を、不可分のものとして調和させる統合的取り組みとして作成され、その性質上、先進国と開発途上国が共に取り組むべき国際社会全体の普遍的な目標としていることが特徴となっている⁴¹⁾。

2030アジェンダの中核となるのが、17のゴールと169のターゲットから構成される持続可能な開発目標（以下、SDGs）である。SDGsは、社会、経済、環境等の諸問題に対する総合的目標として、国内政策を検討する上で重要な指標と位置づけられている。図5.1-19に、SDGsの17ゴールを示す。



（出典：国際連合広報センター）

図5.1-19 持続可能な開発目標（SDGs）の17ゴール⁴²⁾

これら17ゴールのうち、少なくとも2、3、4、6、7、8、9、11、12、13、14、15の12ゴールが環境に関係しており、環境省側でも気候変動、持続可能な消費と生産（循環型社会形成の取組等）等の分野において国内外における施策を積極的に展開していく方針を打ち出している⁴³⁾。

SDGs実現に向けて、日本政府は独自のSDGsモデルとして2018（平成30）年6月に「拡大版SDGsアクションプラン（以下、拡大版SDGs）」を打ち出した。“誰一人取り残さない社会”を目指すSDGsの推進を通じて、創業や雇用の創出を実現し、少子高齢化やグローバル化の中で実現できる「豊かで活力ある未来像」を世界に先駆けて示していくことを目的に掲げ、図5.1-20に示す3つのモデルを掲げている。

①SDGsと連動する「Society5.0」の推進（「Society5.0」は「5.2.2（3）AI・IoT等を活用したスマートな施設整備と運営」を参照）

②SDGsを原動力とした地方創生、強靱かつ環境にやさしい魅力的なまちづくり

③SDGsの担い手として次世代・女性のエンパワーメント

いずれも、経済、社会、環境の三側面を総合的に組み合わせたSDGsの基本理念を踏襲、応用しており、複雑化する諸問題の解決、改善に向けて多分野の連携が必要であることを示している。

拡大版SDGsを始め、日本国内における多くの政策、指針、ビジョンはSDGsを念頭に置いたもの、あるいはSDGsの理念に通じる方針を打ち出している。今後のし尿・汚泥再生処理システムの方向性を検討する上で、SDGsは常に念頭に置いていく必要がある。

I. SDGsと連動する「Society 5.0」の推進	II. SDGsを原動力とした地方創生、強靱かつ環境に優しい魅力的なまちづくり	III. SDGsの担い手として次世代・女性のエンパワーメント
<p>ビジネス</p> <ul style="list-style-type: none">▶ 『SDGs経営イニシアティブ』に基づき策定した「SDGs経営ガイド」、TCFD*に係るガイダンス等で企業のSDGsの取組を促進、ESG投資の呼び込みを後押し。<small>*気候関連財務情報開示タスクフォース</small>▶ 中小企業のSDGs取組強化のための関係団体・地域、金融機関との連携を強化。▶ SDGsビジネスの国際的なルールメイキングに貢献すべく官民連携を強化。 <p>科学技術イノベーション(STI)</p> <ul style="list-style-type: none">▶ G20にて「ロードマップ策定のための基本的考え方」を発表。各国のロードマップ策定を支援。▶ STI for SDGsプラットフォームを構築。▶ STI分野の「人づくり」、国際共同研究・STIの社会実装の強化。	<p>地方創生の推進</p> <ul style="list-style-type: none">▶ SDGs未来都市（今年度分近日決定）、地方創生SDGs官民連携プラットフォームを通じた民間参画の促進、地方創生SDGs金融を通じた「自律的好循環」の形成。▶ 2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会、2025年大阪・関西万博の運営、開催を通じたSDGs推進。 <p>強靱な循環共生型社会の構築</p> <ul style="list-style-type: none">▶ 「海洋プラスチックごみ対策アクションプラン」・「プラスチック資源循環戦略」をそれぞれ策定。▶ 地域循環共生圏づくりに取り組む35団体選定。▶ 「パリ協定長期成長戦略」の策定・実施。▶ 防災分野の「人づくり」（4年間で8万5千人の世界の強靱化に向けた人材育成）	<p>次世代・女性のエンパワーメント</p> <ul style="list-style-type: none">▶ 「次世代のSDGs推進プラットフォーム」の内外での活動を支援。▶ WAW！・W20において安倍総理から途上国の女性への教育支援（3年間で400万人）を表明。 <p>「人づくり」の中核としての保健、教育</p> <ul style="list-style-type: none">▶ UHC*推進、国際的な保健課題の解決に貢献するため、グローバルファンドへの増資を含め支援を実施。<small>*ユニバーサル・ヘルス・カバレッジ</small>▶ 「教育×イノベーション」（3年間で900万人の子ども・若者支援）

（出典：拡大版SDGsアクションプラン2019）

図5.1-20 日本の「SDGsモデル」の方向性⁴⁴⁾

しかし、環境問題は各国、各地域の社会、経済状況が密接に関わっており、容易な解決が難しい問題である。日本においては、前項で述べたとおり全体としてみれば少子高齢化・人口減少が本格化している。ただし、地方から都市への流入超過による人口の地域的な偏在が加速化しており、地方の人口減少が特に進行している。このことは、環境保全の取り組みにも深刻な影響を与えており、例えば、地方の農林業の担い手の減少により、耕作放棄地や手入れの行き届かない森林が増加し、生物多様性の低下や生態系サービスの劣化につながっている⁴⁵⁾。また、環境改善への取り組みはひとつの国や地域に留まらず、国際的な協力体制のもとに進められる必要があるが、各国の社会状況、経済状況が異なり、様々な利害関係などが関わるため、全ての国が協調することが難しいという課題も抱えている。

このように複雑化した問題に対応するため、近年に進められている施策の多くは、局所的な問題の解決を目指すのではなく、関連する社会全体の問題を視野に入れ、環境問題に留まらず諸問題の総合的解決を目指している。

(b) 低炭素化に向けた取り組み

近年、地球温暖化を背景にした気候変動による異常気象の多発が世界各国で深刻化しており、各国単位だけでなく国際的に連携して解決に取り組むことが求められている。

国際的な取り組みの契機となったのが、1992（平成4）年の地球サミットにおいて、「気候変動に関する国際連合枠組条約」が採択されたことである（1994（平成6）年発効）。これは、大気中の温室効果ガスの濃度を安定化させることを究極の目標としており、地球温暖化対策に世界全体で取り組んでいくことを合意するものであった。日本も、採択当初から参加、批准している。2013（平成25）年から2014（平成26）年にかけて公表された気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第5次評価報告書によると、1950年代（昭和20年代後半）以降、観測された変化の多くは数十年から数千年間にわたり前例のないものであり、また21世紀末（2081～2100年頃）までの気温の上昇幅は更に広がる可能性が高いと予測されている³⁸⁾。

気候変動の原因となる温室効果ガス排出削減に向け、2016（平成28）年、第21回気候変動枠組条約締約国会議（以下、COP21）で新たな国際的枠組みであるパリ協定が締結された⁴⁰⁾。

主な骨子は、以下のとおりとなっている⁴⁷⁾。

①世界全体の目標：

気温上昇を2度より十分下方に保持する。1.5度未満に向けて努力
今世紀後半に温室効果ガス的人為的排出と吸収のバランスを達成
（カーボンニュートラル）

②各国の削減目標（全ての国が自主的な削減目標）：

貢献（削減目標）を作成・報告、維持
5年ごとに提出、更新、従来より前進を示す

③対象：

いわゆる先進国、途上国の別なく、全ての国が削減努力を行う

④実施状況の検討（グローバル・ストックティク）：

5年ごとに世界全体の進捗を評価
結果は各国が取り組みの更新・強化を行う際の情報として提供

SDGsと同様、先進国、途上国の別なく、締結国の全てが温室効果ガス排出削減に取り組むことを義務付けていることが主な特徴となっている。

パリ協定の内容を踏まえて、日本で提示された「長期低炭素ビジョン」では、2030年度の目標を26%削減、2050年までに80%の削減を目指す。そして気候変動問題と経済・社会的諸問題を、世界に先駆けて同時解決を図り、温室効果ガスの大幅削減と豊かさを同時に

実現する課題解決先進国となることがゴールとされている⁴⁷⁾。

温室効果ガスの大幅削減に向けては、①省エネ、②エネルギーの低炭素化、③利用エネルギーの転換（電気、水素など）の三大柱を総合的に進めて行く必要がある。これにあたり、技術の進展は不可欠な要素であり、既存技術、ノウハウ、知見を最大限活用することはもちろん、新たな技術の開発、促進、また過去の構造にとらわれない経済・社会システム、ライフスタイルのイノベーションを図ることが求められている⁴⁸⁾。

5.1.6 社会的要請事項に対するし尿・汚泥再生処理における現状の取り組み

(1) スtockマネジメントの導入

(a) 長寿命化総合計画

環境省では、2007（平成19）年度に策定した廃棄物処理施設整備計画（平成20年3月25日閣議決定）の中で、廃棄物処理施設の長寿命化を図り、そのライフサイクルコストを低減することを通じ、効率的な更新整備や保安全管理を充実する「ストックマネジメント」の導入を推奨している。2009（平成21）年度には、ストックマネジメントの導入に向け、「廃棄物処理施設長寿命化総合計画作成の手引き（平成26年度改訂）」を取りまとめ、翌2010（平成22）年度に、循環型社会形成推進交付金の新メニューとするなど、一連の取り組みが進められている。

ストックマネジメントとは、図5.1-21に示したとおり、施設を長寿命化させるため、日常的・定期的に適切な維持管理をしながら、施設の設備・機器に求められる性能水準が管理水準以下に低減する前に機能診断を実施し、機能診断結果に基づく機能保全対策、延命化対策の実施を通じて、既存施設の有効利用や長寿命化を図り、併せてライフサイクルコストを低減するための技術体系及び管理手法である。ストックマネジメントの運用においては、PDCAサイクルを取り入れ、継続的に取り組むことが重要である。

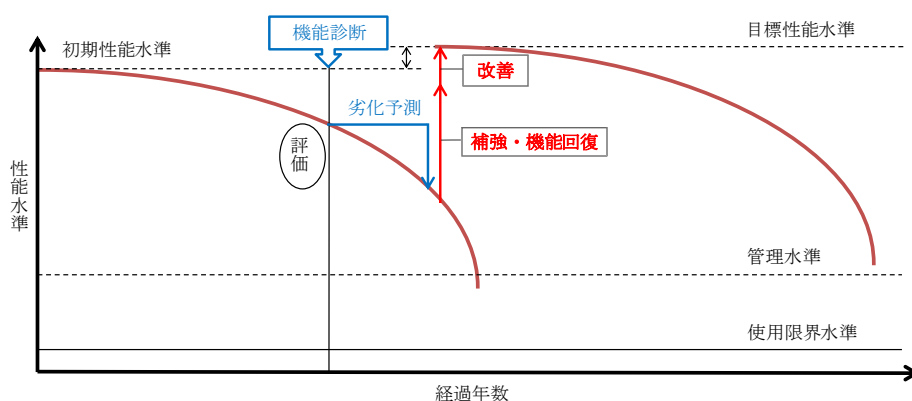


図5.1-21 スtockマネジメントの考え方⁴⁹⁾

し尿・汚泥再生処理施設のストックマネジメントについて、各自治体が具体的に定める計画を「長寿命化総合計画」という（図5.1-22）。長寿命化総合計画とは、施設を長寿命化するために、日常的・定期的に行う保全対策により設備機器の更新周期の延命を図る「施設保全計画」及び施設の性能の低下に対応すべく、基幹的設備・機器の更新・改造等を適切に実施する「延命化計画」の2つで構成される計画である。

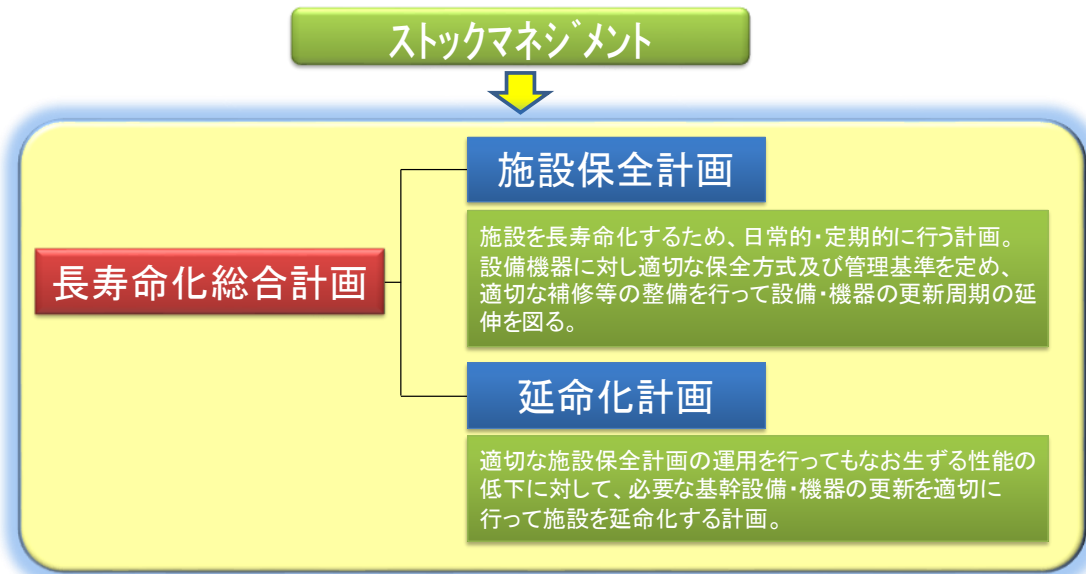
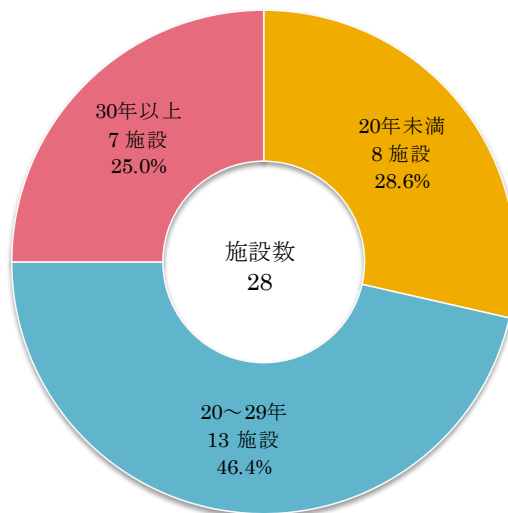


図5.1-22 し尿・汚泥再生処理施設におけるストックマネジメント

現状の循環型社会形成推進交付金では、長寿命化総合計画の策定に係る計画支援および延命化計画を基に実施する基幹的設備改良事業等が交付の対象となっている。基幹的設備改良事業では、施設の長寿命化に加え、社会的要求事項である二酸化炭素（以下、CO₂）削減についても併せて対策（3%以上削減）することが必要となる。

し尿・汚泥再生処理施設における、CO₂発生源としては、電力、薬品、燃料とされているが、具体的な削減策については、「廃棄物処理施設の基幹的設備改良マニュアル」⁵¹⁾を参照されたい。



（出典：一般財団法人日本環境衛生センター提供資料）

図5.1-23 平成22～29年度に実施された基幹的設備改良事業（循環型社会形成推進交付金事業）⁵⁰⁾

2010（平成22）年度～2017（平成29）年度時点で交付金事業として実施された基幹的設備改良事業は、28施設あり、その約70%が、一般的に施設全体更新時期の目安とされる竣工後20年以上を経過している（図5.1-23）。今後もライフサイクルコスト低減の観点から、基幹的設備改良工事は増えると予想される。

（b）インフラ長寿命化計画

我が国では、2013（平成25）年度に、今後訪れる全国的なインフラの老朽化に対処すべく、インフラの戦略的な維持管理・更新等の方向性を示す「インフラの長寿命化基本計画」が公表された。インフラを管理・所管する者は、インフラの維持管理・更新等を着実に推進するための中期的な取り組みの方向性を明らかにする計画として「インフラ長寿命化計画（行動計画）」を2016（平成28）年度までに策定し、同行動計画に基づき、個別施設ごとの具体的な対応方針を定める計画として、「個別施設毎の長寿命化計画（個別施設計画）」を2020（令和2）年度までのできるだけ早い時期に策定することが求められている。なお、個別施設計画は、上述した長寿命化総合計画に相当するものとなっている。

2017（平成29）年4月1日時点における一般廃棄物処理事業の計画策定状況をみると行動計画は、一部事務組合を除き、ほとんどの市町村で作成されたが、個別施設計画（ごみ焼却施設および最終処分場含む。）は全体の8%程度の策定率にとどまっており、他の公共施設と比較する非常に低い数値となっている⁵²⁾。

（2）災害時等対応力の強化

我が国では、阪神・淡路大震災、東日本大震災、熊本地震、西日本豪雨等ここ数十年の間に、大規模な自然災害が全国的に多発している。これらの災害では、多くの公共施設が被害にあった。し尿・汚泥再生処理施設も例外でなく、東日本大震災では、沿岸部の施設が津波による被害、西日本豪雨では、断水、水没等による被害で、稼動停止となる施設が散見された。被災地域では、復旧復興段階を含め、避難所等仮設トイレのし尿や仮設住宅の浄化槽汚泥などの処理が必要となる。し尿・汚泥再生処理施設は、被災地域の衛生・環境保全上、重要な施設であり、大規模災害時においても長時間にわたる機能停止を避けなければならない。

このような中、東日本大震災を契機として、2013（平成25）年に国土強靱化基本法が制定され、2014（平成26）年に災害廃棄物対策指針（平成30年12月改定）が定められて、し尿・汚泥再生処理施設でも強靱化、災害時の対応策等に向けた取り組みが進められている。

強靱化とは、「震災などにより致命的な被害を負わないねばり強さと、速やかに回復するしなやかさをもつこと。」と定義されるものである。し尿・汚泥再生処理施設の強靱化では、表5.1-13に示すような方向性が考えられる。

災害発生時、最優先されるものは人命の保護である。被害想定をしたうえで、職員等の避難場所および避難経路の確保を日頃から検討していくことが重要である。

また、し尿・汚泥再生処理施設は、仮設トイレのし尿や避難所の浄化槽汚泥を適切に処理しなければならないため、災害が起こっても施設の処理機能に致命的な障害を受けずに

維持され、設備装置等に与える被害を最小限にし、迅速な復旧ができるよう対策を取ることが求められている。

表 5.1-13 し尿・汚泥再生処理施設における強靱化の方向性（例）

目標	強靱化の方向性	
人命の保護	避難場所や避難経路の確保	施設、設備装置の耐震化 発災時における運営・連携体制の構築 必要不可欠な情報通信機能の確保 職員等の活動に必要な飲料水・食糧等の備蓄 実効性の向上に向けた教育・訓練の継続的实施
処理機能の維持	電力、薬品、燃料等の備蓄及び供給先の確保 自家発電装置の導入 再生可能エネルギー等の自立・分散型エネルギーの導入促進 地下水・雨水・再生水など多様な水源利用の検討 し尿等搬入に多様な経路を想定・代替経路の確保	
被害の最小化	火災、爆発、有害・危険物の流出等、二次災害の発生防止 施設、設備装置の老朽化対策にあわせた耐震化	
迅速な復旧	施設、設備装置の仕様書、設計計算書、図面等台帳類のバックアップ体制の構築 復旧復興を担う人材の確保・育成 広域的な応援体制の整備	

(a) 災害対策に関する基本的な考え方について

し尿・汚泥再生処理施設の強靱化の方向性を基に災害対策について留意すべき点をまとめると図5.1-24のとおりである。当然のことではあるが、建設用地を選定する際には、被害を最小化させるために水害・地震ハザードマップを考慮することが重要である。これら用地の確保が困難な場合等は、「建屋、水槽等の構造計算に津波荷重の考慮」、「津波や浸水の影響の少ない設備配置・地盤高の設定」、「制御盤の地上配置」等、保安距離および保安空地等が確保されるような設備配置を計画することが必要である。また、設備を安全に停止させるために、「制御システムの無停電電源設備の設置」、「制御システムの分散化」等の計画、災害発生時には、人命保護が最優先となるため、施設内の職員等の危険を回避するための保安設備の設置についても計画する必要がある。

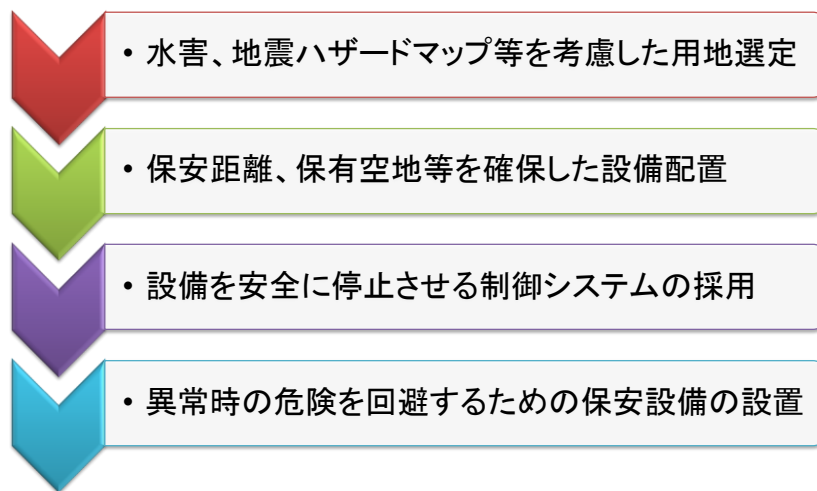


図5.1-24 災害対策に関する留意点（その1）

（b）その他災害対策について

上記のほか、し尿・汚泥再生処理施設に求められる災害対策についてまとめると図5.1-25のとおりである。

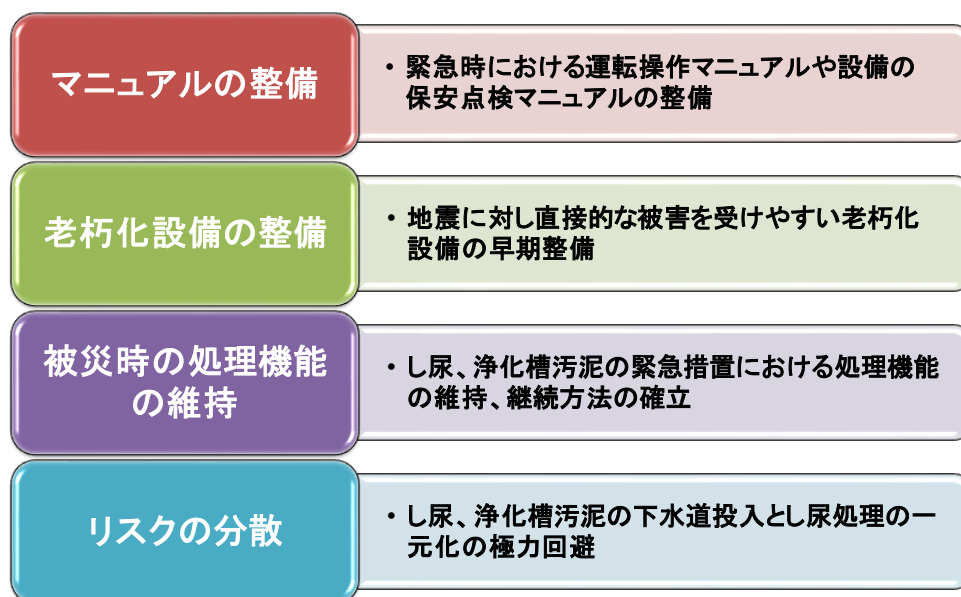


図5.1-25 災害対策に関する留意点（その2）

① マニュアルの整備

緊急時の運転操作マニュアルや設備の保安点検マニュアルを整備し活用することが、災害の対応策のひとつと考えられる。日頃から、あらゆる被害を想定し各種マニュアルを活用した訓練等を実施することが、突然訪れる災害に対処する助けとなるも

のである。

②老朽化設備の整備

し尿・汚泥再生処理施設は一般的な耐用年数が20～30年程度とされているが、全国の半数以上がこの年数を超えている状況にある。地震等に対し直接的な被害を受けやすい設備は、予防保全を前提とした整備を実施することで施設の延命化だけでなく、災害対策にも大きく寄与することになる。

③被災時の処理機能の維持

し尿・汚泥再生処理施設は、震災時、仮設トイレや仮設住宅からのし尿および浄化槽汚泥を処理しなければならない。また、下水道が機能しなくなった場合、下水道処理区域の被災者についても仮設トイレ等を使用することになる。地震の規模や地域条件にもよるが、し尿・汚泥再生処理施設に搬入される量は、現状よりも増大することが想定される。東日本大震災時においては、水槽容量等に余裕がある施設では無理なく処理できたが、現在オーバー投入している施設や下水道普及率の高い地域に設置された施設については、このような緊急措置に対する処理機能の維持、継続方法について検討が必要となる。

④リスクの分散

昨今、全国のし尿・汚泥再生処理施設では、財政の逼迫による生活排水処理の合理化・効率化対策の一環として、余力の大きい下水道に投入するケースが多くなっている。上述したように、東日本大震災では処理停止となった下水道施設のかわりに、し尿・汚泥再生処理施設が被災地域の衛生管理に大きく貢献した。し尿等を下水道投入することは、今後発生する大規模災害時の衛生管理を下水道施設に頼ることと等しくなり、脆弱化に寄与することになる。被害想定を行い周辺地域との応援体制を構築する等、適切な対策をすることによって、災害時のリスク分散の観点から、安易な下水道投入は避けるべきである。

(c) 気候変動への適用

近年の様々な異常気象を考慮し、地球規模で低炭素化社会への移行を図ると同時に、気候変動の影響による被害を回避・軽減することが求められている。国内で施行されている「地球温暖化対策推進法」では、これら適応策に相当する内容が含まれていないため、2018（平成30）年2月、気候変動への適応力を高めることを目的とした「気候変動適応法」が新たに閣議決定され、同年12月施行された。同法では、国、地方公共団体、事業者、国民がそれぞれ気候変動への適応策に取り組み、政府および地方公共団体は気候変動適応計画を策定し、定期的に評価を行うことを定めている。

廃棄物処理・リサイクル分野においても、地方公共団体を対象とした適応策ガイドラインの策定が進められている。現状のし尿・汚泥再生処理施設における環境問題対策は、処理目的であるBODや窒素、リン等の適正な除去をはじめ、薬品、化石燃料等の使用抑制によるCO₂の削減等の環境負荷低減を中心としている。今後は、国土強靱化計画とも連携した

災害発生時の処理対応力の強化および施設整備、施設職員の作業形態を気候変動に対応したものに調整する（熱中症リスクの高い時間帯の作業制限を設けるなど）等の検討が求められるであろう。

（3）官民パートナーシップ（PPP）の構築

（a）PFI事業について

PPP（Public Private Partnership）とは、公共施設等の建設、維持管理、運営等を民間の資金、経営能力および技術的能力を活用することで、行政サービスの向上、財政資金の効率的な使用および業務の効率化を図るための概念のことである。また、PFI（Private Financial Initiative）とは、1999年に施行された「民間資金等の活用による公共施設等の整備等の促進に関する法律（PFI法）」に基づき、PPPの概念を行政として実施するものである。これにより民間資金およびノウハウ等を活用し、公共施設の整備等にかかるコストの削減や経済活性化、経済成長を実現することを目指すものである。

PFIを導入することで期待されるメリットは以下のとおりである。

①財政メリット

- ・メーカーの維持管理を前提とした施設設計や施設稼働率向上等に伴うプロジェクト費用絶対額の削減
- ・財政支出の平準化
- ・地方債、交付金、プロジェクトファイナンス等、資金調達の多様性

②事業リスク低減のメリット

- ・契約行為によって、リスク負担を民間側に適切かつ明確に移転。メーカーは裁量権を付与されることで自由な事業展開による利益獲得

③住民説明の向上

- ・自治体が事業を監視することで、住民との協働が図れる

④産業復興メリット

- ・地域における事業期間中の安定雇用の確保等

PFIの事業方式別にし尿・汚泥再生処理施設の導入実績をまとめると表5.1-14に示したとおりである。し尿・汚泥再生処理施設については、施設設置に係る地方債の財源措置を自治体側にのみ与えているため、DBO方式しか採用実績がないのが現状である。DBO方式は、公共が資金を調達し、施設の設計、建設、運営を民間委託するものであり、準PFI事業方式ともいわれている。

アーカイブス検討委員会で得られたし尿・汚泥再生処理施設におけるDBO方式の採用は、近年、少しずつ増えているものの2018（平成30）年度時点で11件にとどまっており、ごみ焼却施設等と比べると、まだまだ導入事例が少ないのが現状である。これは運営管理において売電や、処分料などの収入が見込めず、自治体からの委託費のみとなる点や、し尿等の搬入量が全国的に減少傾向であるため、処理量削減に伴い、委託費も削減されることが原因と推察される。

表 5.1-14 PFI の事業方式別導入実績⁵³⁾

方式	施設所管	資金調達	設計・建設	運営	施設撤去	し尿・汚泥再生処理施設の実施件数※
BOO	民間	民間	民間	民間	民間	0件
BOT	民間	民間	民間	民間	公共	0件
BLO	民間	民間	民間	民間	公共	0件
BTO	公共	民間 (公共)	民間	民間	公共	0件
DBO	公共	公共	民間	民間	公共	11件

(出典：し尿処理アーカイブス検討会資料)

(b) 包括的民間委託について

一方、すでに稼動している施設に対して、運転管理、設備機器修繕、ユーティリティの調達等をまとめて委託する包括的民間委託を導入している自治体もある。包括的民間委託の特徴および従来の運転管理委託との比較を示すとそれぞれ図5.1-26および表5.1-15のとおりである。

包括的民間委託は、民間事業者の創意工夫を発揮させるため、民間事業者が施設を適切に運転し、一定の機能が発揮できていれば、施設の運転方法などについての詳細を民間事業者の裁量に任せるといふ、性能発注の考えに基づく委託方法を採用している。また、委託範囲を広げることで事業全体の最適化を図り、事業年度を原則複数年とすることで運営の改善が行い易くなり、サービスの向上や自治体側の支出を平準化することが期待できる。包括的民間委託導入の背景には、自治体の財政逼迫や高齢化等による職員不足への対応が最も大きいと考えられる。

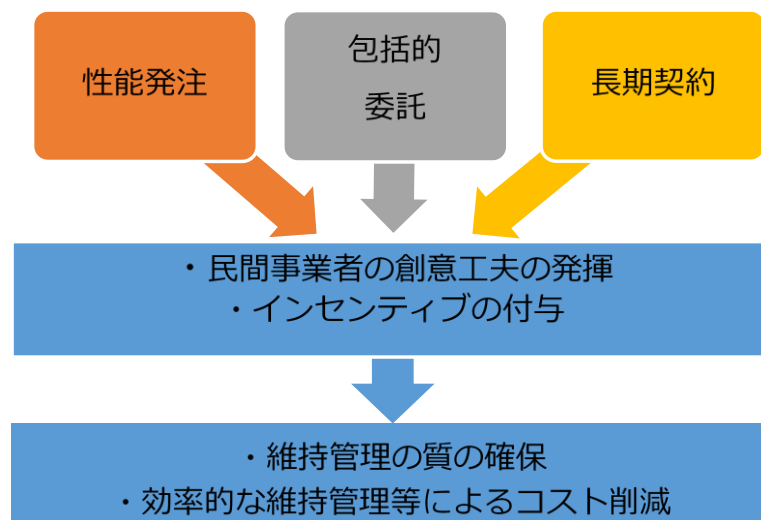


図5.1-26 包括的民間委託のイメージ図

表5.1-15 従来方式と包括的民間委託の比較

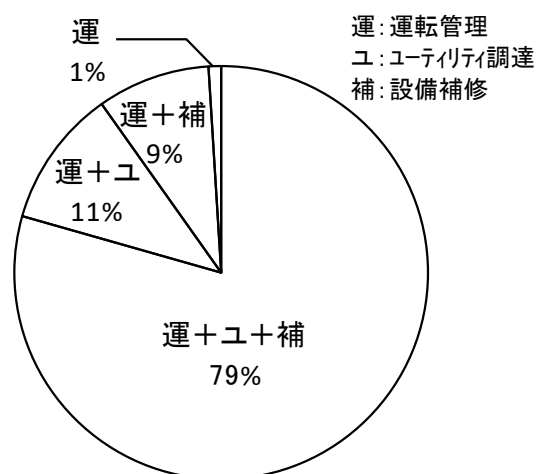
項目	従来方式	包括的民間委託
発注方式	仕様発注方式 業務に係る内容を細部に至るまで規定	性能発注方式 業務の詳細や人員数等を規定せず、民間事業者が最低限満たすべき性能要件(処理量・環境基準値(公害防止条件)等の遵守、安定的な施設稼働等)のみを規定し、民間事業者の創意工夫を生かすことが目的
委託範囲	限定的委託 一つの事業を部分ごとに分けた民間委託。業務ごとに最も安価な委託を組み合わせることで全体として最安値になるという積み上げ型	包括的委託 一つの事業に関する業務を包括的に委託し事業全体の最適化を図ることが目的
契約期間	原則単年度	原則複数年度 民間事業者からの複数年にわたるサービス向上・業務改善提案の実現が目的

アーカイブス検討委員会で得られたし尿・汚泥再生処理施設における包括的民間委託の実績数は2018(平成30)年度時点で102件(PFIを除く。)あり、これらの事例について業務委託範囲、契約期間および業者選定方式をまとめると以下のとおりである。

(c) 業務委託範囲

102件の導入事例のうち、運転管理に加えユーティリティの調達および設備補修を含めた委託を行っている事例は81件(79%)であり、ユーティリティの調達のみを加えている事例が11件(11%)、設備補修のみを加えている事例が9件(9%)、運転管理のみは1件(1%)となっている(図5.1-27)。

包括的民間委託は委託内容のレベルを上げれば上げるほど、民間企業のノウハウが活かされ維持管理費の縮減が期待できるため、今後ともこの傾向が続くものと推察される。



(出典：し尿処理アーカイブス検討会資料)

図5.1-27 業務委託範囲⁵³⁾

(d) 契約期間

導入事例のうち、契約期間3～5年の事例が40件（39%）と最も多く、次いで1～3年の25件（23%）、5～10年の16件（16%）、1年の13件（13%）、10年～15年の8件（8%）となっている（図5.1-28）。

本来、包括的民間委託は、複数年の契約が基本となるため、契約年数が長いほど、民間企業のノウハウにより合理的な管理を發揮されやすくなる。契約年数が長くなれば、その間、し尿・汚泥再生処理施設に係る予算の平準化が図れる。

これらを考えると、し尿・汚泥再生処理施設においては、これまでのところ試行的、段階的な導入を図っていると推察される。

なお、上述のDBO方式による発注（11件）においては、契約年数が全て15年～20年となっている。

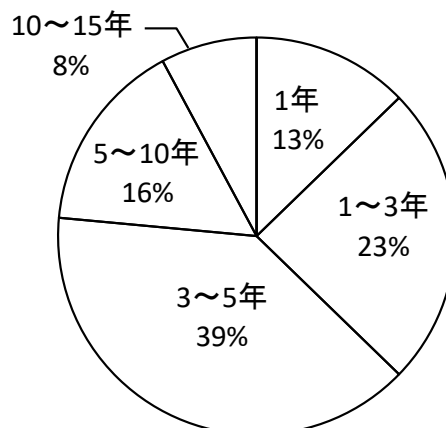
(e) 業者選定方式

導入事例のうち、随意契約が50件（49%）と最も多く、次いで指名競争入札が16件（16%）、総合評価落札方式が15件（16%）、公募型プロポーザル方式が12件（13%）、制限付き一般競争入札が6件（6%）となっている（図5.1-29）。

本来、包括的民間委託は民間企業が有する技術力を積極的に活用するものであるため、業者選定にあたって、委託費のみならず技術力も総合的に評価できる選定方式が重要とされている。しかし、多くの自治体では、運転管理委託から段階的に包括的民間委託に移行するケースが多いため、運転管理委託から携わっている業者への随意契約が多くなっているものと推察される。

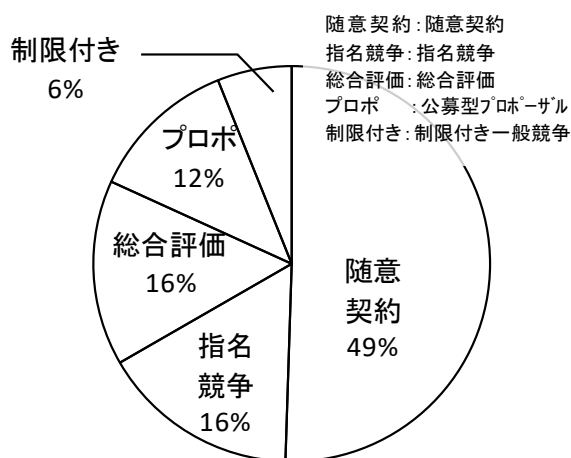
(d) 包括民間委託導入への留意点

し尿・汚泥再生処理施設における包括的民間委託の現状は、他の事業とは異なり、試行的に3～5年程度と比較的短い期間で設定されている。包括委託の範囲を広げるほど、民間事業者の創意工夫が図られ維持管理等のコスト削減が期待されるが、すでに実態を考慮した運転がなされている施設の場合には、必ずしも大きなコスト効果が得られない場合もある。なお、包括的民間委託により運営管理を任せたととしても、一般廃棄物の処理責任は自



(出典：し尿処理アーカイブス検討会資料)

図5.1-28 契約年数⁵³⁾



(出典：し尿処理アーカイブス検討会資料)

図5.1-29 業者選定方式⁵³⁾

自治側に残るため、導入後も民間事業者の適切な監視（モニタリング）に努める必要がある。

（４）し尿・汚泥再生処理の広域化・集約化

2010（平成22）年に環境省では、し尿・汚泥再生処理施設の老朽化、処理機能の低下、自治体の財源の逼迫等を受け、し尿・汚泥の広域的処理による効率化を推進するための、「し尿処理広域化マニュアル」を公表している。ここで広域化とは、将来想定される人口減少・分散型社会に適応した処理システム構築に向け、収集や処理対象地域を広げ、集約的に処理する手法である。

図5.1-30のとおり、広域化推進体制の構築が必須であるが、し尿・汚泥再生処理の広域化を実施することで、循環型社会への貢献、地球温暖化対策への寄与、事業・経済効率の向上、自治体の負担軽減および環境保全対策の強化などの効果が期待される。広域化を検討するにあたっては、以下の点に留意する必要がある。

- ①住民理解と協力に対する配慮
- ②同様意向を有する自治体の状況把握および協力体制の構築
- ③将来想定されるし尿等排出量の把握
- ④広域処理施設の位置決定および施設の形態
- ⑤収集運搬体制の確立
- ⑥コスト負担の適正化
- ⑦環境負荷への対応

以上を踏まえ、想定されるし尿・汚泥再生処理の広域化に係るイメージを示すと図5.1-31のとおりである。し尿等の収集に際しては、中継基地の活用や汚泥濃縮車の導入等、地域特性に見合った効率的かつ合理的手法を確立し、広域処理施設については、資源循環に寄与できる設備の導入が望まれる。しかし、し尿・汚泥再生処理の広域化は、モデル評価を実施した自治体が存在するものの、地域の実情や歴史的背景、地域の生活・経済・相互関係等の社会情勢、地理・地形・交通事情等の地理的条件などから、大きな進展が見られない状況にある。

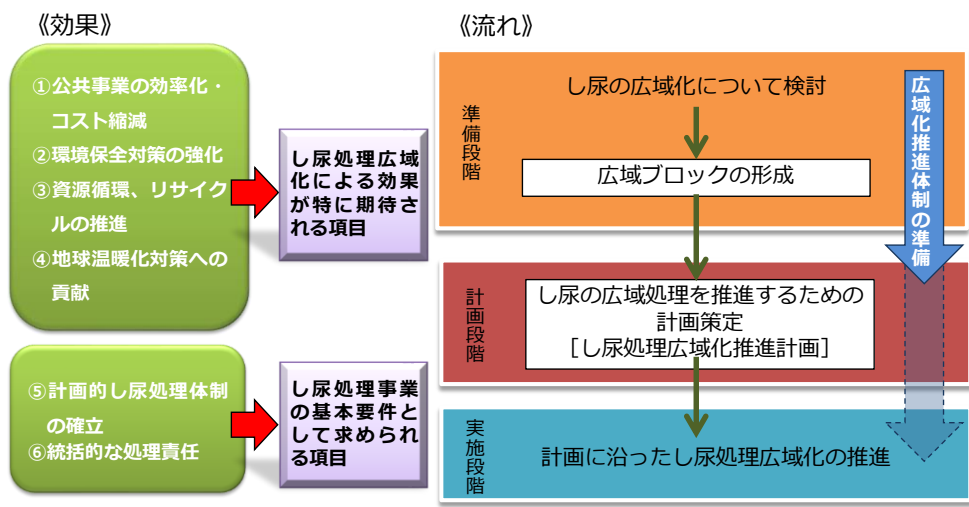


図5.1-30 し尿・汚泥再生処理の広域化により期待される効果およびその流れ

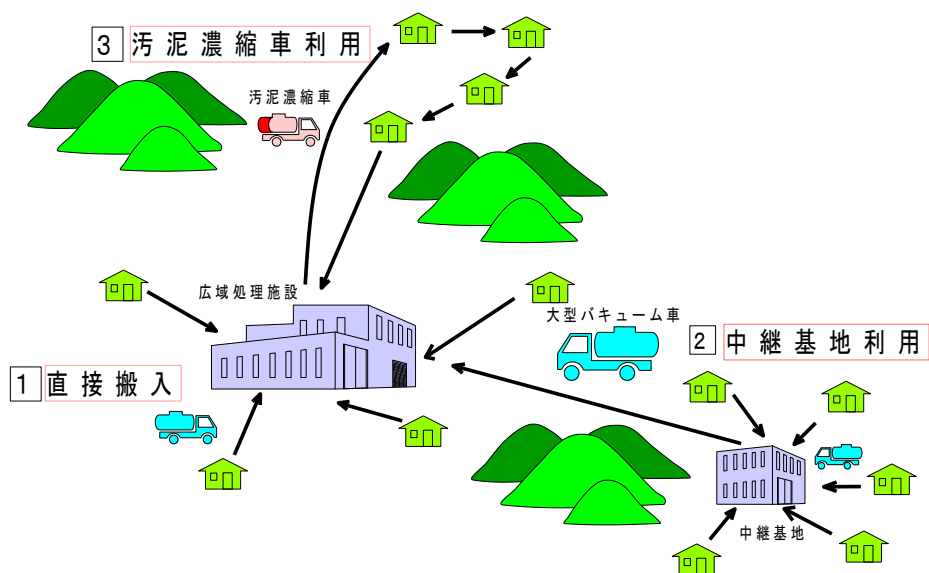


図5.1-31 し尿・汚泥再生処理広域化のイメージ

(5) 下水道を利用したし尿等の集約処理

し尿・汚泥再生処理の広域化・集約化を検討するうえで、下水道施設との連携を検討することも重要である。下水道施設においても、施設の老朽化や改築更新需要の拡大、維持管理費の増加、経費回収率の悪化等から、広域化や連結化の検討が進められている。また、都道府県では、生活排水処理事業の広域化・共同化計画を含めた都道府県構想の策定が進められているところである。

し尿・汚泥再生処理の広域化・集約化に併せて下水道を利用したし尿・浄化槽汚泥の集約処理を採用することは、生活排水処理の一元化が図られ、以下のとおり経済効率面で有利な手段となり得る。

- ① し尿処理財源の削減が期待される。
- ② 下水道側の使用量収入増加による経費回収率の改善が期待される。
- ③ 大都市や下水道普及率の高い地域においては、効率的な処理が可能となり、経済効率の向上が期待される。

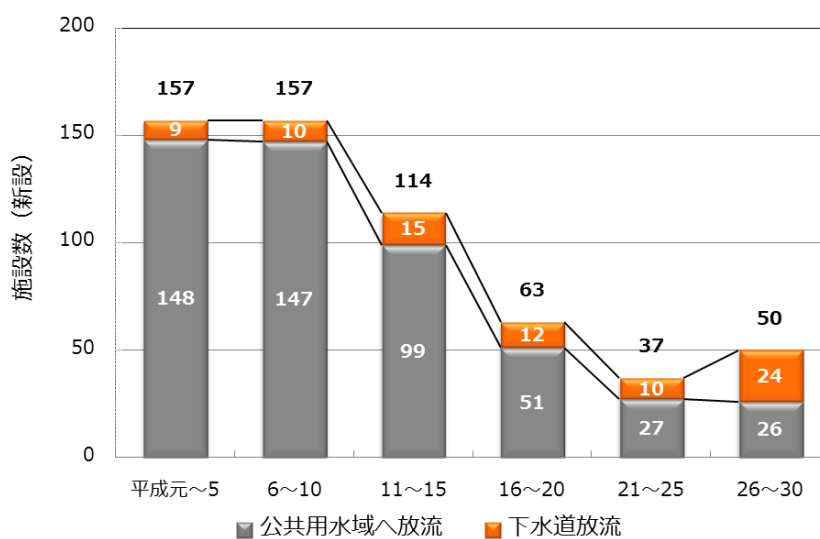
現在、多く実施されている下水道への集約化および連結化は以下の2種類である。(ア)はし尿処理施設として設置し、下水道の除外施設に位置付けられるものに対し、(イ)はし尿処理施設ではなく、下水道の付帯設備として扱われていることが多い。

(ア) し尿等はし尿・汚泥再生処理施設へ搬入し、処理水を下水道へ放流する（以下「下水道放流施設」という。）。

(イ) し尿等は下水道施設へ直接投入する（以下「下水道投入施設等という。」）。

(a) 下水道放流施設の実績

1989（平成元）年～2018（平成30）年度までに建設されたし尿・汚泥再生処理施設の実績を示すと図5.1-32のとおりである。下水道の普及、景気の後退による財源の逼迫やストックマネジメントの推進等により、建設件数は経年的に減少している一方で、下水道放流施設の割合が増大している。特に、2014（平成26）年度～2018（平成30）年度においては、約半数が、下水道放流施設として建設されている。

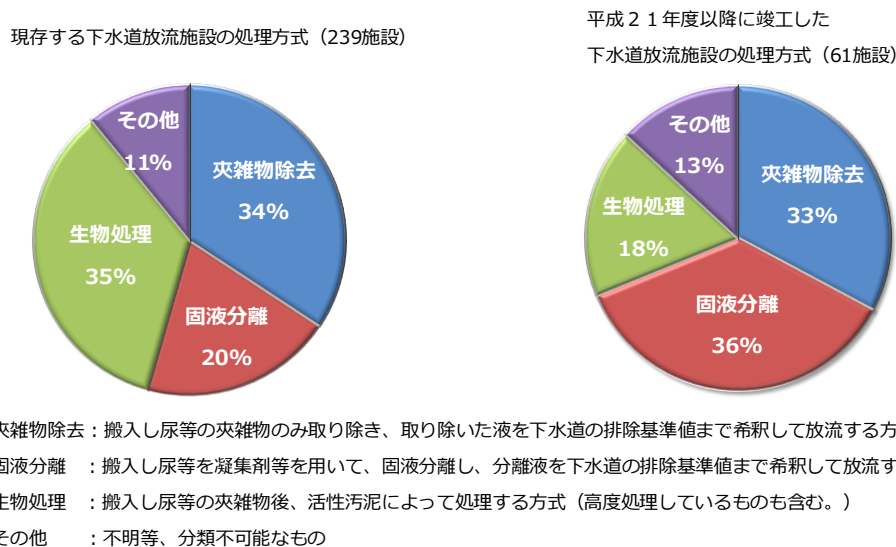


(出典：し尿処理アーカイブス検討会資料)

図5.1-32 し尿・汚泥再生処理施設の建設実績⁵⁰⁾

次に、下水道放流施設における処理方式ごとの採用実績を示すと図5.1-33のとおりである。生物処理が占める割合は、現存する下水道放流施設で35%であるのに対し、平成21年度以降の竣工実績に限定すると、18%にとどまっている。一方、生物処理よりも簡易なきょう雑物除去や固液分離は現存する下水道放流施設で54%であるが、2009（平成21）年度

以降の竣工実績が約70%となっている。これは、下水道の普及および流入下水量の増加等により、下水道放流施設が下水道に与える影響が相対的に低くなったこと、並びに、処理の合理化・効率化によるコストカットおよび固液分離方式の下水道放流施設建設で財政措置が開始されたことが要因と推察される。



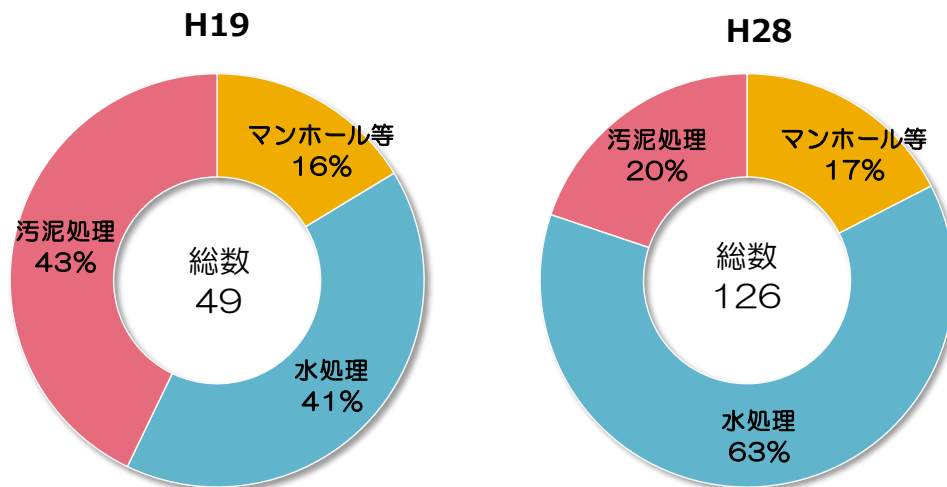
（出典：一般財団法人日本環境衛生センター提供資料）

図 5.1-33 下水道放流施設における処理方式の採用実績⁵⁰⁾

（b）下水道投入施設等の実績

下水道投入施設等とは、し尿・汚泥再生処理施設を経由せず終末処理場に直接投入する方法である。収集されたし尿・浄化槽汚泥をマンホール等に直接投入するほか、きょう雑物除去後、終末処理場の水処理工程または汚泥処理工程に投入する方法がある。下水道施設への直接投入方法の推移と件数を示すと図5.1-34のとおりである。2007（平成19）年度から2016（平成28）年度にかけて総件数は約2.5倍に増加しており、下水道を利用した集約化・連結化が進んでいるといえる。これは、2010（平成22）年度に創設した社会資本整備交付金により、汚水処理施設共同整備（MICS）事業等に係る財政措置が本格化した結果と推察される。

また、投入方法の内訳は、水処理工程への影響を懸念し、汚泥処理工程に投入するものが一定量あるものの、そのほとんどが、水処理工程またはマンホール投入となっている。これは、し尿等の希薄化により、汚泥処理工程に投入しても効率的に処理できないことが要因と推察される。



(出典：下水道統計（2007（平成19）、2016（平成28）年度版）を基に作成)

図5.1-34 下水道施設への直接投入方法の動向⁵⁴⁾

(c) 下水道を利用したし尿等の集約処理の課題

一見すると、下水道との広域化・連結化は、経済性、合理性等の観点から最も有用な手法のように思われるが、下記に示すような課題も何点か挙げられる。

(ア) 下水道側からみたし尿等下水道投入の懸念

下水道と広域化・連結化を図るにあたって、下水道からみた懸念事項をまとめると以下のとおりである。

①きょう雑物等の影響

し尿に含まれるきょう雑物、浮遊物質等が多量に投入された場合は、下水道終末処理施設の沈砂池、最初沈殿池等で、スカムの発生源となりえる。また、ウジ虫の浮遊等、衛生害虫の発生で、環境面や衛生面でも問題となる可能性がある。

②排除量の変動による影響

一時に多量のし尿等が下水道に投入されると、下水道終末処理施設で一時的に汚濁濃度、水量の過負荷現象が生じ、処理水質の悪化を招く可能性がある。

③投入量とその他流入下水量のバランスに係る影響

し尿等の排除量が多く、その他の流入下水量が少ない場合は、希釈効果が減少し、下水道終末処理施設の処理機能が低下し処理水質の悪化を招く可能性がある。

④し尿等に含まれる窒素分の影響

下水道終末処理施設の処理方式によっては、し尿等に比較的大量に含まれる窒素分が多量に投入された場合に十分な除去ができず、処理水質の悪化を招く可能性がある。

⑤発生汚泥量の増加

し尿等の投入により、下水道終末処理施設における単位処理量当たりの汚泥発生量が増加し、汚泥処理時間や汚泥処理費を増加させる可能性がある。

⑥悪臭の発生

し尿等の投入により、悪臭が発生し、下水道終末処理施設の脱臭設備に過剰な負荷や処理経費の増加を与える可能性がある。

⑦流入管渠に与える影響

し尿等の投入により、下水道管渠内に硫化水素が発生し、内部点検の際などに酸欠等の危険が生じたり、管渠その他の設備に腐食等が生じて、維持管理面での支障や経費負担が増加する可能性がある。

(イ) 下水道施設が抱える課題

下水道側は管路、ポンプ場、終末処理場等の老朽化が進行しており、敷設後50年を経過する管路の破損等による事故または災害が懸念されている。国土交通省調べによれば、今後想定される下水道ストックの老朽化対策による改築更新費用は、2024（令和6）年以降で毎年約1兆円規模となると推計している。

既存ストックの改築需要に加え、今後訪れる人口減少および高齢化社会により、下水道投資余力が大幅に減少することが予想される。また、これまでのインフラ整備による下水道ストックの増大に対して、近年の下水道維持管理費総額は横ばいとなっており、老朽化に伴う経費が増加する可能性が懸念されている。受益者負担が原則の下水道事業であるが、多くの自治体では、下水道使用料収入だけで汚水処理費を賄えず、一般会計からの繰入で対応している。国土交通省の報告によると、下水道事業の一般会計繰入金は年間1兆5千万円を超えており、これは全事業の50%を超えている⁵⁵⁾。

人口規模別の下水道等の経営状況をまとめたもの表5.1-16に示す。人口規模が小さくなるにつれて経費回収率は悪化していることがみてとれる。一般に、人口規模が小さい自治体は、住宅が点在していることや地形条件等により、集合処理の効率が悪く、下水道と集約処理を行ってもメリットが出にくい状況にある。

表5.1-16 人口規模別の下水道経営業況⁵⁶⁾

公共下水道	処理区域内人口	都道府県 及び 指定都市	30万人以上	10万人以上 30万人未満	5万人以上 10万人未満	3万人以上 5万人未満	1万人以上 3万人未満	1万人未満	合計
	a. 使用料単価平均値 (円/m ³)	133.0	136.6	136.1	142.6	149.7	157.4	163.8	138.1
	b. 汚水処理原価平均値 (円/m ³)	116.9	134.4	137.8	153.3	165.9	185.2	221.0	136.4
	c = a / b × 100 (%)	114.0	102.0	99.0	93.0	90.0	85.0	74.0	101.0

特定環境保全 公共下水道	処理区域内人口	都道府県 及び 指定都市	1万人以上	6千人以上 1万人未満	4千人以上 6千人未満	2千人以上 4千人未満	1千人以上 2千人未満	1千人未満	合計
	a. 使用料単価平均値 (円/m ³)	133.6	164.3	165.0	166.6	163.2	167.2	162.4	162.7
	b. 汚水処理原価平均値 (円/m ³)	225.4	187.7	210.8	210.7	249.4	322.7	335.9	215.2
	c = a / b × 100 (%)	59.0	88.0	78.0	79.0	65.0	52.0	48.0	76.0

農業集落排水 施設	処理区域内人口	都道府県 及び 指定都市	1万人以上	3千人以上 1万人未満	2千人以上 3千人未満	1千人以上 2千人未満	500人以上 1千人未満	500人未満	合計
	a. 使用料単価平均値 (円/m ³)	123.6	153.3	155.3	159.4	160.6	160.7	154.6	155.0
	b. 汚水処理原価平均値 (円/m ³)	464.0	226.3	249.5	271.5	300.6	320.5	448.2	255.8
	c = a / b × 100 (%)	27.0	68.0	62.0	59.0	53.0	50.0	34.0	61.0

※ c : 汚水処理費に対する使用料収入の割合 (%)

(出典：平成29年度地方公営企業年鑑（下水道事業）より作成)

(ウ) 災害時のリスク

し尿処理と下水道との一元化を図ると、災害時のリスク管理が問題となる。震災等で下水道の終末処理場等が被災し使用できなくなると、復旧にかなりの時間を要することになり、その間、下水道の整備区域内だけでなく、整備区域外のし尿や浄化槽汚泥についても処理ができなくなる。また、避難所等で発生するし尿や仮設住宅で発生する浄化槽汚泥についても処理ができなくなる。このため、災害時のリスク管理、リスク分散、リスク軽減を考慮した対応が求められる。下水道を利用した集約処理を行うのであれば、地方自治体間や官民を超えた災害時の対応について検討しておく必要がある。

(エ) 行政サービスの格差

下水道事業は、受益者負担の原則で成り立っているが、下水道を利用した集約処理では、結果として下水道整備区域外の人でも下水道施設を利用することになる。下水道整備区域内の受益者からみれば、行政サービスの格差が生じているように見える。下水道普及率の高い自治体であれば問題になりにくいのが、普及率が低い場合は問題になりやすい。これを満足させるためには、し尿処理を有料化し下水道事業に拠出することも可能であるが、合理的な制度・システム作りが必要となる。従って、下水道を利用した集約化・連結化の実施にあたっては、下水道整備区域内の受益者が納得できる合理的な理由等について説明責任が生じると考えられる。

(オ) 下水道との広域化・連結化の今後について

今後も、し尿および浄化槽汚泥収集量の減少、し尿・汚泥再生処理施設の老朽化による更新・改良需要の増加、財源の逼迫、生活排水処理の一元化による合理化と効率化の推進

等から、下水道を利用したし尿等の集約処理は増加することが予想される。その場合、下水道の経営状況、経費回収率状況、災害時のリスク管理、公共サービスの格差等を考慮したうえで、その妥当性を十分検討のうえ実施すべきである。今後、本格化される少子高齢化・人口減少社会を前に、次世代に負の遺産を残さないことが肝要である。

5.1 参考文献

- 1) 環境省：一般廃棄物処理実態調査結果（(2008～2017（平成20～平成29）年度版），36（2017）。
- 2) 国土交通省、農林水産省、環境省：2018（平成30）年度末汚水処理人口普及について，資料1-1～1-3（2017）。
- 3) 一般廃棄物処理事業実態調査結果（2017（平成29）年度版），39（2017）。
- 4) （一財）日本環境衛生センター：し尿処理施設アンケート調査結果（2016）。
- 5) 産業用水調査会：し尿処理施設ハンドブック，3（1962）。
- 6) 厚生省：厚生省五十年史，714-717（1988）。
- 7) 経済安定本部資源調査會編：尿尿の資源科學的衛生處理勸告，経済安定本部資源調査會，8（1950）。
- 8) 日本衛生學會：日本衛生学衛生學雜誌，96-99（1954）。
- 9) 全国市長会，都市におけるし尿塵芥処理の現況と対策，全国市長会，1-4（1955）。
- 10) 東京都環境公社：東京都清掃事業百年史，128（2000）。
- 11) 田所正晴：日本のし尿処理－その歴史と技術－第1回 し尿処理のはじまりと目的，廃棄物処理施設技術管理協会メールマガジン，3（2014）。
- 12) 環境省：よりよい水環境のための浄化槽の自己管理マニュアル（平成21年3月），3（2009）。
- 13) 谷川久治：標準型設定の資料としてのし尿消化そうの調査統括，都市におけるし尿消化そうの研究，1-20（1959）。
- 14) 全国都市清掃会議：廃棄物処理施設構造指針解説 し尿処理施設構造指針篇，全国都市清掃会議，12・30-31（1979）。
- 15) 全国都市清掃会議：し尿処理施設構造指針解説－1988年版－，全国都市清掃会議，23・62（1988）。
- 16) 矢込堅太郎，新版 し尿処理施設維持管理の知識，日本環境衛生センター，7-9（1983）。
- 17) 全国都市清掃会議：汚泥再生処理センター等施設整備の計画・設計要領，全国都市清掃会議，37（2000）。
- 18) 全国都市清掃会議：汚泥再生処理センター等施設整備の計画・設計要領 2006改訂版，全国都市清掃会議，47-48（2006）。
- 19) 流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説（国土交通省水管理・国土保全局下水道部 平成27），38（2015）。
- 20) 日本建築センター：浄化槽の性能評価方法（追記・解説版），8（2011）。
- 21) 厚生省：厚生省五十年史，740（1988）。
- 22) 環境省：一般廃棄物処理実態調査結果（(1989（平成元）年度版），1（1989）。
- 23) 国立社会保障・人口問題研究所：日本の将来推計人口（平成29年推計）報告書，2（2017）。

- 24) 厚生労働省：日本の将来推計人口（平成29年推計）の概要，第1回社会保障審議会年金部会年金財政における経済前提に関する専門委員会（平成29年7月31日），参考資料3（2017）.
- 25) 厚生労働省：平成29年版厚生労働白書－社会保障と経済成長－，182（2017）.
- 26) 厚生労働省：平成30年度高齢社会白書，3-4（2018）.
- 27) 総務省統計局：人口推計（平成29年10月1日現在）－全国：年齢（各歳）、男女別人口・都道府県：年齢（5歳階級），男女別人口－，
<https://www.stat.go.jp/data/jinsui/2017np/index.html>（2018年3月3日閲覧）
- 28) 一般財団法人日本環境衛生センター：し尿処理施設・汚泥再生処理センター維持管理に係るアンケート調査結果より（2014）.
- 29) 総務省自治財政局：平成29年度地方公営企業年鑑，5（2019）.
- 30) 環境省：一般廃棄物処理実態調査2009（平成21）年度～2017（平成29）年度.
- 31) 財務省「一般会計税収の推移」，
<https://www.mof.go.jp/tax_policy/summary/condition/a03.htm#a02>
2019年8月15日閲覧.
- 32) 財務省「日本の財政関係資料（平成30年3月）」，5，
<https://www.mof.go.jp/budget/fiscal_condition/related_data/201803_00.pdf. >
2018年3月3日閲覧.
- 33) 同上，16-17（2018）.
- 34) 同上，6（2018）.
- 35) 総務省自治財政局：平成29年度地方公営企業年鑑，14（2019）.
- 36) 環境省：一般廃棄物処理実態調査結果（2017（平成29）年度版），48（2017）.
- 37) 国土交通省「インフラメンテナンス情報 社会資本の老朽化の現状と将来」
<http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/maintenance/02research/02_01.html>
2019年8月15日閲覧.
- 38) 環境省資料「環境・経済・社会の状況」
<<https://www.env.go.jp/press/y020-93/ref08.pdf>> 2019年8月15日閲覧.
- 39) （一財）日本原子力文化財団「「原子力・エネルギー」図面集」，
<https://www.jaero.or.jp/data/03syuppan/energy_zumen/energy_zumen.html>
2019年8月19日閲覧.
- 40) 環境省：平成30年度版環境・循環型社会・生物多様性白書，3（2018）.
- 41) 持続可能な開発目標（SDGs）推進本部：持続可能な開発目標（SDGs）実施方針 序文（2015）.
- 42) 国際連合広報センター：2030アジェンダ
https://www.unic.or.jp/activities/economic_social_development/sustainable_development/2030agenda/sdgs_logo/（2018年3月3日閲覧）.

- 43) 環境省「持続可能な開発のための2020アジェンダ/SDGs」
<http://www.env.go.jp/earth/sdgs/index.html> (2019年10月29日閲覧).
- 44) SDGs推進本部：拡大版SDGsアクションプラン2019～2019年に日本がリーダーシップを発揮するSDGs主要課題～ (2019).
- 45) 環境省：平成29年版環境白書・循環型社会白書・生物多様性白書, 31 (2018).
- 46) 同上, 34.
- 47) 中央環境審議会地球環境部会：長期低炭素ビジョン, 16 (2014).
- 48) 中央環境審議会地球環境部会：長期低炭素ビジョン概要, 2 (2014).
- 49) 環境省：廃棄物処理施設長寿命化総合計画作成の手引き（し尿処理施設・汚泥再生処理センター編）2015（平成27）年度改訂, 10 (2015).
- 50) 一般財団法人日本環境衛生センター提供資料.
- 51) 環境省：廃棄物処理施設の基幹的設備改良マニュアル2015（平成27）年度改訂, (2015).
- 52) 総務省：個別施設計画の策定について (2018).
- 53) 資料提供会社（五十音順）.
クボタ環境サービス株式会社
水ingエンジニアリング株式会社
住友重機械エンバイロメント株式会社
株式会社西原環境
一般財団法人日本環境衛生センター
日立造船株式会社
三井E&S環境エンジニアリング株式会社
三菱重工環境・化学エンジニアリング
- 54) 日本下水道協会：下水道統計（2007（平成19）、2016（平成28）年度版）.
- 55) 国土交通省：下水道事業の財政状況
<http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/crd_sewerage_tk_000140.html>
2019年10月28日閲覧
- 56) 総務省自治財政局：平成26年度地方公営企業年鑑 (2014).

5.2 し尿・汚泥再生処理の今後の在り方

5.2.1 今後のし尿・汚泥再生処理に求められるもの

(1) 地域循環共生圏の形成

5.1で述べた現在のし尿・汚泥再生処理を取り巻く社会的状況を踏まえ、本節では今後のし尿・汚泥再生処理の方向性について検討する。

国際社会でのパリ協定、SDGsの採択以降に見直された環境省の「第五次環境基本計画」（2018（平成30）年策定）では、環境問題をはじめとした複雑化する諸問題の解決を目指し、分野横断的な6つの「重点戦略（経済、国土、地域、暮らし、技術、国際）」が掲げられた。

SDGs、パリ協定の姿勢を取り入れながら、あらゆる観点からイノベーションを創出することで、環境・経済・社会の統合的向上を具体化する。そして、これら戦略の展開にあたっては、パートナーシップ（あらゆる関係者との連携）を重視し、各地域が自立・分散型の社会を形成し、資源などを補完し支え合う「地域循環共生圏」を創造し、過去に多くの公害を克服した歴史、優れた環境技術や「もったいない」に代表される循環、自然との共生の意識を以て「世界の範となる日本」の確立を目指すものとされている¹⁾。

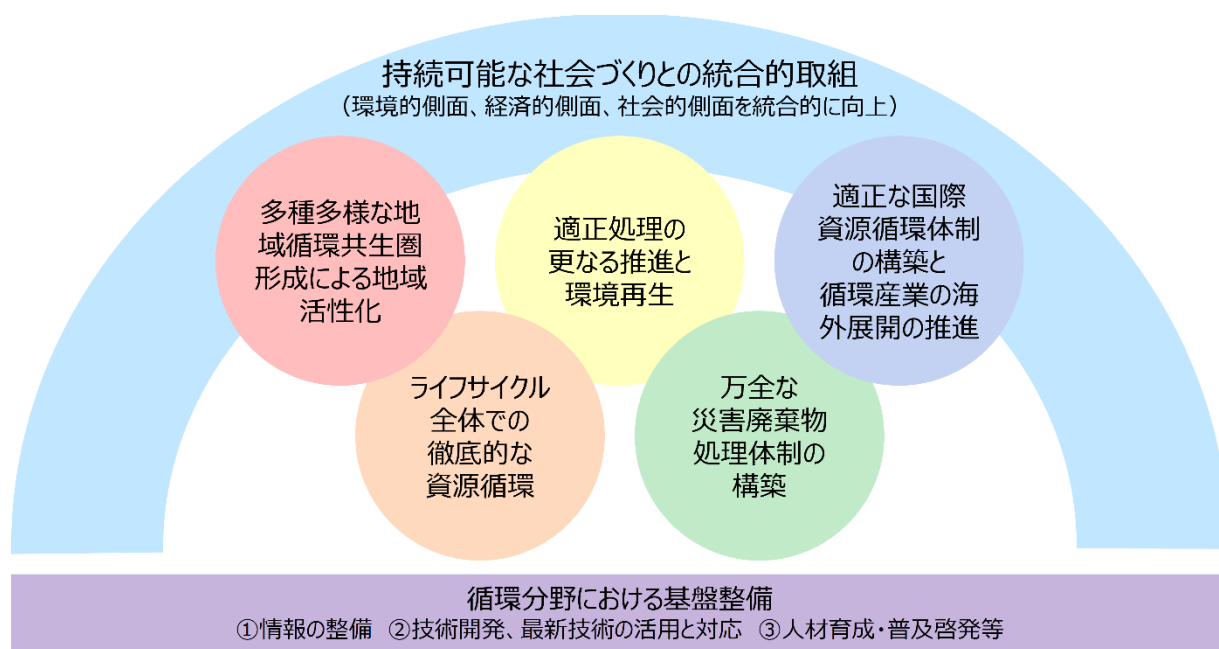
図5.2-1に、地域循環共生圏のイメージ図を示す。



(出典：第五次環境基本計画の概要)

図5.2-1 地域循環共生圏のイメージ¹⁾

「第五次環境基本計画」と併せて、廃棄物のリサイクルなど、循環型社会の形成推進を目的とする「第四次循環型社会形成推進基本計画」が、同じく2018（平成30）年に閣議決定された。基本的な姿勢は環境基本計画と同様だが、こちらは循環型社会形成に内容を特化させており、廃棄物の適正処理と資源循環の更なる推進、現在課題となっている海洋ごみ（マイクロプラスチックなど）、空き家・空き店舗、東日本大震災発生時の原子力発電所事故で排出された放射性物質に汚染された廃棄物の適正な処理、活用による環境再生などが主な方針として掲げられている²⁾。図5.2-2に示した構成図のとおり、循環型社会形成推進におけるハード面での基盤を整備した上で、掲げられた取り組みをそれぞれ進めながら、それら取り組みを統合して持続可能な社会を形成していくことが基本的な姿勢となっている。



(出典：第四次循環型社会形成推進基本計画の概要)

図5.2-2 第四次循環型社会形成推進基本計画の構成²⁾

し尿処理施設は現在、汚泥再生処理施設として循環型社会形成の一翼を担う廃棄物処理施設のひとつとみなされている。「5.1.5 し尿・汚泥再生処理を取り巻く状況と立ち位置（社会的要請事項）」で示したように、し尿・汚泥再生処理を取り巻く社会的状況はさまざまであるが、これらを踏まえた上で、今後はし尿・汚泥再生処理技術・システムとしての、地域循環共生圏推進へのアプローチが求められている。

し尿・汚泥再生処理を取り巻く状況のイメージを図5.2-3に示す。

【し尿・汚泥再生処理を取り巻く状況と立ち位置】

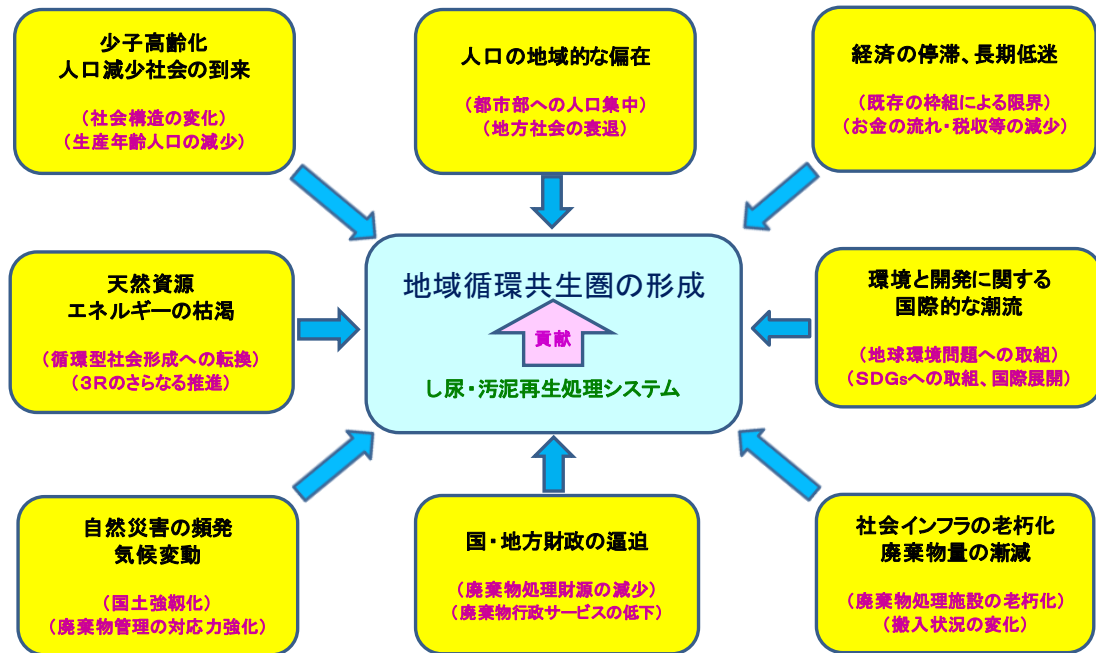


図5.2-3 し尿・汚泥再生処理を取り巻く状況と立ち位置

(2) 生活排水処理の適正化に向けた取り組みの必要性

現在の国内外における状況を踏まえ、今後のし尿・汚泥再生処理を検討するにあたっては、他の生活排水処理システムも併せて、各地域の状況や条件などに応じた処理システムを検討する必要がある。

「5.1.2 (1) し尿・汚泥再生処理対象人口の推移」図 5.1-1 に示している 2017 (平成 29) 年度の汚水処理人口普及率をみると、人口規模の大きい大都市圏になるほど下水道利用人口の割合が高く、人口規模が小さくなるにつれて浄化槽や農業集落排水処理施設の利用人口、あるいは汚水処理設備未普及人口の割合が高くなっていく。汚水処理人口普及率は 2017 (平成 29) 年度時点で 90.9%であり、このうち約 79%が下水道人口となっているが、中小規模の市町村を中心に、今後もし尿・汚泥再生処理が必要とされる場は残ると考えられる。

近年は生活排水処理に係るシステムの合理化・一元化が推進され、し尿・汚泥再生処理施設や浄化槽を使用していた地域でも下水道処理へ移行し、生活排水処理の一元化を図る取り組みが行われている。それに伴い、従来は河川や海域に処理水を放流していたし尿・汚泥再生処理施設が下水道放流施設に切り替え、下水道を利用したし尿・汚泥再生処理の導入が進んでいる。ただし、現在は肥大化した下水道事業の健全化と計画の見直しが進められている。生活排水処理の合理化・一元化は、事業・経済効率の向上、自治体の負担軽減、

地球温暖化対策への寄与などの効果が期待できるが、汚水処理未普及地域の多い中小規模の市町村が採用すると、逆に経済性や効率性を損なうおそれがある。従って、し尿等を含む生活排水処理方法を検討する際は、地域の状況や条件に応じて、下水道、浄化槽、集落排水施設、し尿・汚泥再生処理施設等の各種処理システムを検討することが望ましい。

図5.2-4、図5.2-5に、都市の人口規模、下水道普及率等に応じた生活排水処理のイメージ図を示す。

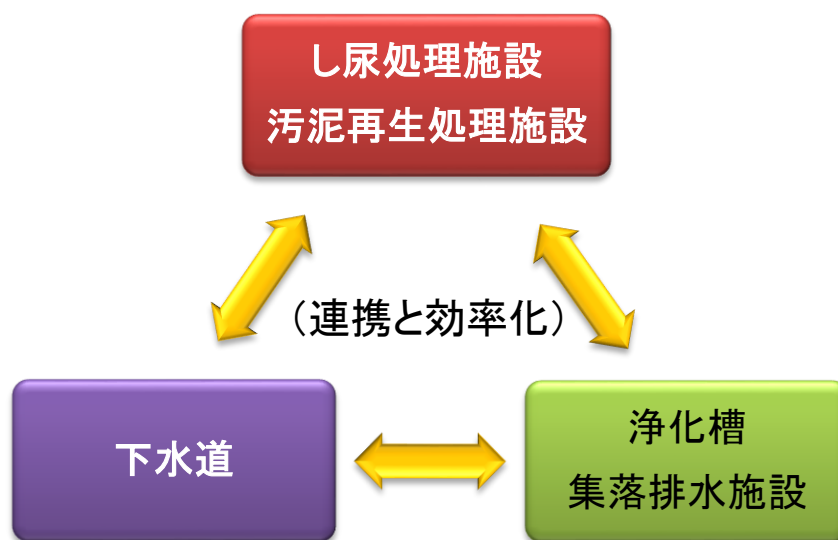


図5.2-4 生活排水処理の適正化

【大都市や下水道普及率が高い地域における生活排水処理】



【下水道普及率が低く汚水処理対策が必要な地域の生活排水処理】



図5. 2-5 生活排水処理のあるべき将来像

5.2.2 検討する上で求められる方向性

今後のし尿・汚泥再生処理のあり方を検討するにあたり、具体的に求められる方向性としては、主に以下の項目が考えられる。

【今後のし尿・汚泥再生処理システムに求められる方向性】

- (1) 人口減少・分散型社会に適応した技術・システムの構築
- (2) 地域連携・事業間連携による地域の活性化、地域資源循環の推進
- (3) AI・IoT等を活用したスマートな施設整備と運営
- (4) 下水道等集合処理との連携・集約・一元化
- (5) 廃棄物管理の効率化・LCC削減、ストックマネジメント、民間資本の活用（PFI, PPP等）の推進
- (6) 災害時等対応力の強化、施設・システムの強靱化
- (7) 地球温暖化対策等国際的な潮流に対する取組
- (8) 環境ビジネスの国際展開、途上国への技術支援

これら方向性は「5.1.5 し尿・汚泥再生処理を取り巻く状況と立ち位置（社会的要請事項）」で示した社会的状況を踏まえたものであるが、それぞれが独立した方向性ではなく、複数の社会的状況と関連付けられ、また各方向性同士も有機的に関連付けられる。

図5.2-6に、し尿・汚泥再生処理に求められる今後の方向性と、社会的状況との関係を示す。

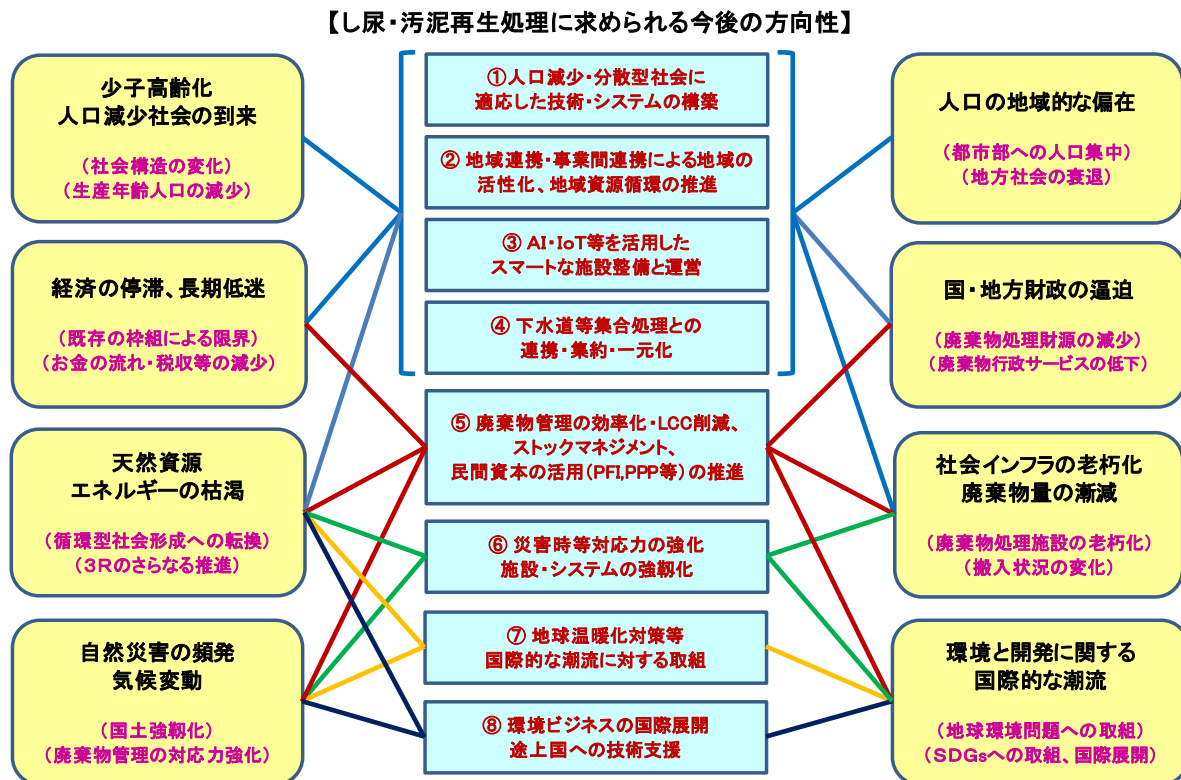


図5.2-6 し尿・汚泥再生処理に求められる今後の方向性

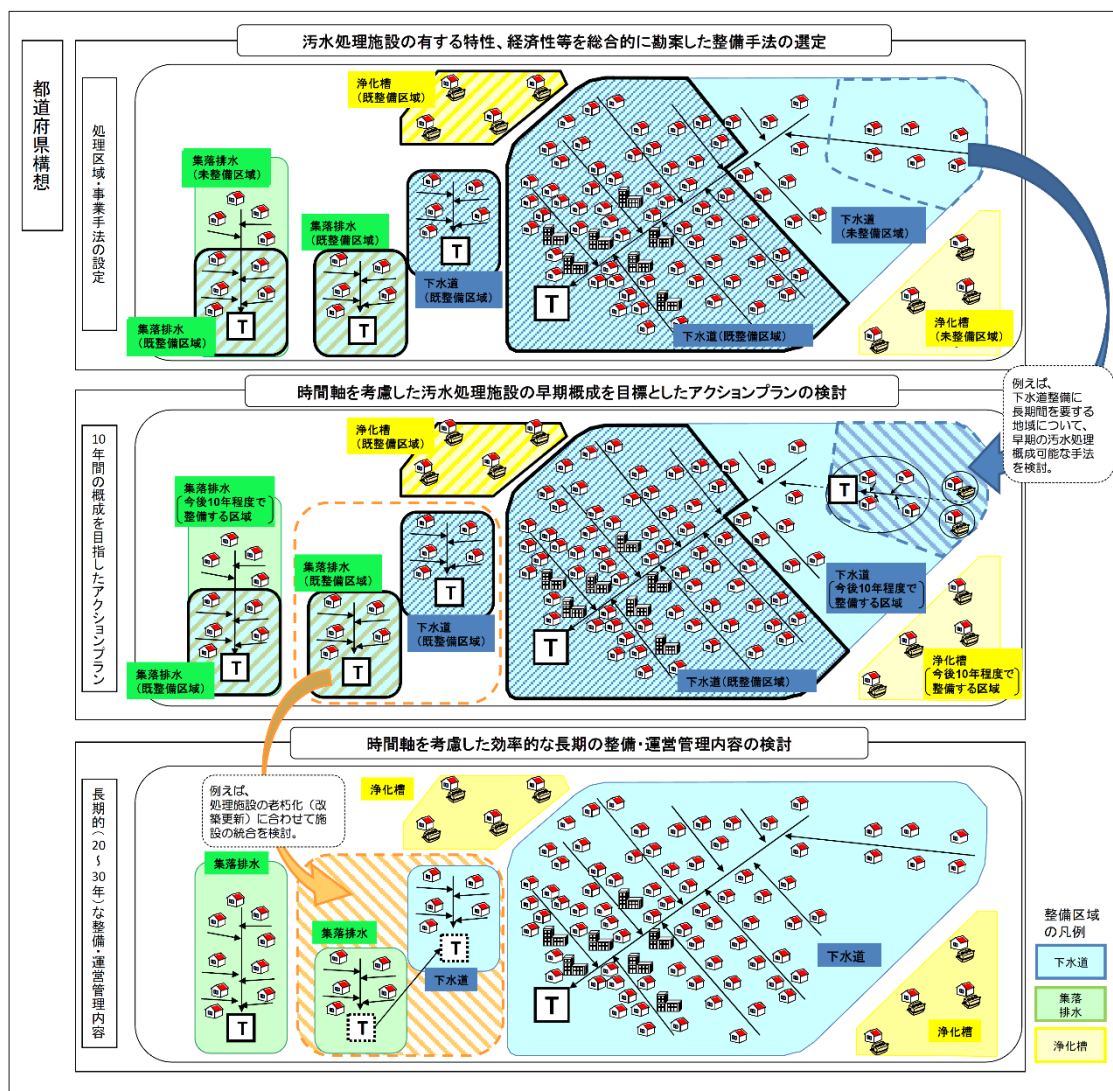
(1) 人口減少・分散型社会に適応した技術・システムの構築

汚水処理人口普及率が示しているように、し尿・汚泥再生処理施設は主に人口の少ない市町村を主な対象として設置されている。中小規模の市町村は特にインフラや行政サービスにおける人口減少への対応が急務であり、それに適応した技術や処理体系の整備が求められる。

人口減少・分散型社会に適応した処理システムとしてすでに取り組みが進められているものに、収集や処理対象地域を複数の地域まで広げて集散的に処理する、広域化という方法がある。「5.1.6 (4) (5)」に述べられているとおり、2010 (平成22) 年に公表された「し尿処理広域化マニュアル」により、し尿・汚泥再生処理施設の広域化の方針が示されている。しかし、現状においては地域の実情や歴史的背景、地域の生活・経済・相互関係等の社会情勢、地形・交通事情等の地理的条件などから、大きな進展が見られない状況にある。

2014 (平成26) 年、生活排水処理施設を所管する環境省、国土交通省、農林水産省の3省は「持続的な汚水処理システム構築に向けた都道府県構想策定マニュアル」を公表した。これは、市街地のみならず農山漁村を含めた市町村全域において、地域のニーズを踏まえ、適切な役割分担の下で計画的な各汚水処理施設の整備、長期的かつ効率的な運営管理を行うことを目的としている³⁾。その後、構想の見直しにより計画に時間軸の観点が取り込まれ、10年程度を目標に、地域の状況に沿った整備手法の選定、整備および完了といった中

期での計画（10年概成）と、20～30年の長期での持続的な汚水処理システムの構築、という構想が打ち出されている（図5.2-7）。広域化を検討する場合は、し尿・汚泥再生処理に留まらず、下水道、農業集落排水など他の排水処理施設も含めた、生活排水処理全体を視野に入れた総合的な広域化が求められる。



（持続的な汚水処理システム構築に向けた都道府県構想策定マニュアル（平成26年1月））

図5.2-7 時間軸を考慮した汚水処理施設整備・運営管理手法の概念（検討例）⁴⁾

広域化の手法として、汚泥処理など各生活排水処理施設の処理工程の一部を集約するという構想も選択肢に挙げられる。一例として、各地域の複数のし尿・汚泥再生処理施設、及び下水処理場などの他の生活排水処理施設から排出される汚泥を、施設単位での処理ではなく一カ所に集約して資源化を行う汚泥共同リサイクルセンターの構想図を図5.2-8に示す。

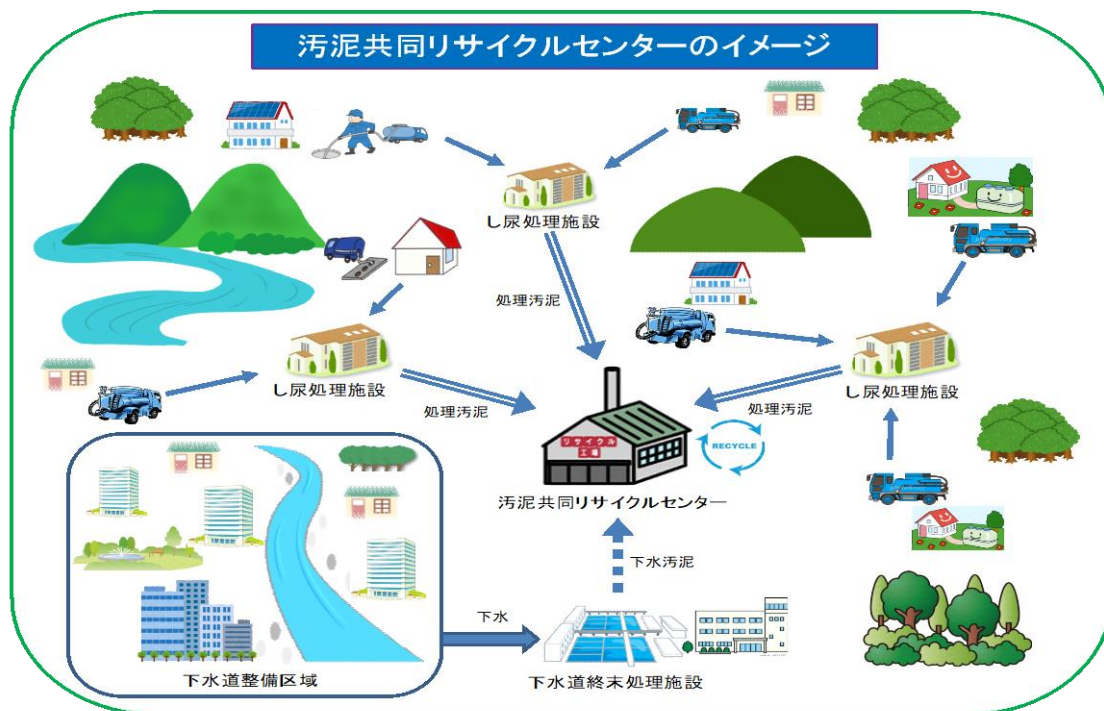


図5.2-8 汚泥共同リサイクルセンターのイメージ

これら以外に、人口減少・分散型社会や自然共生社会に適した静脈産業の在り方を、し尿・汚泥等有機性廃棄物の処理・資源化に係る技術やシステムの抜本的な見直しを含めて、一から検討することも重要となる。図5.2-9に、採用する技術・システムの適応化に向け、人口減少・分散型社会におけるし尿・汚泥等有機性廃棄物の処理と資源化で、留意すべき事項を示す。

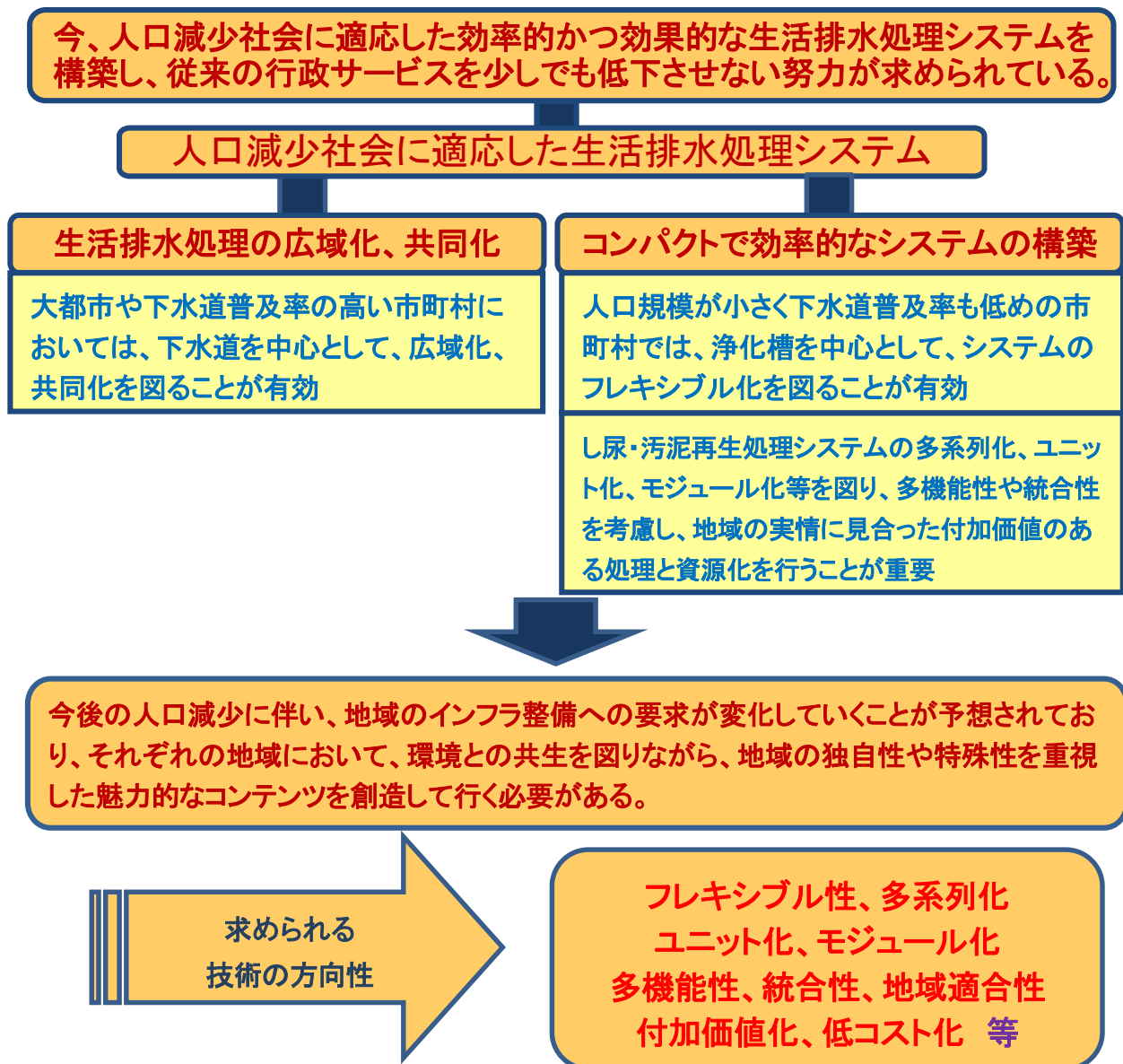


図5.2-9 人口減少・分散型社会に適応した技術・システムの適応化に向けた留意事項の検討イメージ

(2) 地域連携・事業間連携による地域の活性化、地域資源循環の推進

「5.1.5 (2) 人口の地域的偏在」に述べているように、国内全体での人口減少に加え、一部大都市圏へ人口が集中し中小規模の市町村の人口減少が顕著になっている。人口の流出が更に進むと、中小規模の市町村では将来的に地域の活性が失われ、地域内事業の停滞により資源・エネルギー循環も進みづらくなることが予測される。

このような地域では、し尿・汚泥再生処理施設単独での処理ではなく、同地域、近隣地域の他の廃棄物処理施設、産業施設等と連携して有機性廃棄物の総合的な処理、リサイクルを行うことで地域内での資源循環をより円滑に進めることが望まれる。

代表的な取り組みとして、ごみ焼却施設と汚泥再生処理施設のコンバインド化が挙げられる。ごみ焼却施設と汚泥再生処理施設を近接させ、資源、エネルギー、二次廃棄物等を供給し合うコンバインドシステムを構築するもので、循環型社会形成への貢献、地球温暖化対策への寄与、事業・経済効率の向上、自治体の負担軽減などの効果が期待できる。現状では、対象がごみ焼却施設とメタン発酵技術を採用する汚泥再生処理施設にほぼ限定されている。この他、汚泥再生処理施設の助燃剤化設備で生成された助燃剤をごみ処理施設で焼却、焼却熱を利用した発電設備による電力をごみ焼却施設から汚泥再生処理施設へ供給する事例も挙げられている。その他の資源化技術を使った新たなスキームの検討も求められる（図5.2-10）。

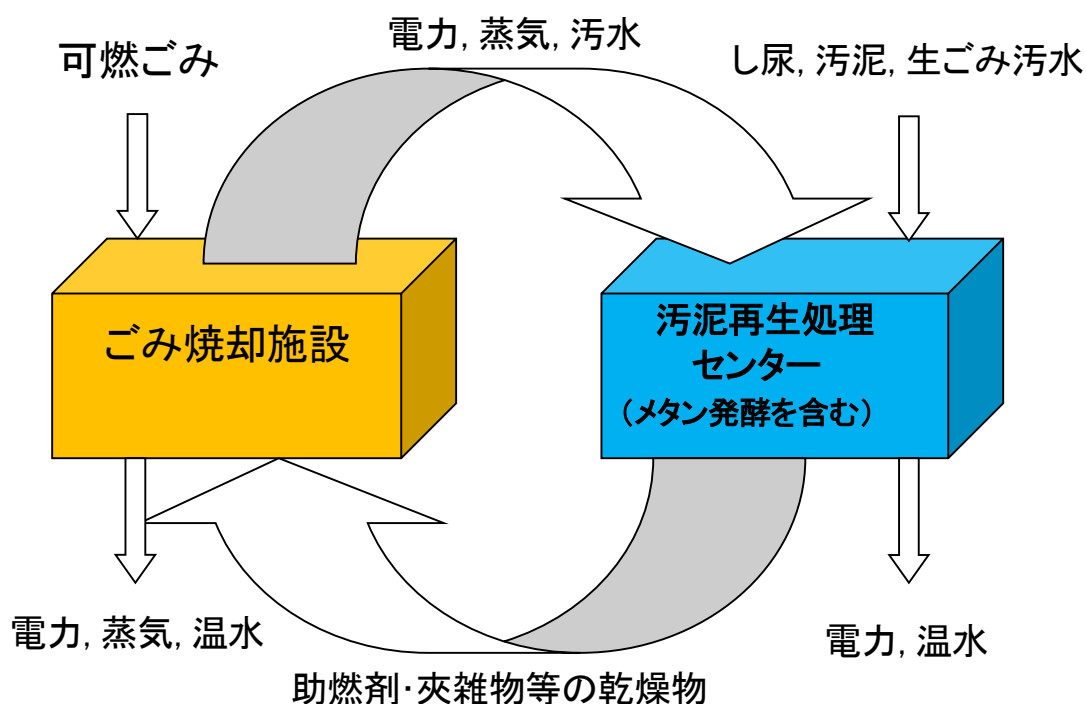


図5.2-10 ごみ焼却とし尿・汚泥再生処理のコンバインドシステム

また、ゴミゼロ型・資源循環型技術研究イニシアチブ（農林水産省、国土交通省、環境省）に沿った、有機性廃棄物のリサイクルに係る地域・事業間連携の構想も進められている。これにより、循環型社会形成への貢献、地球温暖化対策への寄与、事業・経済効率の向上、自治体の負担軽減、環境保全対策の強化などの効果が期待できる。農林水産業で排出される木質・作物・水産・畜産系の有機性廃棄物、食品加工業等の工場から排出される食品系

廃棄物、都市から排出される食品残渣や生ごみ、し尿・浄化槽汚泥やその他の生活排水処理汚泥などを、統合型リサイクルシステムで効率的に処理・資源化し、より高度な技術で再生資源の高品質化を図り、同時に最終処分量や環境に与える負荷の削減を目指す(図5.2-11)。

また、地域資源循環に向けた地場産業との連携も、ゴミゼロ型・資源循環型技術研究イニシアチブ(農林水産省、国土交通省、環境省)に沿った取り組みであり、同様に、循環型社会形成への貢献、地球温暖化対策への寄与、事業・経済効率の向上、自治体の負担軽減、環境保全対策の強化などの効果が期待できる。こちらは、地方都市における地域資源循環を目指すもので、し尿・汚泥等の有機性廃棄物処理事業と、地域における工業、農林水産業、建設業などの地場産業が連携して地域資源循環システムを構築し、取引の促進、物流の効率化、再生品利用の促進を図ろうというものである(図5.2-12)。

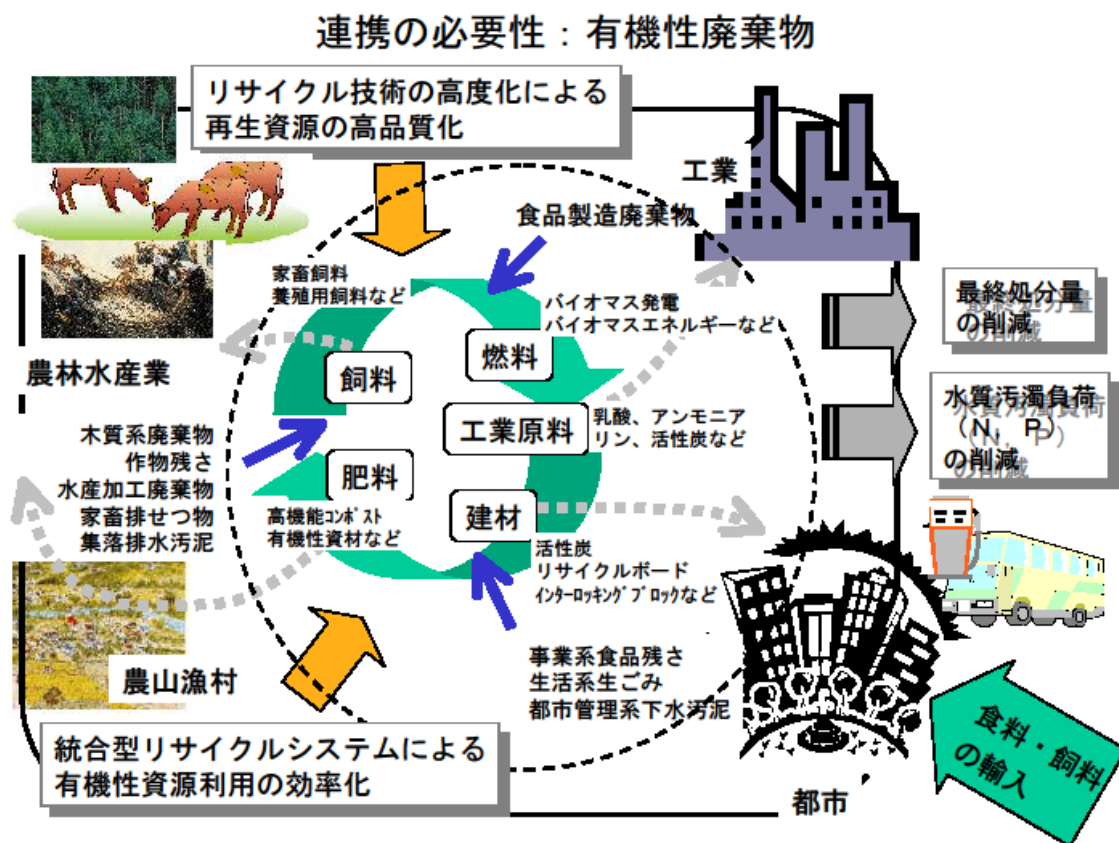


図5.2-11 有機性廃棄物の統合的なリサイクル
(ゴミゼロ型・資源循環型技術研究イニシアチブ：農林水産省、国土交通省、環境省)



図5.2-12 地域資源循環システム

(ゴミゼロ型・資源循環型技術研究イニシャティブ：農林水産省、国土交通省、環境省)

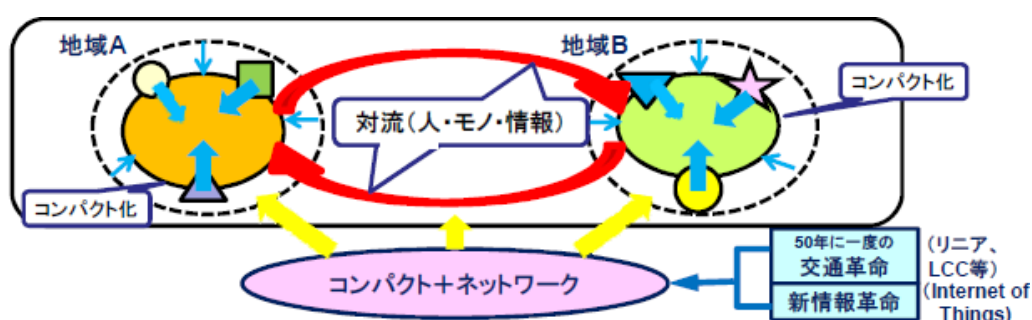
地域・事業間連携および地域の活性化に向けて、分散型社会、地域活性化とも関連するが、国土交通省は「国土のグランドデザイン2050」という構想を掲げている⁵⁾⁶⁾。

2050年は、現在の国内居住域の6割以上で人口が約半分以下に減少し、このうち1/3の地域で人が住まなくなるといわれている。これらの危機意識を共有し、未来を切り開いていくための国土づくりの理念・考え方を示したものが、「国土のグランドデザイン2050（以下、グランドデザイン）」である。

本戦略における国土づくりは、「コンパクト＋ネットワーク」をキーワードに掲げている。人口減少により各種サービスが満足に提供できなくなる地域の発生は避けられない状況において、各種サービスを効率的に提供するためには、生活に必要な施設・サービスが各地域内の一か所に集約する、コンパクトな地域社会の形成が不可欠である。しかし、それだけではやがて市場規模、地域そのものの縮小を招く。そこで、人の住むエリアと生活サービスを提供するエリアを結ぶネットワーク（交通、情報通信）を形成することで互いに支え合い、各種サービスに必要な人口を確保する（“小さな拠点”）。加えて、道の駅などその地域に独自の産業を開拓し、雇用機会を増やすとともに各地域が独自の資源価値を高めあう

ことにより、地域の多様性が再構築される。それぞれ多様性を持った地域同士が連携することで地域間の交流は更に活発化し（“対流”）、多様性の構築もいっそう進められることになり、国内に留まらず国際社会においても、その価値を高めることに繋がる。最終的には、国民に地元社会への愛着、故郷を大切にしようという意識を芽生えさせるとともに、ネットワーク化による公共サービス向上で子育てのしやすい環境が整えられ、停滞している出生率の回復、中長期的に1億人程度の人口構造を確保することが狙いである。また、地域価値の創造による国際社会での日本の存在価値を高めること、公共サービス機能を東京に一極集中させず、地域単位での災害対応力を向上させることなども戦略に含めている。

コンパクトシティ+ネットワークのイメージを図5.2-13に示す。

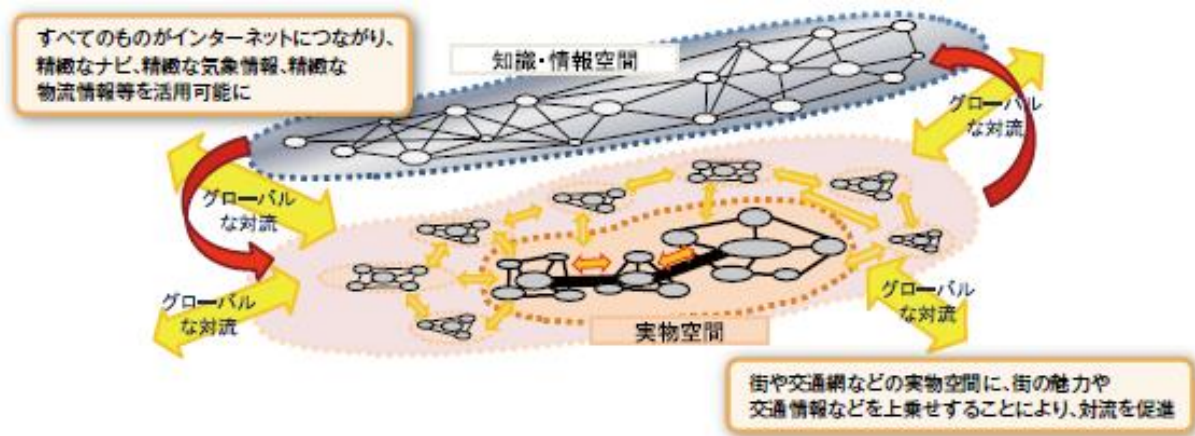


(出典：国土のグランドデザイン2050)

図5.2-13 コンパクトシティ+ネットワークのイメージ⁶⁾

この戦略における目指すべき国土の姿は「実物空間と知識・情報空間が融合した「対流促進国土」としている。具体的には、地球表面の実物空間（「2次元的空间」）と知識・情報空間が融合したいわゆる「3次元的空间」、数多くの小さな対流が創発を生み出し、大きな対流へとつながっていく「対流促進型国土」を挙げている。多様かつ魅力ある各地域が、50年に一度の交通革命、新情報革命を取りこみ距離の制約を克服、実物空間と知識・情報空間を融合させたネットワークを経由し、近隣地域のみならず様々な地域と人・モノ・情報等の交流や連携してのサービス提供を積極的に行うことで、多元的な連携社会を形成することが本戦略の基本的な目標とされている。

「3次元的空间」のイメージを図5.2-14に示す。



(出典：国土のグランドデザイン2050パンフレット)

図5.2-14 「3次元的空间」のイメージ⁶⁾

(3) AI・IoT等を活用したスマートな施設整備と運営

人口減少に伴う人手不足の懸念から、多くの業界ではAI（人工知能）・IoT（Things of Internet、モノがインターネットに接続されることで通信機器を利用した遠隔操作などを行う技術）等の活用による無人での作業、システム管理が試みられている。

し尿等の処理を微生物の分解作用で行うことから、従来のし尿処理施設においては、微生物の動向を経験上で熟知した技術者による人主体の運転管理が主流であった。しかし近年、人口や財源の減少、従事職員の高齢化が進み、後続にその技術が引き継がれないまま熟練した技術者が退職してしまうケースも増加している。これらに伴い、し尿・汚泥再生処理施設においても作業の効率化を図ることが求められ、AI・IoT等による運転制御、複数施設の集中管理等を検討する必要がある。

日本政府は科学技術の活用の際して、前述のSDGsと連動した「Society5.0」という未来社会のコンセプトを掲げた。「Society5.0」とは、社会形成の発展をいくつかの段階（狩猟社会（Society 1.0）、農耕社会（Society 2.0）、工業社会（Society 3.0）、情報社会（Society 4.0））に区切り、情報社会に続く新しい段階として掲げられたもので、「サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会（Society）」を指す⁷⁾。

情報社会では、分野横断的な連携、氾濫する情報から必要なものを抽出する負担、心身のハンディキャップや少子高齢化、過疎化に伴う地域、人の孤立などの課題があった。それらに対処するため、人工知能（以下、AI）、ドローンなどの科学技術を活用し、空間移動の便宜を向上させる。同時に、現実空間から集められたデータを仮想空間に集積、AIがこれを解析し、人にフィードバックすることで、人による解析の負担を減らし新たな価値を

産業や社会にもたらす。これら技術による社会の変革（イノベーション）を通じて、これまでの閉塞感を打破し、希望の持てる社会、世代を超えて互いに尊重し合あえる社会、一人一人が快適で活躍できる社会を形成することが、主な目的である。

「Society5.0」による社会ビジョンの概念図を、図5.2-15に示す。

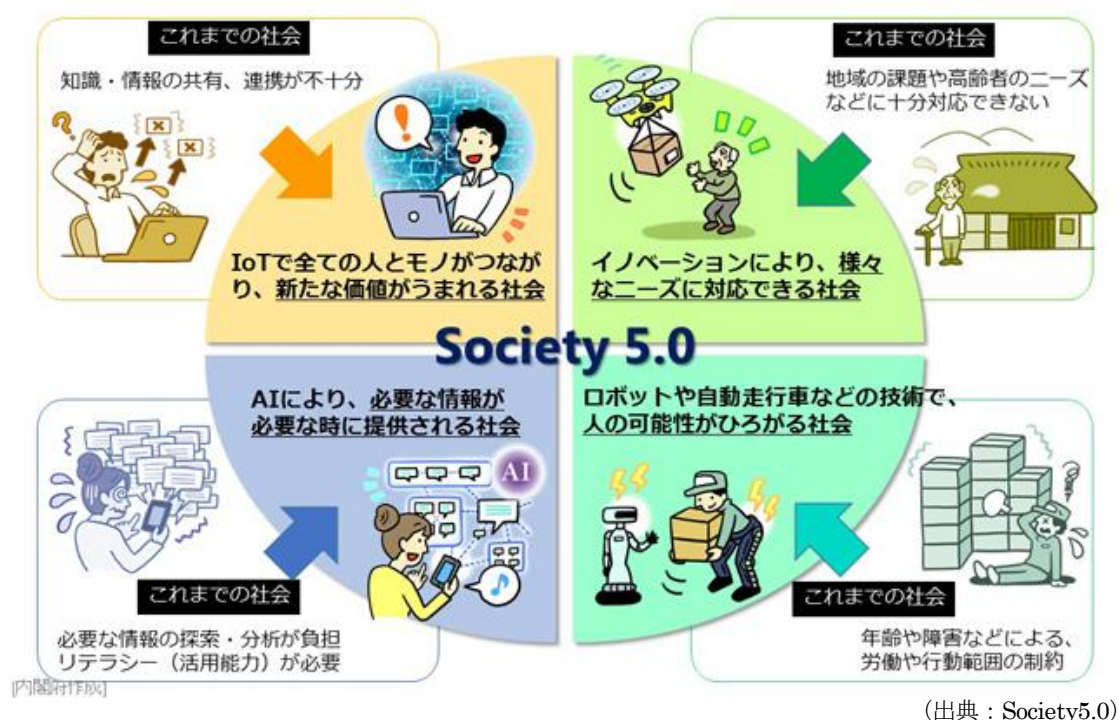


図5.2-15 Society5.0で実現する社会⁷⁾

「Society5.0」の構想を活用したまちづくりとして、国土交通省は「スマートシティ」という構想を掲げている。「スマートシティ」とは、都市の抱える諸問題に対してIoT等のデジタル技術の活用によってマネジメント（計画、整備、管理・運営等）が行われ、全体最適化が図られる持続可能な都市を形成する、とされている⁸⁾。特にインフラの分野は都市機能に大きな位置を占めていることから、日本のみならず海外の都市でも、積極的に最新技術を投入した維持管理が試みられている⁹⁾。

(4) 下水道等集合処理との連携・集約・一元化

し尿・汚泥再生処理を下水処理施設と連携して行うもので、主に、ある程度下水道の普及している人口集中地域やその近隣地域を対象とした方向性となる。

具体例として挙げられるのは、すでに多くのし尿・汚泥再生処理施設で行われている下水道放流施設への切り替えである。技術概要、実績等の詳細については、「5.1.6 (5) 下水道を利用したし尿等の集約処理」に述べられているが、そこでも挙げられているように、受入時の下水道側の負担、行政サービスの格差、災害時のリスクなど課題も多く残されて

いる。導入を検討する場合はこれらの現状も加味し、各地域の人口、財政、行政サービス等の状況を踏まえて妥当性を判断することが必要である。

(5) 廃棄物管理の効率化・LCC削減、ストックマネジメントの推進

「5.1.6 (2) スtockマネジメントの導入」に述べられているとおり、施設の長寿命化総合計画及び基幹的設備改良事業が、2010（平成22）年に循環型社会形成推進交付金の新たなメニューとなり、既にし尿・汚泥再生処理においてはストックマネジメントの導入に向けた取り組みが進められている。ストックマネジメントの導入は、地球温暖化対策への寄与、施設ライフサイクルコストの低減、処理を担う自治体の負担軽減などの効果が期待できることから、取り組みのさらなる推進が望まれる（図5.2-16）。

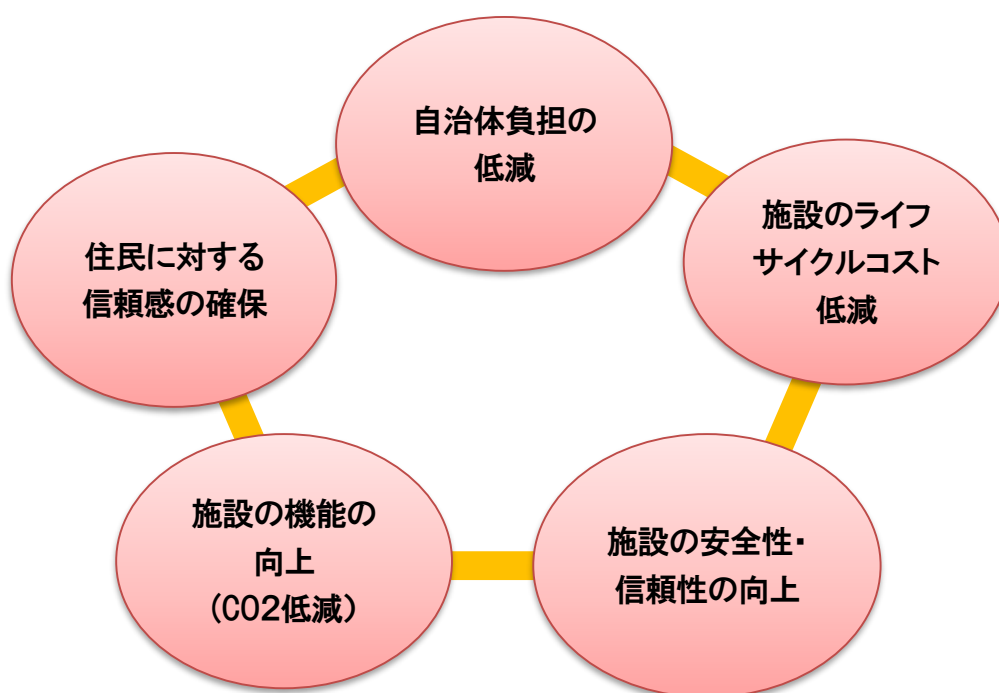


図5.2-16 スtockマネジメント導入の効果

(6) 災害時等対応力の強化、施設・システムの強靱化

「5.1.6 (1) 災害時等対応力の強化」で述べたとおり、2013（平成25）年に国土強靱化基本法が制定され、2014（平成26）年に災害廃棄物対策指針が定められたことで、施設の強靱化に向けた取り組みが進められている。施設の強靱化は、災害時等において、人命の保護が最大限に図られ、施設の処理機能が致命的な障害を受けずに維持され、施設や設備装置に与える被害が最小化され、迅速な復旧が進められることから、取り組みのさらなる推進が望まれる。

し尿・汚泥再生処理施設は、公衆衛生の確保や水質保全等、社会活動を支える根幹的な

社会基盤である。震災等によりその機能を果たすことができなくなれば、住民生活に多大な影響を与えることになる。たとえ震災等の危機に遭遇しても重要な業務を中断させないことや中断しても可能な限り短い期間で業務を再開することが求められている。このため、し尿・汚泥再生処理施設の継続性を高めるため、事業継続計画（BCP）の策定と活用が有効な方策として注目されている。

BCP（Business Continuity Plan）とは、ヒト、モノ、情報、ライフライン等、資源に制約がある条件下で、「①非常時優先業務の特定、②必要な資源の確保・配分、③手続きの簡素化、④指揮命令系統の明確化等、必要な措置を実施すること」で、業務の立ち上げ時間の短縮ならびに発災直後の業務レベルを向上させ、従来よりも速やかに高いレベルでし尿・汚泥再生処理システムの機能を維持・回復させることを目的とした計画である（図5.2-17）。しかし、全国のし尿・汚泥再生処理施設において、BCPを作成している自治体は少ないのが現状である。BCPを作成していない自治体では、一般社団法人環境衛生施設維持管理業協会（JEMA）が公表している、し尿・汚泥再生処理施設におけるBCP例等を参考に実情に即したBCPの作成とその活用が望まれる。

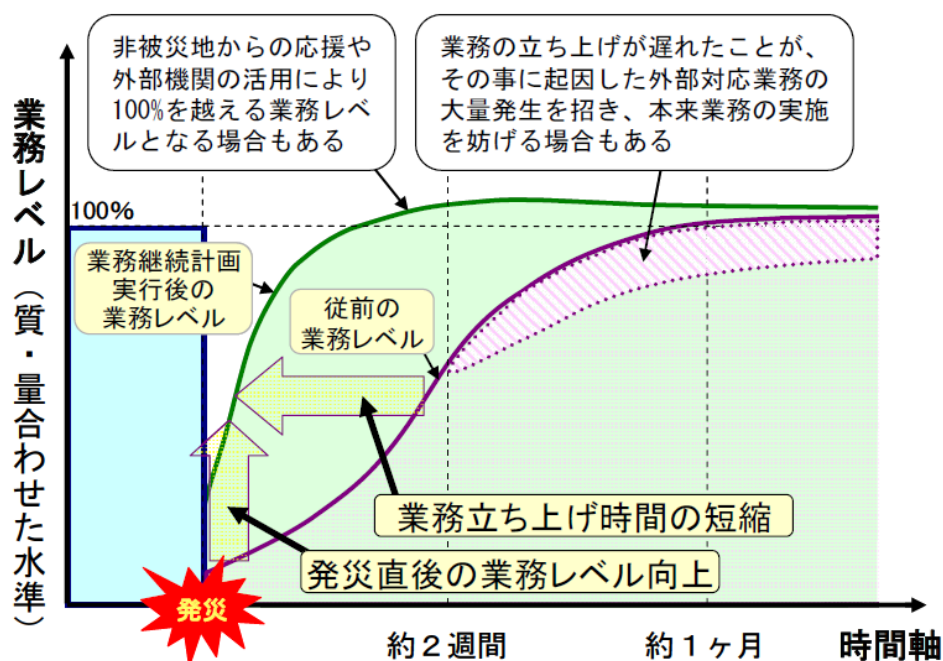


図5.2-17 業務継続計画の実践に伴う効果の模式図¹⁰⁾

（出典：中央省庁業務継続ガイドライン 第1版（2006（平成19）年6月））

(7) 地球温暖化対策等、国際的な潮流に対する取組

地球温暖化は近年の国際問題であり、あらゆる分野において、その主な原因である温室効果ガス、特に二酸化炭素（以下、CO₂）排出量の削減が求められている。

し尿・汚泥再生処理施設におけるCO₂排出量削減策としては、主に電力、薬品、化石燃料の使用量削減が挙げられる。

- ①電力：施設内の設備装置や照明、換気扇等を省電力仕様のものに切り替える、夜間や休日など搬入量の少ない期間の運転を休止するなどにより消費電力を削減する
- ②薬品：設備の高効率化や処理方法の変更などにより、各処理工程に必要な薬品使用量を削減する
- ③化石燃料：し渣や汚泥の焼却処理を、汚泥の高効率脱水技術と資源化（助燃剤化など）へ切り替えることで、焼却処理に必要な重油等の化石燃料使用量を削減する

(8) 環境ビジネスの国際展開、新興国への技術支援

わが国のし尿・汚泥再生処理に係る経験を活かして、し尿等の生活排水に関する汚染対策やリサイクルの推進について、技術的な国際支援、更には環境ビジネスとして国際的な事業展開を実施していくことが求められる。新興国に適した処理・資源化技術は、インシヤル・メンテナンスを含めてコストが安く、メンテナンスが容易で、処理性能がそれなりに良いことが必須条件となる。また、技術的な問題以外にも、導入先のし尿等をはじめとする生活排水処理施設の制度がどのように運営されているのかを調査し、その上で導入可能な技術の検討をする必要がある。

し尿・汚泥再生処理に係る過去の経験とその蓄積から、導入先の条件に見合う技術やシステムを検討し、提供していくことが望まれる（図5.2-18）。



図5.2-18 新興国に適した処理・資源化技術

2013（平成25）年、政策会議において、我が国企業によるインフラ、システムの海外展開や、エネルギー・鉱物資源の海外権益確保を支援するとともに、我が国の海外経済協力（経協）に関する重要事項を議論し、戦略的かつ効率的な実施を図るために「経協インフラ戦略会議」の開催が発表された¹¹⁾。これを受けて環境省では2017（平成29）年、我が国の先進的な技術・ノウハウ・制度を途上国に展開することで、途上国の環境改善に貢献するとともに、我が国のインフラシステム輸出戦略の環境関連部分を具体的かつ総合的に進めるため、「環境インフラ海外展開基本戦略」を策定した。これは、我が国のインフラシステム海外輸出（特に新興国向け）によりビジネスの海外展開・経済的成長を目的とした「インフラシステム輸出戦略（平成29年度改訂版）」において、廃棄物分野が戦略のひとつに加えられたことを踏まえて策定されたものであり、6つの分野別アクションに浄化槽が加えられている¹²⁾。ただし、浄化槽単独での設備輸出ではなく、「5.2.1（2）生活排水処理の適正化に向けた取り組みの必要性」に述べたような、都市の規模や状況に応じて集合処理と個別処理のそれぞれの長所を生かした、バランスの取れた包括的な污水处理サービスを提案し、下水道と浄化槽がパッケージ化されたサービスの形成を促進することを求めている¹³⁾。

し尿・汚泥再生処理システムの海外輸出に向けては、政府の方針としての浄化槽事業の海外展開を考慮し、包括的な生活排水処理サービスのコア技術のひとつとしての技術輸出を検討することが手法の一つとして挙げられる。下水道や浄化槽は生活排水処理設備として有用なものであるが、それら単独で処理システムが完結するというわけではない。処理の過程で生じる汚泥の処理方法、特に浄化槽においては汚泥の収集・運搬の方法等も併せて検討する必要がある、それらはし尿・汚泥再生処理技術として開発されたノウハウによって補うことが可能である。前述の生活排水処理技術・システムの一連のパッケージ化におけるコア技術として、適用可能なし尿・汚泥再生処理技術を組み込むことで、新興国の生活排水処理の向上へ積極的に貢献することが期待される。

5.2.3 今後のし尿・汚泥再生処理に向けた要素技術・システムの検討

「5.1 し尿・汚泥再生処理を取り巻く現状」に述べたような社会的要請事項に応じて、適正なし尿・汚泥再生処理技術の開発や実用化は現在も進められている。

以下に、要素技術やアイデアを「5.2.2 今後のし尿・汚泥再生処理を検討する上で求められる方向性」に述べた方向性（1）～（7）のうち、最も関連が深いと思われるものに分類し、①基礎資料編、②事例編、③アイデア提案編として掲載する。なお、「（8）環境ビジネスの国際展開、途上国への技術支援」は、各要素技術を踏まえ、5.2.4内で言及する。

各資料は、下記の要領で掲載する。

- ①基礎資料編：現在、すでに開発・実用化されている技術の基本的技術内容
- ②事例編：基礎資料編で紹介した技術の導入事例
- ③アイデア提案編：現状では実用化に至っていないが、将来的に検討の余地がある技術・システム等

なお、各方向性の名称は、表5.2-1に示す略称で記載している。

表5.2-1 各方向性の名称・略称

方向性の名称	略称
（1）人口減少・分散型社会に適応した技術・システムの構築	人口減少社会への適応
（2）地域連携・事業間連携による地域の活性化、地域資源循環の推進	地域・事業間連携
（3）AI・IoT等を活用したスマートな施設整備と運営	AI・IoTの活用
（4）下水道等集合処理との連携・集約・一元化	下水道連携
（5）廃棄物管理の効率化・LCC削減、ストックマネジメント、民間資本の活用（PFI,PPP等）の推進	LCC・ストマネ・PPP
（6）災害時等対応力の強化、施設・システムの強靱化	災害対応・強靱化
（7）地球温暖化対策等国际的な潮流に対する取組	地球温暖化対策
（8）環境ビジネスの国際展開、途上国への技術支援	国際展開

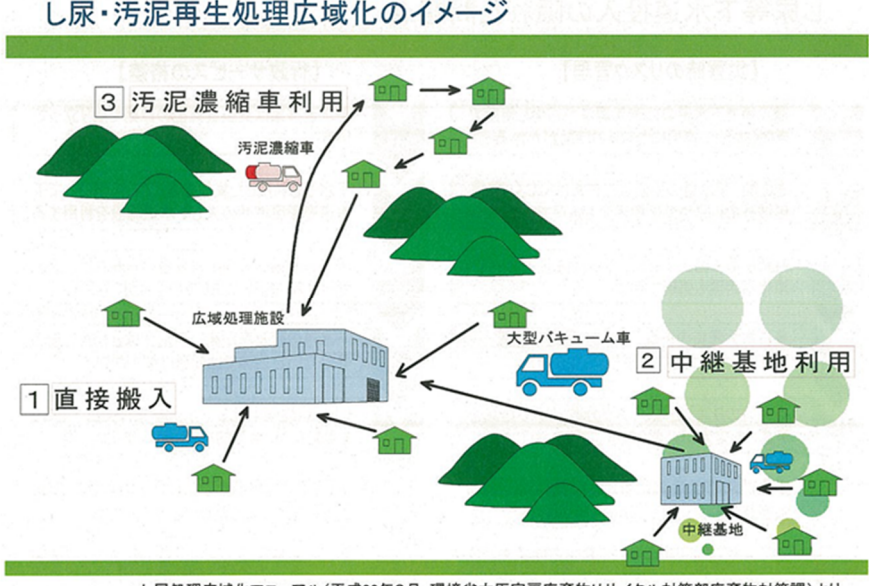
【基礎資料編 資料一覧】

資料番号	要素技術の名称・テーマ
方向性（１）：人口減少社会への適応	
基礎（１）-1	収集・運搬の効率化（応用技術）
基礎（１）-2	小規模汚泥再生処理センター（応用技術）
方向性（２）：地域・事業間連携	
基礎（２）-1	BDF 製造工程で副生されるグリセリン廃液の有効利用：し尿処理用脱窒剤としての利用（新技術）
基礎（２）-2	バイオマスセンター：メタン発酵による地域未利用資源の利活用（応用技術）
基礎（２）-3	下水汚泥受入・資源化：助燃剤化、堆肥化、炭化等（応用技術）
基礎（２）-4	汚泥助燃剤化（１）：スクリュープレス脱水機（応用技術）
基礎（２）-5	汚泥助燃剤化（２）：電気浸透式汚泥脱水機（応用技術）
基礎（２）-6	汚泥助燃剤化（３）：遠心脱水機（応用技術）
基礎（２）-7	汚泥助燃剤化（４）：ろ布走行式フィルタープレス脱水機（応用技術）
基礎（２）-8	リン回収（１）：種晶アパタイト法（HAP 応用技術）
基礎（２）-9	リン回収（２）：可溶化 MAP 法（新技術）
基礎（２）-10	リン回収（３）：汚泥削減（BOD 溶出、リン溶出）＋リン回収（新技術）
基礎（２）-11	リン回収（４）：高効率リン回収システム（新技術）
基礎（２）-12	堆肥化：噴射空気切返し型コンポスター（応用技術）
基礎（２）-13	資源化組み合わせ（１）：助燃剤化＋リン回収（応用技術）
基礎（２）-14	資源化組み合わせ（２）：助燃剤化＋リン回収（応用技術）
方向性（３）：AI・IoT の活用	
基礎（３）-1	アンモニアセンサのし尿処理への適用（新技術）
方向性（４）：下水道連携	
基礎（４）-1	下水道を利用したし尿処理の効率化（前処理・脱水＋希釈）
基礎（４）-2	下水道を利用したし尿処理の効率化（前処理・脱水＋簡易生物処理＋希釈）
基礎（４）-3	下水道を利用したし尿処理の効率化（前処理・脱水＋硝化脱窒処理）
方向性（５）：LCC・ストマネ・PPP	
基礎（５）-1	洗浄脱水機構付スクリーン（応用技術）
基礎（５）-2	低コスト膜（応用技術）
基礎（５）-3	ユニット型発酵装置（応用技術）

資料番号	要素技術の名称・テーマ
方向性（６）：災害対応・強靱化	
基礎（６）-1	前処理技術 スリットセーバ（新技術）
基礎（６）-2	下水道放流施設の災害対策（アイデア提案）
基礎（６）-3	断水時、プロセス用水等に処理水の利用（河川放流施設）（アイデア提案）
基礎（６）-4	非常用井戸の設置による災害時の断水対応（アイデア提案）
方向性（７）：地球温暖化対策	
基礎（７）-1	ASB（土壌微生物活性化）システムによるし尿処理技術（新技術）
基礎（７）-2	日中曝気を停止する省エネ運転制御システム（新技術）
基礎（７）-3	低温除湿乾燥機技術（応用技術）
基礎（７）-4	汚泥削減（BOD、リン溶出）技術（新技術）
基礎（７）-5	汚泥減量化システム（新技術）

方向性（１）：人口減少社会への適応

基礎（１）-1 収集・運搬の効率化（応用技術）

<p>概要</p>	<p>し尿・汚泥再生処理を取り巻く様々な社会情勢から、人口規模が小さく下水道普及率が低い市町村では、今後、広域化・集約化への取り組みが加速することが予想される。それに伴い、収集・運搬にかかる時間や距離が増加し、収集・運搬コストの増加も予想されることから、中継基地、大型バキューム車、浄化槽汚泥濃縮車等の導入・活用により、収集・運搬方法の効率化を図る。</p>
<p>フロー・構造図</p>	 <p>し尿処理広域化マニュアル(平成22年3月・環境省大臣官房廃棄物リサイクル対策部廃棄物対策課)より</p>
<p>特徴・導入効果</p>	<p>広域処理施設への収集・運搬は、地域性を考慮のうえ、以下の方法を適宜組み合わせることにより効率化を図り、収集・運搬コストの増加を抑制する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ①広域処理施設へ直接搬入（処理施設の位置する地域が対象） ②中継基地の設置利用：中継基地から広域処理施設への運搬用に大型バキューム車導入 ③浄化槽汚泥濃縮車等の導入
<p>適用範囲・条件</p>	<p>広域処理施設までの限界輸送時間・距離の検討例^{注)}。</p> <ul style="list-style-type: none"> ①現状（直接搬入）の収集・運搬体制 往復1時間以内：5～10km 圏内。往復2時間以内：10～20km 圏内 ②中継基地利用または汚泥濃縮車利用の収集・運搬 往復1時間以内：10～20km 圏内。往復2時間以内：20～40km 圏内 <p>注) し尿処理広域化マニュアル（平成22年3月環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部対策課）をもとに作成。</p>
<p>導入事例</p>	<p>中継基地導入施設：天草市（熊本県）、他 天草市は、収集区域に汚泥濃縮車の導入なし。</p>
<p>その他 求められる 方向性</p>	<p>—</p>
<p>備考</p>	<p>—</p>

方向性（１）：人口減少社会への適応

基礎（１）-2 小規模汚泥再生処理センター（応用技術）

<p>概要</p>	<p>今後、浄化槽の普及が活発になるに伴い、浄化槽汚泥の有効利用先として資源循環型社会を担う「汚泥再生処理センター」の役割がこれまで以上に大きくなると考えられる。近年、汚泥再生処理センターは広域化している。これは収集区域を広域化し、大規模施設を設けることによって、経済的に生活排水処理を行えることが要因としてある。一方、人口が減少しているため、収集区域を広域化することによって逆に非経済的となるケースもあると報告されている。</p> <p>そこで、広域化が困難な地域向けの小規模の汚泥再生処理センターの構築について、将来的に有用となり得る水処理技術として取り上げたいと考える。</p>
<p>フロー・構造図</p>	
<p>特徴・導入効果</p>	<p>特に小規模の汚泥再生処理センターを想定し、システムの構築を行っている。最新の流動床制御システムである遠隔監視やAIによる自動制御を水処理工程に活用し、定期巡回時以外は無人化を可能としている。また、一次処理については仕上槽を持たない1槽式も可能であることから水処理設備をコンパクト化でき、建築面積を抑えることができる。</p> <p>加えて、施設内で発生する汚泥については高効率汚泥脱水による助燃剤化や堆肥化、リン回収などの資源利用を図ることで再資源化を達成する。</p> <p>これらのことから、効率的な生活排水処理体系構築の一助となり、環境に配慮した魅力のある複合的な施設となる可能性を持っている。</p>
<p>適用範囲・条件</p>	<p>収集区域を広域化することによって逆に非経済となる地域、或いは広域化が困難な地域（過疎化地域及び離島）</p>
<p>導入事例</p>	<p>開発メーカー：浅野環境ソリューション株式会社 導入施設：観音寺市（香川県）、対馬市（長崎県）</p>
<p>その他求められる方向性</p>	<p>—</p>
<p>備考</p>	<p>—</p>

方向性（２）：地域・事業間連携

基礎（２）-1 BDF 製造工程で副生されるグリセリン廃液の有効利用：
し尿処理用脱窒剤としての利用（新技術）

<p>概要</p>	<p>大半が産業廃棄物として処分されていた、『BDF 製造工程で生成される副生グリセリン』を、油層と水層に分離し、油層は燃料油として、水層は脱窒剤として各々を有価物として活用するものである。分離された脱窒剤がメタノール代替として利用できること、また水質に悪影響を与えないことを、実証を通して確認し実用化した。</p>
<p>フロー・ 構造図</p>	<p>The diagram illustrates the process flow. It starts with 'BDF 製造工場' (BDF Manufacturing Plant) which produces '副生グリセリン' (Byproduct Glycerol) and '希釈水' (Dilution Water). These are fed into the '【脱窒剤製造工程】' (Denitrification Agent Production Process), which consists of three stages: '混合・中和' (Mixing/Neutralization), '分離' (Separation), and '油層' (Oil Layer) / '水層' (Water Layer). The '油層' is output as '燃料油' (Fuel Oil), and the '水層' is output as '脱窒剤' (Denitrification Agent). The '脱窒剤' is then used in the '【し尿処理工程】' (Urine Treatment Process), which includes '脱窒素槽' (Denitrification Tank), '硝化槽' (Nitrification Tank), and '二次脱窒素槽' (Secondary Denitrification Tank). 'し尿等' (Urine, etc.) is input into the '脱窒素槽'. The '脱窒素槽' outputs to the '硝化槽', which then outputs to the '二次脱窒素槽'. The '二次脱窒素槽' outputs '処理水' (Treated Water). A '循環液' (Recycling Liquid) is shown as a feedback loop from the '二次脱窒素槽' back to the '脱窒素槽'.</p>
<p>特徴・ 導入効果</p>	<p>昨今の浄化槽汚泥搬入比率増加による BOD 不足に起因してメタノール使用量が増加しているが、そのメタノール代替として『バイオマス由来の BDF 製造工程で生成される副生グリセリンから分離した脱窒剤』を使用する。</p> <p>温暖化係数の大きいメタノールをバイオマスから製造された脱窒剤に代替することで温暖化対策に貢献できる。また、単価も下がるため省エネ・ランニングコスト低減効果も期待できる。</p> <p>一方、BDF 製造側は、廃棄物排出量の抑制及び製造コストの削減に繋げられ、全体の環境改善効果も期待できる。</p>
<p>適用範囲・ 条件</p>	<p>生物学的硝化脱窒素処理方式を用いているし尿処理施設についてはすべて適用可能である。</p> <p>また、し尿処理施設以外でも、窒素含有濃度の高い有機性排水処理施設において、メタノール代替として使用可能である。</p>
<p>導入事例</p>	<p>開発メーカー：クボタ環境サービス株式会社 実証施設：三神地区環境事務組合（佐賀県） 導入施設：熊野市（三重県）、広島中央環境衛生組合（広島県）、他</p>
<p>その他 求められる 方向性</p>	<p>—</p>
<p>備考</p>	<p>福岡県リサイクル総合研究事業化センターの研究会助成（2013）、及び共同研究プロジェクト助成（2014、2015）（福岡大学、クボタ環境サービス、他の共同研究） 第 36～38、40 回全国都市清掃研究・事例発表会（2015～2017、2019）</p>

方向性（２）：地域・事業間連携

基礎（２）-2 バイオマスセンター：メタン発酵による地域未利用資源の利活用（応用技術）	
概要	<p>メタン発酵基本技術のひとつである REM システムの応用技術である。</p> <p>し尿等および生ごみ、汚泥等の有機性廃棄物をメタン発酵処理し、消化液やバイオガスを利活用するバイオマスセンター^注。</p> <p>消化液は、液肥利用または脱水後堆肥化等の資源化を行う。</p> <p>注) し尿等を併せて処理するが、汚泥再生処理センターとは呼ばれていない。</p>
フロー・構造図	<p style="text-align: center;">注) 液肥の需要がない地域に建設する場合は、消化液を脱水後堆肥化とする。</p>
特徴・導入効果	<p>①基本技術の課題である建設費、維持管理費等を改善している。</p> <p>②ごみの減容化やバイオガスの利活用、消化液の農業利用等により施設の維持管理費を低減し、住民の費用負担を軽くする。</p>
適用範囲・条件	<p>①メタン発生効率の高い生ごみ（家庭系、事業系）を多く収集するとともに、排出源での生ごみ分別の徹底が必要である。</p> <p>②消化液を液肥利用する方式が、施設の排水処理等の負荷を軽減でき、維持管理費が最も安い。</p> <p>③液肥利用が困難な地域では、消化液は脱水後堆肥化等を選択する。</p> <p>④液肥や堆肥需要先の事前調査を入念に行っておく必要がある。</p> <p>⑤実現に向けては、住民および農家の理解と協力が不可欠である。</p>
導入事例	<p>建設メーカー：三井E & S 環境エンジニアリング株式会社</p> <p>導入施設：</p> <p>大木町（福岡県）・・・発酵液は液肥利用、農林水産省交付金事業</p> <p>三浦地域資源ユーズ株式会社（第3セクタ、神奈川県）</p> <p>・・・生ごみの代わりに農作物残渣等を投入、発酵液は堆肥化、農林水産省交付金事業</p> <p>みやま市（福岡県）・・・発酵液は液肥利用、環境省交付金事業</p>
その他求められる方向性	—
備考	—

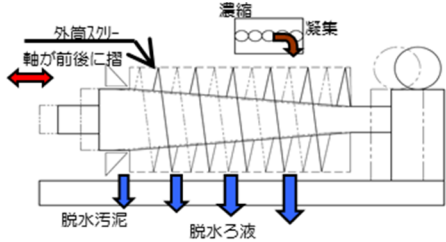
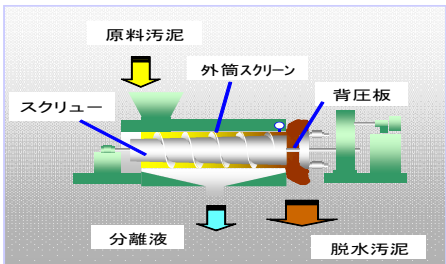
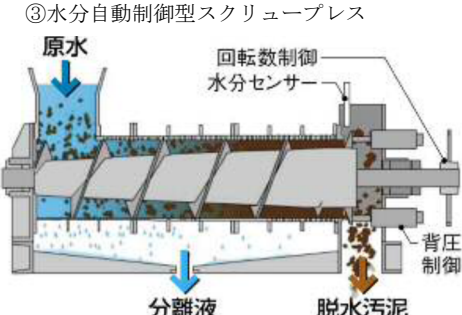
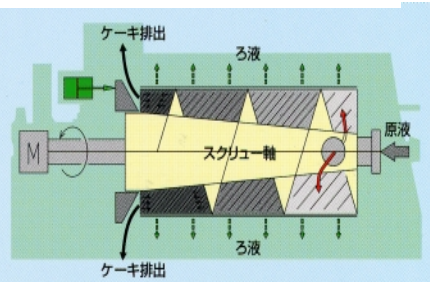
方向性（2）：地域・事業間連携

基礎（2）-3 下水汚泥受入・資源化：助燃剤化、堆肥化、炭化等（応用技術）

<p>概要</p>	<p>下水処理場の汚泥（液状または脱水汚泥）を汚泥再生処理センターへ受け入れ、汚泥の資源化（助燃剤化、堆肥化）を促進する。</p>
<p>フロー・構造図</p>	<p>①下水汚泥（液状）受入フローシート案</p> <p>②下水汚泥（脱水汚泥）受入フローシート案</p> <p>(a) 堆肥化</p> <p>(b) 助燃剤化</p>
<p>特徴・導入効果</p>	<p>①下水汚泥（液状）の資源化</p> <ul style="list-style-type: none"> 専用で受け入れ、汚泥貯留槽でし尿処理汚泥と混合し脱水する。 堆肥化：脱水汚泥を堆肥化する。 助燃剤化：高効率脱水機により助燃剤化する。 <p>②下水汚泥（脱水汚泥）の資源化</p> <ul style="list-style-type: none"> 搬入脱水汚泥の含水率は80～85%程度が見込まれる。 堆肥化：し尿処理脱水汚泥と併せて堆肥化する。 助燃剤化：二次脱水機にて助燃剤化する。
<p>適用範囲・条件</p>	<ul style="list-style-type: none"> 下水汚泥（液状）に異物の混入が予想される場合は、除渣後汚泥貯留槽へ投入する。 SS濃度が薄い場合は、受け入れ後、浄化槽汚泥貯留槽へ投入する事例もある。
<p>導入事例</p>	<p>①下水汚泥（液状）受け入れ、助燃剤化 建設メーカー：日立造船株式会社 導入施設：日野町江府町日南町衛生施設組合（鳥取県） 串本町古座川町衛生施設事務組合（和歌山県）</p> <p>②下水汚泥（脱水汚泥）受け入れ、堆肥化 建設メーカー：三井E&S環境エンジニアリング株式会社 導入施設：三浦地域資源ユーズ株式会社（神奈川県）</p> <p>③下水汚泥（脱水汚泥）受け入れ、炭化 建設メーカー：日立造船株式会社 導入施設：薩摩川内市（鹿児島県）</p>
<p>その他 求められる 方向性</p>	<p>—</p>
<p>備考</p>	<p>—</p>

方向性（2）：地域・事業間連携

基礎（2）-4 汚泥助燃剤化（1）：スクリーンプレス脱水機

<p>概要</p>	<p>汚泥助燃剤化用に技術開発・改良された主なスクリーンプレス脱水機を以下に示す。 ①軸摺動式スクリーンプレス ②背圧板移動型スクリーンプレス ③水分自動制御型スクリーンプレス ④その他のスクリーンプレス</p>
<p>フロー・ 構造図</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <p>①軸摺動式スクリーンプレス</p>  </div> <div style="width: 45%;"> <p>②背圧板移動型スクリーンプレス</p>  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="width: 45%;"> <p>③水分自動制御型スクリーンプレス</p>  </div> <div style="width: 45%;"> <p>④その他のスクリーンプレス例</p>  </div> </div>
<p>特徴・ 導入効果</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・低含水率脱水汚泥による機内閉塞防止や脱水の安定化のため各社独自の方式を採用。 ・前段に濃縮機を設け、供給汚泥性状の変動を吸収し脱水性の向上を図る方式が多い。 ・低速回転のため低騒音・低振動、省エネルギーに優れる。 ・薬品の選定、添加率、背圧の調整等により、含水率 70%以下の助燃剤が得られる。
<p>適用範囲・ 条件</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・余剰汚泥主体の助燃剤化では、脱水性向上のために、無機凝集剤、高分子凝集剤と併せて、脱水補助剤を使用する。 ・直接脱水（前脱水）による助燃剤化では、し尿等に含まれる繊維分により、脱水補助剤はほとんど必要としない。
<p>導入事例</p>	<p>水 ing 株式会社（軸摺動式）：幡多西部消防組合（旧幡西衛生処理組合）（高知県）、他 クボタ環境株式会社（背圧板移動型）：広島中央環境衛生組合（広島県）、他 三井E & S環境エンジニアリング株式会社（水分自動制御型）：和歌山市、他 日立造船株式会社：東部清掃施設組合（沖縄県）、他 浅野環境ソリューション株式会社：福岡市（福岡県） 住友重機械エンバイロメント株式会社：下北地域広域行政事務組合（青森県） 株式会社クリタス：東埼玉資源環境組合（埼玉県）</p>
<p>その他 求められる 方向性</p>	<p>—</p>
<p>備考</p>	<p>第 29、30 回全国都市清掃研究・事例発表会（2008、2009）（水 ing） 日本環境衛生センター性能調査報告書（2011：日立造船、2012：三井E & S環境エンジニアリング、2015：クリタス、他）</p>

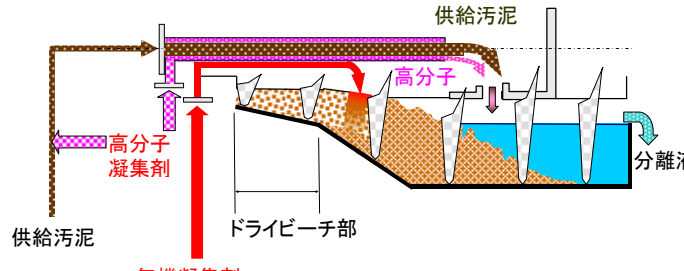
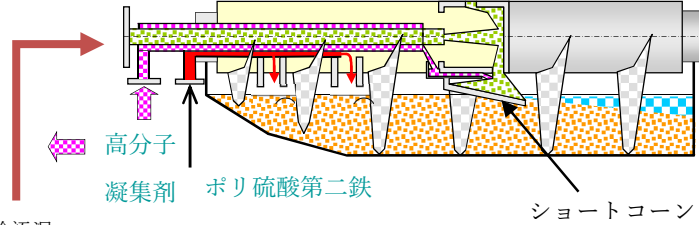
方向性（2）：地域・事業間連携

基礎（2）-5 汚泥助燃剤化（2）：電気浸透式汚泥脱水機（応用技術）

<p>概要</p>	<p>電気浸透式汚泥脱水機は、電気浸透という汚泥粒子の間で生じる水の移動現象を利用した脱水技術である。従来の圧搾力による汚泥間隙の閉塞がないため、効率的な脱水が可能である。</p> <p>前脱水したケーキ（含水率 83%前後）を定量的に電気浸透部へ供給する汚泥供給部と電気浸透部本体から構成されている。ドラム型陽極と金属ベルト式陰極の間に挟まれた前脱水ケーキは一定電圧下で印加されることで、ケーキ中の水分がろ液としてろ布を介して陰極側へ移動する。一方、ろ布上に残る低含水率脱水汚泥は、ろ布の移動と共に系外へ排出される。</p>
<p>フロー・構造図</p>	
<p>特徴・導入効果</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・脱水に要するエネルギー（電力量）は脱水される水分量に比例するため、効率よく脱水するためには、電気浸透部へ供給する前に十分濃縮（前脱水）することが重要であり、電気浸透式汚泥脱水機は前脱水機との組み合わせで運用する。 ・印加電圧等の調整により、含水率 70%以下の助燃剤が得られる。
<p>適用範囲・条件</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・消費電力は他の方式に比べ多くなるが、薬品の使用量は少ない。 ・電気浸透作用を利用するため、金属片等の異物の混入には注意を要する。
<p>導入事例</p>	<p>開発メーカー：日立造船株式会社（スーパーフレーク） 導入施設：伊達地方衛生処理組合（福島県）など 23 施設（2017 年現在） 開発メーカー：三井E & S環境エンジニアリング株式会社（e-ダイナプレス） 導入施設：西海市（長崎県）、三原市（広島県）</p>
<p>その他求められる方向性</p>	<p>—</p>
<p>備考</p>	<p>日立造船：日本環境衛生センター性能調査報告書（2010） 第 29 回全国都市清掃研究・事例発表会（2008） 三井E & S環境エンジニアリング：日本環境衛生センター性能調査報告書（2012）</p>

方向性（2）：地域・事業間連携

基礎（2）-6 汚泥助燃剤化（3）：遠心脱水機（応用技術）

<p>概要</p>	<p>本技術の超低含水率型遠心脱水機は、汚泥助燃剤化の基本条件である含水率 70%以下の脱水汚泥を得るために開発された高効率脱水機である。</p>
<p>フロー・構造図</p>	<p>超低含水率脱水機（SDR インパクト）の例</p>  <p>供給汚泥 高分子凝集剤 ドライビーチ部 無機凝集剤 分離液</p> <p>低動力型高効率遠心脱水機の例</p>  <p>供給汚泥 高分子凝集剤 ポリ硫酸第二鉄 ショートコーン</p>
<p>特徴・導入効果</p>	<p>従来型遠心脱水機では供給汚泥配管へ無機凝集剤を注入する方法に対し、本遠心脱水機では無機凝集剤を直接遠心脱水機へ注入する構造となっている。脱水がある程度進んだ箇所（ドライビーチ部分）へ無機凝集剤を直接注入するため、より効果的に無機凝集剤を脱水に使用することができ、その結果、脱水汚泥含水率が大幅に低下する。</p>
<p>適用範囲・条件</p>	<p>①し尿処理における前脱水 ②水処理施設等から発生する余剰汚泥等 余剰汚泥主体の場合、脱水性向上のために、脱水補助剤を併用する。</p>
<p>導入事例</p>	<p>株式会社西原環境（SDR インパクト）：相模原市（神奈川県）、小牧市（愛知県）、美浜・三方環境衛生組合（福井県） 日立造船株式会社（低動力型高効率遠心脱水機）：深谷市（埼玉県）、春日部市（埼玉県）、紀南環境衛生施設事務組合（和歌山県、助燃剤化並含水率に脱水）、中津川市（岐阜県）</p>
<p>その他求められる方向性</p>	<p>—</p>
<p>備考</p>	<p>株式会社西原環境 日本環境衛生センター性能調査報告書（2010） 都市清掃 第71巻 第344号（2018） 日立造船株式会社 日本環境衛生センター性能調査報告書（2014）（2018）</p>

方向性（２）：地域・事業間連携

基礎（２）-7 汚泥助燃剤化（４）：ろ布走行式フィルタープレス脱水機（応用技術）

概要	<p>繊維分の多い浄化槽汚泥等を対象とした「浄化槽汚泥対応型」の助燃剤用脱水機（含水率 70%以下）として、スクリーンプレス脱水機、電気浸透式脱水機、遠心脱水機が開発されてきた。一方、余剰汚泥を対象とした助燃剤用の脱水機は、ろ布固定式フィルタープレス（加圧脱水機）はあったが、バッチ運転で開板作業に時間を要したため、機器類は大型化していた。この対策として、同時開板が可能な、ろ布走行式を開発し、雑時間の短縮、設備機器の小型化を図ったものである。</p>
フロー・構造図	
特徴・導入効果	<p>①特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> 対象とする汚泥は、無機化して、汚泥の剥離性が改善された ASB システムによる汚泥である。 使用する脱水機は、ろ布走行式フィルタープレスである。 <p>無機化が進み、剥離性が改善された汚泥では全室同時開板が可能であり、雑作業時間を大幅に削減できる。また、同時にろ布洗浄も可能となり、無人運転ができるため、本体および構成機器類の大幅な小型化、設置面積の縮小化が図れる。</p> <p>②効果</p> <p>安定して含水率 70%以下の脱水汚泥（助燃剤）が得られる。</p>
適用範囲・条件	<p>ASB システムの汚泥との組み合わせで用いられる。無機化の進んでいない余剰汚泥に対しては、剥離性に難があり、無人運転は勧められない。</p>
導入事例	<p>開発メーカー：クボタ環境サービス株式会社 実証施設：釜石大槌地区行政事務組合（岩手県）</p>
その他求められる方向性	<p>—</p>
備考	<p>第 40 回全国都市清掃研究・事例発表会（2019） 日本環境衛生センター性能調査報告書（2017）</p>

方向性（２）：地域・事業間連携

基礎（２）-8 リン回収（１）：種晶アパタイト法（応用技術）

<p>概要</p>	<p>種晶アパタイト法による晶析脱リン法は、排水中（生物処理水）のリン酸にカルシウムを添加して、pH 調整することにより、溶解度の小さいリン酸化合物（ヒドロキシアパタイト：HAP）を種晶表面に晶析させる。</p> <p>種晶としてケイ酸カルシウムを利用し、晶析が進み径が一定以上になってから引き抜き、水切り後、HAP 製品を回収する。</p> <p>設備の構成は、種晶を充填した晶析槽、液を循環するための循環槽、塩化カルシウムと苛性ソーダを注入する薬注設備、循環ポンプ、攪拌ブロワなどからなる。</p>
<p>フロー・ 構造図</p>	<pre> graph TD A[生物処理水] --> B[リン原水槽] C[塩化カルシウム CaCl2] --> B B --> D[晶析槽] E[苛性ソーダ NaOH] --> D D --> F[循環槽] D --> G["(分離機)"] F --> H[高度処理設備] G --> I[回収リン (HAP)] </pre>
<p>特徴・ 導入効果</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 製品の水切れがよく含水率が低い（20%以下）ため回収が容易である。 ・ 生物処理水を対象とするため製品の臭気もほとんどなく衛生的で、不純物が少ない。 ・ 製品は肥料取締法の副産リン酸肥料の規格を満たすことができる。 ・ 回収した製品の粒径は 2mm 以上となり、粉じんの発生がない。 ・ リン回収は物理化学反応であるため、運転・停止操作を容易に行うことができ、硝化脱窒素などの他の処理設備に影響を与えない。
<p>適用範囲・ 条件</p>	<p>生物処理後に晶析装置を設ける。</p> <p>その他については、HAP 法基本技術に準じる。</p>
<p>導入事例</p>	<p>開発メーカー：三井E & S 環境エンジニアリング株式会社（SRAP システム）</p> <p>導入施設：宇和島地区広域事務組合（愛媛県）</p>
<p>その他 求められる 方向性</p>	<p>—</p>
<p>備考</p>	<p>日本環境衛生センター性能調査報告書（2012）</p>

方向性（2）：地域・事業間連携

基礎（2）-9 リン回収（2）：可溶化MAP法（新技術）

概要	<p>可溶化 MAP 法は、返送汚泥に含まれる微生物細胞内のリンを対象とし、前段のアルカリ可溶化工程では、主処理工程から返送汚泥の一部を取り出し、アルカリ剤を加えることで、リン酸イオンとアンモニウムイオンが溶出した可溶化液を得る。後段の MAP 処理工程では、可溶化液にマグネシウム塩を添加し、析出した MAP 結晶を回収する。</p>
フロー・構造図	
特徴・導入効果	<p>浄化槽汚泥比率の上昇に伴い、従来のリン回収設備が対象とする原水の $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度が低下する傾向にある。</p> <p>搬入物をアルカリ可溶化処理することにより、$\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度を向上させ安定してリン回収が可能となる。</p>
適用範囲・条件	<p>生物学的脱窒素処理工程を有する幅広い処理方式に組み込むことが可能。</p>
導入事例	<p>開発メーカー：日立造船株式会社</p> <p>アルカリ可溶化と造粒脱リンプロセス PHOSNIX：フォスニックスの組合せ</p> <p>実証施設：串本町古座川町衛生施設事務組合（和歌山県）</p>
その他求められる方向性	—
備考	<p>第 40 回全国都市清掃研究・事例発表会（2019）</p> <p>日本環境衛生センター性能調査報告書（2018）</p>

方向性（2）：地域・事業間連携

基礎（2）-10 リン回収（3）：汚泥削減（BOD、リン溶出）＋リン回収（新技術）	
概要	<p>本技術は、アルカリ剤による汚泥の可溶化技術を利用し、返送汚泥の一部にアルカリ剤を添加して高い pH 条件で処理し、滞留槽で窒素・リン・有機物を主とする汚泥成分を溶出させる。汚泥成分は低分子化し、酢酸などの有機物と窒素、リンが得られる。このアルカリ処理液を硝化脱窒素処理工程に返送し、低分子化した有機物を脱窒の炭素源として利用するとともに、増量したリンをリン回収設備において HAP を回収する。</p>
フロー・構造図	
特徴・導入効果	<ul style="list-style-type: none"> ・汚泥の可溶化による有機物、リン等の溶出効果。 ・再度生物処理することにより汚泥は再合成されるが、余剰汚泥の減量には効果。 ・特殊な機械設備を使用せず、電力消費量の少ないアルカリ可溶化設備を採用。
適用範囲・条件	<ul style="list-style-type: none"> ・膜分離高負荷脱窒素法に適用することで汚泥が高濃度化し、可溶化が効率的。 ・リン回収設備との併用で、リン回収に効果的。
導入事例	<p>開発メーカー：日立造船株式会社 DN アシストと ADHAP システムの組合せ 導入施設：四万十町（高知県）、串本町古座川町衛生施設事務組合（和歌山県）</p>
その他求められる方向性	地球温暖化・国際潮流（汚泥削減 BOD、リン溶出技術：DN アシスト）
備考	第 36、37 回全国都市清掃研究・事例発表会（2015、2016）

方向性（2）：地域・事業間連携

基礎（2）-11 リン回収（4）：高効率リン回収システム（新技術）

<p>概要</p>	<p>汚泥再生処理センター（し尿処理施設）において、リン溶出技術と高度リン回収技術を複合し高度化した高効率リン回収技術である。</p> <p>リン溶出技術では、生物処理汚泥を可溶化し、汚泥からリンおよび有機物を溶出させる。また高度リン回収技術では、晶析工程を二段階に設けた二段 HAP 法により、処理水リン濃度を 1 mg/L 以下にし、後段の凝集沈殿・砂ろ過工程を省略する。</p>
<p>フロー・構造図</p>	
<p>特徴・導入効果</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・汚泥の可溶化による有機物、リン等の溶出効果。 ・再度生物処理することにより汚泥は再合成されるが、余剰汚泥の減量には効果。 ・二段 HAP 法により後段の凝集沈殿、砂ろ過工程を省略できる。 ・リン溶出技術との複合効果により、処理対象物からのリン回収率を向上させる。
<p>適用範囲・条件</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・リン回収率が放流リン濃度に直接影響をあたえるため、低水温時の対応が必要。
<p>導入事例</p>	<p>開発メーカー：日立造船株式会社 DN アシストと二段 HAP 法の組合せ 実証施設：仙北市（秋田県）</p>
<p>その他求められる方向性</p>	<p>—</p>
<p>備考</p>	<p>第 35 回全国都市清掃研究・事例発表会（2014） 日本環境衛生センター性能調査報告書（2013）</p>

方向性（2）：地域・事業間連携

基礎（2）-12 堆肥化：噴射空気切返し型コンポスター（応用技術）

<p>概要</p>	<p>本装置は、汚泥再生処理センター等で発生する汚泥を好気性発酵により、自動的、連続的に堆肥化する噴射空気切返し型の堆肥化装置である。</p> <p>圧縮空気を発酵槽底部より定期的に噴射することにより、切返しと隣室への移送を同時に行う。</p>
<p>フロー・構造図</p>	
<p>特徴・導入効果</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・圧縮空気により切返し攪拌を行うため、発酵槽内部に攪拌機等の駆動装置がなく、耐久性に優れ維持管理が容易である。 ・負荷変動に応じ供給空気量、切返し頻度、発酵槽温度管理などの調整により運転が容易である。 ・密閉構造で臭気・粉塵対策が容易である。 ・副資材を使用せず、良質な堆肥を製造できる。
<p>適用範囲・条件</p>	<p>2006（平成18）年以降、高負荷脱窒素処理（膜分離）や浄化槽汚泥の混入比率の高い脱窒素処理等の汚泥堆肥化に実績を有す。</p>
<p>導入事例</p>	<p>開発メーカー：三井E&S環境エンジニアリング株式会社（ジェットエア・コンポスター）</p> <p>導入施設：ふくおか県央環境施設組合（福岡県）、坂井地区広域連合（福井県）、八丈町（東京都）、指宿広域市町村圏組合（鹿児島県）</p>
<p>その他求められる方向性</p>	<p>—</p>
<p>備考</p>	<p>—</p>

方向性（２）：地域・事業間連携

基礎（２）-13 資源化組み合わせ（１）：助燃剤化＋リン回収（応用技術）

概要	<p>「P デニライトシステム®」（助燃剤化＋リン回収）は、し尿および浄化槽汚泥を前凝集分離する段階で、高効率脱水機により含水率 70%以下に脱水し助燃剤として回収するとともに、分離液からリンを回収するものである。リン回収は、濃縮分離液からリンを回収するもので、濃縮分離液にマグネシウム剤を添加し、アンモニアの存在下でし尿等に含まれるリン酸態リンと反応させ、リン酸マグネシウムとして回収する MAP 法によるものである。</p>
フロー・構造図	
特徴・導入効果	<p>し尿等の前凝集分離処理において、「助燃剤化」と「リン回収」を併せて行うことができる。</p> <p>助燃剤化は、実績の多い軸摺動式スクリーブレス脱水機を適用し、安定した助燃剤化が可能である。</p> <p>リン回収は、2塔のMAP晶析リアクタを用いるツインリアクタ方式であり、MAPの回収率向上が可能である。リン回収設備後段の主処理、高度処理工程では従来と同様の処理ができる。特殊な運転操作がないため、維持管理が容易である。</p>
適用範囲・条件	<p>本システムは、汚泥再生処理センター等において、脱水汚泥を助燃剤化として利用する技術とリンを回収する技術を組み合わせたものである</p> <p>リン回収技術には HAP 法と MAP 法があり、HAP 法は生物処理後に、MAP 法が前処理後に設けるのが一般的である。</p> <p>本システムではし尿等の前凝集分離液からリンを回収するため、MAP 法を採用した。</p>
導入事例	<p>開発メーカー：水 ing エンジニアリング株式会社（P デニライトシステム®）</p> <p>導入施設：五條市（奈良県）、備前市（岡山県）、岡山市（岡山県）、松山衛生事務組合（愛媛県、2020 年予定）</p>
その他求められる方向性	—
備考	第 37、38 回全国都市清掃研究・事例発表会（2016、2017）

方向性（２）：地域・事業間連携

基礎（２）-14 資源化組み合わせ（２）：助燃剤化＋リン回収（応用技術）

<p>概要</p>	<p>本技術は、脱水汚泥の含水率を 70%以下にする助燃剤化方式に対応した低動力型高効率遠心脱水機とその脱水ろ液から MAP 法によるリン回収技術を組合せたものである。</p>
<p>フロー・ 構造図</p>	
<p>特徴・ 導入効果</p>	<p>「助燃剤化」と「リン回収」を併せて行うことができる。 助燃剤化設備には、低動力型高効率遠心脱水機を採用し、リン回収設備には、MAP 法による造粒脱リンプロセス（商品名 PHOSNIX：フォスニックス）を採用している。MAP 処理水は、生物処理・高度処理を行った後河川放流とする、もしくは希釈して下水放流する等ニーズに応じた適応が可能である。</p>
<p>適用範囲・ 条件</p>	<p>本技術は、アンモニアが存在する生物処理前のし尿・浄化槽汚泥を脱水することにより助燃剤化を行い、その脱水ろ液から MAP としてリンを回収するものである。</p>
<p>導入事例</p>	<p>開発メーカー：日立造船株式会社 低動力型高効率遠心脱水機と PHOSNIX（フォスニックス）の組合せ 導入施設：紀南環境衛生施設事務組合（和歌山県、助燃剤化並の含水率に脱水）、 中津川市（岐阜県）</p>
<p>その他 求められる 方向性</p>	<p>—</p>
<p>備考</p>	<p>日本環境衛生センター性能調査報告書（2014）</p>

方向性（3）：AI・IoT の活用

基礎（3）-1 アンモニアセンサのし尿処理への適用（新技術）

<p>概要</p>	<p>アンモニアセンサにより、水処理前後のアンモニア濃度を連続的に把握することで、処理の安定化や曝気風量の適正化による電力削減効果が期待出来る。</p> <p>有機物濃度や MLSS 濃度が高いことによるアンモニアセンサの汚染、塩類濃度が高いことによるアンモニアセンサの測定阻害を受けないセンサを実施設で検証および実装済である。</p>
<p>フロー・構造図</p>	
<p>特徴・導入効果</p>	<p>水処理の安定化や曝気風量の適正化による電力削減が期待出来る。</p> <p>また、二次処理におけるメタノール注入量を適正化することにより、メタノール使用量の削減も期待出来る。（潮香苑では、メタノール使用量が 24%削減）</p> <p>今後、人口減少社会へ適応するべく、し尿処理でも AI・IoT の活用が行われていくと考えられ、アンモニアセンサと活性汚泥モデルによる AI・IoT 化が期待出来る。</p>
<p>適用範囲・条件</p>	<p>膜分離高負荷脱窒素処理方式、浄化槽汚泥混入率の高い脱窒素処理方式の処理施設において検証、実装済である。</p> <p>基本的に、脱窒素処理を実施しているし尿処理施設・汚泥再生処理センターに適用可能である。</p>
<p>導入事例</p>	<p>開発メーカー：水 ing エンジニアリング株式会社</p> <p>検証済施設：大町市（長野県）、新富町（宮崎県）</p> <p>導入先：津山圏域衛生処理組合（岡山県）、北松北部環境組合（長崎県）</p>
<p>その他求められる方向性</p>	<p>人口減少社会への適応</p>
<p>備考</p>	<p>第 39, 40 回全国都市清掃研究・事例発表会（2018 年, 2019 年）</p>

方向性（４）：下水道連携

基礎（４）-1 下水道を利用したし尿処理の効率化（前処理・脱水＋希釈）

概要	<ul style="list-style-type: none"> ・主に人口集中地域において、流域下水道を利用してし尿処理施設の省コスト化、省エネルギー化を図るもの。 ・し尿処理施設を下水道の除害施設と位置付け、し尿等の搬入および前処理または固液分離処理、希釈処理までをし尿処理施設で担い、生物処理以降公共水域への放流を流域下水処理施設に集約することで、し尿処理施設の効率化を望むことができる。 ・下水道排除基準は一般的に、SS：600mg/L、BOD：600mg/L、T-N：240mg/L、T-P：32mg/Lが挙げられる。 ・希釈倍率は、前処理＋希釈放流の場合で10～15倍、脱水＋希釈放流の場合で3～6倍が一般的である。
フロー・構造図	<p>【1】し尿等受入＋前処理（除渣処理）＋希釈⇒下水道放流</p> <p>【2】し尿等受入＋脱水（固液分離処理）＋希釈⇒下水道放流</p>
特徴・導入効果	<ul style="list-style-type: none"> ・し尿処理施設と下水処理施設の機能を集約化することで、し尿処理施設側での省エネルギー化、運営コストの低減化を図ることができ、下水処理施設の余剰能力を有意に利用することが可能となる。
適用範囲・条件	<ul style="list-style-type: none"> ・し尿処理施設の近傍に下水道管が敷設されていることが条件となる。 ・近年では、MICS事業として下水処理場内にし尿の受入設備を設ける場合もある。この場合、し尿処理場または汚泥再生処理センターには該当しないが、下水道管の敷設が不要となる。
導入事例	<ul style="list-style-type: none"> ・導入施設【1】：浅野アタカ株式会社：朝霞市（埼玉県）、クボタ環境サービス株式会社：行田市（埼玉県） 住友重機械エンパイロメント株式会社：神栖市（茨城県）、株式会社西原環境：横須賀市（神奈川県）、日立造船株式会社：玉名市（熊本県）、三井E&S環境エンジニアリング：新川広域圏事務組合（富山県） ・導入施設【2】：クボタ環境サービス株式会社：姫路市（兵庫県）、水ingエンジニアリング株式会社：紫波町（岩手県）、住友重機械エンパイロメント株式会社：加西市（兵庫県）、株式会社西原環境：美浜町（福井県）、日立造船株式会社：春日部市（埼玉県）、三井E&S環境エンジニアリング株式会社：町田市（東京都）
その他求められる方向性	—
備考	—

方向性（４）：下水道連携

**基礎（４）-2 下水道を利用したし尿処理の効率化
（前処理・脱水＋簡易生物処理＋希釈）**

概要	<p>・主に人口集中地域において、流域下水道を利用してし尿処理施設の省コスト化、省エネルギー化を図るもの。</p> <p>・し尿処理施設を下水道の除害施設と位置付け、し尿等の搬入および除外処理までをし尿処理施設で担い、生物処理以降公共水域への放流を流域下水処理施設に集約することで、し尿処理施設の効率化を望むことができる。</p> <p>・し尿等の搬入後、前処理後の除渣し尿または脱水後の分離液を曝気処理に代表される簡易処理を行うことで、主に BOD 負荷を低減し、希釈倍率を低減することができる。</p>
フロー・構造図	<p>【3】 し尿等受入＋前処理（除渣処理）または脱水（固液分離処理）＋簡易生物処理 ⇒下水道放流</p> <p>簡易生物処理の方法として、</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 活性汚泥による曝気処理 ● 流動担体, 固定床による曝気処理など、選択することができる。 <p>※注：簡易生物処理では主に BOD が低減されるため、T-N 負荷が高い場合には希釈倍率を上げる必要がある。</p>
特徴・導入効果	<p>・し尿処理施設と下水処理施設の機能を集約化することで、し尿処理施設側での省エネルギー化、運営コストの低減化を図ることができ、下水処理施設の余剰能力を有意に利用することが可能となる。</p> <p>・除渣し尿または脱水分離液を簡易的に生物処理することで大幅なコストを掛けずに希釈倍率の低減が可能となり、トータルで維持管理コストの低減を望むことが出来る。</p>
適用範囲・条件	<p>・し尿処理施設の近傍に下水道管が敷設されていることが条件となる。</p>
導入事例	<p>導入施設 【3】：</p> <p>浅野アタカ株式会社：福岡市（福岡県）、クボタ環境サービス株式会社：安城市（愛知県）、住友重機械エンバイロメント株式会社：三島市（静岡県）、株式会社西原環境：藤沢市（神奈川県）、日立造船株式会社：松塩地区広域施設組合（長野県）</p>
その他求められる方向性	—
備考	—

方向性（４）：下水道連携

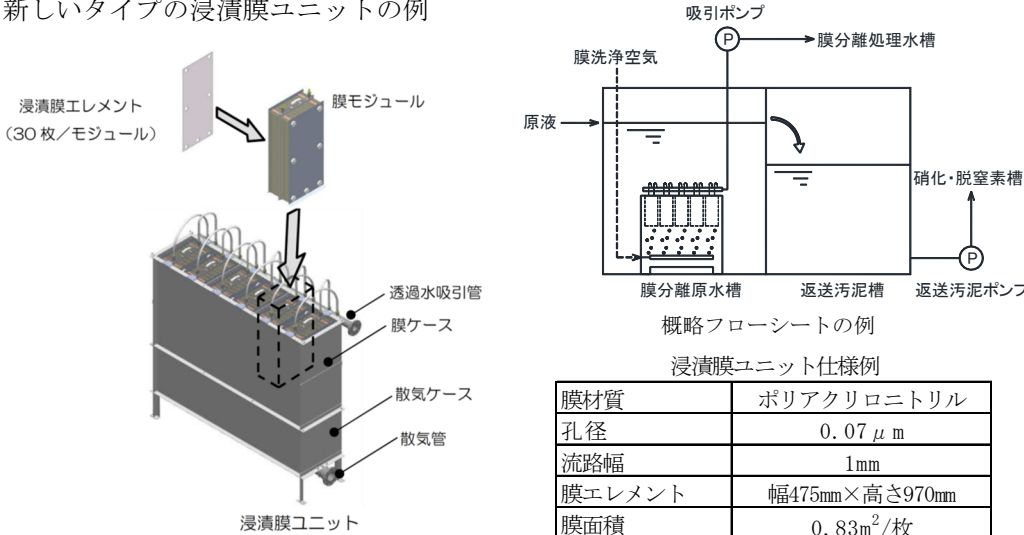
基礎（４）-3 下水道を利用したし尿処理の効率化（前処理・脱水＋硝化脱窒処理）	
概要	<ul style="list-style-type: none"> ・主に人口集中地域において、流域下水道を利用してし尿処理施設の省コスト化、省エネルギー化を図るもの。 ・し尿処理施設を下水道の除害施設と位置付け、し尿等の搬入および除害処理までをし尿処理施設で担い、生物処理以降公共水域への放流を流域下水処理施設に集約することで、し尿処理施設の効率化を望むことができる。 ・し尿等の搬入後、前処理後の除渣し尿または脱水後の脱水分離液を硝化脱窒処理し、BOD、T-N、T-Pともに下水道排除基準以下とし、無希釈で放流することができる。
フロー・構造図	<p>【４】 し尿等受入＋前処理（除渣処理）または脱水（固液分離処理）＋硝化脱窒素処理 ⇒下水道放流</p> <p>硝化脱窒素処理の方式として、</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 標準脱窒素処理方式 ● 高負荷脱窒素処理方式 ● 浄化槽対応型高負荷脱窒素処理方式 <p>などが挙げられる。 原則として、高度処理を設けず二次処理までとすることが多い。</p>
特徴・導入効果	<ul style="list-style-type: none"> ・し尿処理施設と下水処理施設の機能を集約化することで、し尿処理施設側での省エネルギー化、運営コストの低減化を図ることができ、下水処理施設の余剰能力を有意に利用することが可能となる。 ・除渣し尿または脱水分離液を硝化脱窒素処理することで、無希釈で下水道に放流することが可能となる。 ・また、し尿処理施設側だけで廃棄物処理法上の排出基準値を満足できるため、災害時など下水処理施設が受入不可となった場合でも公共水域への放流が可能である。
適用範囲・条件	<ul style="list-style-type: none"> ・し尿処理施設の近傍に下水道管が敷設されていることが条件となる。
導入事例	<p>導入施設【４】：</p> <p>浅野アタカ株式会社：糸島市（福岡県）、クボタ環境サービス株式会社：多治見市（岐阜県）、水ingエンジニアリング株式会社：別府市（大分県）、住友重機械エンバイロメント株式会社：掛川市（静岡県）、日立造船株式会社：龍ヶ崎地方衛生組合（茨城県）、三井E&S環境エンジニアリング株式会社：天草市（熊本県）</p>
その他求められる方向性	—
備考	—

方向性（5）：LCC・ストマネ・PPP

基礎（5）-1 洗浄脱水機構付スクリーン（応用技術）	
概要	ロータマットスクリーンは、きょう雑物の捕捉、きょう雑物の洗浄、きょう雑物の脱水機能を1つの動力で行っている。
フロー・ 構造図	<p>STEP 4 脱水 Pressing 搬送された夾雑物はプレス部により更に脱水し減容化します。 (含水率60～65%)</p> <p>STEP 3 搬送 Conveying 捕捉・洗浄された夾雑物はスクリーンコンベヤにより系外に搬送します。</p> <p>STEP 2 洗浄 Washing 臭気の原因となる夾雑物中の有機物は、圧力水による洗浄によって除去されます。</p> <p>STEP 1 捕捉 Screening 円筒型スクリーンにより流入水中の夾雑物を効率よく捕捉します。</p>
特徴・ 導入効果	<ul style="list-style-type: none"> ① 1つの動力で4つの機能(捕捉・洗浄・搬送・脱水)を有する。 ② スクリーン本体がステンレス製である。 ③ スクリーンのメンテナンス項目が少ない。
適用範囲・ 条件	<ul style="list-style-type: none"> ① し尿、浄化槽汚泥等 ② スクリーンの目幅：2.5mm、4.0mm、5.0mm ③ 前処理＋希釈後の下水道放流・下水処理場内のし尿投入施設等への実績が多い。
導入事例	<p>開発メーカー：株式会社西原環境（ロータマットスクリーン）</p> <p>導入施設： し尿処理場・北大東村（沖縄県）村発注、 下水処理場・香住町（兵庫県）町発注、他 28 施設</p>
その他 求められる 方向性	—
備考	—

方向性（5）：LCC・ストマネ・PPP

基礎（5）-2 低コスト膜（応用技術）

<p>概要</p>	<p>膜分離方式は、沈殿槽が不要で水質の安定性が優れるなど多くの利点があるが、膜交換費用が高額となるイメージを持たれるなどにより敬遠されるケースが増えている。膜は高価とのイメージを払拭し、膜分離処理の特性を生かし、膜本体および膜交換費用を大幅に低減した新しいタイプの浸漬膜を紹介する。</p>														
<p>フロー・構造図</p>	<p>新しいタイプの浸漬膜ユニットの例</p>  <p>膜分離処理水槽</p> <p>膜洗浄空気</p> <p>吸引ポンプ</p> <p>原液</p> <p>膜分離原水槽</p> <p>返送汚泥槽</p> <p>返送汚泥ポンプ</p> <p>硝化・脱窒素槽</p> <p>概略フローシートの例</p> <p>浸漬膜ユニット仕様例</p> <table border="1" data-bbox="963 896 1401 1120"> <thead> <tr> <th>膜材質</th> <td>ポリアクリロニトリル</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>孔径</td> <td>0.07 μm</td> </tr> <tr> <td>流路幅</td> <td>1mm</td> </tr> <tr> <td>膜エレメント</td> <td>幅475mm×高さ970mm</td> </tr> <tr> <td>膜面積</td> <td>0.83m²/枚</td> </tr> <tr> <td>設計透過水量</td> <td>0.5m³/m²・日</td> </tr> <tr> <td>平均膜間差圧</td> <td>5~10kPa</td> </tr> </tbody> </table>	膜材質	ポリアクリロニトリル	孔径	0.07 μm	流路幅	1mm	膜エレメント	幅475mm×高さ970mm	膜面積	0.83m ² /枚	設計透過水量	0.5m ³ /m ² ・日	平均膜間差圧	5~10kPa
膜材質	ポリアクリロニトリル														
孔径	0.07 μm														
流路幅	1mm														
膜エレメント	幅475mm×高さ970mm														
膜面積	0.83m ² /枚														
設計透過水量	0.5m ³ /m ² ・日														
平均膜間差圧	5~10kPa														
<p>特徴・導入効果</p>	<p>浸漬膜エレメントは、樹脂フレームを必要としない独自構造で以下の特徴を有す。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 膜と流路材のみで構成され、膜エレメントの厚さは1mm未満とコンパクト。 ② フレームレス構造で、膜の遊動により洗浄性が向上する中空糸膜の利点を併せ持つ。軽量化、低コスト化（従来の浸漬膜の50~60%）を実現。 														
<p>適用範囲・条件</p>	<ol style="list-style-type: none"> ① 従来型の浸漬膜と同様の運用ができる。 ② 万一、膜面が破損しても浸漬膜エレメント内部の流路が閉塞することで、SSの流出が止まる。 ③ 汚泥閉塞抑制型散気管の採用により、空気洗浄用散気管の閉塞がない。 ④ コンパクトで従来型の浸漬膜のスペース内で設置できる。 ⑤ 膜エレメントは、1モジュール30枚（25m²）で、処理量に応じたモジュール数を選択する。最大は6モジュール/基（150m²/基）。 														
<p>導入事例</p>	<p>開発メーカー：三井E&S環境エンジニアリング株式会社（スマートファイン）</p> <p>導入施設：玖珠九重行政事務組合（大分県）、小山広域保健衛生組合（栃木県）、みやま市（福岡県）</p>														
<p>その他求められる方向性</p>	<p>—</p>														
<p>備考</p>	<p>—</p>														

方向性（5）：LCC・ストマネ・PPP

基礎（5）-3 ユニット型発酵装置（応用技術）	
概要	<p>ユニット型発酵装置は前処理、発酵を一体化したものであり、乾燥ユニット（前処理）は成形された汚泥をネットコンベヤ上に並べ低温乾燥空気で乾燥される。乾燥された脱水汚泥は発酵槽へ投入され、装置内の攪拌及び送気により高温好気性発酵（65℃、48時間以上）が行われ、約30日でコンポストを生産する。</p>
フロー・構造図	
特徴・導入効果	<ul style="list-style-type: none"> ①乾燥と発酵を一体化したユニット型であり、装置がコンパクトになる。 ②乾燥機と発酵槽が密閉構造のため、脱臭風量が少ない。 ③装置が密閉構造のため、作業環境が良い。
適用範囲・条件	<ul style="list-style-type: none"> ①水処理施設等から発生する脱水汚泥
導入事例	<p>開発メーカー：株式会社西原環境（ユニット型発酵装置） 導入施設：中野市中野浄化管理センター（長野県）</p>
その他求められる方向性	—
備考	—

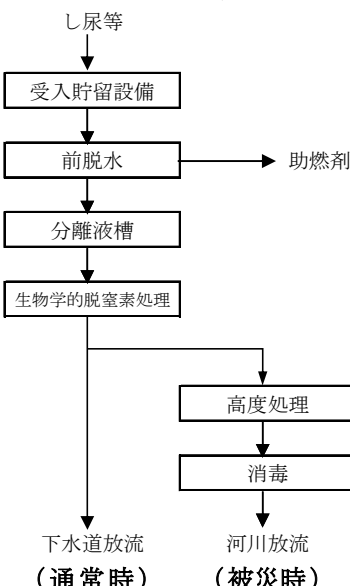
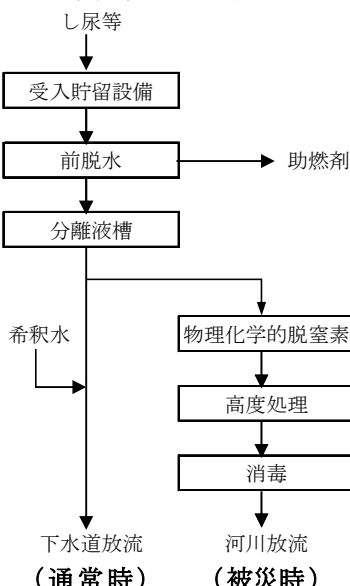
方向性（6）：災害対応・強靱化

基礎（6）-1 前処理技術 スリットセーバ（新技術）

概要	<p>本装置は、し尿等からし渣を分離するものである。</p> <p>流入されたし尿等は、連続配置された楕円板群が固定されたスリットバーの間を回転し連続的にし渣を分離する。</p> <p>分離されたし渣は、楕円板の回転により移動し排出される。</p> <p>分離液はスリットの間を通過し連続的に排出される。</p>
フロー・構造図	
特徴・導入効果	<p>楕円板群がスリットの間を回転するので、連続的にセルフクリーニングすることにより目詰まりによる処理能力低下がない。油脂分の多い浄化槽汚泥には最適な装置である。</p> <p>構造がシンプルなため、メンテナンスが容易。</p>
適用範囲・条件	<p>従来のドラムスクリーンに代わる装置である。</p> <p>ドラムスクリーンのほか、脱水システムの「バリュースラッジシステム®」の高効率凝集装置に採用され、汚泥の濃縮に効果を発揮している。</p>
導入事例	<p>販売メーカー：水ingエンジニアリング株式会社</p> <p>導入施設：島尻市（沖縄県）、高鍋市（宮崎県）、いわき市（福島県）、五條市（奈良県）、備前市（岡山県）</p>
その他求められる方向性	LCC・ストマネ・PPP
備考	東日本大震災時には、災害時のし尿下水投入の前処理機械として使用された。

方向性（6）：災害対応・強靱化

基礎（6）-2 下水道放流施設の災害対策（アイデア提案）

<p>概要</p>	<p>下水道放流施設において、下水道が被災し、下水道への放流が出来なくなった際、河川放流に切り替え可能な施設とする。</p> <p>フローは、前脱水（助燃剤化）施設を想定しているが、他の方式にも適用できる。除渣後、希釈下水道放流は対象外とする。</p>
<p>フロー・構造図</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>① 前脱水＋水処理の施設</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>② 前脱水＋希釈放流の施設</p>  </div> </div>
<p>特徴・導入効果</p>	<p>1) 通常時</p> <p>①生物学的脱窒素処理→下水道放流</p> <p>②前脱水＋希釈・下水道放流</p> <p>2) 下水道被災時</p> <p>①生物学的脱窒素処理→高度処理→消毒→河川放流</p> <p>②前脱水→物理化学的脱窒素（ストリッピング、塩素酸化）→高度処理→消毒→河川放流</p> <p>3) 効果</p> <p>下水道被災時は、高度処理設備まで稼働し、河川放流基準値以下に処理後、河川へ放流することができる。</p>
<p>適用範囲・条件</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・生物学的脱窒素処理または固液分離＋希釈下水道放流施設を対象とする。 ・施設は非常用として、河川放流可能な設備を設ける。
<p>導入事例</p>	<p>導入施設：別府市（大分県）（水ing株式会社）</p> <p>①案の前脱水＋水処理の施設と類似</p>
<p>その他求められる方向性</p>	<p>—</p>
<p>備考</p>	<p>—</p>

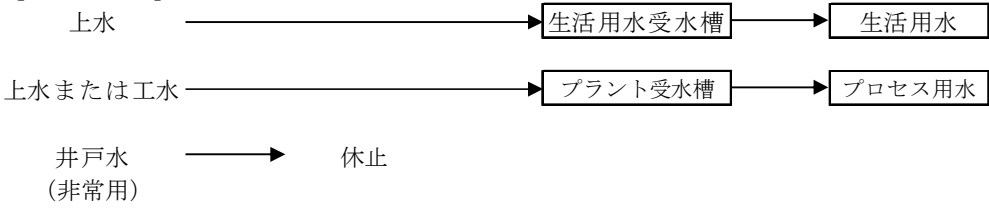
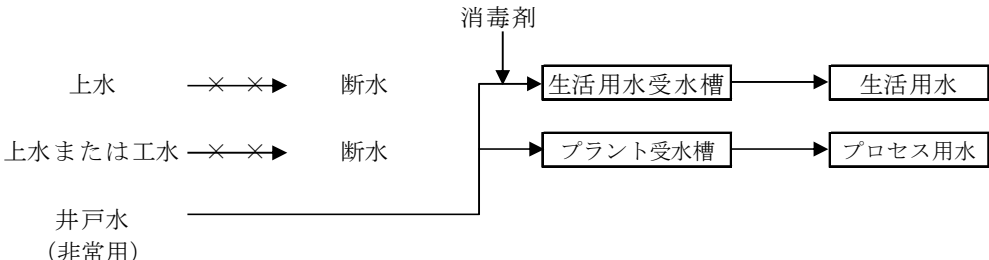
方向性（6）：災害対応・強靱化

基礎（6）-3 断水時、プロセス用水等に処理水の利用（河川放流施設）
（アイデア提案）

概要	<p>災害等による断水・渴水対策の一環として、海水希釈が提言されることもあるが、微生物の馴致期間の問題や津波のリスクがある沿岸部に施設を建設することになり、災害対策としては課題がある。</p> <p>災害時の対策として、高度処理水をプロセス用水や希釈水に利用できる非常用ラインを設置する。本提案の対象期間は、1～2週間程度を想定する。長期の断水を対象とする場合は、別項の非常用井戸の設置が有効である。</p>
フロー・構造図	
特徴・導入効果	<p>断水が復旧するまでの期間、高度処理水をプロセス用水や希釈水として利用する。希釈水を使用する標準脱窒素処理方式などでは、断水期間中、海水希釈で対応する場合に懸念される微生物の馴致の問題がなくなる。</p>
適用範囲・条件	<p>海水や井戸水が利用できない地域の河川放流施設を対象とする。</p> <p>高度処理のための薬品類のストックが必要である。</p> <p>処理水利用による夏場の曝気槽温度上昇等の懸念に対しては以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> 標準脱窒素処理方式：長期を想定する場合は、熱交換器を計画する。 高負荷脱窒素処理方式：本来、プロセス用水の使用量が少なく、既存熱交換器能力の範囲での対応が可能である。 高分子凝集剤溶解水：高度処理水にSSは殆どなく、処理水の塩濃度も低くなってきており、下記事例の期間においては、特に問題ないことを確認している。
導入事例	<p>広島県内の施設の事例（浄化槽汚泥の混入比率の高い脱窒素処理方式）</p> <p>「平成30年7月豪雨災害」により、上水やプロセス用水として利用している工水が断水し、復旧まで約10日間要した。その間は、仮設ラインにより処理水をプロセス用水に利用し処理を継続した。</p>
その他求められる方向性	—
備考	—

方向性（6）：災害対応・強靱化

基礎（6）-4 非常用井戸の設置による災害時の断水対応（アイデア提案）

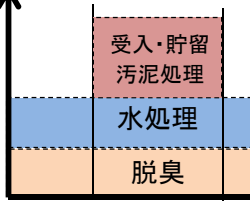
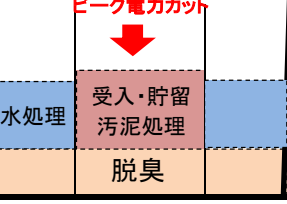
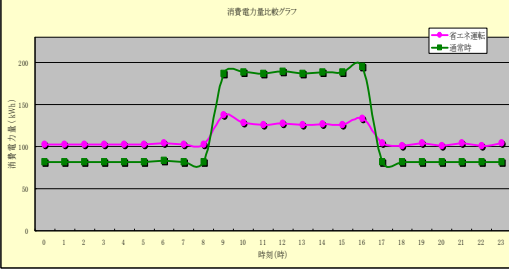
概要	<p>プロセス用水に上水または工水を利用している施設では、外部の水道施設等の被災により長時間の断水が発生した場合、施設の運転に影響をおよぼす。</p> <p>施設内に非常用の井戸を設置し、断水時の対応とする。</p>
フロー・構造図	<p>【通常時の例】</p>  <p>【断水時の対応例】</p> 
特徴・導入効果	<p>①断水時、プロセス用水受水槽に井戸水を供給し通常運転を継続する。</p> <p>②生活用水に利用する分は、消毒剤により滅菌する。</p> <p>③必要により、井戸水の浄水装置（除鉄・除マンガン等）を設ける。</p>
適用範囲・条件	<p>①プロセス用水に上水または工水を使用している施設に適用する。</p> <p>②非常用井戸水を生活用水に利用する場合に備え、水道水質基準に適合するか事前に確認しておく。</p> <p>③非常用井戸は、緊急時すぐにプロセス用水に使用できるように、定期的に稼働の確認・点検を行うか、通常は構内の樹木の散水用水等に利用することで稼働の確認を行っておく。</p>
導入事例	<p>し尿・汚泥再生処理センターで非常用に井戸を設置している事例は少ない。</p>
その他求められる方向性	—
備考	—

方向性（7）：地球温暖化対策

基礎（7）-1 ASB（土壌微生物活性化）システムによるし尿処理技術（新技術）	
概要	<p>腐食物質と天然ミネラルを活性汚泥に継続的に供給するためにそれらを充填したりリアクタを設置。その後、バチルス属細菌の生育環境を整える運転管理を行う。</p> <p>リアクタには、水槽内に設置する槽内浸漬型と活性汚泥の循環ライン等に設置する槽外型の2つのタイプがある。</p> <p>馴養された汚泥を受入槽に戻したり、臭気を活性汚泥と接触させる生物脱臭を用いたりすることで、高濃度臭気を低濃度化させる方法もある。</p>
フロー・構造図	
特徴・導入効果	<p>日本環境衛生センターの技術検証を受けた方式で、以下の効果が検証されている。</p> <p>①汚泥沈降性が改善する、②汚泥脱水性が向上する、③汚泥発生量が減少する、④高濃度臭気が低減する。その他、検証外ではあるが、発泡抑制、汚泥の抗菌作用も確認されている。</p> <p>ASB システム導入の結果、特に汚泥発生量の減少、高濃度臭気の高濃度臭気の低減により、必要薬品量の減少（CO₂発生抑制、省エネ推進）効果がある。</p>
適用範囲・条件	<p>実証施設は、膜分離高負荷脱窒素処理方式であるが、高負荷脱窒素処理方式、浄化槽汚泥対応型高負荷脱窒素処理方式でも実績がある。</p> <p>汚泥の削減効果とともに、沈降性改善効果が著しく、沈殿方式でよりメリットが出てくるものと推測している。水面積負荷の改善効果が大きく、処理水量の増加（災害対策）にも効果が期待できる。</p>
導入事例	<p>開発メーカー：クボタ環境サービス株式会社</p> <p>実証施設：釜石大槌地区行政事務組合（岩手県）</p> <p>導入施設：西予市（愛媛県）、南信州広域連合（長野県）、鴨川市（千葉県）、長生郡市広域市町村圏組合（千葉県）、他</p>
その他求められる方向性	LCC・ストマネ・PPP/災害対応・強靱化
備考	<p>第36,38,40回全国都市清掃研究・事例発表会（2015,2017,2019）</p> <p>日本環境衛生センター廃棄物処理技術検証第8号（2014）</p>

方向性（7）：地球温暖化対策

基礎（7）-2 日中曝気を停止する省エネ運転制御システム（新技術）

概要	<p>し尿処理施設への投入量の減少、及び濃度の希薄化に対して、夜間のみ曝気を行い、日中は水処理を停止する運転制御システムである。日中は前処理や汚泥処理、及び施設内環境維持に必要な脱臭を行い、夜間にし尿等の投入や水処理(高度処理を含む)と、脱臭を行う、『省エネ運転制御システム』である。</p> <p>なお、曝気再開時における水質への影響は、適正な制御を行うことで回避できている。</p>
フロー・構造図	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>【通常運転】</p>  <p>朝</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>【省エネ運転制御】</p>  <p>朝</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>ピークカットのイメージ</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <p>省エネ運転制御事例</p>  </div>
特徴・導入効果	<p>本システムを導入することで、以下の効果が期待できる。</p> <ol style="list-style-type: none"> ①日中のピーク電力を抑えることができるため、基本料金を下げることができる ②料金の安い「夜間電力」の使用量を多くすることができる ③水処理の運転時間が短くなるため、運転中の負荷は高くなり、効率の良い運転ができる（濃度が高くなり、メタノール使用量も低下する副次的な効果もある）
適用範囲・条件	<p>投入量の減少や浄化槽汚泥混入等による濃度が希薄化した場合に適用可能である。汚濁負荷が概ね 2/3 以下（日中 8 時間曝気を止められる程度以下の負荷）になった場合に、より多くの効果がみられる。</p>
導入事例	<p>開発メーカー：クボタ環境サービス株式会社 導入施設（実証施設）：鴨川市（千葉県）</p>
その他求められる方向性	—
備考	第 36 回全国都市清掃研究・事例発表会（2015、発表者：鴨川市）

方向性（7）：地球温暖化対策

基礎（7）-3 低温除湿乾燥機技術（応用技術）

<p>概要</p>	<p>低温除湿型乾燥機は成形して脱水汚泥をネットコンベヤに並べ、低温乾燥空気でゆっくり乾燥させる。乾燥に必要な熱風は 50℃程度の低温域の熱源で乾燥させる。熱源が低温域であるため、60～80℃の排熱でも利用できる。</p>
<p>フロー・構造図</p>	
<p>特徴・導入効果</p>	<p>①40～60℃程度の温風で汚泥を乾燥させる。 ②熱源が低温域のため、太陽熱温水器や発電機排熱などでも利用できる。 ③低温のため、装置の劣化が低く、安全性に優れている。</p>
<p>適用範囲・条件</p>	<p>①水処理施設等から発生する脱水汚泥</p>
<p>導入事例</p>	<p>開発メーカー：株式会社西原環境(クリーンドライヤー) 導入施設：佐世保市(長崎県) 北大東村(沖縄県)</p>
<p>その他求められる方向性</p>	<p>—</p>
<p>備考</p>	<p>—</p>

方向性（7）：地球温暖化対策

基礎（7）-4 汚泥削減（BOD溶出、リン溶出）技術（新技術）

<p>概要</p>	<p>本技術は、アルカリ剤による汚泥の可溶化技術を利用する。返送汚泥の一部にアルカリ剤を添加して高い pH 条件で処理し、滞留槽で有機物・窒素・リンを主とする汚泥成分を溶出させる。汚泥成分は低分子化し、酢酸などの有機物と窒素、リンが得られる。このアルカリ処理液を硝化脱窒素処理工程に返送することにより、低分子化した有機物を脱窒の炭素源として利用するとともに、余剰汚泥量の削減とリン溶出量の向上に効果がある。</p>
<p>フロー・ 構造図</p>	
<p>特徴・ 導入効果</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・汚泥の可溶化による有機物、リン等の溶出効果。 ・可溶化した有機物は、脱窒の炭素源として利用。 ・リン回収設備との併用により、リン回収率向上に効果。 ・再度生物処理することにより汚泥は再合成されるが、余剰汚泥の減量には効果。 ・特殊な機械設備を使用せず、電力消費量の少ないアルカリ可溶化設備の採用。 ・電力・薬品等の削減により CO₂ 排出量削減に寄与。
<p>適用範囲・ 条件</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・膜分離高負荷脱窒素法に適用すると汚泥が高濃度のため効率的である。 ・リン回収設備の併用により、リン回収量の増量に効果的である。
<p>導入事例</p>	<p>開発メーカー：日立造船株式会社（DN アシスト） 導入施設：四万十町（高知県）、串本町古座川町衛生施設事務組合（和歌山県）、直方市（福岡県、2021年3月完成予定）</p>
<p>その他 求められる 方向性</p>	<p>地域・事業間連携（本技術にリン回収を組み合わせた場合）</p>
<p>備考</p>	<p>第 37 回全国都市清掃研究・事例発表会（2016） 日本環境衛生センター性能調査報告書（2012）</p>

方向性（7）：地球温暖化対策

基礎（7）-5 汚泥減量化システム（新技術）

概要	<p>減量化対象汚泥を汚泥減量化装置内で循環させ高濃度オゾンガスと接触、反応させることで、汚泥の細胞膜を破壊、若しくは傷をつけ、そしてまた一部は汚泥に活性を与える。この汚泥を主処理設備の曝気槽へ投入し、汚泥を分解させることで発生汚泥量を抑制できる。</p>
フロー・構造図	
特徴・導入効果	<p>本システムで使用するオゾンは、通常の脱色工程で使用されているそれと比較し高濃度であるため、効率的に細胞膜を破壊、損傷および一部の汚泥に活性を与えている。これにより、生物由来の余剰汚泥に関しては、非常に効率良く処理汚泥量が激減する。</p>
適用範囲・条件	<p>本システムは柔軟なシステムであるため、新設の場合はもちろんのこと、処理工程を大幅に変更することなく既存施設に追加設置することが可能である。</p>
導入事例	<p>開発メーカー：浅野アタカ株式会社 導入事例：渡島西部広域事務組合（北海道）、鹿足郡環境衛生組合（島根県）</p>
その他求められる方向性	—
備考	日本環境衛生センター 汚泥減量化システム性能調査報告書（2008）

【事例編 資料一覧】

資料番号	要素技術の名称・テーマ
方向性（１）：人口減少社会への適応	
事例（１）-1	収集・運搬の効率化（応用技術）
事例（１）-2	小規模汚泥再生処理センター（応用技術）
方向性（２）：地域・事業間連携	
事例（２）-1	BDF 製造工程で副生されるグリセリン廃液の有効利用：し尿処理用脱窒剤としての利用
事例（２）-2A	地域未利用資源のバイオマスセンター受入・資源化：メタン発酵、液肥利用等
事例（２）-2B	下水汚泥のバイオマスセンター受入・資源化：堆肥化による資源化
事例（２）-3	下水汚泥の汚泥再生処理センター受入・資源化：助燃剤化、リン回収による資源化
事例（２）-4A	スクリープレス脱水機：軸摺動式
事例（２）-4B	スクリープレス脱水機：水分自動制御型
事例（２）-4C	スクリープレス脱水機：その他（１）
事例（２）-4D	スクリープレス脱水機：その他（２）
事例（２）-5A	電気浸透式汚泥脱水機（１）
事例（２）-5B	電気浸透式汚泥脱水機（２）
事例（２）-6A	遠心脱水機：超低含水率型
事例（２）-6B	遠心脱水機：低動力高効率型
事例（２）-8	リン回収：種晶アパタイト法（HAP 応用技術）
事例（２）-10	汚泥削減（BOD 溶出、リン溶出）＋リン回収
事例（２）-12	堆肥化装置：噴射空気切返し型コンポスター
事例（２）-13	助燃剤化＋リン回収：軸摺動式スクリープレス＋MAP ツインリアクタ
事例（２）-その他 1	閉鎖された下水処理施設を有効利用したバイオガス施設
方向性（３）：AI・IoTの活用	
事例（３）-1	アンモニアセンサのし尿処理への適用（新技術）
方向性（４）：下水道連携	
事例（４）-1	下水道を利用したし尿処理の効率化（脱水＋希釈）
事例（４）-3	下水道を利用したし尿処理の効率化（浄化槽対応型）
方向性（５）：LCC・ストマネ・PPP	
事例（５）-1	洗浄脱水機構付スクリーン
事例（５）-2	低コスト膜

資料番号	要素技術の名称・テーマ
方向性（６）：災害対応・強靱化	
事例（６）-1	前処理技術 スリットセーバ
事例（６）-2	下水道放流施設の災害対策
方向性（７）：地球温暖化対策	
事例（７）-1	ASB（土壌微生物活性化）システムによるし尿処理技術
事例（７）-2	日中曝気を停止する省エネ運転制御システム
事例（７）-3	低温除湿乾燥機
事例（７）-5	汚泥減量化システム

方向性（１）：人口減少社会への適応

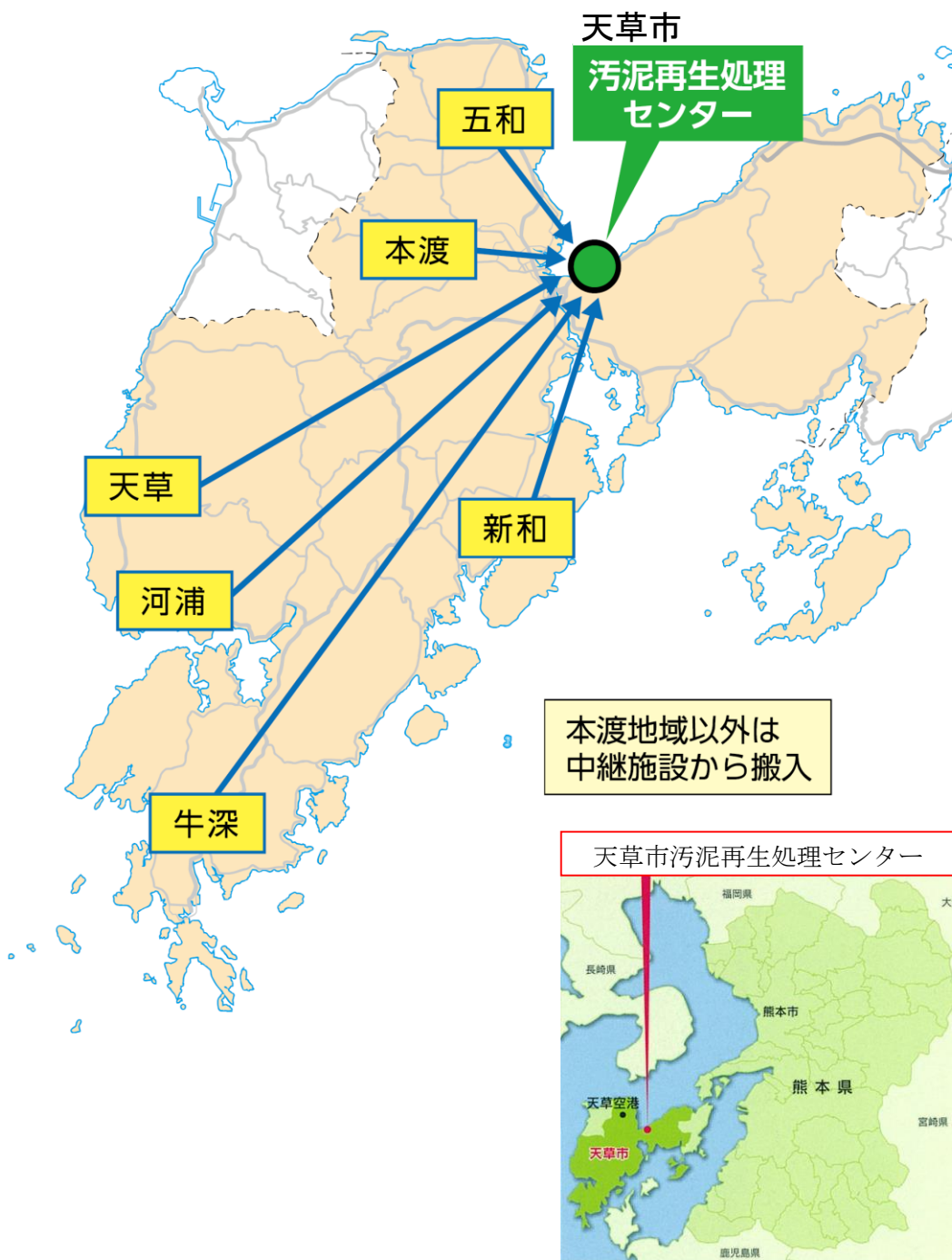
事例（１）-1 収集・運搬の効率化（応用技術）

導入先	天草市 天草市汚泥再生処理センター（熊本県）
建設業者	三井造船環境エンジニアリング・吉永・北時特定建設工事共同企業体 代表企業：（現）三井E&S環境エンジニアリング株式会社
概要	施設規模：92 kL/日（し尿 26 kL/日、浄化槽汚泥 65 kL/日、集落排水汚泥 1 kL/日） 処理方式 水処理：生物学的脱窒素処理方式（下水道放流） 資源化：汚泥助燃剤化 中継基地（以下、中継施設と言う）は既存利用（当施設の収集区域内 4 箇所＋新設 1 箇所）
導入のきっかけ及び経緯	<p>天草市は、2006（平成 18）年 3 月に本渡市、牛深市、有明町、御所浦町、倉岳町、栖本町、新和町、五和町、天草町及び河浦町の 2 市 8 町が合併して誕生した。</p> <p>合併後、し尿・浄化槽汚泥の処理は、本渡・五和地域は本渡衛生センターで、牛深・新和・天草・河浦地域は牛深し尿処理場で、有明町、御所浦町、倉岳町、栖本町は上天草衛生センターの 3 つの施設で処理されてきた。</p> <p>このうち、市直営の本渡衛生センター、牛深し尿処理場は、老朽化により更新が必要となり、天草市汚泥再生処理センターを新設し、集約処理することになった。</p> <p>汲み取ったし尿・浄化槽汚泥は、汚泥再生処理センターに近い本渡地域は直接搬入し、牛深・新和・天草・河浦・五和地域は、それぞれ中継施設に集めた後、大型のし尿等運搬車で当汚泥再生処理センターに搬入し処理する。（牛深地域は、中継施設を新設）</p> <p>なお、有明町、御所浦町、倉岳町、栖本町については、これまでどおり上天草衛生センターで処理される。</p>
財源措置	—
課題・留意点 適応上の	<p>天草市は収集面積が広いことから、以前から数箇所の中継施設を保有していた。</p> <p>2017（平成 29）年に 2 箇所（本渡衛生センター、牛深し尿処理場）のし尿処理施設が、天草市汚泥再生処理センターに集約されることにより、既存の中継施設の他、牛深地域は中継施設を新設し、収集・運搬の効率化が図られている。</p>
その他	—

事例（1）-1 収集・運搬の効率化（応用技術）

システム概要（フローチャート、写真等）

天草市汚泥再生処理センターの収集区域



出典：市政だより天草No.264 を基に作成

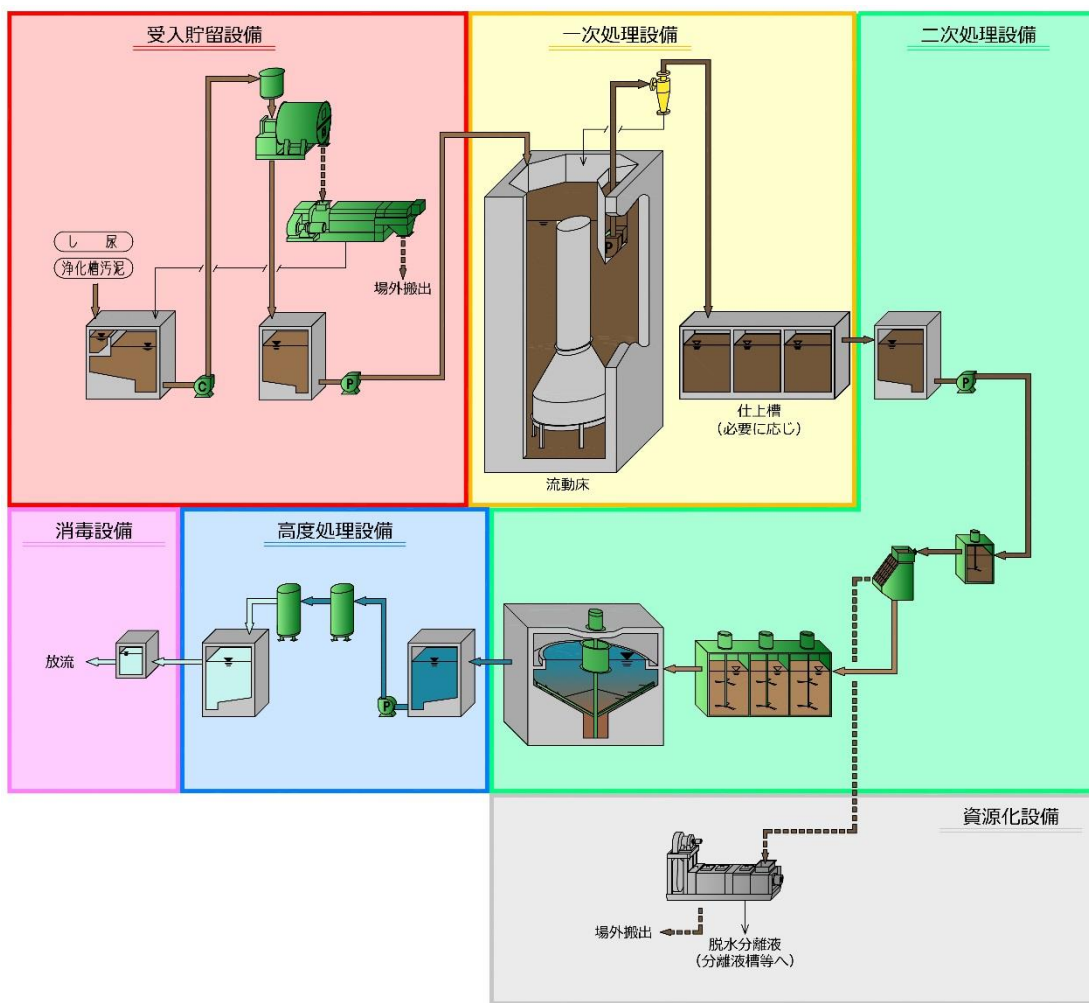
方向性（１）：人口減少社会への適応

事例（１）-2 小規模汚泥再生処理センター（応用技術）

導入先	対馬市 対馬中部クリーンセンター（長崎県）
建設業者	浅野アタカ株式会社
概要	<p>施設規模：23 kL/日（し尿 12 kL/日、浄化槽汚泥 11 kL/日、生ごみ 50 kL/日）</p> <p>処理方式</p> <p>水処理：高負荷脱窒素処理方式 ＋ 高度処理</p> <p>資源化：堆肥化</p>
導入のきっかけ及び経緯	<p>今後、浄化槽の普及が活発になるに伴い、浄化槽汚泥の有効利用先として資源循環型社会を担う「汚泥再生処理センター」の役割がこれまで以上に大きくなると考えられる。近年、汚泥再生処理センターは広域化している。これは収集区域を広域化し、大規模施設を設けることによって、経済的に生活排水処理を行えることが要因としてある。一方、人口が減少しているため、収集区域を広域化することによって逆に非経済的となるケースもあると報告されている。</p> <p>そこで、広域化が困難な地域向けの小規模汚泥再生処理センターについて、将来的に有用となり得る水処理技術として導入した。</p>
財源措置	循環型社会形成推進交付金（環境省）
課題・留意点 適応上の	—
その他	<p>その他求められる方向性</p> <p>人口減少社会への適応／AI・IoTの活用／LCC・ストマネ・PPP</p>

事例（1）-2 小規模汚泥再生処理センター（応用技術）

システム概要（フローチャート、写真等）



小規模汚泥再生処理センター フロー例



施設例全景

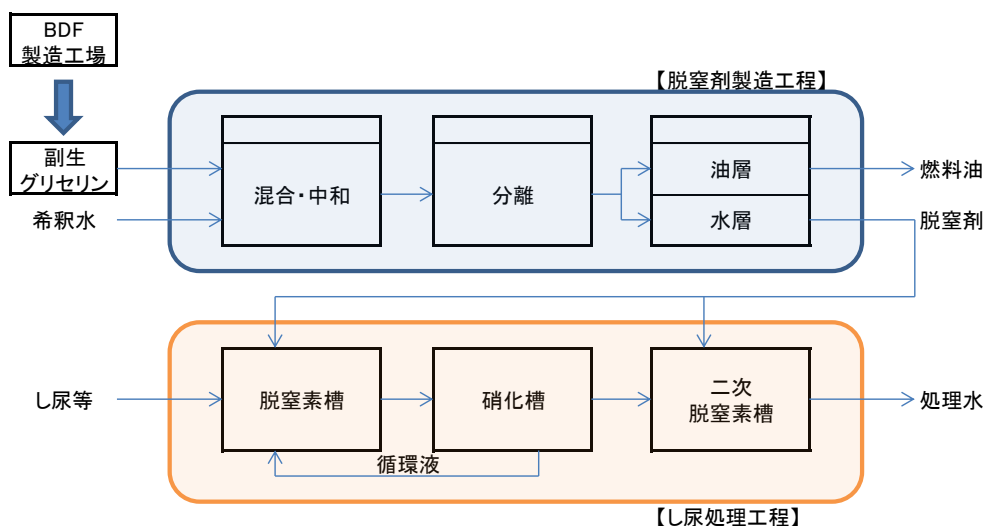
方向性（２）：地域・事業間連携

事例（２）-1 BDF 製造工程で副生されるグリセリン廃液の有効利用： し尿処理用脱窒剤としての利用	
導入先	熊野市 熊野市クリーンセンター（三重県）、他
建設業者	クボタ環境サービス株式会社
概要	施設規模：40 kL/日（し尿 12 kL/日、浄化槽汚泥 28 kL/日、生ごみ 20 kg/日） 処理方式 水処理：膜分離高負荷脱窒素処理方式＋高度処理 資源化：リン回収
導入のきっかけ及び経緯	『BDF 製造工程で生成される副生グリセリン』は大半が産業廃棄物として処分されていたが、油層と水層に分離することで、油層は燃料油として、水層は脱窒剤として各々を有価物として活用できることが確認された。 この水層をメタノール代替とすることで「資源循環、温暖化防止の効果が期待できる」とのことから導入することとした。 導入の結果、メタノールと同等の効果が確認された。また、メタノール注入設備をそのまま使えることで、切り替えの費用は全く発生しなかった。
財源措置	建設時は、循環型社会形成推進交付金（環境省）の対象事業となる。 施設稼働後に導入した場合、メタノールの貯留・注入設備をそのまま利用できるため、交付金の対象とはならない。 延命化工事においては、CO ₂ 削減に寄与するため、交付金対象事業にしやすい。
課題・留意点 適応上の	メタノールと同等の機能を有しており、トラブルはない。
その他	—

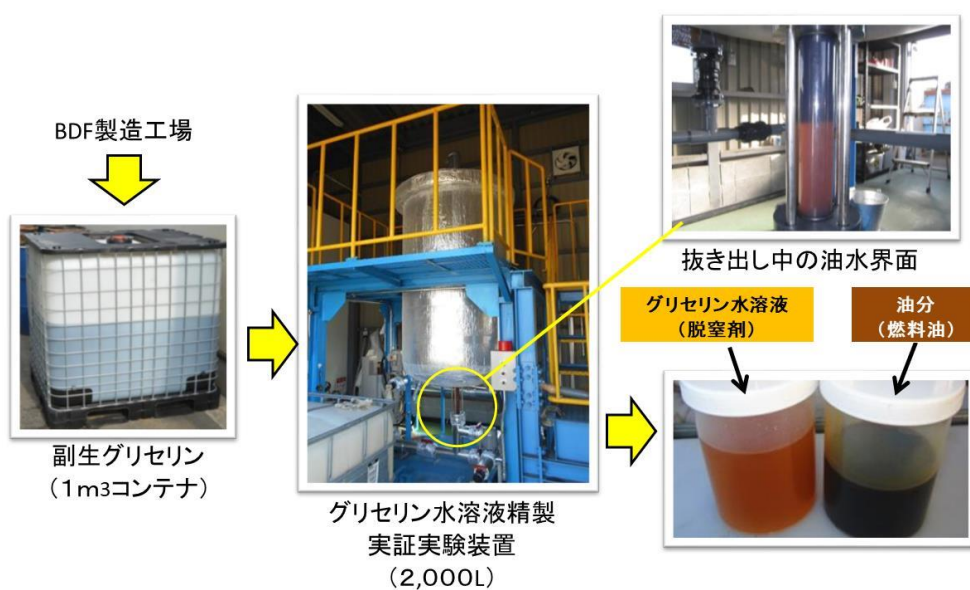
事例（２）-1 BDF 製造工程で副生されるグリセリン廃液の有効利用：
し尿処理用脱窒剤としての利用

システム概要（フローチャート、写真等）

【副生グリセリンからの脱窒剤製造フロー】



【実証試験での脱窒剤の各製造工程の写真】

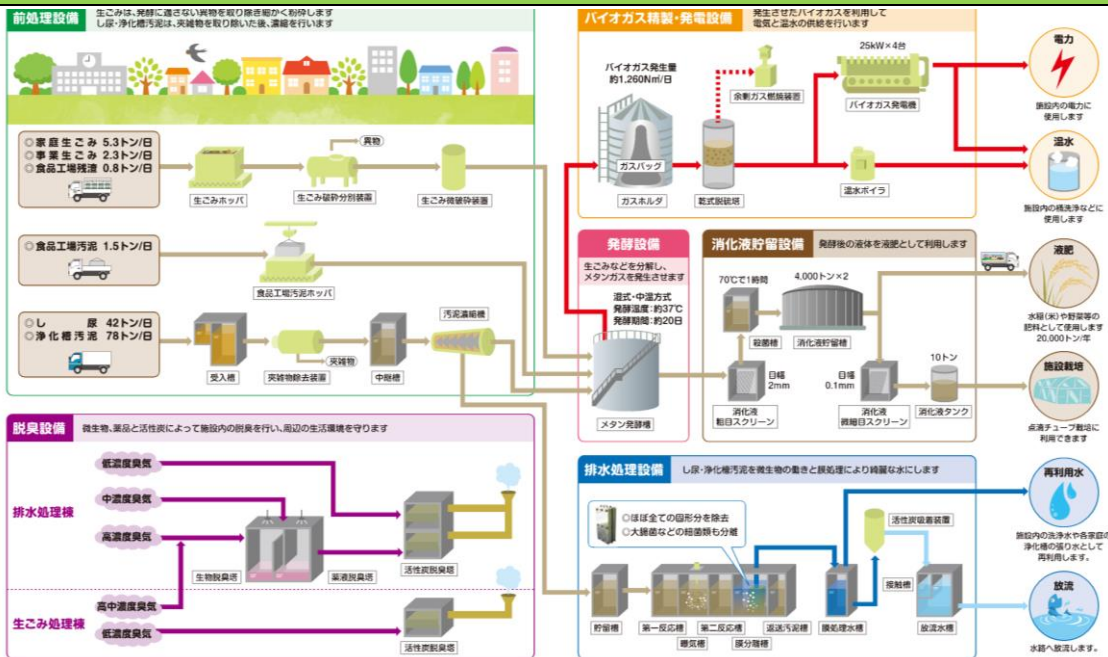


方向性（２）：地域・事業間連携

事例（２）-2A 地域未利用資源のバイオマスセンター受入・資源化： メタン発酵、液肥利用等	
導入先	みやま市 みやま市バイオマスセンター「ルフラン」（福岡県）
建設業者	三井造船環境エンジニアリング・中原電工特定建設工事共同企業体 代表企業：（現）三井E&S環境エンジニアリング株式会社
概要	<p>施設規模：公称能力 130 t/日 家庭系生ごみ 5.3 t/日、事業系生ごみ 2.3 t/日 産業系食品廃棄物等 2.3 t/日（食品工場残渣 0.8 t/日、食品工場汚泥 1.5 t/日） し尿 42 t/日、浄化槽汚泥 78 t/日</p> <p>処理方式 資源化：メタン発酵（湿式、中温方式）、バイオガスは発電・熱利用、消化液は液肥利用 水処理：膜分離高負荷脱窒素処理＋高度処理</p> <p>事例概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・分別生ごみ（家庭系、事業系）、産業系食品廃棄物等及びし尿・浄化槽汚泥の濃縮汚泥をメタン発酵処理する。 ・メタン発酵で発生するバイオガスにより発電・熱回収を行い、施設内で利用する。 ・メタン発酵消化液は、スクリーンできょう雑物を除去後、高温殺菌（70℃）を行い、消化液貯留槽に貯留し、液肥として農業利用する。 ・し尿・浄化槽汚泥の濃縮分離液は、排水処理設備にて、膜分離高負荷脱窒素処理、高度処理を行い、処理水は浄化槽張水や施設内の洗浄水に再利用し、余剰水は消毒後放流する。
導入のきっかけ及び経緯	<ul style="list-style-type: none"> ・2011（平成23）年に発生した東日本大震災における原子力発電所の事故により、日本全国で地域分散型の再生可能エネルギーを求める声が高まった。みやま市では、再生可能エネルギー導入可能性調査を実施し、地域に眠る未利用資源である、家庭系・事業系生ごみ、食品廃棄物及びし尿・浄化槽汚泥をメタン発酵させ、電力と液肥を生み出す資源循環プロジェクトを選定し、市民の協力により構想開始から7年の歳月をかけバイオマスセンターが完成した。 ・施設は、メタン発酵タイプの汚泥再生処理センターとして実績のあるREMシステムを基本技術とし、大木町（福岡県）に実績を有する本システムを導入した。
措置財源	循環型社会形成推進交付金（環境省）
課題・留意点 適応上の	バイオマスセンター建設のためには、入口の生ごみ分別の市民の協力、出口の液肥利用の農家の理解が重要なポイントである。この2つをしっかりと取り組むため、建設までの4年間にわたり生ごみ分別モデル事業、液肥散布モデル事業を近隣の大木町の協力で実施できたこともスムーズに事業が進んでいる理由である。
その他	—

事例（２）-2A 地域未利用資源のバイオマスセンター受入・資源化：
メタン発酵、液肥利用等

システム概要（フローチャート、写真等）



廃校になった旧山川南部小学校校舎は研修室、食品加工所、カフェ、シェアオフィスとして整備



サテライト液肥貯留設備



生ごみ分別排出



生ごみ破碎分別装置



バイオガス発電機



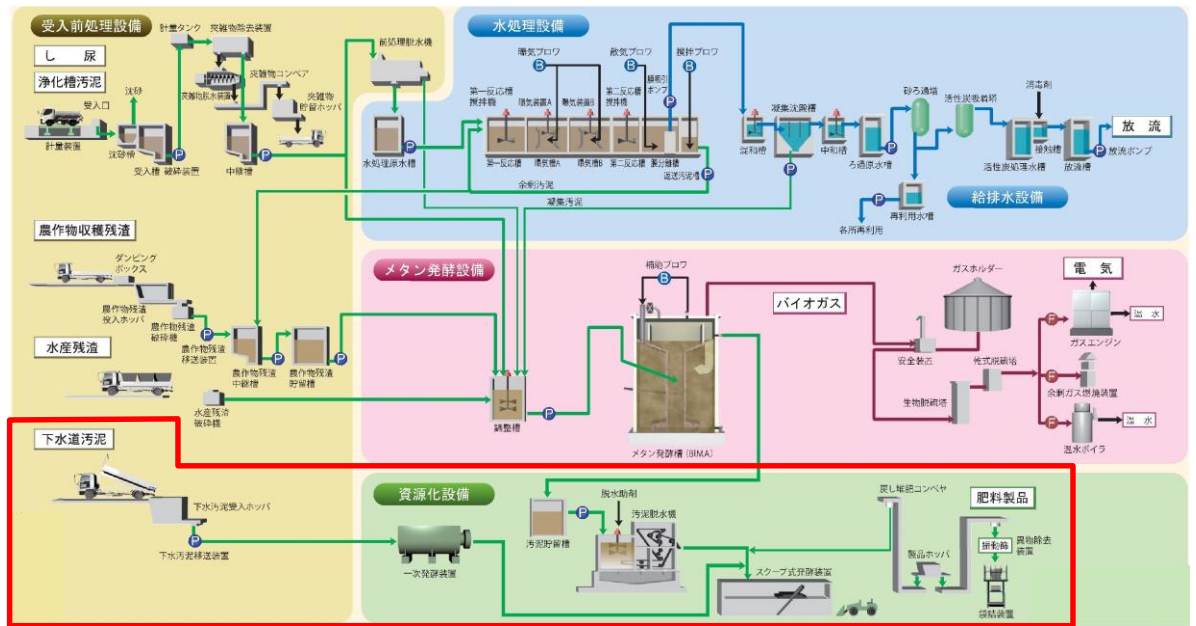
液肥散布

方向性（２）：地域・事業間連携

事例（２）-2B 下水汚泥のバイオマスセンター受入・資源化：堆肥化による資源化	
導入先	三浦地域資源ユーズ株式会社（第三セクター） 三浦バイオマスセンター「BIMA ステーション三浦」（神奈川県）
建設業者	設計・施工：三井E&S環境エンジニアリング株式会社 運転管理：三井E&S環境エンジニアリング株式会社 事業形式：DBFO方式
概要	<p>施設規模</p> <p>し尿 17.9 kL/日、浄化槽汚泥 46.8 kL/日 農作物収穫残渣 20 t/日、水産残渣 0.5 t/日 下水道汚泥 3.9 t/日（脱水汚泥）</p> <p>処理方式</p> <p>資源化：メタン発酵（湿式、中温方式）、バイオガスは発電、熱利用 消化液は脱水後、下水道汚泥とともに堆肥化 水処理：膜分離高負荷脱窒素処理＋高度処理</p> <p>事例概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本施設では、し尿・浄化槽汚泥の他、多様な有機性廃棄物を受け入れ資源化する。 ・下水道汚泥は、単独で一次発酵（横型発酵装置）した後、農作物収穫残渣や水産残渣、水処理余剰汚泥のメタン発酵消化液を脱水した汚泥とともに、二次発酵装置（スクープ式）で堆肥化する。 ・堆肥製品は、篩分け後、袋詰し農地還元する。
導入のきっかけ及び経緯	<ul style="list-style-type: none"> ・下水道汚泥処分費のコスト縮減や資源の有効利用などから、下水道汚泥を有機性廃棄物として受け入れ、資源化する。 ・産業廃棄物である下水道汚泥を混合してメタン発酵処理する場合、メタン発酵設備、排水処理設備全体が産業廃棄物処理施設になるとの見解から、下水道汚泥は直接堆肥化する。 ・農作物収穫残渣の放置縮減対策として、農作物収穫残渣（大根、スイカ等）を受け入れ、水産残渣等と併せて資源化（メタン発酵後堆肥化）する。
措置 財源	バイオマスの環づくり交付金（農林水産省）
課題・留意点 適応上の	堆肥需要量の確保
その他	—

事例（2）-2B 下水汚泥のバイオマスセンター受入・資源化：堆肥化による資源化

システム概要（フローチャート、写真等）



下水道汚泥受入状況



一次発酵装置



二次発酵装置
(スクープ式)



自動袋詰装置



堆肥製品



袋詰堆肥

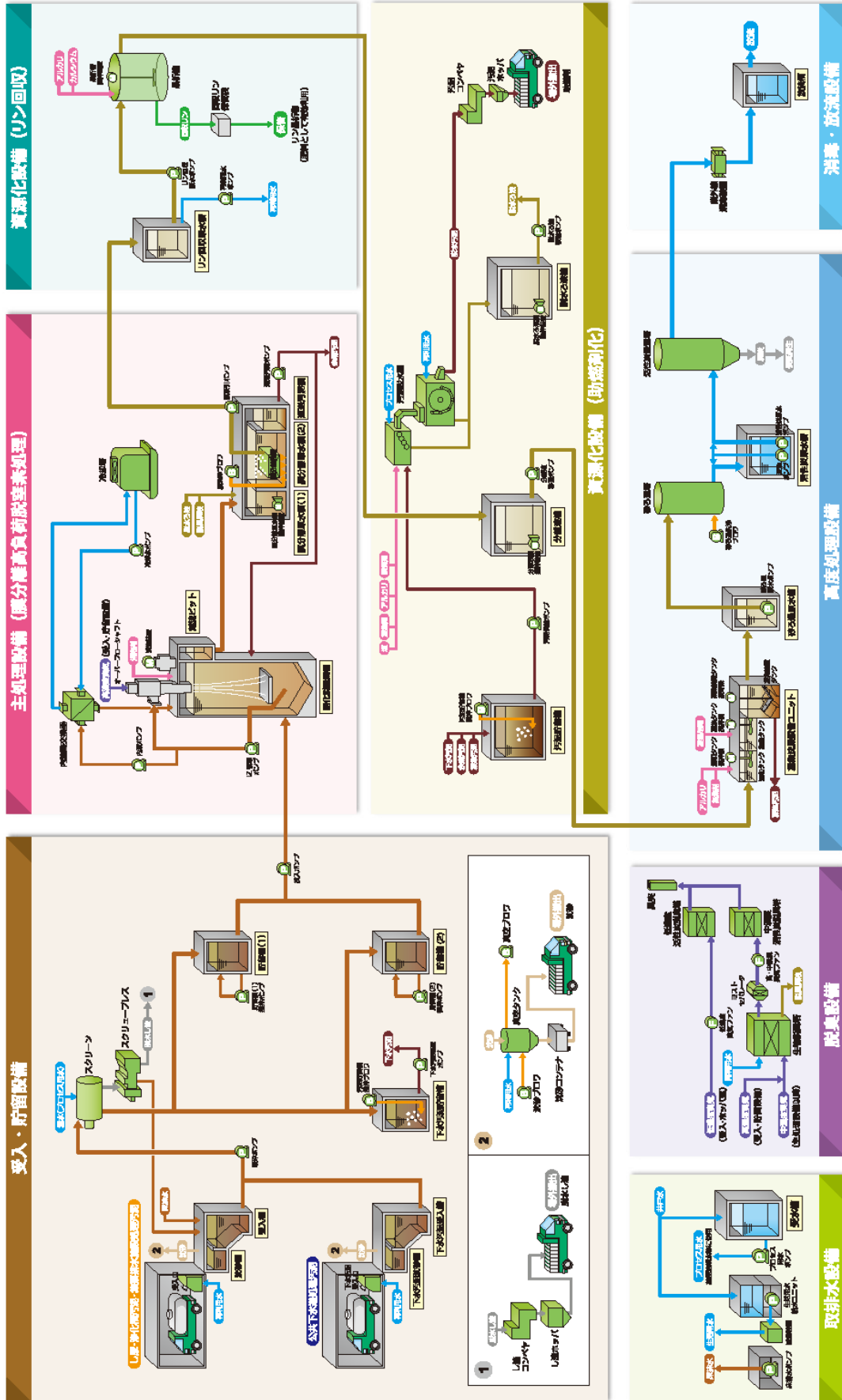
方向性（２）：地域・事業間連携

事例（２）-3 下水汚泥の汚泥再生処理センター受入・資源化：
助燃剤化、リン回収による資源化

導入先	日野町江府町日南町衛生施設組合 汚泥再生処理センター 清化園（鳥取県）
建設業者	設計・施工：日立造船株式会社
概要	<p>施設規模：15 kL/日 （し尿 3.0 kL/日、浄化槽汚泥 3.4 kL/日、集落排水施設処理汚泥 4.7 kL/日、公共下水道処理汚泥 3.9 kL/日）</p> <p>処理方式 水処理：膜分離高負荷脱窒素処理方式＋高度処理 資源化：汚泥助燃剤化、リン回収</p>
導入のきっかけ及び経緯	<p>昭和 39 年度に日野町江府町衛生施設組合によって、8 kL/日のし尿処理施設が建設された。その後、処理量は増加し、昭和 46 年度に日南町の組合加入により 6 kL/日の増設工事を行い、昭和 52 年度には受入棟を整備、昭和 56・57 年度の継続事業で 16 kL/日の増設工事を実施し、計 30 kL/日の施設として運営を行っていた。</p> <p>平成 6 年度には浄化槽汚泥の増加に対応するために、浄化槽汚泥の前処理設備（処理能力 17 kL/日）を整備し、その後平成 17 年度に老朽化した 14 kL/日施設を廃止しているが、施設の老朽化及び処理対象物の変化が生じてきたため「汚泥再生処理センター清化園」の整備に至ったものである。</p> <p>汚泥再生処理センター清化園にて、し尿・浄化槽汚泥（集落排水処理施設等からの汚泥含む）の他、整備前同様に公共下水道処理汚泥の処理を行うものとし、資源化方式としてリン回収と助燃剤化を採用し、回収したリンは肥料として利用し、助燃剤は廃棄物焼却炉にて混焼している。</p>
財源措置	循環型社会形成推進交付金（環境省）
課題・留意点 適応上の	—
その他	—

事例（２）-3 下水汚泥の汚泥再生処理センター受入・資源化：
助燃剤化、リン回収による資源化

システム概要（フローチャート、写真等）



方向性（２）：地域・事業間連携

事例（２）-4A スクリュープレス脱水機：軸摺動式

導入先	<p>幡多西部消防組合 幡西衛生処理センター（高知県）、 新富町 潮香苑（宮崎県）、 所沢市 衛生センター（埼玉県）、 秋田市 秋田市汚泥再生処理センター（秋田県）、 五條市 五條市クリーン・オアシス（奈良県）、 備前市 備前市汚泥再生処理センター（岡山県）、 別府市 別府市リバーサイドオアシス春木苑（大分県） 紫波町 紫波町汚泥再生処理センター（岩手県）、 津山圏域衛生処理組合 汚泥再生処理センター（岡山県） 他多数</p>
建設業者	水 ing エンジニアリング株式会社
概要	<p>汚泥助燃剤化用に技術開発・改良した高効率脱水機で、スクリー軸が前後にスライドする機構を備えた軸摺動式スクリープレス脱水機である。</p> <p>供給汚泥の変動を吸収し脱水性の向上を図るため濃縮部を濃縮機として別置きしており、このため脱水機本体の機長が短くコンパクトな機体となっている。</p> <p>低速回転のため低騒音、低振動で省エネルギーに優れる。</p>
導入のきっかけ及び経緯	<p>平成 15 年以降、循環型社会形成推進交付金制度における補助対象となる資源化技術に、助燃剤化技術が加わったことを受け、含水率 70%以下の脱水汚泥を安定して排出できる高効率脱水機の開発を推進した。</p> <p>脱水設備が資源化設備と併用できる助燃剤化は、汚泥再生処理センターの資源化メニューとして主要技術となっている。</p> <p>軸摺動式スクリープレス脱水機は汚泥助燃剤化対応としては、国内一の納入実績を誇る。</p>
財源措置	循環型社会形成推進交付金（環境省）
課題・留意点 適応上の	繊維分が少ない供給汚泥を脱水する場合、含水率 70%を維持するためには、繊維状脱水補助剤を添加する必要がある。
その他	—

事例（2）-4A スクリュープレス脱水機：軸摺動式

システム概要（フローチャート、写真等）



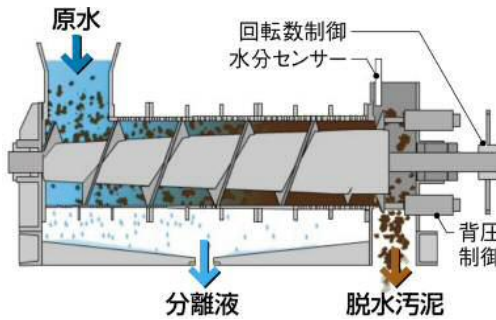
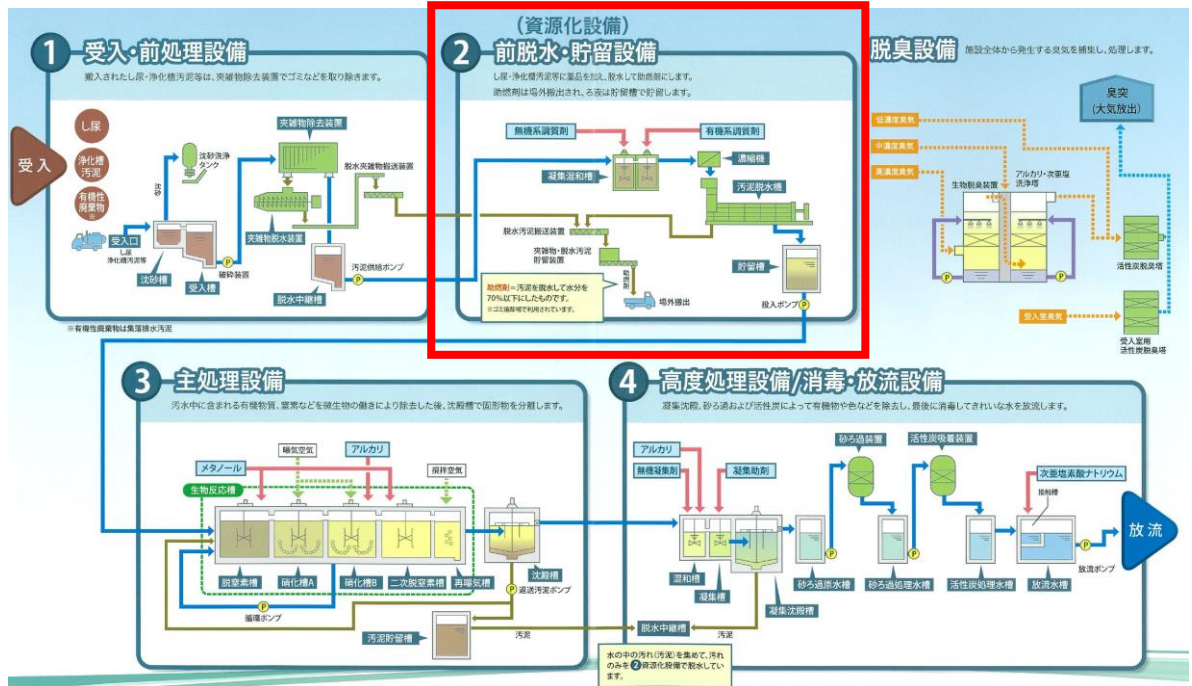
方向性（２）：地域・事業間連携

事例（２）-4B スクリュープレス脱水機：水分自動制御型

導入先	和歌山市 青岸汚泥再生処理センター（和歌山県）
業者建設	三井E&S環境エンジニアリング株式会社
概要	<p>施設規模：484 kL/日（し尿 53 kL/日、浄化槽汚泥 431 kL/日（集落排水汚泥含む））</p> <p>処理方式</p> <p>水処理：前脱水＋生物学的脱窒素処理＋高度処理</p> <p>資源化：助燃剤化</p> <p>事例概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・搬入し尿・浄化槽汚泥は、破碎後、きょう雑物除去装置（粗目）で、粗大なし渣分等を除去し、脱水中継槽に貯留する。 ・脱水中継槽では、余剰汚泥・凝集汚泥を混合・均一化する。 ・凝集混和槽で無機系調質剤と有機系調質剤を添加し、濃縮後、前脱水（助燃剤化）を行う。 ・脱水機には、水分自動制御型スクリーンプレス（商品名：スマートプレス）を導入し、含水率 70% 以下に脱水・助燃剤化する。 ・助燃剤は、隣接のごみ焼却施設へ搬出する。 ・脱水分離液は、生物学的脱窒素処理、高度処理を行い、消毒後放流する。
導入のきっかけ及び経緯	<p>1) 前脱水方式による助燃剤化を導入した理由</p> <ul style="list-style-type: none"> ・浄化槽汚泥混入比率が高いため、浄化槽汚泥対応型プロセスに準拠した前脱水方式を採用。 ・脱水補助剤の添加が不要で、維持管理費が低減できる。 <p>2) 脱水機に水分自動制御型スクリーンプレスを導入した理由</p> <ul style="list-style-type: none"> ・独自技術の水分計による自動制御運転により、原水の性状変動への対応が容易で、連続監視を行いながら、脱水汚泥含水率 70% 以下に安定して維持できる。 ・本技術は、（一財）日本環境衛生センター性能調査報告書を取得した技術である。 ・浄化槽汚泥には地域性があるため、事前に試験装置による現地試験を行い、本施設の搬入し尿・浄化槽汚泥に対する前脱水性能を確認した。
措置財源	循環型社会形成推進交付金（環境省）
課題・留意点	—
その他	—

事例（２）-4B スクリュープレス脱水機：水分自動制御型

システム概要（フローチャート、写真等）



水分自動制御型スクリープレス構造図



前処理・脱水機室



汚泥脱水機



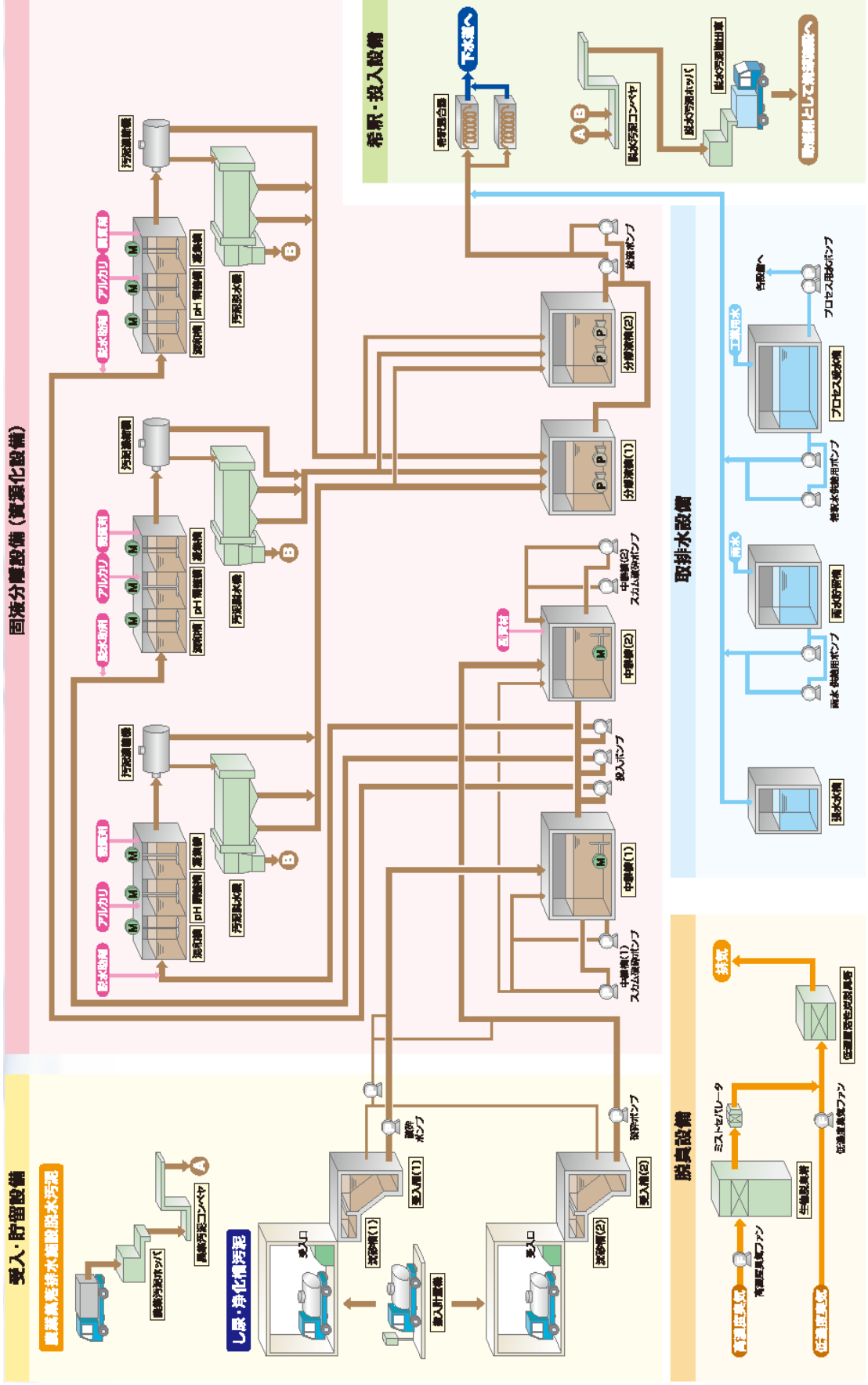
脱水汚泥（助燃剤）

方向性（２）：地域・事業間連携

事例（２）-4C スクリュープレス脱水機：その他（１）	
導入先	南部広域行政組合（旧 東部清掃施設組合） 汚泥再生処理センター（沖縄県）
建設業者	設計・施工：日立造船株式会社
概要	<p>施設規模：107 kL/日 （し尿 7 kL/日、浄化槽汚泥 100 kL/日、農業集落排水施設脱水汚泥：0.3 m³/日）</p> <p>処理方式 水処理：固液分離・希釈方式（下水道放流） 資源化：汚泥助燃剤化</p>
導入のきっかけ及び経緯	<p>東部清掃施設組合圏域（西原町・与那原町・現南城市佐敷地区）で排出されたし尿及び浄化槽汚泥等は、昭和 49 年から東部清掃施設組合西原処理場で処理を行っていたが、当施設は老朽化のため、将来にわたって処理対応が難しく、安定的な処理をしていくためにも新しい汚泥再生処理施設の整備が急務であった。</p> <p>このような状況を踏まえ、平成 24 年 5 月に循環型社会形成推進計画を策定し、環境省の交付金事業として平成 25 年 8 月から現地での建設工事を開始し、平成 26 年 12 月に完成を迎えた。</p> <p>汚泥再生処理センターは、西原町と与那原町、南風原町、中城村、北中城村のし尿及び浄化槽汚泥等を安定的・衛生的に処理し、脱水した汚泥を助燃剤化し焼却施設でリサイクルしている。</p>
財源措置	循環型社会形成推進交付金（1/2）（環境省）
課題・留意点 適応上の	—
その他	—

事例（２）-4C スクリュープレス脱水機：その他（１）

システム概要（フローチャート、写真等）



方向性（２）：地域・事業間連携

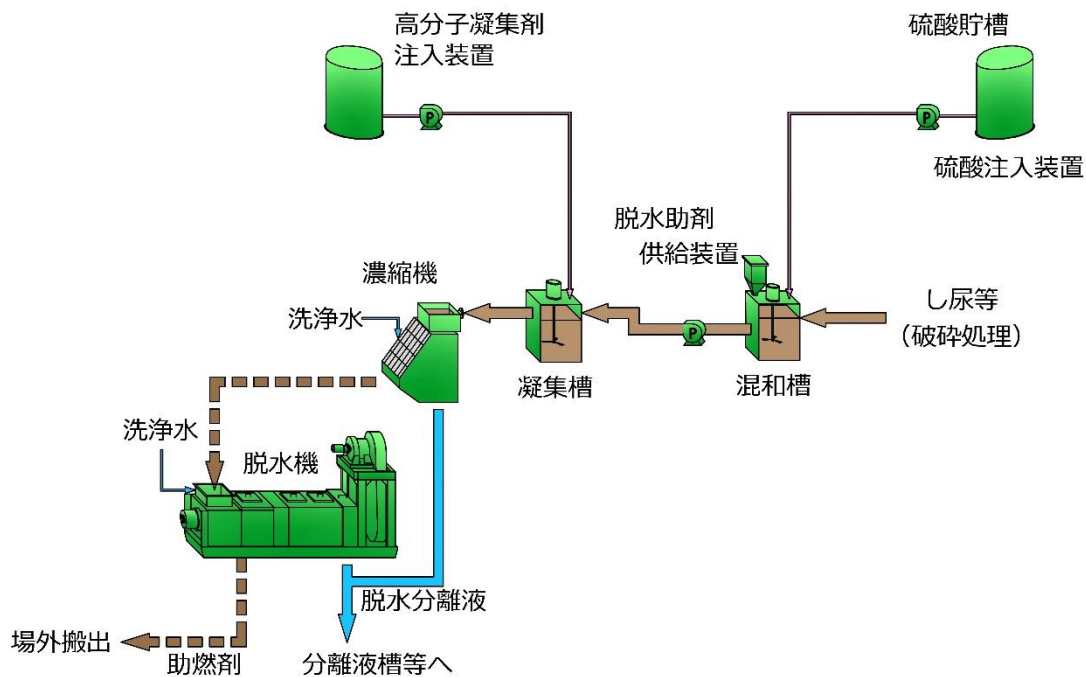
事例（２）-4D スクリュープレス脱水機：その他（２）

導入先	福岡市 中部汚泥再生処理センター（福岡県） 宇城広域連合 汚泥再生処理センター（熊本県）（建設中）
建設業者	福岡市 中部汚泥再生処理センター : 浅野アタカ株式会社 宇城広域連合 汚泥再生処理センター : 浅野アタカ株式会社 (日立造船・浅野環境特定建設工事共同企業体)
概要	<ul style="list-style-type: none"> ・前凝集助燃剤化 搬入し尿等を破碎後、硫酸で pH 調整し、脱水助剤及び高分子凝集剤を添加し、フロック強度を高める。フロック化させたし尿等は濃縮機により固液分離した後、スクリープレス型脱水機により含水率 70%以下に加圧脱水される。 ・余剰汚泥助燃剤化 し尿処理プロセスにより発生する余剰汚泥及び凝集汚泥に脱水助剤、高分子凝集剤を添加しフロック強度を高める。フロック化させた汚泥は濃縮機により固液分離した後、スクリープレス型脱水機により含水率 70%以下に加圧脱水される。
導入のきっかけ及び経緯	<p>循環型社会の構築が求められる中でし尿等の液状廃棄物処理に伴い発生する汚泥は、重要な資源として位置づけられており、再資源化が求められている。その中でも特に、汚泥の助燃剤化が注目されている。助燃剤化された汚泥は可燃ごみと混合することで、化石燃料の節約に繋がる。このようなことから汚泥脱水機を中心とした助燃剤化システムを研究開発し、導入してきた。</p> <p>本システムを導入することにより、し尿処理施設及び汚泥再生処理センターから発生する余剰汚泥に対して助燃剤化汚泥を安定して得られる。また、搬入されたし尿等を直接脱水し助燃剤化汚泥を得ることも可能である。</p>
財源措置	循環型社会形成推進交付金（環境省）
課題・留意点 適応上の	<p>施設に応じて脱水対象汚泥の汚泥性状は様々であり、それに適した運転条件を決定する必要がある。そのため、助燃剤化システム導入後、運転調整を実施することが重要である。</p> <p>通常の汚泥脱水と比較して脱水機内部構造を特殊化し、助燃剤化に対応させている。</p>
その他	<p>その他求められる方向性</p> <p>地域・事業間連携</p>

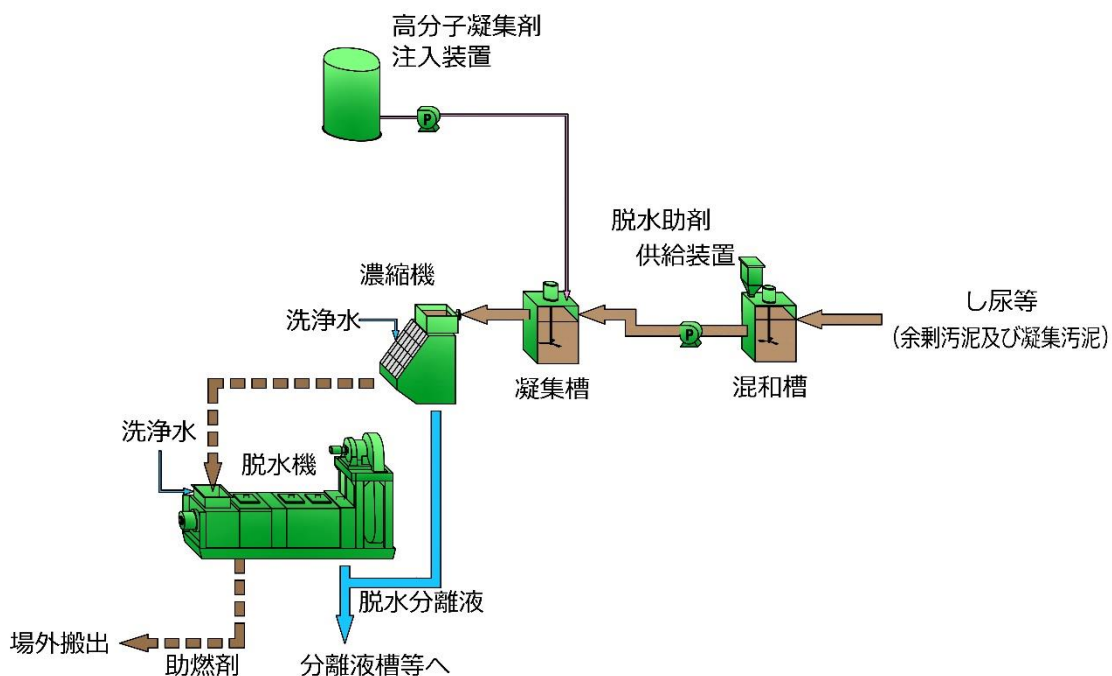
事例（２）-4D スクリュープレス脱水機：その他（２）

システム概要（フローチャート、写真等）

前凝集助燃剤化の場合



余剰汚泥助燃剤化の場合



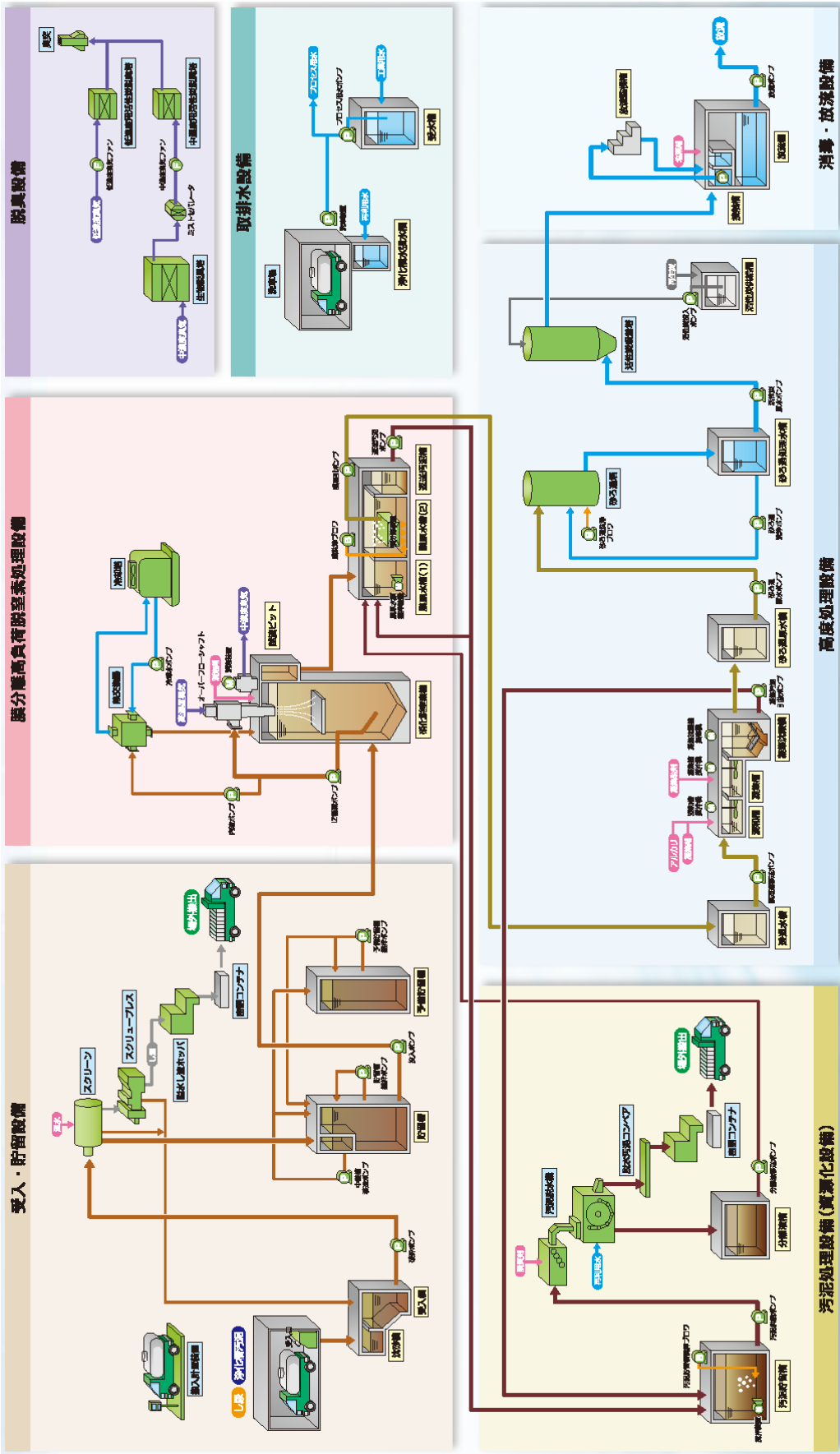
方向性（２）：地域・事業間連携

事例（２）-5A 電気浸透式汚泥脱水機（１）

導入先	福山市 Hitz 箕沖 Aqua（広島県）
建設業者	設計・施工：アタカ大機株式会社（日立造船株式会社）
概要	<p>施設規模：200 kL/日（し尿 47 kL/日、浄化槽汚泥 153 kL/日）</p> <p>処理方式</p> <p>水処理：膜分離高負荷脱窒素処理方式＋高度処理</p> <p>資源化：汚泥助燃剤化</p>
導入のきっかけ及び経緯	<p>福山市のし尿処理は、下水道及び合併処理浄化槽の普及に伴い、し尿の収集量は減少しているが、浄化槽汚泥量は増加するため、全体として処理量は横ばいとなっている。よって、し尿及び浄化槽汚泥を広域的に安定かつ適正に処理するため、また、施設の老朽化が著しい新浜処理場、新市し尿処理場、深品し尿処理場を 1 箇所に集約し、効率的で環境にやさしい処理をするため、平成 22 年度に建設工事に着手し、平成 25 年 3 月に完成した。</p> <p>「福山市汚泥再生処理センター 呼称 Hitz 箕沖 Aqua」は、処理方式は膜分離高負荷脱窒素処理方式を採用し、施設から発生する脱水汚泥は助燃剤として焼却施設にて利用している。</p>
財源措置	循環型社会形成推進交付金（環境省）
課題・留意点 適応上の	—
その他	—

事例（２）-5A 電気浸透式汚泥脱水機（１）

システム概要（フローチャート、写真等）



脱水機

高濃処理設備

汚泥処理設備（資源化設備）

方向性（２）：地域・事業間連携

事例（２）-5B 電気浸透式汚泥脱水機（２）	
導入先	西海市 西海市汚泥再生処理センター（長崎県）
業者建設	三井E&S環境エンジニアリング株式会社
概要	<p>施設規模：74 kL/日（し尿 30 kL/日、浄化槽汚泥 32 kL/日、有機性廃棄物^注 12 kL/日）</p> <p>注）集排汚泥、コミプラ汚泥</p> <p>処理方式</p> <p>水処理：高負荷脱窒素処理＋高度処理</p> <p>資源化：助燃剤化及び炭化物原料化</p> <p>※2013（平成25）年4月～2015（平成27）年6月：助燃剤として利用</p> <p>2015（平成27）年7月以降：炭化物原料として利用</p> <p>事例概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・高負荷脱窒素処理の余剰汚泥及び凝集汚泥を電気浸透式脱水機（商品名：e-ダイナプレス）により助燃剤化及び炭化物原料化する。 ・一次脱水機（多重円板式脱水機）で含水率83%程度に脱水後、二次脱水機（電気浸透式脱水機）で含水率70%以下に脱水する。 ・使用する薬品は、一次脱水機（多重円板式脱水機）に使用する高分子凝集剤のみで、二次脱水機（電気浸透式脱水機）では、電気浸透作用を利用して脱水する。
導入のきっかけ及び経緯	<ul style="list-style-type: none"> ・電気浸透式脱水機は、一次脱水機と組み合わせで使用するが、余剰汚泥主体の助燃剤化に対しても、脱水補助剤が不要なため処理薬品費が低減できる。 ・原汚泥性状の変化に対しては、電気浸透式脱水機の印加電圧等の調整で対応できる。 ・電気浸透式脱水機による助燃剤化方式は、（一財）日本環境衛生センター性能調査報告書を取得した技術である。
措置財源	循環型社会形成推進交付金（環境省）
課題・留意点 適応上の	電気浸透式脱水機の消費電力は、一次脱水汚泥の水分量に比例するため、消費電力削減には、一次脱水機含水率の調整にも留意する。
その他	—

方向性（２）：地域・事業間連携

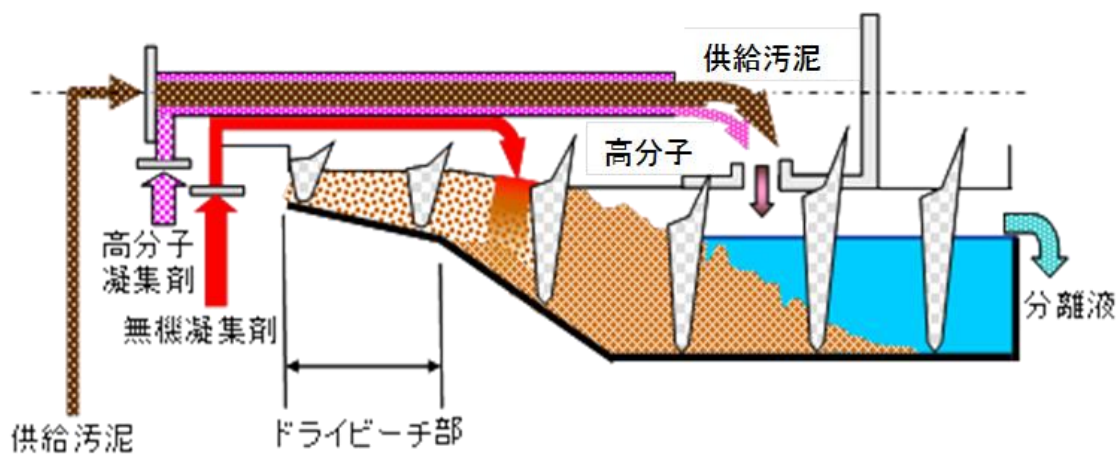
事例（２）-6A 遠心脱水機：超低含水率型

導入先	美浜町 三方汚泥再生処理センター（福井県）
建設業者	株式会社西原環境
概要	<p>超低含水率遠心脱水機は汚泥含水率を 70%以下にして、混焼率 15%以下で焼却炉へ投入し、補助燃料を要さず安定して焼却を行う。</p> <p>施設規模：21 kL/日（し尿 4 kL/日、浄化槽汚泥（集落排水汚泥含）17 kL/日）</p> <p>処理方式</p> <p>水処理：除渣・前脱水後、下水道放流</p> <p>資源化：汚泥助燃剤化</p>
導入のきっかけ及び経緯	<p>下記事項に示す超低含水率遠心脱水機の特徴を客先が気に入った為に導入された。</p> <p>①脱水分離液の SS 除去率が 95%以上である。</p> <p>②安定して脱水汚泥含水率が 70%以下になる。</p> <p>③脱水終了後の自動洗浄後に定期的な作業員による手動洗浄が不要である。</p>
財源措置	循環型社会形成推進交付金（環境省）
課題・留意点 適応上の	—
その他	<p>その他求められる方向性</p> <p>AI・IoT の活用</p>

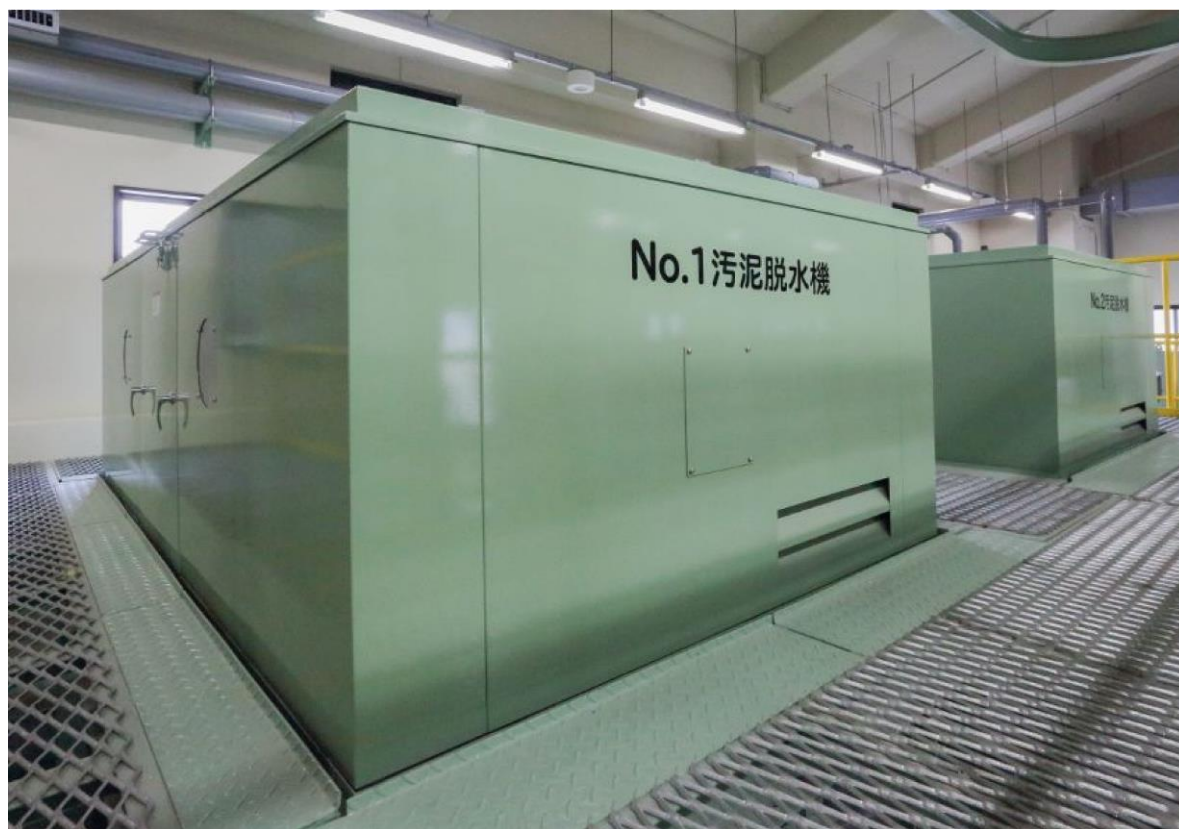
事例（2）-6A 遠心脱水機：超低含水率型

システム概要（フローチャート、写真等）

【超低含水率遠心脱水機の構造図】



【超低含水率遠心脱水機の設置状況写真】



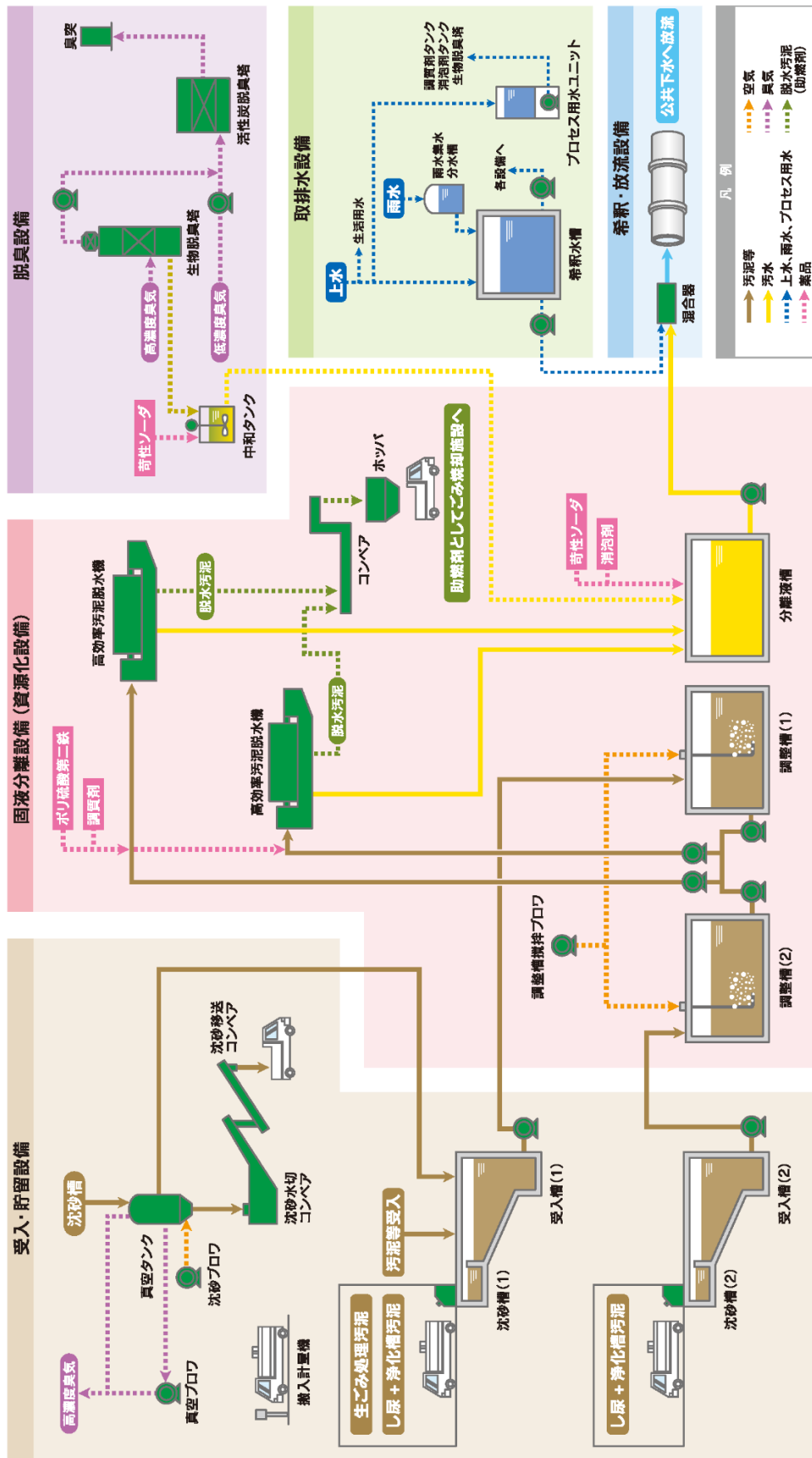
方向性（２）：地域・事業間連携

事例（２）-6B 遠心脱水機：低動力高効率型

導入先	春日部市 春日部市汚泥再生処理センター（埼玉県）
建設業者	設計・施工：日立造船株式会社
概要	<p>施設規模：69 kL/日 （し尿 8 kL/日、浄化槽汚泥 61 kL/日、学校給食センターのディスポーザー汚泥 30 kL/回、3 回/年）</p> <p>処理方式 水処理：固液分離方式（下水道放流） 資源化：汚泥助燃剤化</p>
導入のきっかけ及び経緯	<p>春日部市の旧し尿処理場は昭和 51 年の竣工から 40 年が経過し、施設の老朽化が進む中で、公共下水道や合併処理浄化槽の普及に伴い、し尿の割合が減少し、浄化槽汚泥の割合が増加傾向にあった。そうした社会変化に伴い、安定的にし尿を処理するための施設として「春日部市汚泥再生センター」は建設された。</p> <p>本施設は、循環型社会形成推進交付金事業であり、し尿や浄化槽汚泥に加え、学校給食センターの生ごみを処理した汚泥も処理し、脱水汚泥をごみ焼却施設の助燃剤として利用している。</p>
財源措置	循環型社会形成推進交付金（環境省）
課題・留意点 適応上の	—
その他	—

事例（２）-6B 遠心脱水機：低動力高効率型

システム概要（フローチャート、写真等）



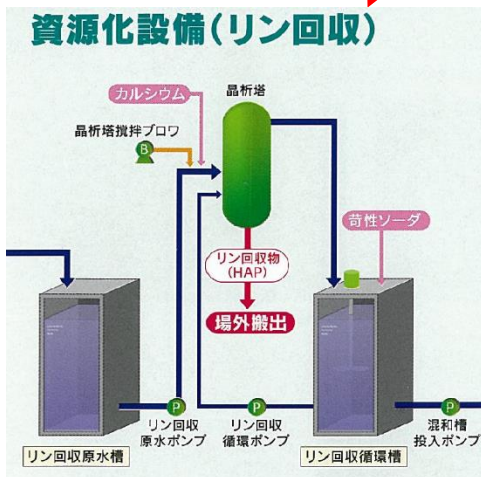
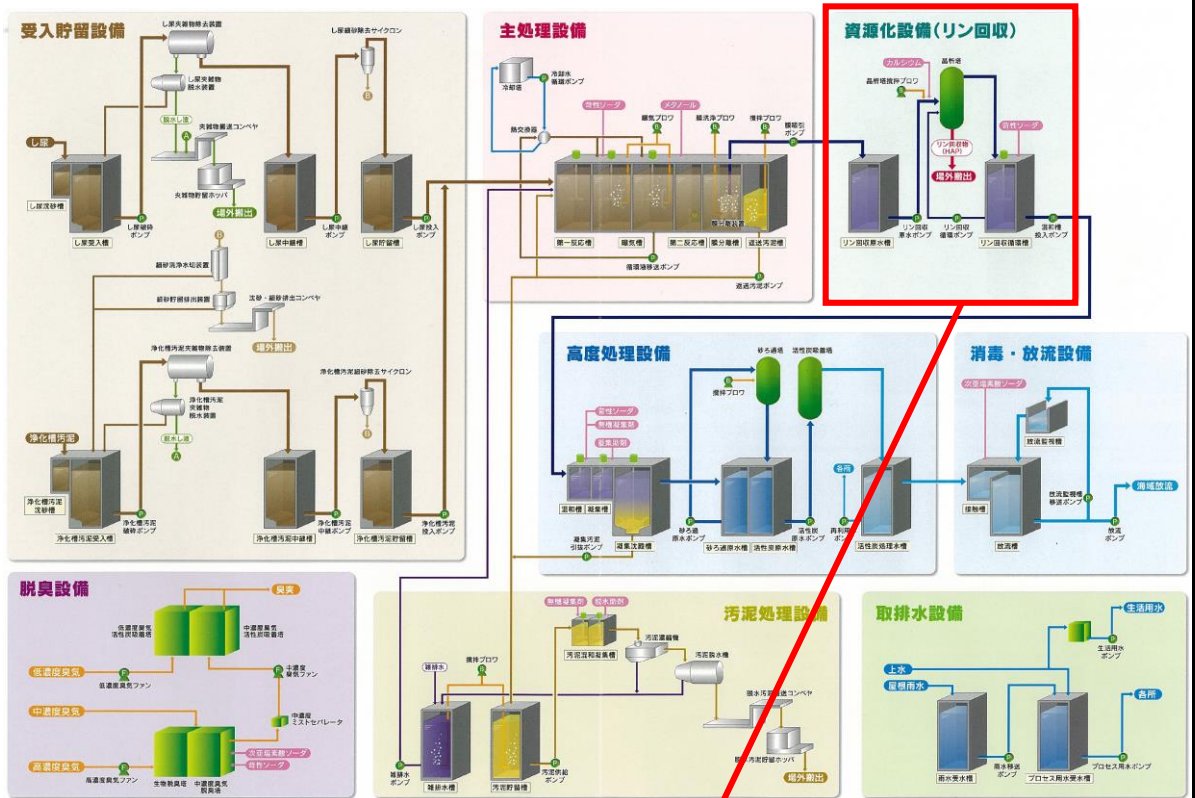
方向性（２）：地域・事業間連携

事例（２）-8 リン回収：種晶アパタイト法（HAP 応用技術）

導入先	宇和島地区広域事務組合 汚泥再生処理センター（愛媛県）
建設業者	三井E & S 環境エンジニアリング株式会社
概要	<p>施設規模：220 kL/日（し尿 130 kL/日、浄化槽汚泥 90 kL/日）</p> <p>処理方式</p> <p>水処理：膜分離高負荷脱窒素処理＋高度処理</p> <p>資源化：リン回収</p> <p>事例概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・膜分離処理水のリン酸濃度に応じたカルシウム剤（塩化カルシウム）を添加、pH 調整を行い、種晶（ケイ酸カルシウム）を充填した晶析塔へ供給し、液中のリン酸を HAP（ヒドロキシアパタイト）として種晶表面に晶析させる。 ・晶析が進み、HAP が所定の濃度（く溶性リン酸 15%）以上になったら製品として回収する。 ・晶析塔流入部で供給液と循環水を混合、塔内の空気攪拌を併用し、均質化及び閉塞を防止。 ・pH 調整は循環槽で苛性ソーダ添加により行う。 ・回収したリンは、副産リン酸肥料として有効利用する。
導入のきっかけ及び経緯	<ul style="list-style-type: none"> ・水処理方式は、浄化槽汚泥混入比率が低いことから、膜分離高負荷脱窒素処理方式とした。 ・リン回収は、生物処理後に晶析塔を設置する HAP 法とし、自社開発の種晶アパタイト法（SRAP システム）を導入した。 ・生物処理の後段にリン回収装置を設置するため、生物処理等への影響がない。 ・本リン回収装置は、（一財）日本環境衛生センターの性能調査報告書を取得した技術である。
措置財源	循環型社会形成推進交付金（環境省）
課題・留意点 適応上の	晶析塔から抜出した後、種晶から HAP を剥離・回収することにより、製品のく溶性リン酸濃度を高くするとともに、種晶の再利用が可能となる。
その他	—

事例（２）-8 リン回収：種晶アパタイト法（HAP 応用技術）

システム概要（フローチャート、写真等）



リン晶析塔 上部



リン晶析塔 下部

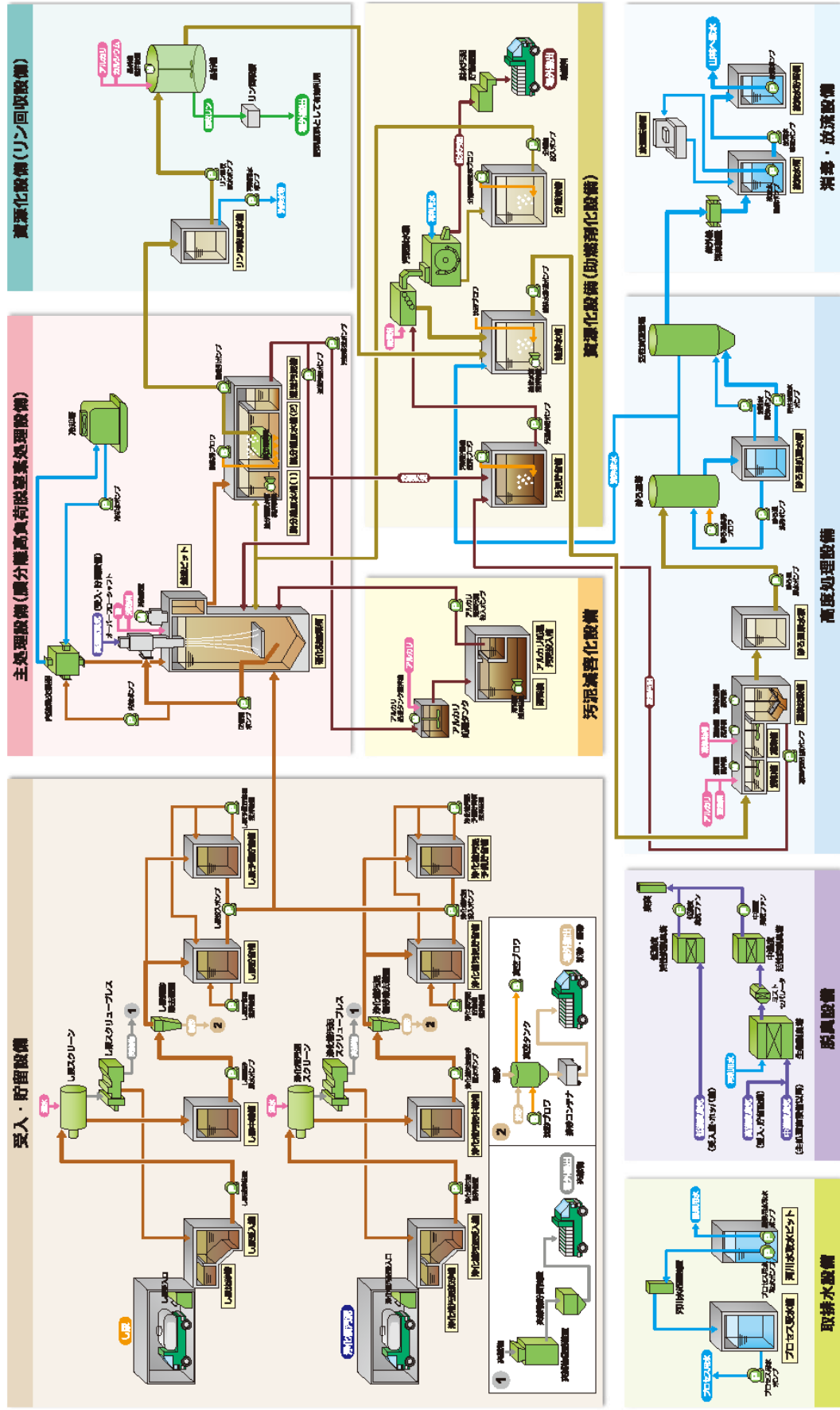
方向性（２）：地域・事業間連携

事例（２）-10 汚泥削減（BOD溶出、リン溶出）＋リン回収

導入先	四万十町 若井グリーンセンター（高知県）
建設業者	設計・施工 アタカ大機・三浦建設特定建設工事共同企業体 構成員 アタカ大機株式会社（日立造船株式会社） 有限会社三浦建設
概要	施設規模：44kL/日（し尿 29 kL/日、浄化槽汚泥 15 kL/日） 処理方式 水処理：膜分離高負荷脱窒素処理方式＋高度処理方式 資源化：リン回収及び汚泥助燃剤化
導入のきっかけ及び経緯	<p>四万十町のし尿処理施設（若井グリーンセンター：処理能力 35kL/日）は、昭和 53 年 3 月に竣工した施設であり、稼働後 32 年を経過し施設の老朽化が著しく、地震等の災害対策や衛生的で安全な運転の維持が困難な状況になることが考えられた。</p> <p>そのため、し尿及び浄化槽汚泥の適正処理や環境負荷の軽減を図るとともに、循環型社会の形成に向けたシステムづくりを推進することを目的に、老朽化した若井グリーンセンターの更新施設として、「汚泥再生処理センター」を整備した。本施設の処理方式は、膜分離高負荷脱窒素処理方式に高度処理設備を付加した方式とし、資源化方式としてリン回収と助燃剤化方式を採用している。</p> <p>脱窒補助システム（DN アシスト）は、汚泥発生量の減少、リン回収量の増加、脱窒の安定化を目的とした請負者の技術提案によるものである。</p>
財源措置	循環型社会形成推進交付金（環境省）
課題・留意点 適応上の	導入効果の検証結果としては、汚泥削減効果は余剰汚泥発生量削減率が 23～26%であり、リン回収量増加効果はし尿等のリン酸態リン負荷量に対し 6～20%が汚泥から溶出し、リン回収量の増加に寄与している。（出典：第 37 回全国都市清掃研究・事例発表会（2016））
その他	その他求められる方向性 地球温暖化対策／汚泥削減技術

事例（２）-10 汚泥削減（BOD溶出、リン溶出）＋リン回収

システム概要（フローチャート、写真等）



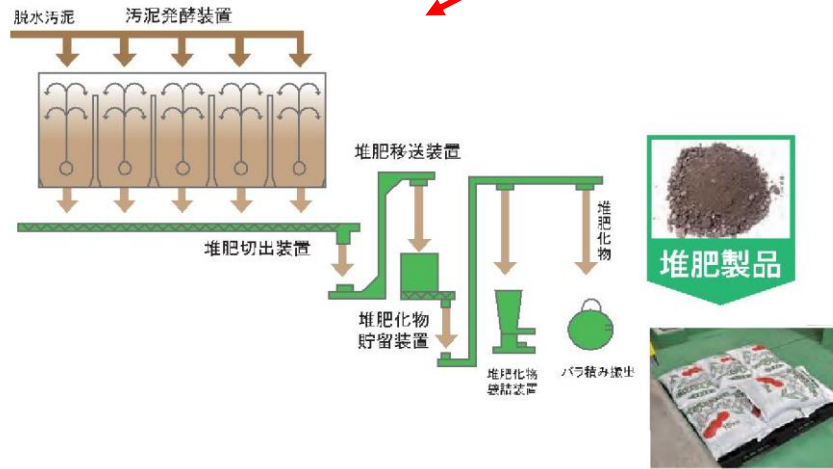
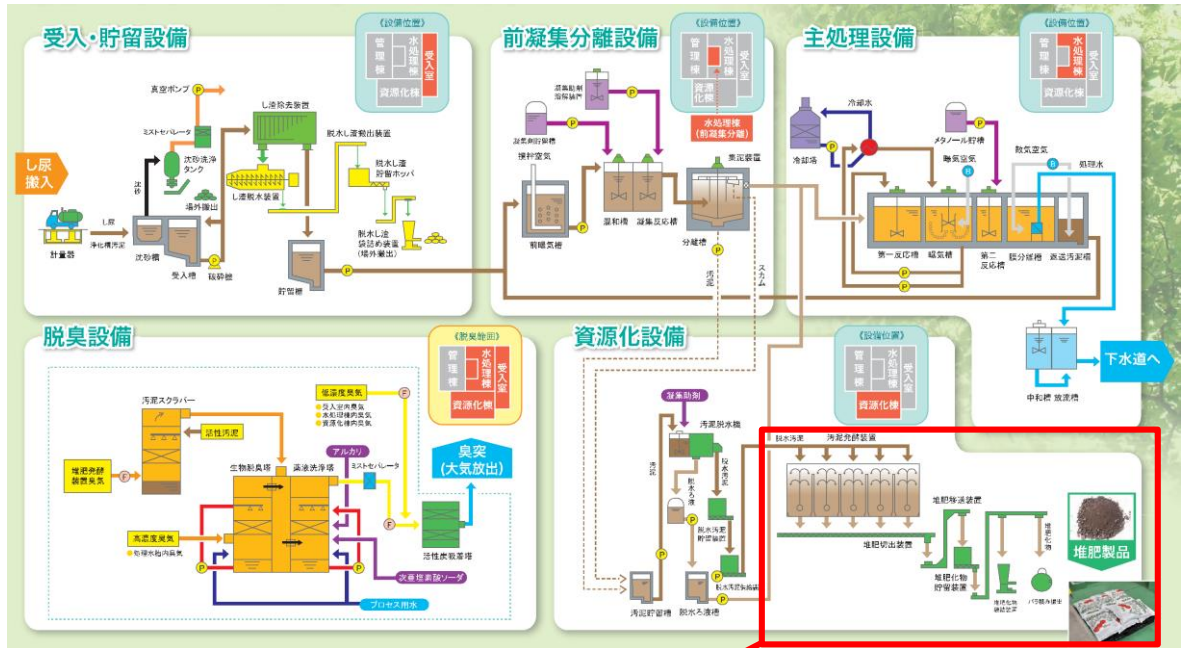
方向性（２）：地域・事業間連携

事例（２）-12 堆肥化装置：噴射空気切返し型コンポスター

導入先	坂井地区広域連合 さかいクリーンセンター（福井県）
建設業者	三井E&S環境エンジニアリング株式会社 発注形式：DBO方式
概要	<p>施設規模：41 kL/日（し尿 8 kL/日、浄化槽汚泥 33 kL/日）</p> <p>処理方式</p> <p>水処理：浄化槽汚泥対応型膜分離高負荷脱窒素処理＋下水道放流</p> <p>資源化：堆肥化</p> <p>事例概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水処理工程で発生する汚泥を脱水後、発酵槽（ジェットエアー・コンポスター）に投入し堆肥化。 ・発酵槽内は系列分けし、汚泥発生量が減少した場合は、運転系列を減らした省エネルギー運転ができる。 ・発酵槽では、有機物分解熱と通気加温により、発酵温度を維持し水分を蒸発する。 ・発酵槽の切返しは、圧縮空気を槽底部より定期的に噴射して行う。 ・発酵槽排ガスは、集塵機（バグフィルター）で除塵後、脱臭設備で脱臭する。 ・発酵した堆肥は、解砕後、自動袋詰を行い、ストックヤードに保管する（一部はバラ積用にフレコン袋で保管）。その後、地元農家で肥料として農地還元される。
導入のきっかけ及び経緯	<ul style="list-style-type: none"> ・施設で発生する脱水汚泥の堆肥化方式として、予備乾燥の必要がなく、密閉構造で臭気・粉塵対策が容易で、副資材を使用せずに良質の堆肥を安定的に製造できる堆肥化装置が求められ、自社開発の「ジェットエアー・コンポスター」を導入した。 ・発酵槽内部には、切返し用の攪拌機等の駆動装置がないため、耐久性に優れる。 ・本装置は当初、農業集落排水汚泥の堆肥化に多くの実績を有し、その後、汚泥再生処理センター向け堆肥化装置として改良を行っている。
措置 財源	循環型社会形成推進交付金（環境省）
課題・留意点 適応上の	—
その他	—

事例（２）-12 堆肥化装置：噴射空気切返し型コンポスター

システム概要（フローチャート、写真等）



発酵槽（ジェットエア・コンポスター）



自動袋詰装置



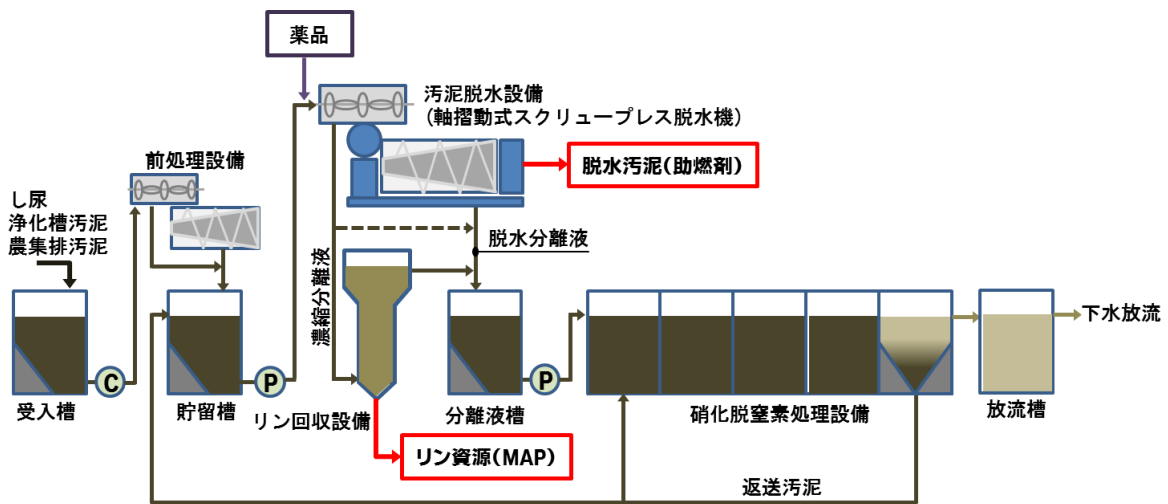
ストックヤード

方向性（２）：地域・事業間連携

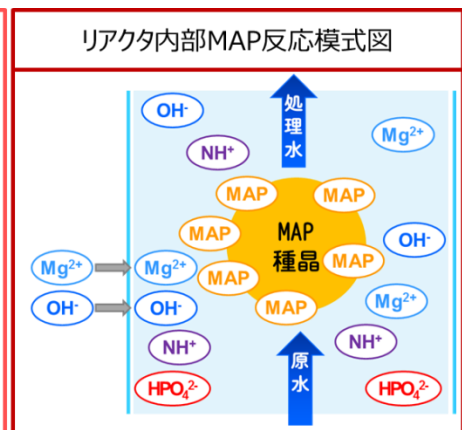
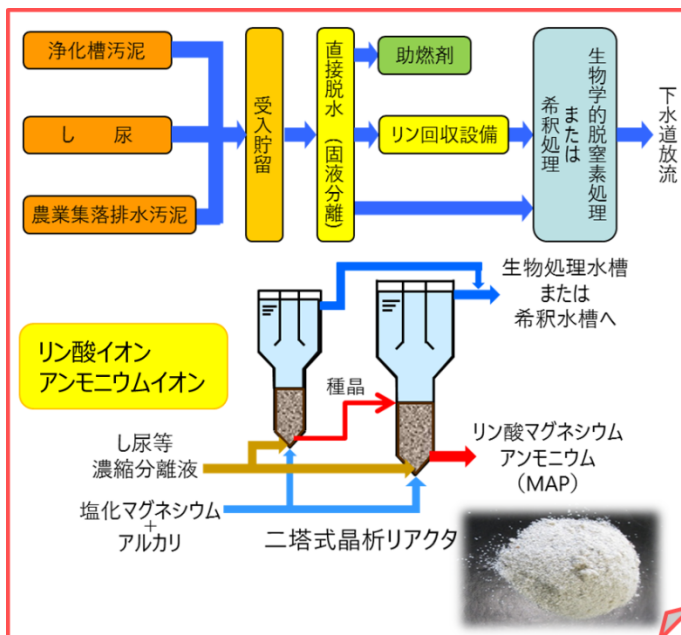
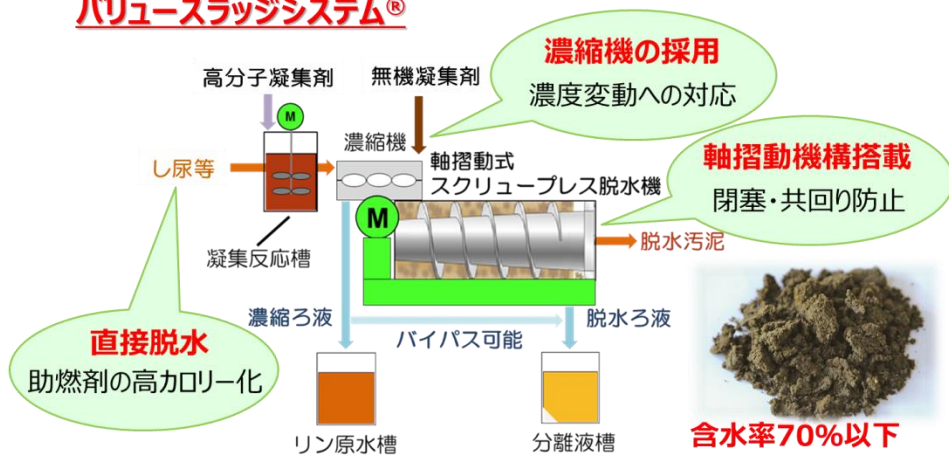
事例（２）-13 助燃剤化＋リン回収： 軸摺動式スクリープレス＋MAPツインリアクタ	
導入先	五條市 五條市クリーンオアシス（奈良県）、 備前市 備前市汚泥再生処理センター（岡山県）、 松山衛生事務組合 汚泥再生処理センター（愛媛県）、 志太広域事務組合 新藤枝環境管理センター（静岡県） 他事例あり
建設業者	水ingエンジニアリング株式会社
概要	<p>「Pデニライトシステム」（助燃剤化＋リン回収）は、し尿及び浄化槽汚泥を前凝集分離する段階で、高効率脱水機により含水率70%以下に脱水し助燃剤として回収するとともに、分離液からリンを回収するもの。</p> <p>リン回収はMAP法によるものとし、濃縮分離液にマグネシウム剤を添加し、アンモニアの存在下でし尿等に含まれるリン酸態リンと反応させ、リン酸マグネシウムアンモニウム（MAP）として回収する。</p> <p>助燃剤化は、実績の多い軸摺動式スクリープレス脱水機を適用し、安定した助燃剤化が可能である。</p> <p>リン回収は、2塔のMAP晶析リアクタを用いるツインリアクタ方式であり、MAPの回収率向上が望める。リン回収設備後段の主処理、高度処理工程では従来と同様の処理が可能である。</p>
導入のきっかけ及び経緯	<p>平成16年以降、循環型社会形成推進交付金制度における補助対象となる資源化技術に、リン回収技術が加わったことを受け、希少資源であるリンの回収を目的として導入した。</p> <p>平成31年4月に肥料取締法が改正され、リン酸マグネシウムアンモニウム（MAP）が新しく肥料の種類として追加されており、汚泥からのリン回収技術の推進が今後一層望まれている。</p>
財源措置	循環型社会形成推進交付金（環境省）
課題・留意点 適応上の	リアクタ及び周辺配管へのMAP付着による閉塞が起こらないような配管、制御を行う必要がある。
その他	—

事例(2)-13 助燃剤化+リン回収：
軸摺動式スクリーブレス脱水機

システム概要（フローチャート、写真等）



バリュースラッジシステム®



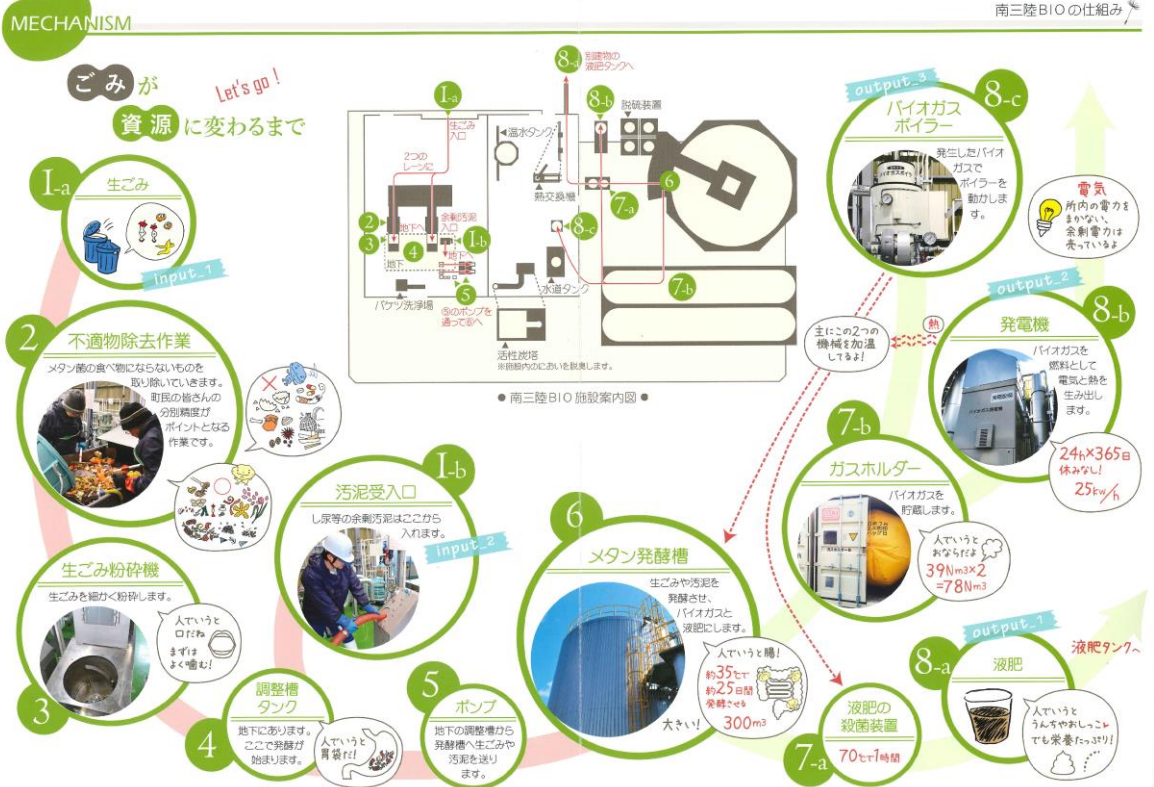
メインリアクタ
：原水の90%以上を処理
サブリアクタ
：種晶を作成するシーダー

方向性（２）：地域・事業間連携

事例（２）-その他１ 閉鎖された下水道処理施設を有効活用したバイオガス施設	
導入先	南三陸町 南三陸 BIO（ビオ）（宮城県）
建設業者	受注・運営（事業主体）：アマタ株式会社 事業形式：PPP（官民連携）方式 設計・施工：三井E&S環境エンジニアリング株式会社
概要	<p>施設規模：10.5 t/日（生ごみ 3.5 t/日、し尿処理施設の余剰汚泥 7.0 t/日） 処理方式 資源化：メタン発酵（湿式、中温方式）、バイオガスは発電・熱利用、消化液は液肥利用 水処理：全量液肥利用のためなし</p> <p>事例概要 本施設は、東日本大震災により閉鎖された公共下水道処理施設「旧志津川浄化センター」の敷地内に建設し、既設の建物及び一部の設備を有効活用し建設費の縮減が図られている。 （既設利用設備） ・処理部：嫌気槽、好気槽合計約 2,000m³ を液肥貯留槽・液肥払出槽に転用（内面防食施工） 脱臭装置（活性炭吸着塔）を移設利用。高圧受電設備（改造） ・管理部：管理室、会議室、電気室、倉庫、トイレ等 （プロセス概要） ・分別された生ごみ及びし尿処理施設の余剰汚泥を受け入れメタン発酵処理を行う。 ・メタン発酵で発生するバイオガスにより発電・熱回収を行い施設内で利用する（余剰電力は売電）。 ・メタン発酵消化液は、殺菌（70℃、1時間）後、液肥貯留槽に貯留し、液肥として農業利用する。</p>
導入のきっかけ及び経緯	<ul style="list-style-type: none"> ・南三陸町にはごみ焼却施設がなく、可燃ごみは隣接する市に焼却を委託し、その焼却灰も他地域で処理している。し尿・浄化槽汚泥を処理する衛生センターも老朽化が進み、ごみの減量・リサイクルの促進、他自治体への依存度の低減、し尿・浄化槽汚泥などの町内処理システムの構築が重要課題となっていた。 ・本バイオガス施設は、上記の課題解決に寄与し、2014（平成 26）年 3 月に認定された「南三陸町バイオマス産業都市構想」の中核を担うリサイクル施設として導入された。 ・2014（平成 26）年 7 月：南三陸町とアマタ株式会社がバイオガス事業の実施協定を締結。 ・2015（平成 27）年 10 月：バイオガス施設の運用を開始。
措置財源	平成 26 年度農山漁村 6 次産業化対策整備事業補助金（農林水産省）
課題・留意点 適応上の	<p>バイオガス施設実現のためには、入口の生ごみ分別の住民の協力、出口の液肥利用の農家の確保が不可欠であるとともに低コスト化が求められる。</p> <p>本事業の課題解決のため、導入前に生ごみ分別収集の実験やバイオガス試験プラントによるバイオガス化、液肥の施肥効果の実証など、様々な取り組みが行われた。</p>
その他	—

事例（2）-その他1 閉鎖された下水道処理施設を有効活用したバイオガス施設

システム概要（フローチャート、写真等）



旧志津川浄化センター



左：旧志津川浄化センター
右：バイオガス施設



バイオガス施設



液肥貯留槽（既設水槽利用）



液肥払出槽（既設水槽利用）



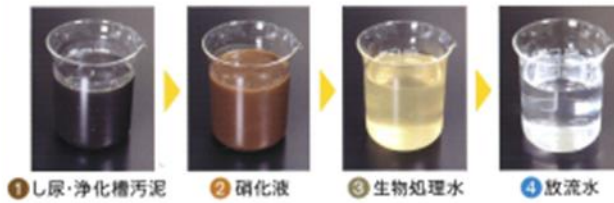
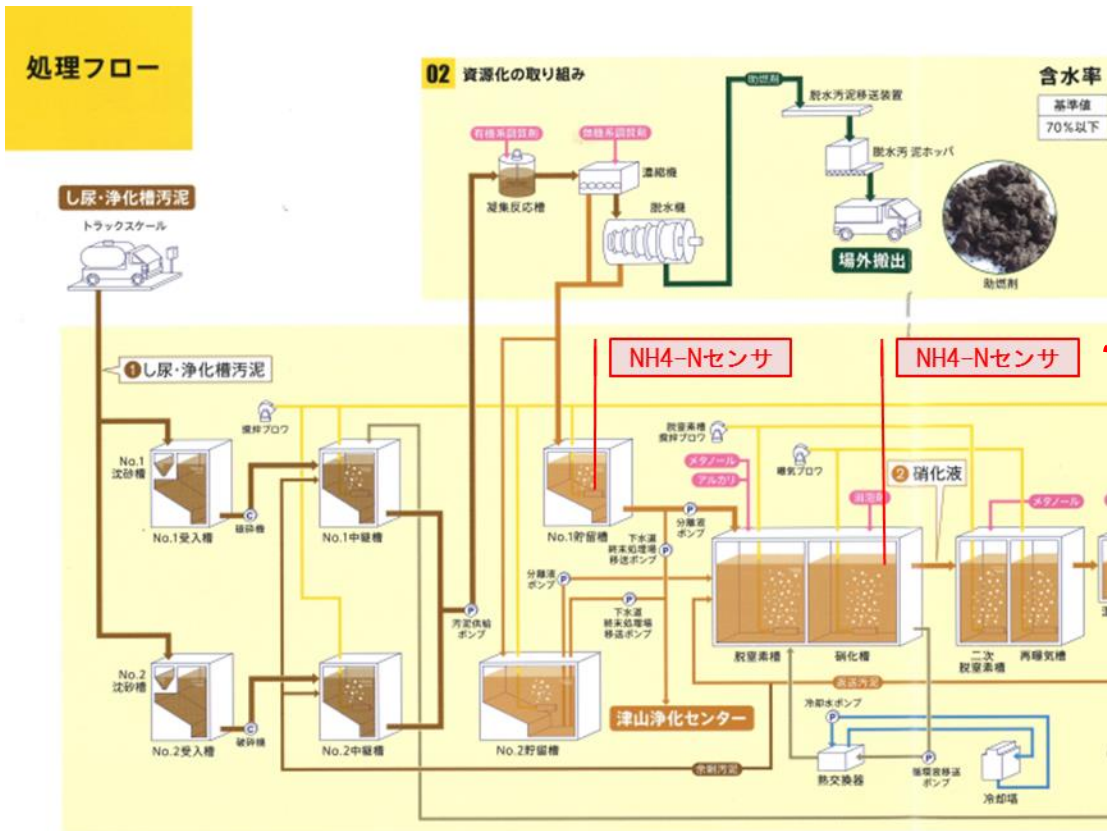
脱臭装置
（既設活性炭吸着塔移設）

方向性（3）：AI・IoTの活用

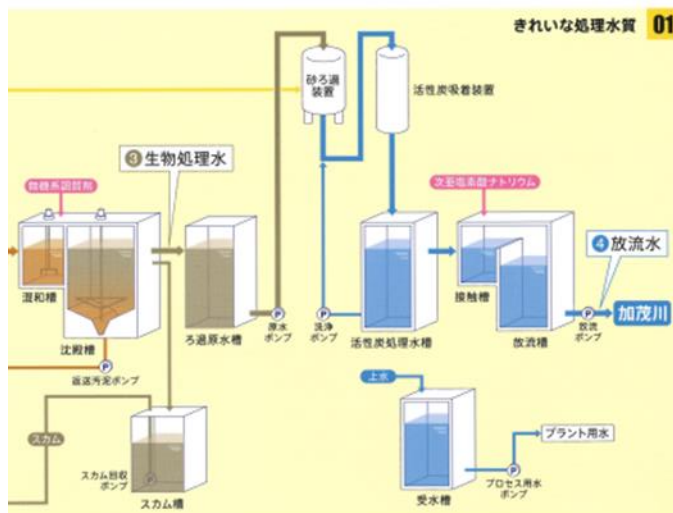
事例（3）-1 アンモニアセンサのし尿処理への適用	
導入先	津山圏域衛生処理組合 汚泥再生処理センター（岡山県）
建設業者	水ingエンジニアリング株式会社
概要	<p>施設規模：170kL/日（し尿：29kL/日、浄化槽汚泥：141kL/日）</p> <p>処理方式</p> <p>水処理：浄化槽汚泥の混入比率の高い脱窒素処理方式 （57kL/日は希釈下水放流方式）</p> <p>資源化：汚泥助燃剤化</p>
導入のきっかけ及び経緯	<p>アンモニアセンサにより、水処理前後のアンモニア濃度を連続的に把握することで、処理の安定化や曝気風量の適正化による電力削減効果が期待できる。また、二次処理におけるメタノール注入量を適正化することにより、メタノール使用量の削減も期待できる。</p> <p>今後、人口減少社会へ適応するべく、し尿処理でも AI・IoT の活用が行われていくと考えられ、アンモニアセンサと活性汚泥モデルによる AI・IoT 化が期待出来る。</p> <p>有機物濃度や MLSS 濃度が高いことによるセンサの汚染、塩類濃度が高いことによる測定阻害を受けないアンモニアセンサを実施設で検証した。</p> <p>検証の結果、汚泥再生処理センターにおいてアンモニアセンサの適用が問題ないことが確認できたため、実施設への導入を進めた。</p>
財源措置	条件により、循環型社会形成推進交付金（環境省）を利用することが可能
課題・留意点 適応上の	長期利用によるセンサの汚損による測定阻害が懸念される。定期的な清掃およびセンサの交換が必要となる。
その他	<p>その他求められる方向性</p> <p>人口減少社会への適応</p>

事例（3）-1 アンモニアセンサのし尿処理への適用

システム概要（フローチャート、写真等）



循環型硝化脱窒素処理設備の前後にアンモニアセンサを設置し、処理前後のアンモニア濃度を管理
⇒曝気風量・メタノール注入量を制御する

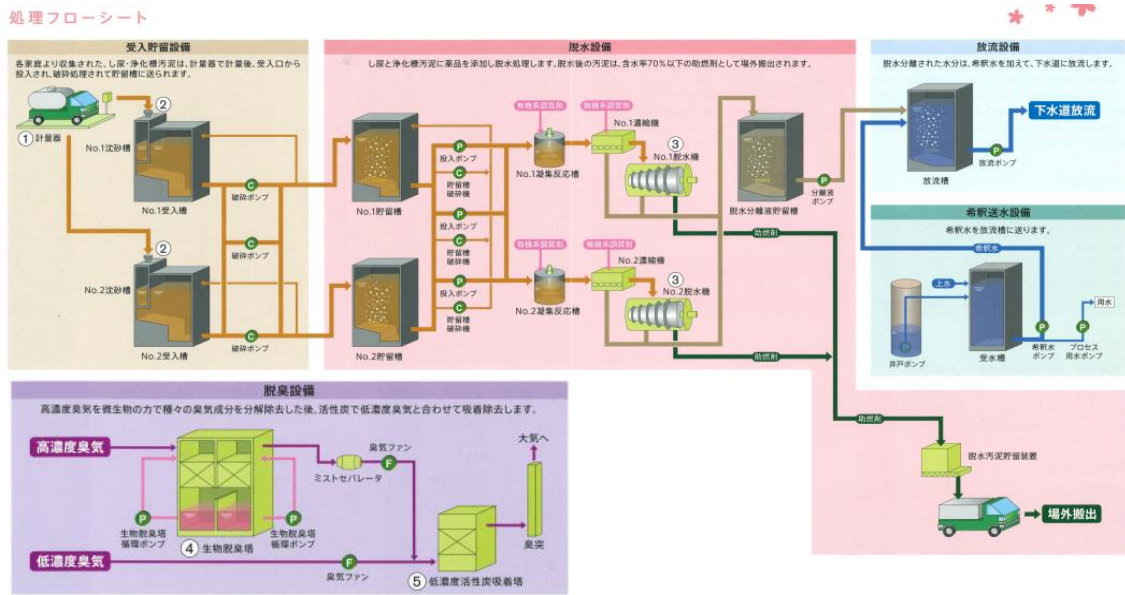


方向性（４）：下水道連携

事例（４）-1 下水道を利用したし尿処理の効率化（脱水＋希釈）	
導入先	紫波町 紫波町汚泥再生処理センター（岩手県）
建設業者	水ing エンジニアリング株式会社
概要	<p>施設規模：44kL/日（し尿：18kL/日、浄化槽汚泥：26kL/日）</p> <p>処理方式</p> <p>水処理：直接脱水＋希釈下水放流方式</p> <p>資源化：汚泥助燃剤化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・流域下水道を利用してし尿処理施設の省コスト化，省エネルギー化を図るもの。 ・し尿処理施設を下水道の除害施設と位置付け、し尿等の搬入および固液分離処理、希釈処理までをし尿処理施設で担い公共水域へ放流することで、生物処理以降の処理を流域下水処理施設に集約し、し尿処理施設の効率化を望むことができる。 ・固液分離処理には、軸摺動式スクリープレス脱水機を導入し、安定した資源化（助燃剤化）を行っている。 ・下水道排除基準はSS：600mg/L，BOD：600mg/L，T-N：240mg/L，T-P：32mg/Lであり、希釈倍率は搬入し尿量に対して6～6.5倍、希釈水には井水を利用している。
導入のきっかけ及び経緯	既設し尿処理施設を運営していた組合の解散に伴い、し尿処理施設と下水処理施設の機能集約による省エネルギー化、運営コストの低減化を図るために導入された。
財源措置	循環型社会形成推進交付金（環境省）
課題・留意点 適応上の	<ul style="list-style-type: none"> ・し尿処理施設の近傍に下水道管が敷設されていることが条件となる。 ・希釈水として多量の用水を使用するため、井水や工水などの用水水源があることが望ましい。
その他	—

事例（４）-1 下水道を利用したし尿処理の効率化（脱水+希釈）

システム概要（フローチャート、写真等）



施設の特徴

直接脱水+希釈・下水道放流

し尿及び浄化槽汚泥は搬入後、紙、布などの夾雑物を破砕した後に、軸摺動式スクリーブレス脱水機で直接脱水し、脱水分離液は希釈して、下水道に放流します。

資源化の取り組み

し尿及び浄化槽汚泥は、直接脱水され、含水率70%以下の脱水汚泥となります。この脱水汚泥は『助燃剤』として、ごみ焼却施設で利用します。

集中監視による効率的な運転管理

施設の効率的で確実な運転管理・監視を行うため、各機器は自動制御されており、運転データを自動で収集・記録します。

周辺環境に配慮した設備

生物脱臭、活性炭脱臭を組み合わせることで万全な臭気対策を行っています。また、岩手県の景観形成基準に従い、豊かな田園風景の景観と調和のとれた外観となっています。



固液分離装置
(軸摺動式脱水機)



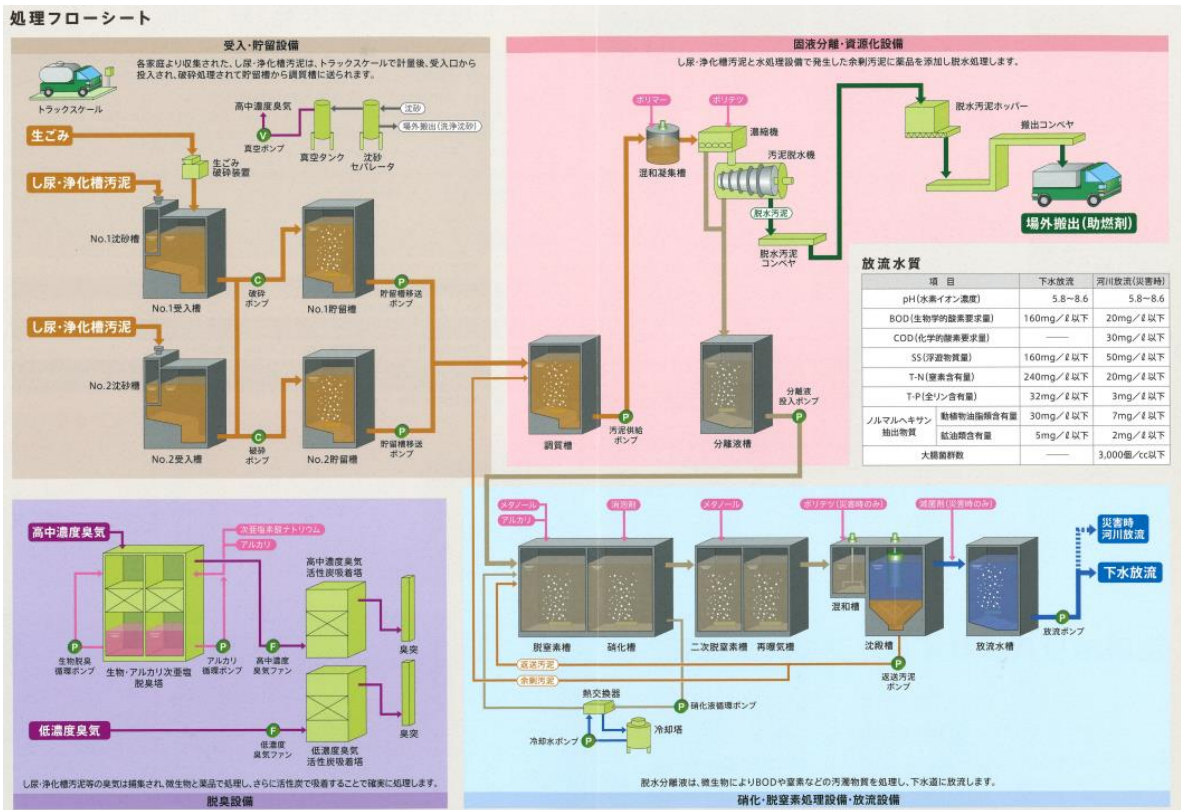
紫波町
施設外観

方向性（４）：下水道連携

事例（４）-3 下水道を利用したし尿処理の効率化（浄化槽対応型）	
導入先	別府市 別府市リバーサイドオアシス春木苑（大分県）
建設業者	水ing エンジニアリング株式会社
概要	<p>施設規模：75kL/日（し尿：3kL/日、浄化槽汚泥 72kL/日）、400kg/日（生ごみ）</p> <p>処理方式</p> <p>水処理：浄化槽汚泥の混入比率の高い脱窒素処理方式</p> <p>資源化：汚泥助燃剤化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 流域下水道を利用してし尿処理施設の省コスト化，省エネルギー化を図るもの。 ・ し尿処理施設を下水道の除害施設と位置付け、し尿等の搬入および固液分離処理、希釈処理までをし尿処理施設で担い公共水域へ放流することで、生物処理以降の処理を流域下水処理施設に集約し、し尿処理施設の効率化を望むことができる。 ・ 固液分離処理には、軸摺動式スクリープレス脱水機を導入し、安定した資源化（助燃剤化）を行っている。 ・ 下水道排除基準は SS：160mg/L，BOD：160mg/L，T-N：240mg/L，T-P：32mg/L であり、無希釈で放流している。 ・ 下水道放流施設において、下水道が被災し、下水道への放流が出来なくなった際に河川放流に切り替え可能な施設としている。下水道が被災し下水道への放流が出来なくなった際には、沈殿分離設備に鉄系凝集剤を添加しリンを除去し、かつ消毒剤を添加して河川への放流を可能とする。 ・ 災害時河川への放流基準は SS：50mg/L，BOD：20mg/L，COD：30mg/L，T-N：20mg/L，T-P：3mg/L となる。
導入のきっかけ及び経緯	<p>旧施設の老朽化に伴い、し尿処理施設と下水処理施設の機能集約による省エネルギー化、運営コストの低減化を図るために導入された。</p> <p>技術提案時に災害時対策を求められ、設備の常設は行わないが緊急対応により河川への放流も可能になるという提案を実施した。また近年下水道放流施設が増加しているが、効率化及び災害対応・強靱化も両立できる処理方式である。</p>
財源措置	循環型社会形成推進交付金（環境省）
課題・留意点 適応上の	し尿処理施設の近傍に下水道管が敷設されていることが条件となる。
その他	<p>その他求められる方向性</p> <p>災害対応・強靱化</p>

事例（４）-3 下水道を利用したし尿処理の効率化（浄化槽対応型）

システム概要（フローチャート、写真等）



施設の特徴

直接脱水+硝化・脱窒素処理+下水道放流

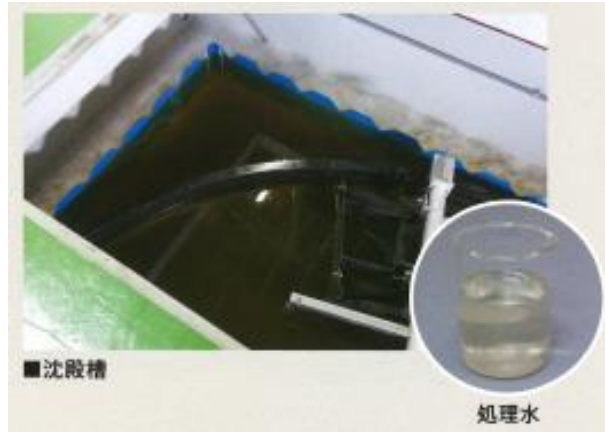
し尿・浄化槽汚泥及び生ごみは搬入後、紙、布などの夾雑物を破砕した後に、軸摺動式スクリープレス脱水機で直接脱水し、脱水分離液は硝化・脱窒素処理して、下水道に放流します。

地域と環境に配慮した施設

エントランスには別府市の特産品である竹細工で装飾しています。また、太陽光発電設備、屋上緑化を有し、自然エネルギーを有効的に活用します。

資源化の取り組み

し尿及び浄化槽汚泥は、直接脱水され、含水率70%以下の脱水汚泥となります。この脱水汚泥は「助燃剤」として、ごみ焼却施設で利用します。



方向性（５）：LCC・ストマネ・PPP

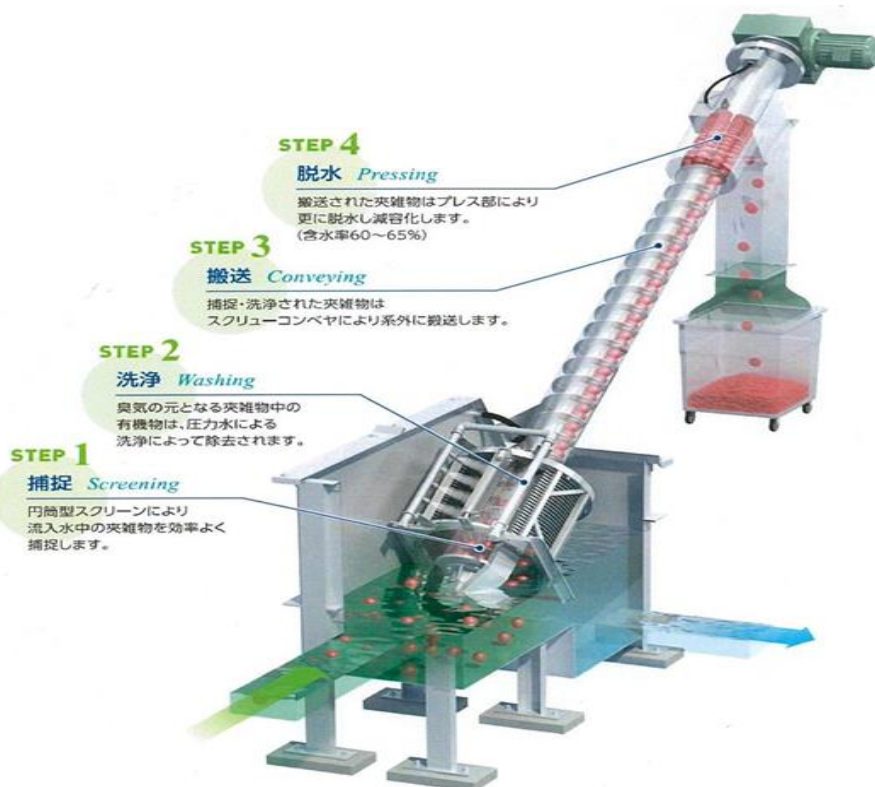
事例（５）-1 洗浄脱水機構付スクリーン

事例（５）-1 洗浄脱水機構付スクリーン	
導入先	美浜町 三方汚泥再生処理センター（福井県）
建設業者	株式会社西原環境
概要	<p>ロータマットスクリーンは、きょう雑物の捕捉、きょう雑物の洗浄、きょう雑物の脱水機能を1つの動力で行っている。</p> <p>施設規模：21 kL/日（し尿 4 kL/日、浄化槽汚泥（集落排水汚泥含）17 kL/日）</p> <p>処理方式</p> <p>水処理：除渣・前脱水後、下水道放流</p> <p>資源化：汚泥助燃剤化</p>
導入のきっかけ及び経緯	<p>下記事項に示すロータマットスクリーンの性能が、処理において有用性が認められたため導入された。</p> <p>① 1つの動力で4つの機能(捕捉・洗浄・搬送・脱水)を有する。</p> <p>② スクリーンのメンテナンス項目が少ない。</p> <p>③ 前処理+希釈後の下水道放流・下水道施設内のし尿投入施設への納入実績が多い。</p>
財源措置	循環型社会形成推進交付金（環境省）
課題・留意点	—
その他	—

事例（5）-1 洗浄脱水機構付スクリーン

システム概要（フローチャート、写真等）

【ロータマットスクリーンの構造図】



【ロータマットスクリーンの設置状況写真】

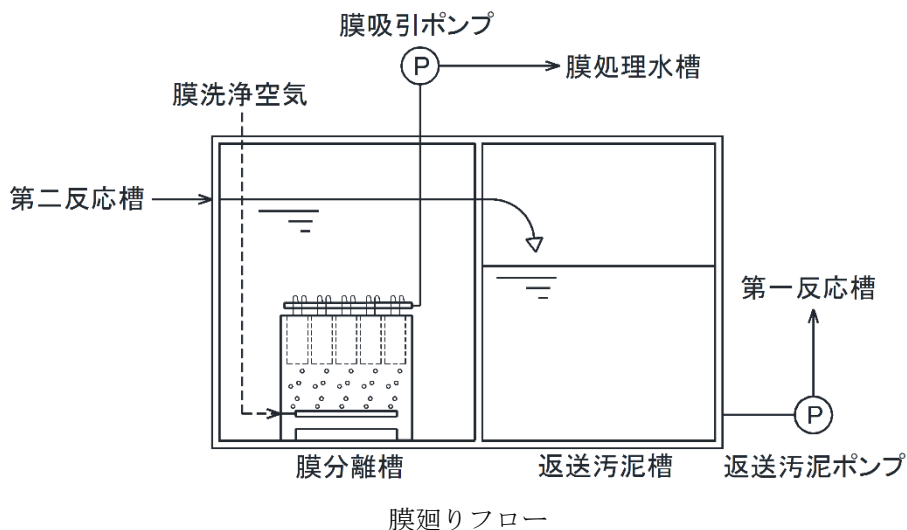
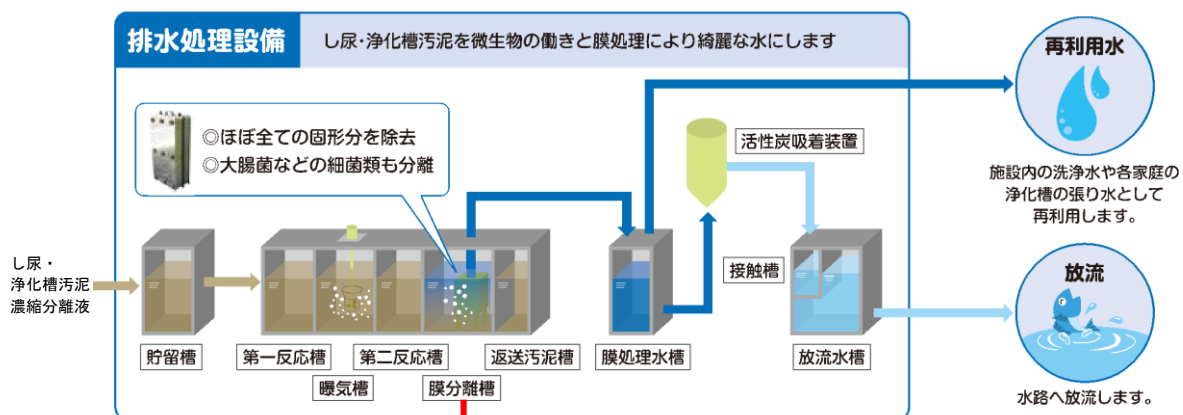


方向性（5）：LCC・ストマネ・PPP

事例（5）-2 低コスト膜	
導入先	みやま市 みやま市バイオマスセンター「ルフラン」（福岡県）
建設業者	三井造船環境エンジニアリング・中原電工特定建設工事共同企業体 代表企業：（現）三井E&S環境エンジニアリング株式会社
概要	<p>施設規模：公称能力 130 t/日</p> <p>家庭系生ごみ 5.3 t/日、事業系生ごみ 2.3 t/日</p> <p>産業系食品廃棄物等 2.3 t/日（食品工場残渣 0.8 t/日、食品工場汚泥 1.5 t/日）</p> <p>し尿 42 t/日、浄化槽汚泥 78 t/日</p> <p>処理方式</p> <p>資源化：メタン発酵（湿式、中温方式）、バイオガスは発電・熱利用、消化液は液肥利用</p> <p>水処理：膜分離高負荷脱窒素処理＋高度処理</p> <p>事例概要（水処理）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・し尿・浄化槽汚泥は、前処理設備で除渣後、濃縮分離を行う。 ・濃縮分離液は、硝化・脱窒素処理後、膜分離によりSSを完全に除去する。 ・膜分離には、自社開発の低コスト浸漬膜（商品名：スマートファイン）を採用。 ・膜分離処理水は、高度処理後、浄化槽張水や施設内の洗浄水に再利用し、余剰水は消毒後放流する。
導入のきっかけ及び経緯	<ul style="list-style-type: none"> ・従来の膜分離装置は、沈殿槽が不要で処理効果が高いなど多くの利点を有するが、コストが高いことがネックになっていた。 ・膜本体および膜交換費用を大幅に低減した新しいタイプの浸漬膜を開発し、他の施設で2014（平成26）年から実運転を継続し、効果が検証できたので導入した。
措置 財源	循環型社会形成推進交付金（環境省）
課題・留意点 適応上の	—
その他	—

事例（5）-2 低コスト膜

システム概要（フローチャート、写真等）



膜ユニット設置状況

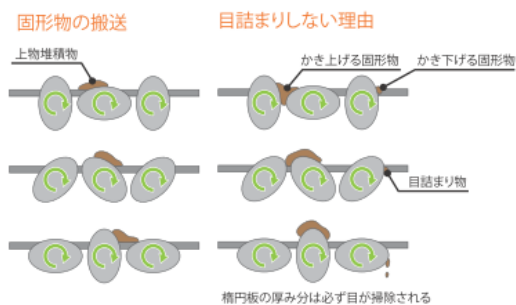
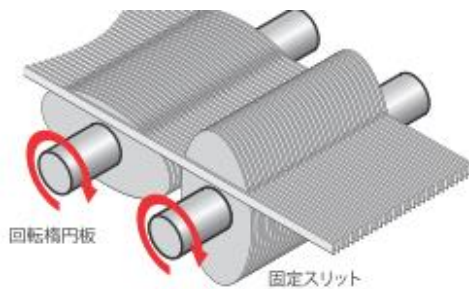
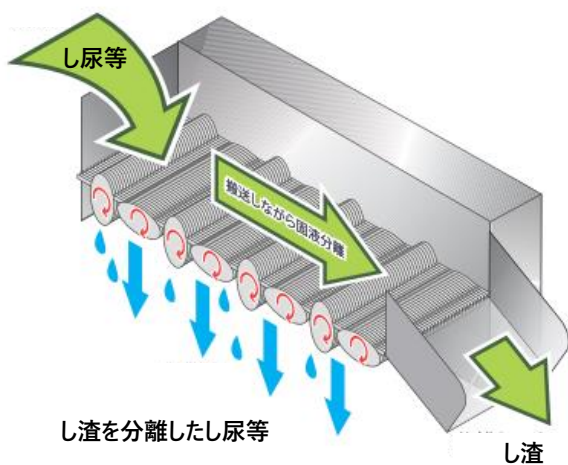
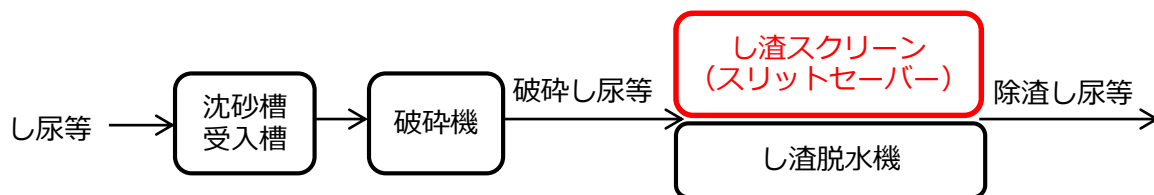
方向性（6）：災害対応・強靱化

事例（6）-1 前処理技術 スリットセーバ

導入先	島尻消防、清掃組合 清澄苑（沖縄県）、 高鍋・木城衛生組合 衛生センター（宮崎県）、 いわき市 北部浄化センター浄化槽汚泥処理施設（福島県）、 五條市 五條市クリーン・オアシス（奈良県）、 備前市 備前市汚泥再生処理センター（岡山県） 他
建設業者	水ing エンジニアリング株式会社
概要	<p>本装置は、固定スリットバーと楕円板からなる装置（スリットセーバ）によって、し尿等からし渣を分離するものである。</p> <p>連続配置された楕円板が固定されたスリットバーの間を回転し、流入したし尿等から連続的にし渣を分離する。</p> <p>分離されたし渣は、楕円板の回転により移動し排出される。</p> <p>し渣を分離したし尿等はスリットの間を通過し、連続的に排出される。</p>
導入のきっかけ及び経緯	<p>既存前処理設備と比較してコンパクトかつ、低動力であるため、LCC 低減を目的に導入した。</p> <p>楕円板がスリットバーの間を回転する構造のため、連続的にセルフクリーニングが可能であり、目詰まりによる処理能力低下が起こりにくい。</p> <p>また、構造がシンプルなため、メンテナンスが容易である。</p>
財源措置	条件を満足した上で、施設全体の更新及び基幹的設備改良事業を実施する場合、循環型社会形成推進交付金（環境省）を利用することが可能。
課題・留意点 適応上の	既存機器も同様であるが、し尿等のし渣を除去する装置のため、定期的な自動洗浄または手動洗浄を行わなければならない。
その他	<p>その他求められる方向性</p> <p>LCC・ストマネ・PPP</p>

事例（6）-1 前処理技術 スリットセーバ

システム概要（フローチャート、写真等）



方向性（6）：災害対応・強靱化

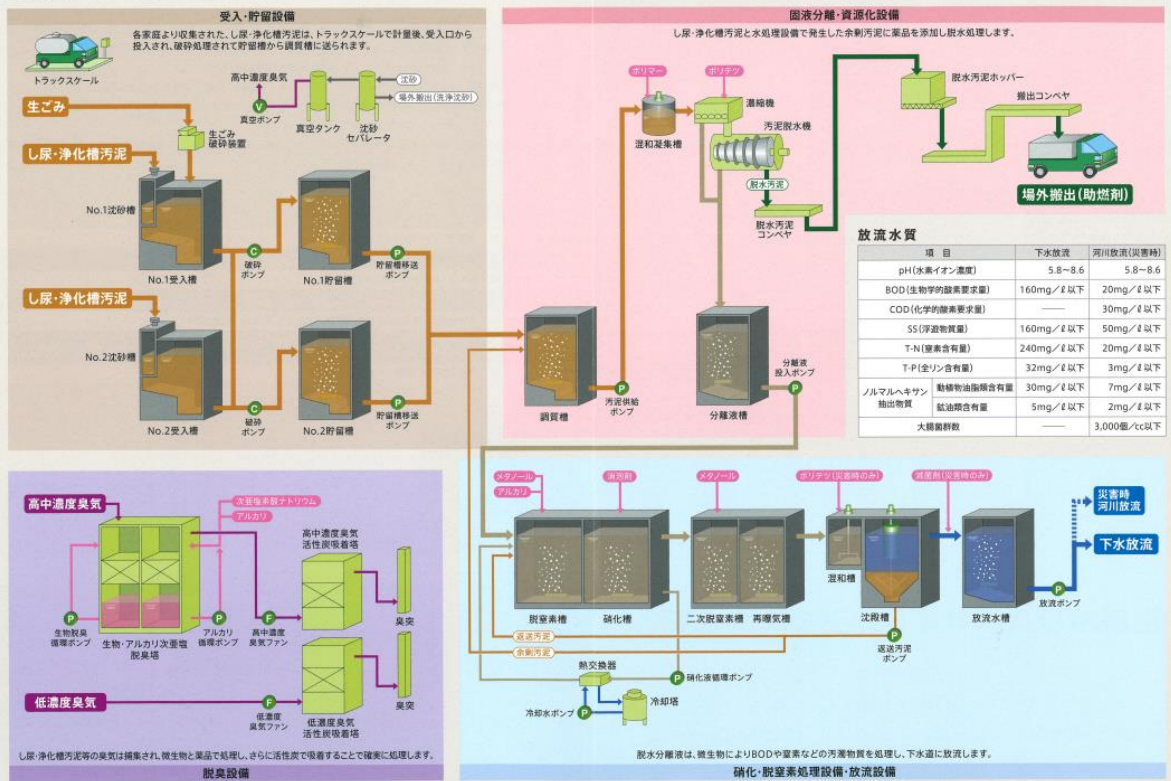
事例（6）-2 下水道放流施設の災害対策

導入先	別府市 別府市リバーサイドオアシス春木苑（大分県）
建設業者	水ing エンジニアリング株式会社
概要	<p>施設規模：75kL/日（し尿：3kL/日、浄化槽汚泥 72kL/日）、400kg/日（生ごみ）</p> <p>処理方式</p> <p>水処理：浄化槽汚泥の混入比率の高い脱窒素処理方式</p> <p>資源化：汚泥助燃剤化</p>
導入のきっかけ及び経緯	<p>下水道放流施設において、下水道が被災し、下水道への放流が出来なくなった際に河川放流に切り替え可能な施設としたもの。</p> <p>通常時は、前脱水＋生物学的脱窒素処理を行った後、処理水を下水道へ放流している。下水道が被災し下水道への放流が出来なくなった際には、沈殿分離設備に鉄系凝集剤を添加しリンを除去し、かつ消毒剤を添加して河川への放流を可能とする。</p> <p>技術提案時に災害時対策を求められ、設備の常設は行わないが緊急対応により河川への放流も可能になるという提案を実施した。</p> <p>また近年下水道放流施設が増加しているが、効率化及び災害対応・強靱化も両立できる処理方式である。</p>
財源措置	循環型社会形成推進交付金制度を利用することが可能。
課題・留意点 適応上の	近年増加している下水道放流施設の中でも、生物学的脱窒素処理を行っている施設に限定される。
その他	—

事例（6）-2 下水道放流施設の災害対策

システム概要（フローチャート、写真等）

処理フローシート



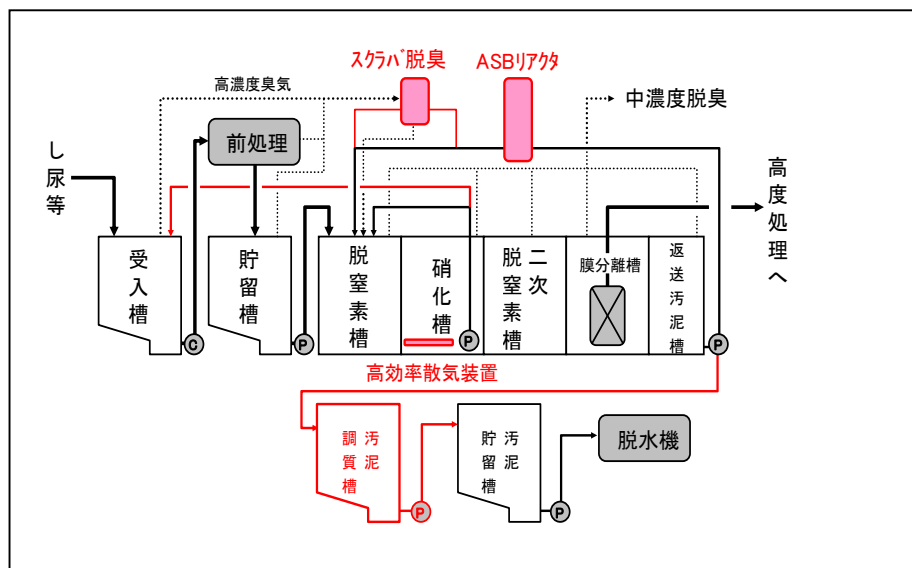
方向性（7）：地球温暖化対策

事例（7）-1 ASB（土壌微生物活性化）システムによるし尿処理技術	
導入先	西予市 西予市衛生センター（愛媛県）、他
建設業者	クボタ環境サービス(株)
概要	<p>施設規模：45 kL/日（し尿 22 kL/日、浄化槽汚泥 22 kL/日、農業集落排水汚泥 1 kL/日）</p> <p>水処理：膜分離高負荷脱窒素処理方式＋高度処理</p> <p>資源化：汚泥助燃剤化</p>
導入のきっかけ及び経緯	<p>し尿処理においても、バチルス属細菌を優占化させて処理することで、汚泥量の削減や、沈降性・脱水性の改善、臭気の抑制等が促進されることは検証されていた。</p> <p>当施設は一般競争入札総合評価方式で業者選定された。施設の周辺には住宅や道の駅があり、臭気や水質などの環境に十分配慮した施設、という中で、ASBが導入された施設が建設されることになった。</p> <p>稼働は平成29年4月であるが、半年経過後で汚泥の発生量は38%以上の削減を達成した。さらに、凝集剤も高分子凝集剤1液のみ（計画は高分子凝集剤＋ポリ鉄）で使用量も計画の半分以下となっている。</p> <p>その他、臭気低減効果、発泡抑制効果も期待できる。</p>
財源措置	<p>循環型社会形成推進交付金（環境省）の対象事業となる。</p> <p>延命化工事においても、CO₂削減効果（汚泥発生量削減、高濃度臭気の高濃度臭気の低減等に起因するCO₂削減）があり、交付金対象事業としやすくなる。</p>
課題・留意点	問題なく稼働している。
その他	<p>その他求められる方向性</p> <p>LCC・ストマネ・PPP／災害対策・強靱化</p>

事例（7）-1 ASB（土壤微生物活性化）システムによるし尿処理技術

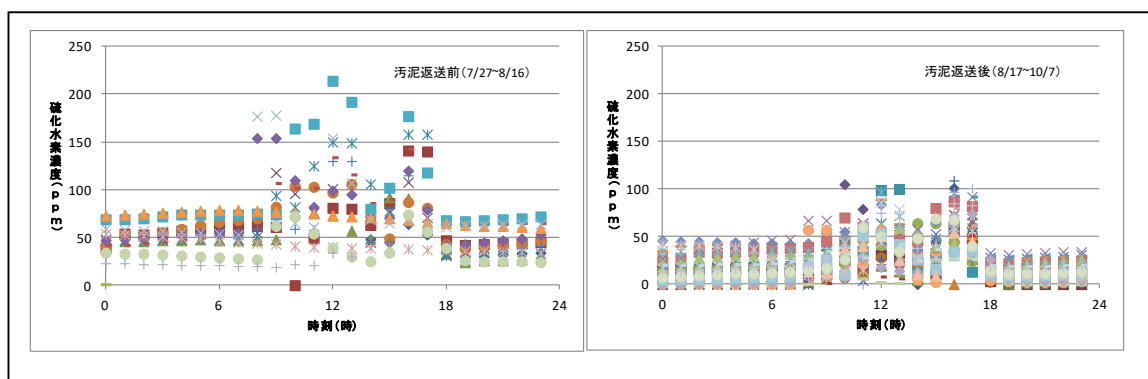
システム概要（フローチャート、写真等）

【ASBを組み込んだシステムフロー】



【ASB汚泥返送による高濃度臭気の影響】

ASB汚泥を受入槽に戻すことによる、硫化水素濃度の変化（左図：返送前、右図：返送後）



方向性（7）：地球温暖化対策

事例（7）-2 日中曝気を停止する省エネ運転制御システム

導入先	鴨川市 鴨川市衛生センター（千葉県）、他
建設業者	クボタ環境サービス(株)
概要	施設規模:66 kL/日(し尿 35 kL/日、浄化槽汚泥 31 kL/日) 処理方式 水処理:膜分離高負荷脱窒素処理方式+高度処理 資源化:ー
導入のきっかけ及び経緯	搬入し尿等の濃度が希薄化し、汚濁負荷量が減少したこと、及び東日本大震災にともなう原発事故により、昼間のピーク電力を抑える対策が必要となったことから日中の電力量ピークカットに対応する自動化システムとして、省エネ運転制御システムの導入を導入するに至った。 本方式は、日中、前処理や汚泥処理、及び施設内環境維持に必要な脱臭を行い、夜間にし尿等の投入や水処理(高度処理を含む)と脱臭を行い、使用電力量の平準化を狙う方法である。
財源措置	循環型社会形成推進交付金（環境省）の対象とはならない 運転開始後、投入量の減少や投入物濃度の希薄化等で全体負荷が概ね 2/3 以下になったときに、設備の更新を行わずに省エネ制御（運転方法改善）を行うもので、通常は交付金対象とはならない。
課題・留意点 適応上の	日中生物処理の運転を停止させているため、夜間の運転再開時に十分に生物処理されていない液が放流される懸念がある。 水処理の停止・起動にあたっては、水質、臭気などに影響が出ないよう各設備の運転シーケンスを組み、無人で自動切り替えができるシステムとする必要がある。
その他	その他求められる方向性 人口減少社会への適/LCC・ストマネ・PPP

事例（7）-2 日中曝気を停止する省エネ運転制御システム

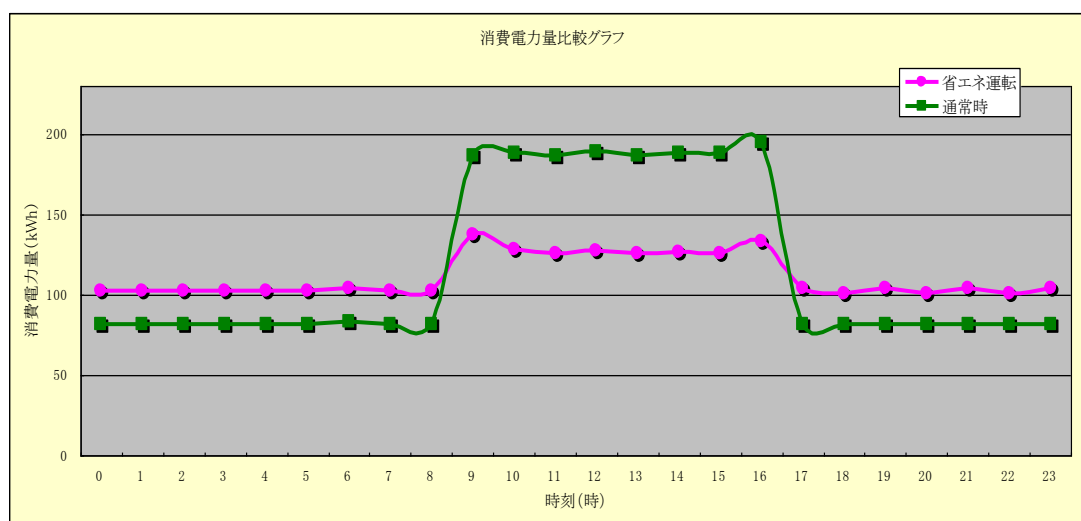
システム概要
(フローチャート、写真等)

曝気を夜間だけで対応できる程度に負荷が軽くなった場合（定格の 2/3 以下）に対応するシステムである。

導入前（通常運転時）は、受入貯留・汚泥処理は日中のみ行い、生物処理及び脱臭は 24 時間連続で行っていた。この場合、日中に使用電力量のピークがくるために契約電力は抑えられない。

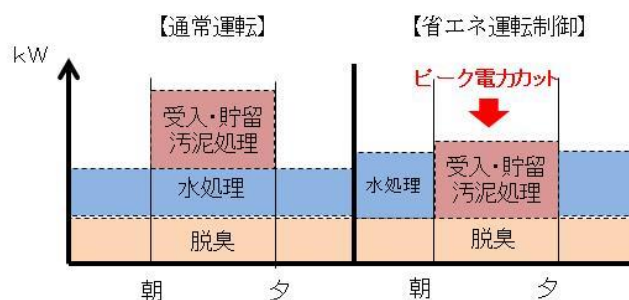
一方、導入後（省エネ運転時）は、日中曝気を停止し、受入貯留・汚泥処理、脱臭のみを行うもので、この運転により日中のピーク電力を抑えるものである。

なお、使用電力量については、基本的に変わりはないが、効率が良くなる分、使用電力量の削減が見込める。



【ピークカットのイメージ】

日中、水処理を停止することによる電力使用量のピークカットのイメージ



方向性（7）：地球温暖化対策

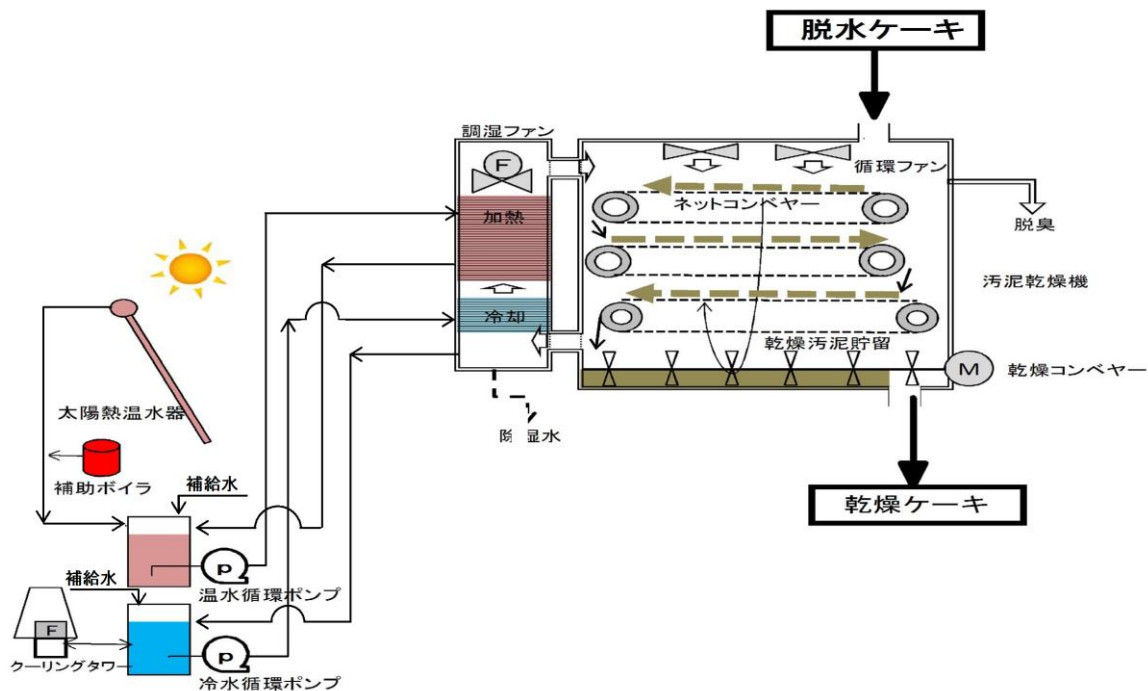
事例（7）-3 低温除湿乾燥機

事例（7）-3 低温除湿乾燥機	
導入先	北大東村 北大東村汚泥再生処理センター（沖縄県）
建設業者	株式会社西原環境おきなわ
概要	<p>低温除湿型乾燥機は成形して脱水汚泥をネットコンベヤに並べ、低温乾燥空気でゆっくり乾燥させる。乾燥に必要な熱風は50℃程度の低温域の熱源で乾燥させる。熱源が低温域であるため、60～80℃の排熱でも利用できる。</p> <p>施設規模：1 kL/日（生ごみ含）</p> <p>処理方式</p> <p>水処理：好気性消化方式（消化液は液体肥料として利用）</p> <p>資源化：乾燥（堆肥化）</p>
導入のきっかけ及び経緯	<p>北大東村では生活雑排水の処分方法に環境汚染などの問題が指摘され改善が求められており、生活雑排水を脱水、乾燥させて固形肥料及び液体肥料に再利用する為に、下記事項に示す低温除湿乾燥機の特徴を客先が気に入った為に導入された。</p> <p>①40～60℃程度の温風で汚泥を乾燥させる。</p> <p>②熱源が低温域のため、太陽熱温水器や発電機排熱などでも利用できる。</p> <p>③低温のため、装置の劣化が低く、安全性に優れている。</p>
財源措置	<p>循環型社会形成推進交付金（環境省）</p> <p>交付対象事業：有機性廃棄物リサイクル推進施設</p>
課題・留意点 適応上の	—
その他	<p>その他求められる方向性</p> <p>LCC・ストマネ・PPP</p>

事例（7）-3 低温除湿乾燥機

システム概要（フローチャート、写真等）

【低温除湿乾燥機のフローシート】



【低温除湿乾燥機の設置状況写真】



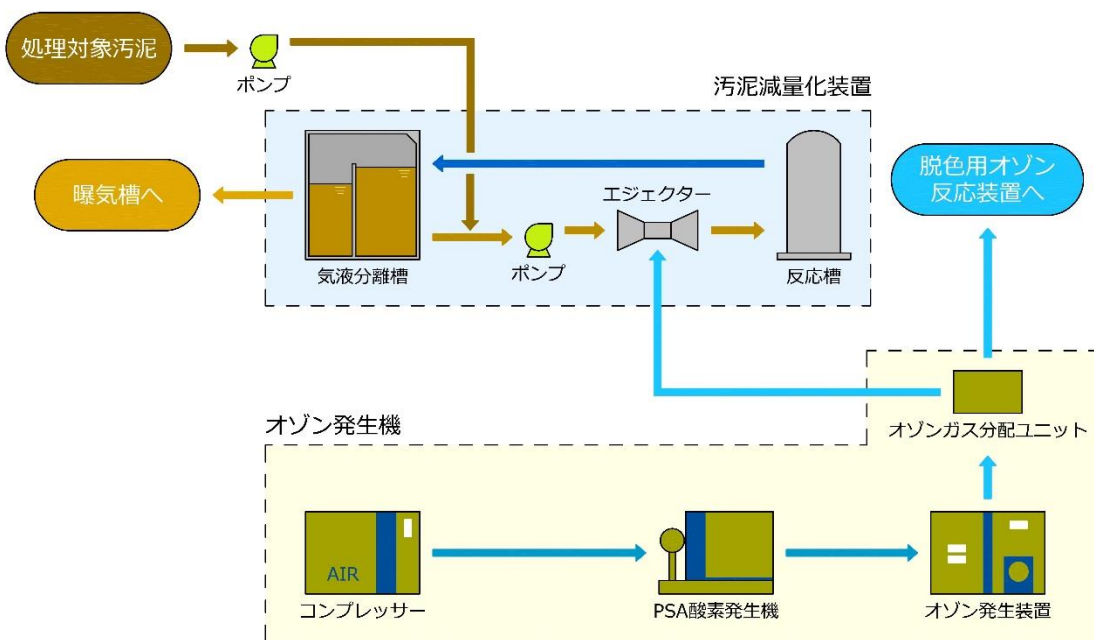
方向性（7）：地球温暖化対策

事例（7）-5 汚泥減量化システム

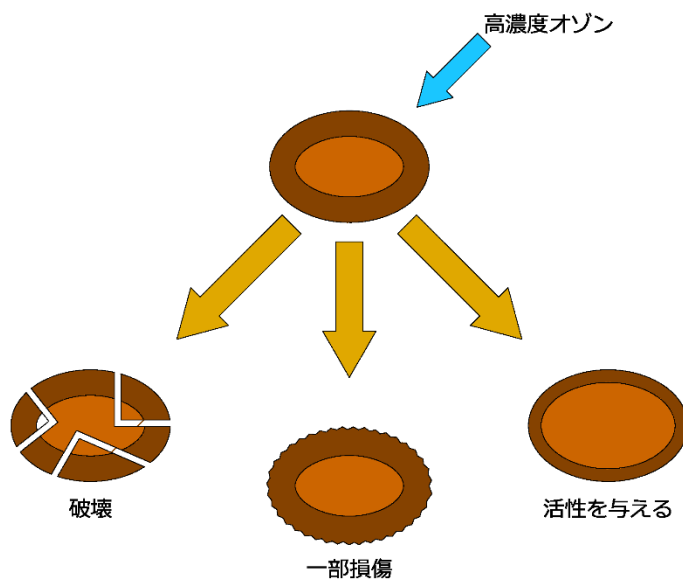
事例（7）-5 汚泥減量化システム	
導入先	渡島西部広域事務組合 渡島西部衛生センター汚泥再生処理センター（北海道） 鹿足郡事務組合 クリーンパルにちはら（島根県）
建設業者	浅野アタカ株式会社
概要	<p>減量化対象汚泥を汚泥減量化装置内で循環させ高濃度オゾンガスと接触、反応させることで、汚泥の細胞膜を破壊、若しくは傷をつけ、そしてまた一部は汚泥に活性を与える。この汚泥を主処理設備の曝気槽へ投入し、汚泥を分解させることで発生汚泥量を抑制できる。</p> <p>本システムは柔軟なシステムであるため、新設の場合はもちろんのこと、処理工程を大幅に変更することなく既存施設に追加設置することが可能である。</p>
導入のきっかけ及び経緯	<p>し尿や浄化槽汚泥などの水処理が行われている廃棄物処理施設では、水処理の過程で発生する汚泥の処理が問題となっている。また、近年、浄化槽汚泥の搬入比率が増加してきており廃棄物処理施設において浄化槽汚泥対策が必要となってきた。これらは一般廃棄物最終処分場の不足や、液状廃棄物の海洋投入処分の全面禁止、単独浄化槽の廃止による合併浄化槽の増加等が要因としてある。それらの対応策の一つとして汚泥の排出量自体を減量することが挙げられる。このようなことから高濃度オゾンを用いた汚泥減量化システム「ASURES（アスレス）」を開発し、導入してきた。</p>
財源措置	循環型社会形成推進交付金（環境省）
課題・留意点 適応上の	<p>小規模の処理施設の場合、発生汚泥量が少ないためコストメリットが少ない。</p> <p>一方で、一定規模以上の処理施設であればコストメリットが出やすい。</p>
その他	—

事例（7）-5 汚泥減量化システム

システム概要（フローチャート、写真等）



処理フローシート



オゾン酸化力の効果

【アイデア提案編 資料一覧】

要素技術の名称・テーマ
方向性（１）：人口減少社会への適応
（a）人口減少に対応したフレキシブルなシステム
（b）地域の状況を考慮した処理規模・処理形態の検討
（c）下水道普及率の低い市町村の合併浄化槽普及促進に対する対応（過疎地域を含む）
（d）地域の状況を考慮した施設設計の最適化ガイドラインの構築
（e）性状希薄化、負荷変動に対応したフレキシブルな制御システムの構築
（f）遠隔監視を利用した中継基地の無人化
方向性（２）：地域・事業間連携
（a）し尿・浄化槽汚泥以外の有機性廃棄物の受入・資源化
（b）地域単位での他廃棄物処理施設・他産業工場との連携による処理・資源化
（c）多様な搬入物の収集効率化
（d）助燃剤化技術の推進
（e）地域雇用の創出
（f）地域産業、農協との連携による地産地消の推進
（g）既存ストックを有効活用した複合的処理施設の展開
方向性（３）：AI・IoTの活用
（a）性状希薄化、負荷変動に対応したフレキシブルな制御システムの構築
（b）汚泥再生処理センター監視システムの高度化による広域管理
（c）情報技術センターによる遠隔監視、制御システムの高度化
方向性（４）：下水道連携
（a）下水道処理場との連携・処理機能の集約、整備・運営の効率化、財政負担の軽減
方向性（５）：LCC・ストマネ・PPP
（a）ストックマネジメントの推進による施設の長寿命化、LCCの低減
（b）財政負担の軽減
方向性（６）：災害対応・強靱化
（a）気象災害への対応
（b）災害発生時に適応した処理設備
（c）自治体等と連携した地域の防災拠点としての位置付け
（d）発災後の修理の容易化
方向性（７）：地球温暖化対策
（a）CO ₂ の削減、省エネ、省資源化技術の適応

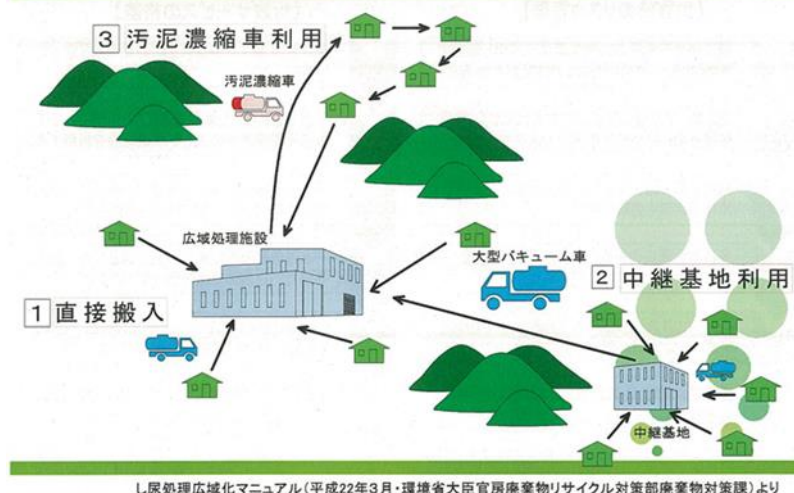
方向性：（１）人口減少社会への適応
求められる（考慮すべき）方向・ねらい、検討の余地がある要素技術・手法等
（a）人口減少に適応したフレキシブルなシステム
<p>① 水処理の多系列化</p> <p>新規処理施設建設時には水処理設備を複数系列にし、搬入量が少なくなったときには、水処理設備の系列数を減らして運転する。</p>
<p>② 前脱水+水処理ユニット化</p> <p>小規模処理施設について、①脱水設備を架台上に設置してユニット化し、②水槽を鋼板等で製作して設備をコンパクトにする。</p>
<p>③ 受入貯留設備と処理設備の分離</p> <p>受入貯留設備のみを地域中継基地に設置し、中継基地から処理施設へは大型車を利用し搬送することにより収集回数を削減する。</p>
<p>④ 休止運転に対応可能な水処理設備</p> <p>施設の処理量低下に伴い、週末等の休止運転に対応可能な水処理設備とし、管理コストを低減する。</p>
（b）地域の状況を考慮した処理規模・処理形態の検討
<p>① 分散型と集約型との共存</p> <p>人口の分布や産業分布等の地域特性と発生量を考慮して最適な収集区域を設定する。過疎地については合併浄化槽の推進（分散型）、浄化槽汚泥の収集形態の広域化と集約処理施設の設置（集約型）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 離島等個別地域の収集形態の広域連携 ・ 行政区域を超えた収集形態の広域連携
<p>② 広域化・集約化</p> <p>人口規模が小さく下水道普及率の低い地域では、今後、広域化・集約化への取り組みが加速することが予想される。それに伴い、収集・運搬にかかる時間や距離が増加し、収集・運搬コストの増加が予想されることから、中継基地の設置、大型バキューム車、浄化槽汚泥濃縮車等の導入・活用により、収集・運搬方法の効率化を図り、収集・運搬コストの増加を抑制する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 中継基地の設置、大型バキューム車等による処理施設への効率的な収集・運搬
<p>③ 受入貯留設備と処理設備の分離</p> <p>受入貯留設備のみを地域中継基地に設置し、中継基地から処理施設へは大型車を利用し搬送することにより収集回数を削減する。</p>

方向性：（１）人口減少社会への適応

求められる（考慮すべき）方向・ねらい、検討の余地がある要素技術・手法等

（b）地域の状況を考慮した処理規模・処理形態の検討

し尿・汚泥再生処理広域化のイメージ



（c）下水道普及率の低い市町村の合併浄化槽普及促進に対する対応（過疎地域を含む）

① 浄化槽汚泥対応型施設等

浄化槽汚泥の混入比率は全国平均約 70%（2016 年度）であるが、合併浄化槽の普及促進等もあり、混入比率は更に高くなることが予想され、浄化槽汚泥対応型処理施設（リニューアル含む）等の増加が見込まれる。

② 浄化槽汚泥濃縮車活用による収集・運搬の効率化

浄化槽汚泥濃縮車は、汚泥減量化の他に、1 台で汚泥引抜・清掃及び水のリサイクルによる張水まで行うことができ、作業の合理化及び収集・運搬の効率化が期待できる。

（d）地域の状況を考慮した施設設計の最適化ガイドラインの構築

① 搬入性状の地域特性や性状変動に適応した施設設計（建設、改造等）要領（設計ガイドライン）の再整理

地域毎の搬入性状傾向を把握したうえでの施設整備や改造等への対応に関するガイドラインを整理する。

方向性：(1) 人口減少社会への適応
求められる（考慮すべき）方向・ねらい、検討の余地がある要素技術・手法等
(e) 性状希薄化、負荷変動に対応したフレキシブルな制御システムの構築 (関連：(3) AI・IoT の活用)
① AI、IoT を利用した制御最適化 硝酸/アンモニアセンサー等従来十分に活用されていなかったセンサーを活用して処理の最適化を実現する。 例えば、従来の DO、ORP 制御とあわせて性状の希薄化や負荷変動に効率的に追従できる脱窒素の最適制御システムを構築する。
(f) 遠隔監視を利用した中継基地の無人化 (関連：(3)) AI・IoT の活用)
① AI、IoT を利用した中継基地の遠隔監視 浄化槽汚泥の中継基地において、AI、IoT 技術を用いた遠隔監視による受入貯留を行う。無人化により中継基地の管理コストを低減する。

方向性（２）：地域・事業間連携

求められる（考慮すべき）方向・ねらい、検討の余地がある要素技術・手法等

（a）し尿・浄化槽汚泥以外の有機性廃棄物の受入・資源化

① 受入物の例

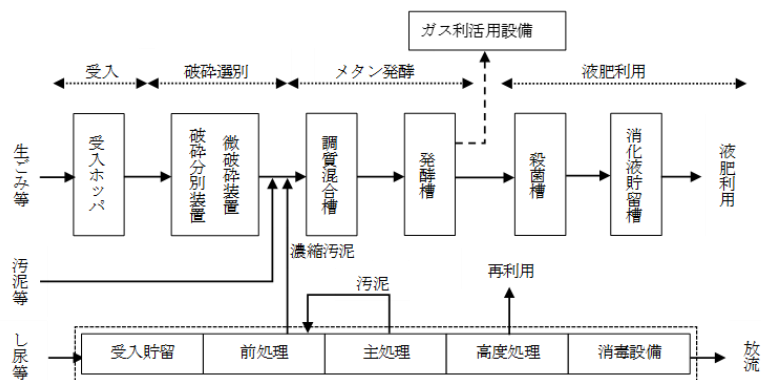
- ・家庭系生ごみ、事業系生ごみ
前処理設備費・維持管理費低減、資源化物の品質向上のために生ごみは分別収集とする
- ・事業系汚泥
- ・家畜ふん尿
- ・産業廃棄物
- ・下水汚泥
- ・廃農作物、食品廃棄物
- ・バイオマス
- ・濃縮汚泥
- ・ディスポーザ汚泥
- ・その他、廃棄物から粹抜けした有価物等

② 処理方法の例

メタン発酵

- ・バイオガスは発電・熱利用
- ・消化液は液肥利用または脱水・堆肥化

図：メタン発酵／バイオガス利活用のフロー例



注) 液肥の需要がない地域に建設する場合は、消化液を脱水後堆肥化とする。

方向性（２）：地域・事業間連携

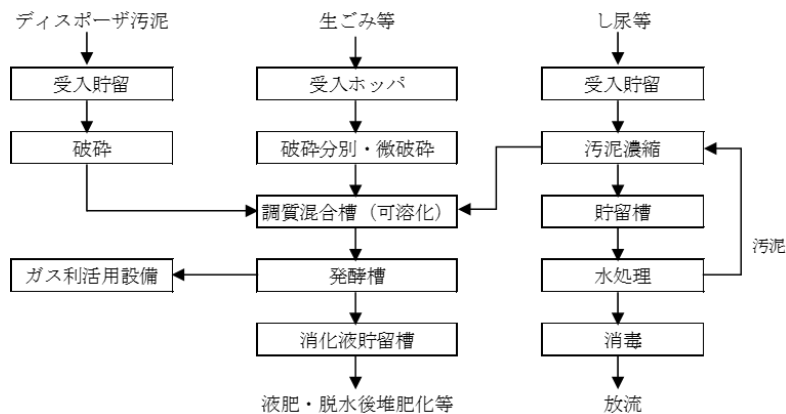
求められる（考慮すべき）方向・ねらい、検討の余地がある要素技術・手法等

（a）し尿・浄化槽汚泥以外の有機性廃棄物の受入・資源化

・ディスポーザ汚泥のメタン発酵処理

ディスポーザ汚泥には、生ごみ成分が含まれ、メタンガス発生効率は比較的高いが、メタンガス回収をより効果的に行うためには、メタンガス発生効率の高い、生ごみ（家庭系、事業系）等と併せてメタン発酵処理する。

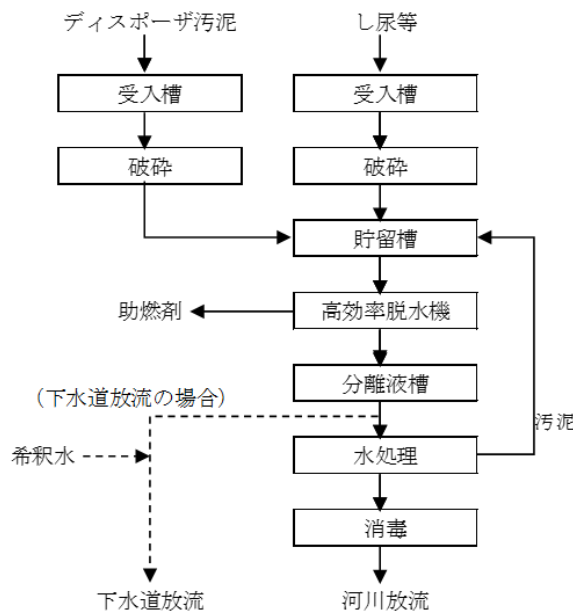
図 ディスポーザのメタン発酵処理フロー案



・ディスポーザ汚泥の助燃剤化

ディスポーザ汚泥を専用で受け入れ、し尿等と併せて直接脱水（前脱水）により助燃剤化する。

図 ディスポーザの助燃剤化処理フロー案



方向性（２）：地域・事業間連携

求められる（考慮すべき）方向・ねらい、検討の余地がある要素技術・手法等

（a）し尿・浄化槽汚泥以外の有機性廃棄物の受入・資源化

③ 使用済み紙おむつの受入と資源化处理

社会情勢の変化に伴い増加が予想される廃棄物のうち、資源化利用が想定され分別化の可能性の高い使用済み紙おむつを分別収集化し、焼却処理以外で適切に処理して LCC を改善、CO₂ 排出を低減する。

・ 必要技術

水溶化处理プロセス

パルプ回収資源化プロセス

プラント設計に対する汚泥再生処理センターの技術基盤の活用

・ 関連技術

再資源化要素技術（生ごみ分別・破碎等）の改善

方向性（２）：地域・事業間連携

求められる（考慮すべき）方向・ねらい、検討の余地がある要素技術・手法等

（b）地域単位での他廃棄物処理施設（ごみ処理施設、下水処理施設等）・他産業工場との連携による処理・資源化

① 汚泥再生処理センターのバイオマス処理センター化

集中地域を主体に有機性廃棄物の集約処理の一環として汚泥再生処理センターをバイオマス処理センターとして整備する。

下記事例に示すバイオマスセンターでは、各種有機性廃棄物とともに、し尿・浄化槽汚泥の処理を行い、汚泥再生処理センターのメタン発酵施設と変わらない機能を有している。

事例：大木町（福岡県）、三浦地域資源ユーズ株式会社（第三セクター）（神奈川県三浦市）、みやま市（福岡県）

② 民間の堆肥工場との連携による汚泥堆肥化（コスト削減）

民間の堆肥製造会社と連携し、し尿・汚泥再生処理センターの脱水汚泥を外部で堆肥化することで、維持管理費の低減を図る。事前に交付金対象の有無、堆肥製造会社の関心表明等を取得しておく。

③ ごみ処理、し尿処理施設の連携による効率的なりサイクル（助燃剤）

し尿処理施設より発生するし渣や余剰汚泥等を助燃剤化し、地域内の焼却処理場での処理を拡大する。

生ごみや一般可燃ごみを受け入れて汚泥再生処理センターとごみ焼却施設の複合化施設としての整備を拡大する。

メタンガス発電・熱回収施設の一元化も考慮する。

方向性（２）：地域・事業間連携
求められる（考慮すべき）方向・ねらい、検討の余地がある要素技術・手法等
<p>（ｃ）多様な搬入物の収集効率化</p> <p>① 浄化槽汚泥の効率的収集 汚泥濃縮車普及を推進し、主に分散地域での浄化槽汚泥の収集を効率化する。</p> <p>② し尿・浄化槽汚泥以外の有機性廃棄物の収集効率化 生ごみ等の有機性廃棄物の分別収集の推進 集中地域を主体にディスポーザ普及率の高い集合住宅等からディスポーザ汚泥を収集する 使用済み紙おむつの分別収集化</p> <p>③ 汚泥濃縮車普及による効率的収集処理および濃縮汚泥からバイオガス回収 濃縮汚泥からバイオガスの記載は①項に集約</p>
<p>（ｄ）助燃剤化技術の推進→脱水の効率化</p> <p>① 各種助燃剤化技術 助燃剤化用の高効率脱水機については、基礎資料に示す以下の資料を参照。 ・汚泥助燃剤化（１）スクリュープレス脱水機 ・汚泥助燃剤化（２）電気浸透式脱水機 ・汚泥助燃剤化（３）遠心脱水機 ・汚泥助燃剤化（４）ろ布走行式フィルタープレス脱水機</p>
<p>（ｅ）地域雇用の創出</p> <p>① 地域雇用創出のための汚泥再生処理センター等資源化施設の社会システム化推進 地域発展と雇用創出に寄与できる（浄化槽汚泥を含む）地域バイオマスの資源化施設の整備拡大（官民連携事業、DBO 事業の推進） ・参考事例 北海道での肥料としての液肥利用システムの構築による畜産生産増による地域貢献及び雇用創出、地域経済への貢献</p>

方向性（２）：地域・事業間連携

求められる（考慮すべき）方向・ねらい、検討の余地がある要素技術・手法等

（f）地域産業、農協との連携による地産地消の推進

- ・バイオマス利活用施設の維持管理費等は、生ごみの資源化に伴う地域のごみ焼却施設の負荷軽減による縮減効果まで含み、総合的な評価も必要
（生ごみを分別することで、燃やすごみの量が44%程度削減され、大幅なごみの減量化に繋がったとの報告もある）
- ・農地還元は、農業が盛んな地域で地消推進できるかがポイントに

① バイオマス利活用施設による農産物等の地産地消の推進

（※処理対象：し尿等＋生ごみ（家庭系・事業系）＋その他有機性廃棄物）

- ・資源化物の地消推進（リン回収、液肥、堆肥等）
メタン発酵消化液を液肥または脱水後堆肥化し、地元農家で農産物（水稻・麦・野菜等）の肥料として利活用する等。
- ・生産された農産物は地元の学校給食や家庭の食卓で消費し、地産地消による地域の活性化を図る。
- ・地域特産品との連携（「ビストロ下水」を踏襲）
- ・DBO 事業による資源化物の地消、地域特産物（特に農産物）への付加価値付与（分散地域）
- ・造粒や袋詰め設備を有した堆肥化設備（使いやすい形での肥料配布）

② 地域特産品から発生する産業廃棄物の有効利用

小規模なバイオマス熱電利用施設（バイオマス発電、メタン発酵）整備拡大による地域貢献

方向性（２）：地域・事業間連携

求められる（考慮すべき）方向・ねらい、検討の余地がある要素技術・手法等

（g）既存ストックを有効活用した複合的処理施設の展開

① 閉鎖された下水道処理施設を有効活用したバイオガス施設

（i）導入事例の概要

- ・ 分別生ごみ及びし尿処理施設の余剰汚泥を受け入れ、メタン発酵処理を行う。
- ・ バイオガスを回収し、発電・熱回収を行い施設内で利用する。（余剰電力は売電）
- ・ メタン発酵消化液は、液肥として農業利用する。
- ・ 事例では、処理対象物が生ごみ＋濃縮汚泥であり、液肥全量を農業利用するため、水処理施設は不要である。
- ・ 既存施設を有効活用することで、建設費の縮減が可能である。
- ・ 既存設備利用の例
 - ・ 水槽を液肥貯留槽等に利用：内面防食施工
 - ・ 高圧受電設備：改造
 - ・ 脱臭設備（活性炭吸着塔）：移設利用
 - ・ 管理部：管理室、会議室、電気室、倉庫、トイレ等

（ii）摘要

- ・ 有効活用する既存施設は、閉鎖されたし尿・汚泥再生処理施設等も可能である。事前に既存施設の状態確認が必要。
 - ・ バイオガス施設は、災害により停電が発生した場合も、貯留したバイオガス及び継続して発生するバイオガスにより、数日間は発電を継続でき、周辺住民の避難所としておけば、照明や通信機器の充電等にも活用できる。
- * 関連資料：閉鎖された下水道処理施設を有効活用したバイオガス施設（事例編）

方向性（3）：AI・IoTの活用

求められる（考慮すべき）方向・ねらい、検討の余地がある要素技術・手法等

（a）性状希薄化、負荷変動に対応したフレキシブルな制御システムの構築

① AI・IoTを利用した制御最適化

AI、IoTとセンシング技術の活用による運転制御の高度化、フレキシブルな制御システムを構築する。

従来、硝化脱窒素槽においてはDO、ORP制御が行われているが、硝酸／アンモニアセンサー等は十分に活用されていなかった。これは、活性汚泥やスライムなどによりセンサー汚染が生じ、運転の安定性が確保されないためと考えられる。

このため、様々な計測データの他に活性汚泥の画像データ等のビッグデータをAI、IoT技術により集約・解析し、運転状態を把握するとともにセンサー等の異常状況の予知・予防を図り、運転制御の信頼性を向上させる。

また、硝酸／アンモニアセンサー等の計測データおよび画像データ等を活用し、例えば、従来のDO、ORP制御と合わせて性状の希薄化や負荷変動に効率的に追従できる脱窒素の最適制御システムを構築するなど、搬入物の水質・水量の変化に伴う負荷変動に効率的に追従できる脱窒素の最適制御システムを構築し、施設運転の安定化と省力化を図る。

方向性（3）：AI・IoTの活用

求められる（考慮すべき）方向・ねらい、検討の余地がある要素技術・手法等

（b）汚泥再生処理センター監視システムの高度化による広域管理

（関連：（1）人口減少社会への適応）

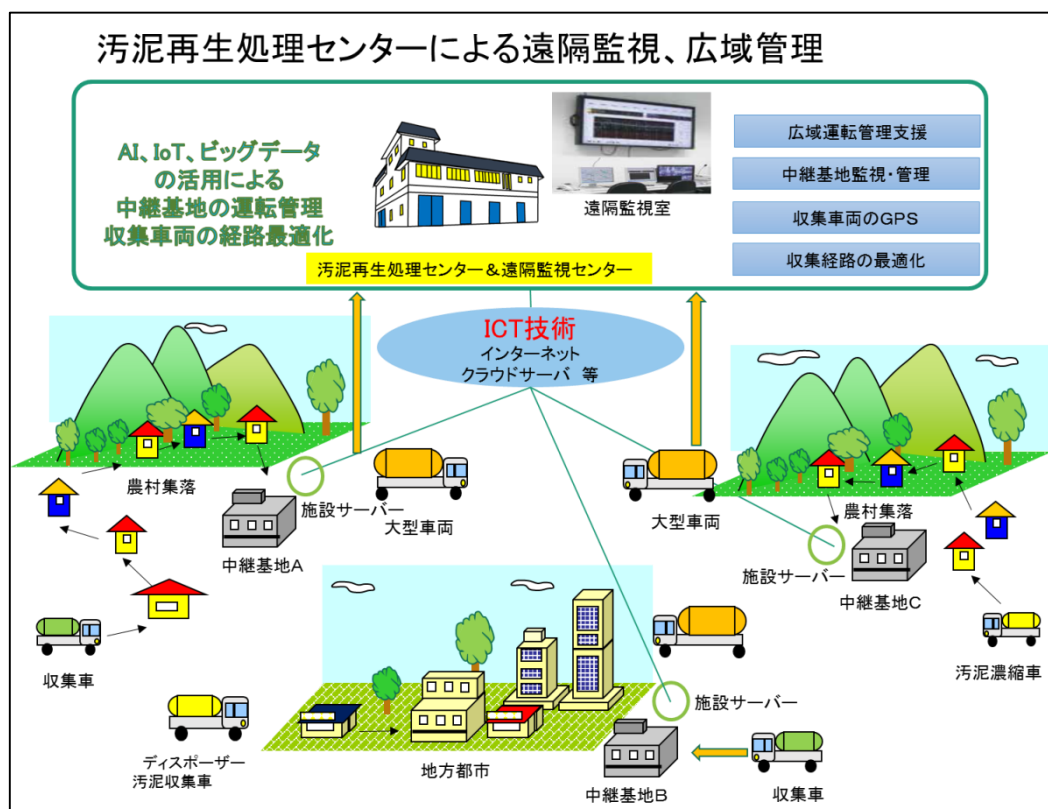
① AI・IoTを利用した中継基地および収集車両の遠隔監視

し尿処理施設、汚泥再生処理センターの広域化、収集地域の分散化に伴い、中継基地の設置等による収集の効率化が必要とされる。

AI、IoT技術により汚泥再生処理センターの遠隔監視システムを高度化することにより中継基地の広域管理を行う。具体的には、IoT技術により中継基地のカメラ映像等のデータ管理を行い、遠隔監視、遠隔管理を行う。これにより中継基地の省力化、無人化を図り管理コストを低減する。

また、収集車両にGPS等を取り付け、し尿、浄化槽汚泥あるいは濃縮汚泥の収集運搬データ等をAI、IoT技術により解析し、収集物の濃度予測を行うとともに収集運搬ルート最適化を行い、収集コストの低減を図る。

無人化により中継基地の管理コストを低減し、今後の人口減少社会に適応する。



汚泥再生処理センターによる遠隔監視、広域管理

方向性（3）：AI・IoTの活用

求められる（考慮すべき）方向・ねらい、検討の余地がある要素技術・手法等

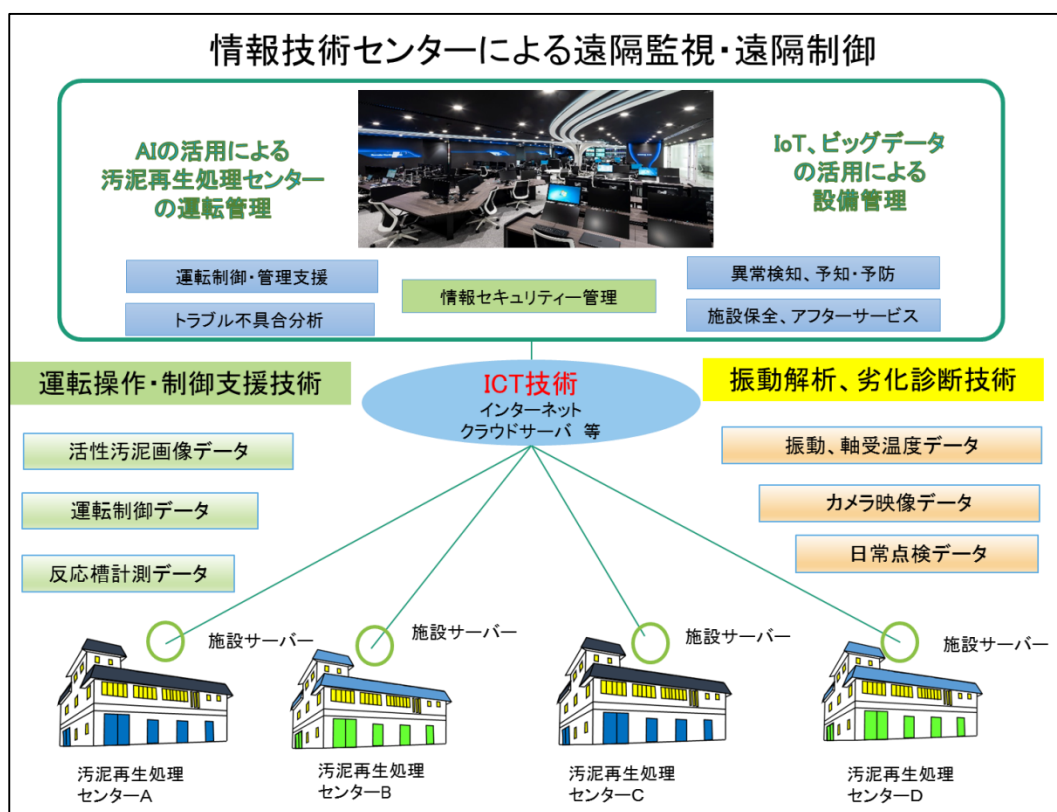
（c）情報技術センターによる遠隔監視、制御システムの高度化

・ 運転監視の高度化・ 運転制御の高度化・ 機器修繕の最適化・ 異常予知、予防

（関連：（1）人口減少社会への適応）

① AI、IoTを利用した遠隔監視、遠隔制御

し尿処理施設はこれまでも電話回線やインターネット回線を用いた遠隔監視システムが利用されているが、IoT技術等の通信技術の向上、AI技術等の情報処理技術の進歩により、複数の施設の運転状態・異常警報・カメラ映像等のビッグデータをIoT技術とAI技術を利用した、情報技術センターによる遠隔監視・遠隔制御システムを構築し、施設管理の効率化・省力化を図る。



情報技術センターによる遠隔監視、広域管理

② AI、IoTを利用した施設設備の予防保全

し尿処理施設、汚泥再生処理センターの主要な設備機器に振動計、温度計、回転計などの小型測定機器を取り付け、連続測定データをIoT技術により情報管理センターに送り、送られたビッグデータをAI技術により解析する施設保全システムを構築する。このことにより、施設機器の運転状態を把握し、異常発生の予知・予防を図るとともに機器類の寿命診断を行い、施設保全と施設管理の省力化を図る。

方向性（４）：下水道連携

求められる（考慮すべき）方向・ねらい、検討の余地がある要素技術・手法等

（a）下水道処理場との連携・処理機能の集約、整備・運営の効率化、財政負担の軽減

① 下水道処理施設の負荷状況（余裕）による処理方式の選択

- ・ 除渣＋高希釈・下水道放流（希釈倍率：大）
- ・ 前脱水＋希釈・下水道放流（希釈倍率：中）
- ・ 除渣＋水処理＋下水道放流（無希釈：プロセス用水のみ）
- ・ 前脱水＋水処理＋下水道放流（無希釈：プロセス用水のみ）

※前脱水には、一般的な脱水および助燃剤化を含む

（留意事項）

- ・ 希釈水には、下水道処理施設の近隣に建設の場合は下水道処理水、離れている場合には、井水または工水を利用することが多い。
- ・ 維持管理費は、放流水の下水道使用料金まで含めた検討が必要。
- ・ し尿処理施設・汚泥再生処理センターを下水道放流施設に切替
- ・ 下水処理場の余剰処理能力を見込んだ広域化、下水汚泥のし尿処理場受入など
- ・ 汚泥処理：し尿、水処理：下水、汚泥処分：焼却（助燃剤）等と役割分けすることで整備・運営を効率化

方向性（５）：LCC・ストマネ・PPP

求められる（考慮すべき）方向・ねらい、検討の余地がある要素技術・手法等

（a）ストックマネジメントの推進による施設の長寿命化、LCCの低減

① 補修費用の低減

- ・補修費用の平準化
 - ・計画的な保全計画により保全費用を平準化
- ・大規模補修に交付金制度の活用
 - ・CO₂削減率 3%以上：交付金 1/3
 - ・CO₂削減率 20%以上：交付金 1/2

② CO₂削減、施設延命化に寄与する施設改善工事の実施、及び改造等事例集の拡充
 トップランナー型電動機の採用、処理効率の最適化のための機器追加、更新等
 CO₂削減、施設延命化に寄与する施設改善工事を推進する。
 上記項目の設計参考となるような事例集データベースを拡大充実化する。

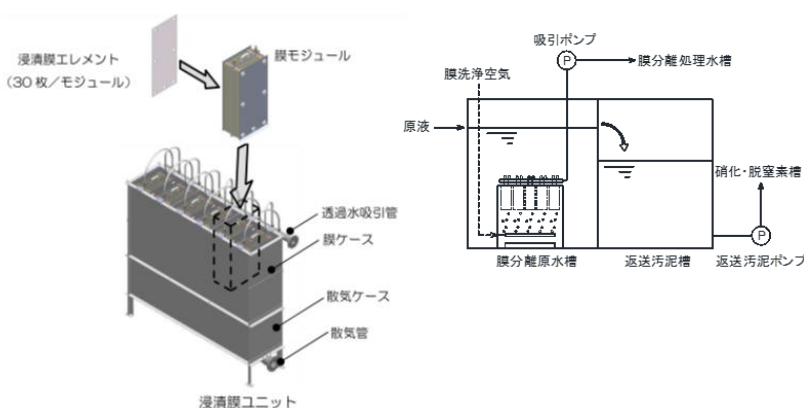
③ 適正メンテナンスによる延命化効果の定量化

AI、IoT を利用して整備履歴と改善効果の定量化を行い、メンテナンス周期や実施内容等の最適化を行う。
 機器の稼働状況の変化から異常を推定する手法を開発する。

（b）財政負担の軽減

① 低LCCかつコンパクトなし尿処理（分散地域）

- ・低コスト膜
 - 膜は高価とのイメージを払拭し、膜分離処理の特性を生かし、膜本体および膜交換費用を大幅に低減した新しいタイプの浸漬膜の例を示す。
 - （新しいタイプの浸漬膜ユニットの例）



膜材質	ポリアクリロニトリル
孔径	0.07 μm
流路幅	1mm
膜エレメント	幅475mm×高さ970mm
膜面積	0.83m ² /枚
設計透過水量	0.5m ³ /m ² ・日
平均膜間差圧	5~10kPa

② その他

- ・整備・運営の効率化
- ・単独で公共水域への放流可能な施設の維持（分散地域）
- ・民間委託（包括委託）を拡大し、運営を効率化、財政負担、軽減（分散地域）

方向性（６）：災害対応・強靱化

求められる（考慮すべき）方向・ねらい、検討の余地がある要素技術・手法等

（a）気象災害への対応

① 地震対策

- ・耐震性を重視した躯体構造設計
大地震発生時、処理機能の継続及び避難所または災害時の拠点機能を有する施設とする。
- ・構造体（基礎、梁、床など）
 - Ⅱ類（重要度係数 1.25）：避難所など（近年採用増加）
 - Ⅰ類（重要度係数 1.5）：災害時の拠点機能を有する場合など
- ・建築非構造部材（壁、天井など）：A類
- ・建築設備（配管・配線など）：甲類
- ・地震地域係数の上乘せ
近年の地震発生状況より、大地震は、いっどこでも起こり得ると捉え、建築基準法の地震地域係数 1.0～0.7（0.7 は沖縄県のみ）に上乘せし、全国一律 1.0 の採用を推奨。
- ・機械・電気設備の耐震設計
 - ・機器の転倒防止：重要度の高い設計水平震度の採用
 - ・配管・ダクト耐震性能確保
- ・既存施設：耐震診断及び対策の実施

② 津波・高潮対策

- ・沿岸部に建設の施設
 - ・想定津波（最大クラスの津波）の確認：ハザードマップ等
 - ・防潮壁、防潮扉の設置
 - ・盛土による地盤高さ調整
 - ・開口部の高所設置
 - ・屋上を緊急避難場所：陸屋根、外部階段の設置
- ・津波等の影響がない内陸部で地形の高い場所に建設用地確保

③ 台風対策

屋根や外部に面するシャッター、扉、窓等の耐風圧は、最大瞬間風速を考慮した設計。
※最大瞬間風速は、最大風速（10 分間平均）の 1.5～2 倍近いと言われている。

④ 水害（豪雨・浸水等）対策

- ・集中豪雨を考慮した雨水排水計画：短時間最大降雨量等への対応
- ・止水扉、止水板、非常用排水ポンプ等による浸水防止対策
- ・電気室、発電機室、動力盤等は、浸水が想定される室に設置しない（2 階設置など）

方向性（6）：災害対応・強靱化

求められる（考慮すべき）方向・ねらい、検討の余地がある要素技術・手法等

（a）気象災害への対応

⑤ 豪雪対策

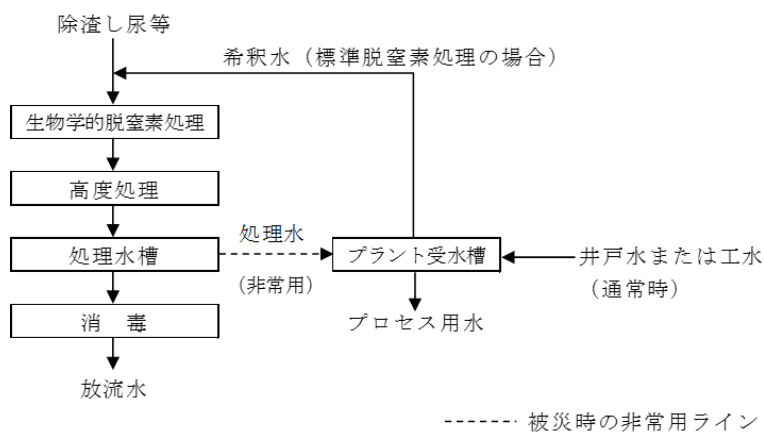
寒冷地では、豪雪時に収集・運搬ができなくなる場合に備え、過去の事例に基づく大容量の予備貯留槽を設置。

⑥ 落雷対策

ほぼ確立された技術として本項では省略。

⑦ 断水・渇水対策

- ・断水復旧までプロセス用水に処理水の再利用
 - ・河川放流施設等、高度処理を有する施設を対象。
 - ・断水時、高度処理水をプロセス用水や希釈水（標準脱窒素処理）に利用する。
- （概略フローシート案）



方向性（6）：災害対応・強靱化

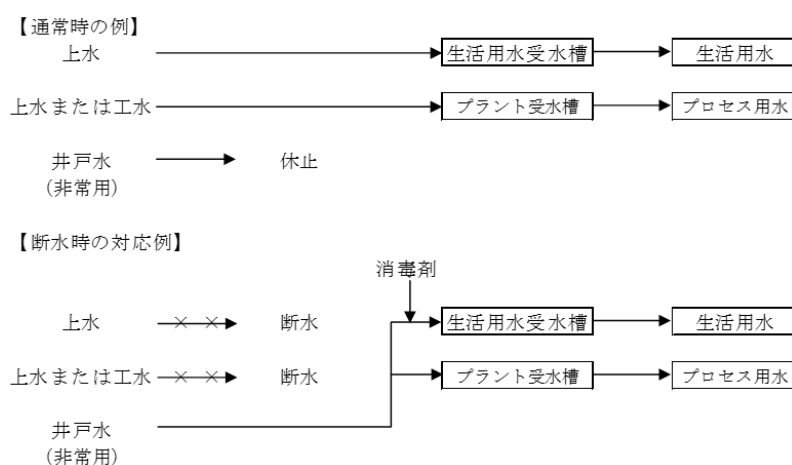
求められる（考慮すべき）方向・ねらい、検討の余地がある要素技術・手法等

（a）気象災害への対応

⑦ 断水・渇水対策（続き）

- ・災害用井戸の設置
 - ・プロセス用水に上水または工水利用の施設を対象。
 - ・外部の水道施設等の被災により、長時間の断水が発生した場合、施設の運転に影響を及ぼすため、施設内に非常用の井戸を設置し、断水時の対応とする。

(概略フローシート案)



⑧ 停電対策

- ・長時間停電時に受入停止しない非常用発電機の設置
 - ・停電時の受入・貯留設備、脱臭設備、計装設備、保安照明、給排水設備等の電源を確保する。
 - ・付属の燃料タンクは、8～12時間分程度の容量とすることが多いが、災害時の長期停電に備え、別途7日分以上の大容量燃料タンク及び供給装置を設ける。
- ・非常用電源としての大規模蓄電池設備の設置

概要は（6）（b）⑦ 自家発電設備に代わる大規模蓄電池設備を参照。

方向性（６）：災害対応・強靱化

求められる（考慮すべき）方向・ねらい、検討の余地がある要素技術・手法等

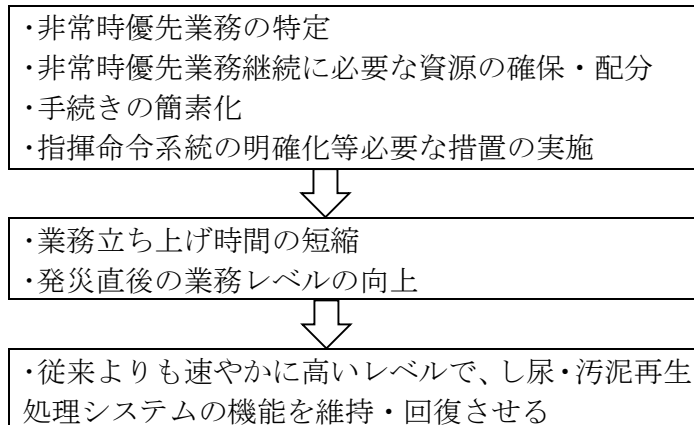
（b）災害発生時に適応した処理設備

① 施設災害時も受入・処理が停滞しないシステムの構築

・BCP（事業継続計画）の策定

ヒト、モノ、情報及びライフライン等利用できる資源に制約がある状況下、適切な業務執行を行うことを目的とした計画。

（業務の流れ）



災害時に発生する課題を想定し、平常時からその対策を講じることで、災害発生後、速やかに平常時の業務（し尿等の処理）再開を可能とする。

* BCP 関連資料：5.2.2（6）災害時等対応力の強化、施設・システムの強靱化

・薬品類のストック

- ・災害時の薬品搬入が困難な日数を見込んだ薬品貯槽容量。
- ・薬品貯槽下限レベル以下に非常時用の容量を見込む。

・上水以外の水源対策（雨水、地下水等）（集中地域）

* 関連資料：（6）（a）⑦ 断水・渴水対策

・前処理にスリットセーバの導入

東日本大震災時、し尿下水道投入の前処理機械として使用された事例あり。

* 関連資料：基礎（6）-1、事例（6）-1

方向性（６）：災害対応・強靱化

求められる（考慮すべき）方向・ねらい、検討の余地がある要素技術・手法等

（b）災害発生時に適応した処理設備

② 下水道被災時の対応

- ・通常時は下水道放流、下水道被災時は河川放流^{注)}

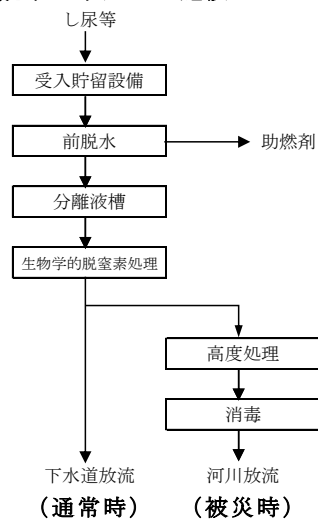
注) 本項では、公共用水域放流の代表として河川放流と称す。

- ・災害時等の非常用に河川放流基準値以下に処理できる簡易高度処理設備を設置。
- ・通常時は、①生物学的脱窒素処理後、下水道放流または②前脱水後、希釈・下水道放流。
- ・被災時は、下水道管渠が破損され、下水道放流できなくなるため、高度処理設備を稼働し、消毒後、河川放流。
- ・下水道放流施設を対象（除渣＋希釈・放流施設は除く）

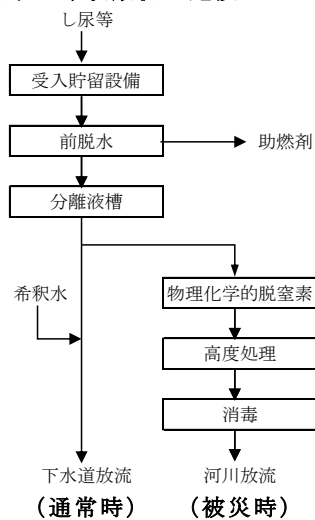
※下水道被災時も、し尿・汚泥再生処理施設が健全であることが前提だが、本施設は管渠を持たない「自己完結型の施設」であり、下水道施設よりも災害に強い。

（下水道被災時のフローシート案）

①前脱水＋水処理の施設



②前脱水＋希釈放流の施設



方向性（６）：災害対応・強靱化

求められる（考慮すべき）方向・ねらい、検討の余地がある要素技術・手法等

（b）災害発生時に適応した処理設備

③ 災害時のし尿、廃棄物の処理

- ・災害時における避難所等で発生するし尿等の適正処理
 - ・仮設の水処理システムユニット化
 - 避難所に仮設の水処理システムユニットを設置し、仮設トイレ等の汚物を処理する。水槽は鋼板製等で製作する。
- ・災害時のし尿・汚泥再生処理施設による処理
 - ・被災した近隣し尿・汚泥再生処理施設に代わり、し尿等の受入、処理を代行
 - ・避難所仮設トイレのし尿等の受入・処理
 - ・被災した家屋解体・撤去時の便槽・浄化槽内残留物の処理
- ・下水道処理施設復旧までの代替施設の役割
- ・分散型エネルギーセンターとしての活用
 - ・汚泥再生処理センターにおける太陽光発電、バイオガス発電等による再生可能エネルギーの活用、また、非常用発電機等を有する場合は、これらを災害時に活用する。
 - ・災害停電時に照明や携帯電話、スマートフォン等の通信機器充電用の電源としても活用できる。
- ・メーカー間連携
 - ・災害時の自治体とプラントメーカーの連携による復旧は勿論のこと、災害復旧を前提としたメーカー間の自主的連携による復旧の迅速化を期待。

④ 停電復帰後の最適な主処理機能回復方法の定量化

BCPの一環として、自然災害に起因する電源遮断からの復帰時に生物処理機能を回復させるために必要な時間と運転管理に関する指標を整理して定量化する。

例えば、電源遮断により3日攪拌曝気停止後の活性汚泥の活性を複数段階での負荷調整により3日で回復させる方法等。

また、電源遮断による影響を低減し、機能の早期回復を期するための必要最低容量の電源設備の整備や再生可能エネルギーの活用等。

⑤ 緊急時に備えた自然エネルギーの利用

- ・太陽光発電等による蓄電システム

⑥ 地域により比較的小規模施設に自家発電設備の設置

小規模施設や下水道放流等の使用電力が小さい施設について、自家発電設備の設置により、災害時に電力の復旧を待たずに自主的復旧が可能、または、復旧を早める効果が期待される。

方向性（6）：災害対応・強靱化

求められる（考慮すべき）方向・ねらい、検討の余地がある要素技術・手法等

(b) 災害発生時に適応した処理設備

⑦ 自家発電設備に代わる大規模蓄電池設備

- ・被災時、3～7日間、受入及び最小限の処理機能維持可能な容量の大規模蓄電池設備を設置する。
- ・自家発電設備は非常時のみ使用に対し、平常時は夜間電力の活用により有効活用が可能。
- ・大規模蓄電池設備導入のケーススタディーを以下に示す。

【大規模蓄電池設備導入ケーススタディー】

1.処理規模 100kL/日（し尿 40kL/日、浄化槽汚泥 60kL/日）想定

2.非常時運転設備定格出力

1) 受入・貯留設備	50kW
2) 主処理設備	65kW
3) 汚泥処理設備	50kW
4) 取排水設備	10kW
5) 脱臭設備	50kW
合計	225kW

3.非常時運転消費電力

	定格出力	負荷率	稼働時間	消費電力
1) 受入・貯留設備	50kW	0.8	25hr/週	1,000kWh/週
2) 主処理設備	65kW	0.8	150hr/週	7,800kWh/週
3) 汚泥処理設備	50kW	0.8	60hr/週	2,400kWh/週
4) 取排水設備	10kW	0.8	60hr/週	500kWh/週
5) 脱臭設備	50kW	0.8	80hr/週	3,200kWh/週
合計				14,900kWh/週 ≒2,130kWh/日

注) ・負荷率は0.8とし、稼働時間は各設備の多数機器の平均時間とした。

・汚泥処理設備は、焼却は休止、その他機器についても最低限の稼働を想定している。

4.必要蓄電池容量

- 1) 3日分 $2,130\text{kWh/日} \times 3\text{日} = 6,390\text{kWh}$
- 2) 7日分 $2,130\text{kWh/日} \times 7\text{日} = 14,910\text{kWh}$

方向性（６）：災害対応・強靱化

求められる（考慮すべき）方向・ねらい、検討の余地がある要素技術・手法等

（b）災害発生時に適応した処理設備

5.設備費

NAS 型蓄電池が現状では一番安価であり、2.5 万円/kWh 程度としている。

また、NEDO 提唱の官民共同研究では、2 万円/kWh 程度のコストを目標にしている。

ここでは、NAS 型蓄電池を想定、工事費含まず蓄電池単体でのコスト試算を行う。

- | | |
|---------|--|
| 1) 3 日分 | $6,390\text{kWh} \times 2.5 \text{ 万円} = 1 \text{ 億 } 5,975 \text{ 万円}$ |
| 2) 7 日分 | $14,910\text{kWh} \times 2.5 \text{ 万円} = 3 \text{ 億 } 7,275 \text{ 万円}$ |

6.夜間電力利用によるコスト削減

東京電力による高圧電力費は、現時点では以下の通りとなっている。

昼間	17.5 円/kWh（夏季、その他期間の年平均）
夜間	12.8 円/kWh
差額	4.7 円/kWh

100kL/日規模施設の使用電力量は年間平均として、5,700kWh/日程度が見込まれる。

従い、年間コスト削減額は

$$4.7 \text{ 円/kWh} \times 5,700\text{kWh/日} \times 365 \text{ 日} \approx 9,780 \text{ 千円}$$

7.国庫交付金について

一般に大規模蓄電池の寿命は 10 年程度とされており、3 日分容量の場合、蓄電池のみでも費用回収に 16 年程度要する。

工事費を見込むと、更に自治体の負担は増加するため、相応の交付金付与が必要となる。

方向性（６）：災害対応・強靱化	
求められる（考慮すべき）方向・ねらい、検討の余地がある要素技術・手法等	
（ｃ）自治体等と連携した地域の防災拠点としての位置付け	
① 災害時を想定した自治体間の相互協力体制の確立	<ul style="list-style-type: none"> ・施設の余剰能力管理、災害時の受入協力体制（集中地域） ・災害時、外部から受入可能な量の把握 ・人的支援等
② 地域の主要防災拠点化	<ul style="list-style-type: none"> ・公民館の代替等（分散地域） ・自治体拠点との通信リンク、防災無線の設置（分散地域）
③ 災害時、受水槽の水を非常用水として地域住民に給水	<ul style="list-style-type: none"> ＊関連資料：（６）（ａ）⑦ 断水・渴水対策
④ 井戸の整備、非常用発電設備、備蓄倉庫、ガス利用の可能性	<ul style="list-style-type: none"> ・井戸の整備 ＊関連資料：（６）（ａ）⑦ 断水・渴水対策 ・非常用発電設備 ＊関連資料：（６）（ａ）⑧ 停電対策 ・備蓄倉庫：生活必需品、応急対策備品、救急・救護用品等の備蓄 ・ガス利用：メタン発酵施設におけるバイオガス発電の活用
⑤ 災害時における避難所としての活用	<p>災害時の一時避難所や災害復旧関係者の（小規模な）中継所として、し尿処理施設／汚泥再生処理センターを活用する。</p> <p>非常用食料、飲料の備蓄等のほか、太陽光発電等再生可能エネルギーを活用した蓄電システムや最低限の非常電源の整備等により短期間避難所としての機能を維持する。</p> <p>※し尿・汚泥再生処理施設は、会議室、シャワー、給湯設備、トイレ等を備えており、小規模ながら避難所としての機能を有している。</p>
⑥ その他	<ul style="list-style-type: none"> ・簡易処理と地域拠点施設の連携、施設の分散化・集中化
（ｄ）発災後の修理の容易化	
	<ul style="list-style-type: none"> ・部品の少数化、モジュール化 ・多系列化による交換部品の互換性

方向性（7）：地球温暖化対策

求められる（考慮すべき）方向・ねらい、検討の余地がある要素技術・手法等

（a）CO₂の削減、省エネ、省資源化技術の適応

① 太陽熱温水器を用いる汚泥乾燥システム

低温除湿型乾燥機は、40～50℃の温風で汚泥が乾燥される。この熱源に太陽光温水器を利用する。

5.2.4 今後のし尿・汚泥再生処理システムの展望

(1) 現状の整理

「5.1 し尿・汚泥再生処理を取り巻く状況」の繰り返しになるが、現在のし尿・汚泥再生処理システムを取り巻く状況を整理すると、概ね下記のようにまとめられる。

- ・し尿搬入量が減少、浄化槽汚泥の比率が相対的に上昇している等の要因から、低負荷条件での運転に対応を迫られている施設が増えている。
- ・し尿・汚泥再生処理施設数は減少傾向、施設の老朽化も進んでいる。
- ・現状の社会的現状、要請事項に見合った施設整備、特に廃棄物処理施設として汚泥の資源回収・リサイクルの推進が求められている。

これらを踏まえ、「5.2.2 検討する上で求められる方向性」では具体的に求められると考えられる8つの方向性を、「5.2.3 今後のし尿・汚泥再生処理に向けた要素技術・システムの検討」では実際に施設で活用されている要素技術・システム、更に今後検討の余地があると考えられるアイデア提案を取りまとめた。

(2) 国内における取り組み

すでに「5.2.1 (2) 生活排水処理の適正化に向けた取り組みの必要性」でも述べたとおり、今後の国内における生活排水処理の適正化においては、その地域の人口、生活環境、インフラ状況等の実情に見合った生活排水処理施設の選定、整備を検討していくことが望ましい。

現在、下水道の整備が幅広い地域で進められているが、地理条件等により下水道の敷設が困難、または経済性等の利点から、人口規模の小さい地域等では浄化槽の設置が適切とされる場合も多い。従って、し尿・汚泥再生処理施設は我が国にとって一定の割合で必要とされるインフラであるが、今後はし尿、浄化槽汚泥に留まらず、より広義での有機性廃棄物（下水汚泥、デスポーザ汚泥、生ごみ等）を積極的に受け入れ、資源化する施設としての役割が望まれる。また、広範な有機性廃棄物の収集・処理、加えて資源化物の安定した需給関係の維持、他の関連施設との円滑な取引を構築するためには、ヒト、モノ、エネルギー、更に情報網のネットワークを形成することが必要となる。

これらのことを考慮すると、将来的にはし尿・汚泥再生処理施設の範囲を超えた、新たな有機性廃棄物の総合的リサイクル施設としての役割が求められる。ここでは仮称として、従来使用してきた「し尿・汚泥再生処理施設」を更に発展させた有機性廃棄物の資源化施設として「有機性廃棄物の地域連携資源循環共生施設（以下、資源循環共生施設）」という名称を設ける。この資源循環共生施設を中心とした、ハード面での取り組みとして「し尿・汚泥再生処理を発展させた地域資源循環共生圏」、ソフト面での取り組みとして「有機性廃棄物の資源循環ネットワーク」の2点に着目し、それぞれの検討例を示す。

(a) し尿・汚泥再生処理を発展させた地域資源循環共生圏の検討例

汚泥再生処理センターの処理対象物には、し尿、浄化槽汚泥、生ごみ等その他の有機性廃棄物が含まれている。「5.2.2 (2) 地域連携・事業間連携による地域の活性化、地域資源循環の推進」に述べているように、今後は地場産業等とも連携して対象地域内の有機性廃棄物を総合的に収集、資源化を推進することで、化石燃料削減による環境負荷低減やエネルギーコスト削減の他、地域の有機性廃棄物総合リサイクルを行う施設として、地域循環共生圏推進への貢献が期待される。

すでに 5.2.2 (2) において、近接させたごみ処理施設と資源、エネルギー、二次廃棄物等、互いの施設運転に必要なものを供給し合うことで、それぞれの施設で廃棄物処理に必要なエネルギー(資源等)の削減を図る「コンバインド化」について述べている。こちらは 2 施設間での資源循環システムのひとつであるが、資源循環共生施設における、有機性廃棄物の総合的な資源化にあたっては、より多くの施設と連携し、資源化のための原材料と資源化物の循環サイクルを構築する必要がある。

原材料の具体例としては、下水処理場や農業・漁業等集落排水処理施設等、他の生活排水処理施設から排出される汚泥の他、地域内の食品加工工場や地場産業から発生する食品残渣、各家庭や事業所等から発生する生ごみ、将来的にはディスプレイ汚泥等、様々な施設から排出される有機性廃棄物が挙げられる。処理・製造された資源化物は、例えば堆肥や液肥であれば農業等の地場産業へ、メタン発酵によるバイオマス発電で得られた電力であれば近隣地域の工場や施設へ供給する等、地域内の産業への還元のほか、肥料等の資源化物であれば遠方へ市場を拡大していくことも検討範囲となる。

なお、従来し尿処理施設で処理しているし尿、浄化槽汚泥も引き続き処理していくことになるが、今後は人口減少に伴い、これまで各地域に点在していたし尿処理施設の維持が困難になり、広範囲のし尿等を 1 施設に集約させて処理し、汚泥を資源化していくケースが増加していくことが予測される。また、大地震等の災害発生時に、下水道が破損し機能不全に陥り、避難所等に設置された仮設トイレから発生するし尿の処理が一時的に必要となるケースも想定される。通常時の総合的な有機性廃棄物の資源化と併せて、より広範に、突発的な搬入物にも対応可能な体制を整備していくことも必要である。

これらのシステムを推進するためには、現状で開発されている技術の活用に加えて、①各資源の取引推進・システムの開発、②資源化技術の高度化による再生資源の高品質化、③再生資源利用の促進・効率化等の技術やシステムの開発が不可欠である。新たな技術、システムの開発には相応の設備投資が必要であり、それに伴う人材の確保、育成も検討しなければならない。それらを地元住民から募ることで地域に新事業を立ち上げ、そこで働く新しい雇用を創出し、募った人材が資源の地産地消、更に外部市場への市場供給を促していくことで、地域の活性化に繋げていくことも期待される。

図 5.2-19 に、し尿・汚泥再生処理を発展させた地域資源循環共生圏のイメージを示す。

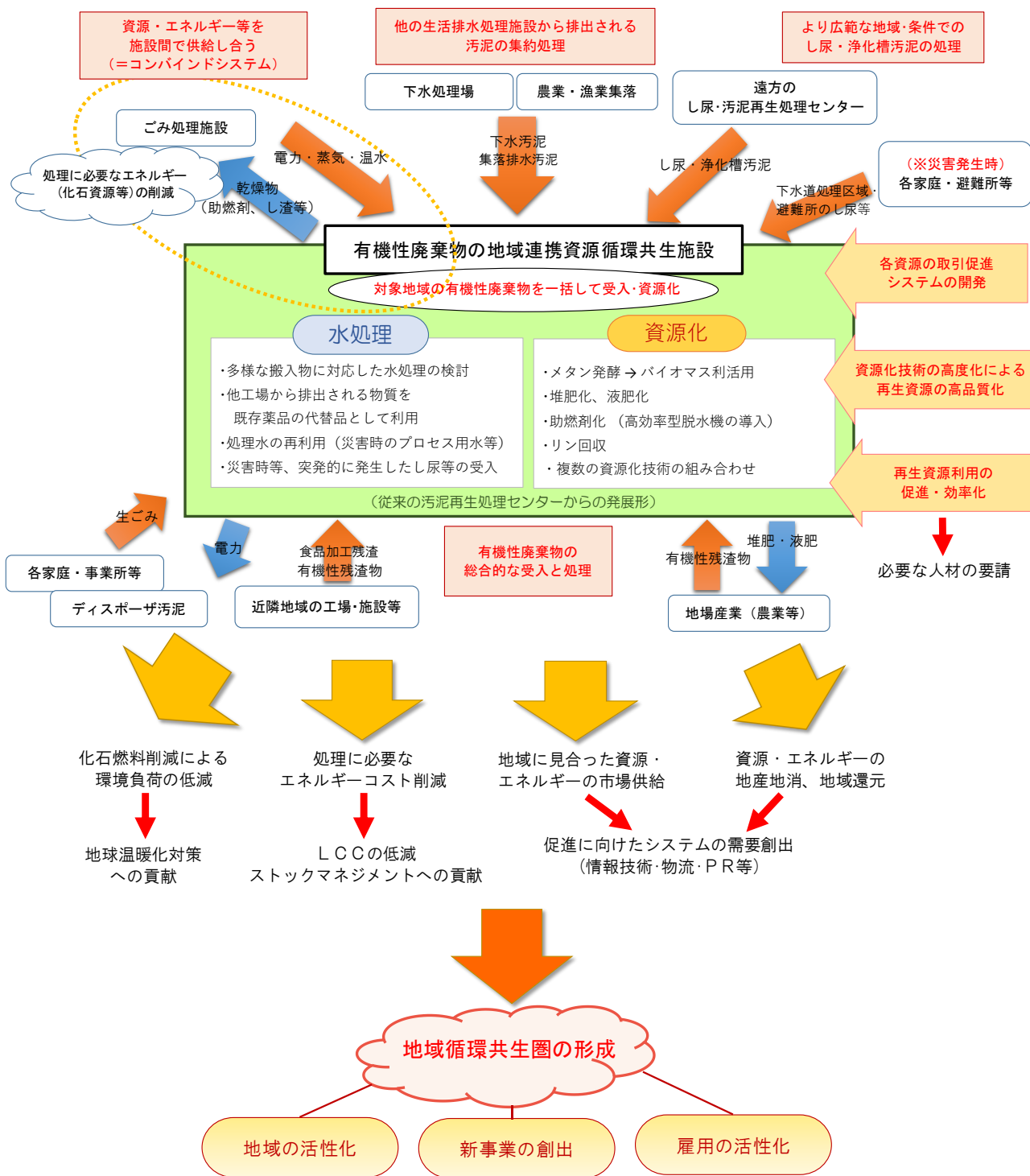


図 5.2-19 し尿・汚泥再生処理を発展させた地域資源循環共生圏のイメージ

(b) 有機性廃棄物の資源循環ネットワークの検討例

前項における地域循環共生圏構築に向けた有機性廃棄物、資源化物の広域的取引を推進するためには、資源循環共生施設と有機性廃棄物や資源化物を取り扱う関連施設が、互いにヒト、モノ、エネルギー、情報等をやり取りするネットワークの構築が不可欠である。

資源循環共生施設と関連施設を繋ぐネットワークとしては、①資源化のための原材料を資源循環共生施設へ供給するネットワーク、②製造した資源化物や発生したエネルギーを地場産業、工場等へ供給するネットワークが主に挙げられる。資源循環共生施設を中心とした、有機性廃棄物のリサイクルネットワークを検討するにあたり、これら2項目に加えて、③各情報をやり取りするネットワーク（ヒト・情報ネットワーク）の構築を考慮する必要がある。

情報ネットワークの構築においては、前述の Society5.0 が掲げているように、AI、IoT を活用した施設の運転制御や遠隔監視、資源循環共生施設と関連施設間での情報共有を検討することが必須となる。AI、IoT 技術による施設単位での運転制御は一部ですでに進められているが、生産人口の減少を見越して、今後は運転員が常駐せずとも、遠隔地の管理センター等から一括して複数施設の処理状況を制御・監視し、更に運転データを解析することで運転管理にフィードバックし、施設の完全自動運転化へ繋げることも期待される。同様に、関連施設との①や②のラインにおける供給量（汚泥等の収集量、資源化物の搬出量等）のデータも IoT によって一括管理し、資源化をより円滑に行うために必要な情報を資源循環共生施設だけでなく、関連施設全体でいつでも確認、共有できるようにすることが重要である。また、情報ネットワークは設備さえ整っていれば、物理的な距離や移動の利便性を問わずに各施設間で情報共有することが可能であり、原材料や資源化物等の運搬に中継システム、輸送効率化システム等を経由する場合でも、それらを情報ネットワークに組み込むことで、中継システムも一括して資源循環共生施設で運搬量などを把握することが可能である。

情報ネットワークを経由し施設間が連携、情報共有することで、原材料や資源化物の統合管理、施設同士の相互連携の促進、それにより突発的な事故や災害発生時等でも迅速な緊急対応を行うためのネットワークが構築されることなどの効果が期待される。また、運転データを蓄積し、それに基づく AI、IoT による自動制御運転にすることで、突発的な職員の退職等により維持管理人員やノウハウの欠落が生じた場合でも、停滞することなく処理が継続可能になることが期待される。

図 5.2-20 に、有機性廃棄物の資源循環ネットワークのイメージを示す。



図 5. 2-20 有機性廃棄物の資源循環ネットワークのイメージ

以上、地域循環共生圏の構築に向け、2つの観点から検討例を述べてきたが、検討および導入の積極的な推進のためには推進する主体の明確化と役割分担が重要であり、各施設の状況に精通した職員同士が、情報交換・交流の場を通じて連携体制を構築することで、より地域や施設の実情に見合った資源循環の在り方を検討していくことが可能と考えられる。従って、検討にあたっては資源循環共生施設ならびに関連施設単位で主担当となる人材を選定、育成し、担当者同士で検討の場を設けることが望ましい。検討結果に応じて必要となる技術、技術者等を抽出、計画案を策定していくことで、国・地方自治体等から交付される補助金、金融機関からの融資を申請する際にもより具体性のある提案が可能となり、必要な資金の確保もより容易になると考えられる。

また、地域によって求められている要素、実現可能な要素は異なってくるので、実際の導入にあたっては、これまでに述べた要素技術やシステムの中から、その地域に見合ったものを適宜選択していくことが望ましい。

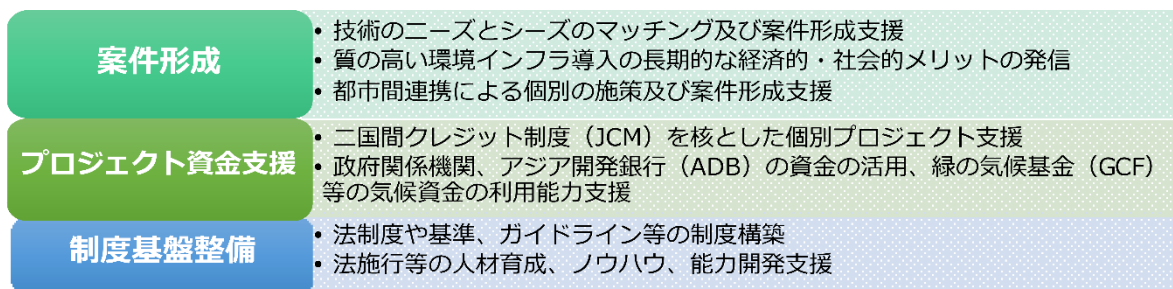
(3) 海外展開における取組

「5.2.2 (8) 環境ビジネスの国際展開、新興国への技術支援」に述べたように、経協インフラ戦略会議で決定された「インフラシステム輸出戦略」に基づき、環境省では「環境インフラ海外展開基本戦略」を策定している。し尿・汚泥再生処理技術は、戦略メニューのひとつである浄化槽やその他の生活排水処理として活用されている施設で発生する汚泥の収集・運搬、衛生的処理等のコア技術として、生活排水処理技術の一連のパッケージの一部に組み込み、生活排水処理の向上へ積極的に貢献することが期待される。環境インフラ海外展開基本戦略では、主要施策として以下の2点を掲げている。

①2 国間政策対話、地域フォーラムを活用したトップセールス

②プロジェクト形成に向けた制度から技術、ファイナンスまでのパッケージ支援

上記のうち、②が具体的なインフラ輸出に係るスキームとなっており、「案件形成(技術)」、「プロジェクト資金支援(ファイナンス)」、「制度基盤整備(制度)」を主軸とした一連のパッケージとしての支援を掲げ、これらを分野別・地域別に戦略的に実施することが掲げられている。



分野別・地域別に戦略的に実施

（出典：環境インフラ海外展開基本戦略（概要）を基に作成）

**図 5.2-21 プロジェクト形成に向けた制度から技術、ファイナンスまでの
パッケージ支援¹²⁾**

環境省の戦略によると、都市圏は下水道、郊外の大型施設やコミュニティは大型浄化槽、周辺部は小型浄化槽という、集合処理と個別処理のそれぞれの長所を生かしたバランスのとれた包括的な污水处理サービスを提案するとともに、汚泥管理・処理体制の確立を含め、下水道と浄化槽がパッケージ化された案件形成を促進するとしている。前述のとおり、下水道と浄化槽は処理過程で発生する汚泥の処理、および浄化槽汚泥の収集・運搬が必要となり、し尿・汚泥再生処理システムによってそれらを補完することが可能である。従って、生活排水処理技術・システムのコア技術としてし尿・汚泥再生処理技術をパッケージ内に組み込み、「5.2.3 今後のし尿・汚泥再生処理に向けた要素技術・システムの検討」で検討した各技術およびシステムをはじめとする適用可能な技術を組み込むことで、相手国の生活排水処理の向上、ならびに技術支援による環境ビジネス発展の一翼を担うことが期待される。

図 5.2-22 に、浄化槽の海外展開におけるパッケージ支援と併せ、そのコア技術としてのし尿・汚泥再生処理技術のパッケージ支援策を示す。図中、円の内部に記載されたものが浄化槽側の取り組みを、吹き出し部分がし尿・汚泥再生処理システム側での取り組み例を示している。

【浄化槽の海外輸出戦略パッケージ】

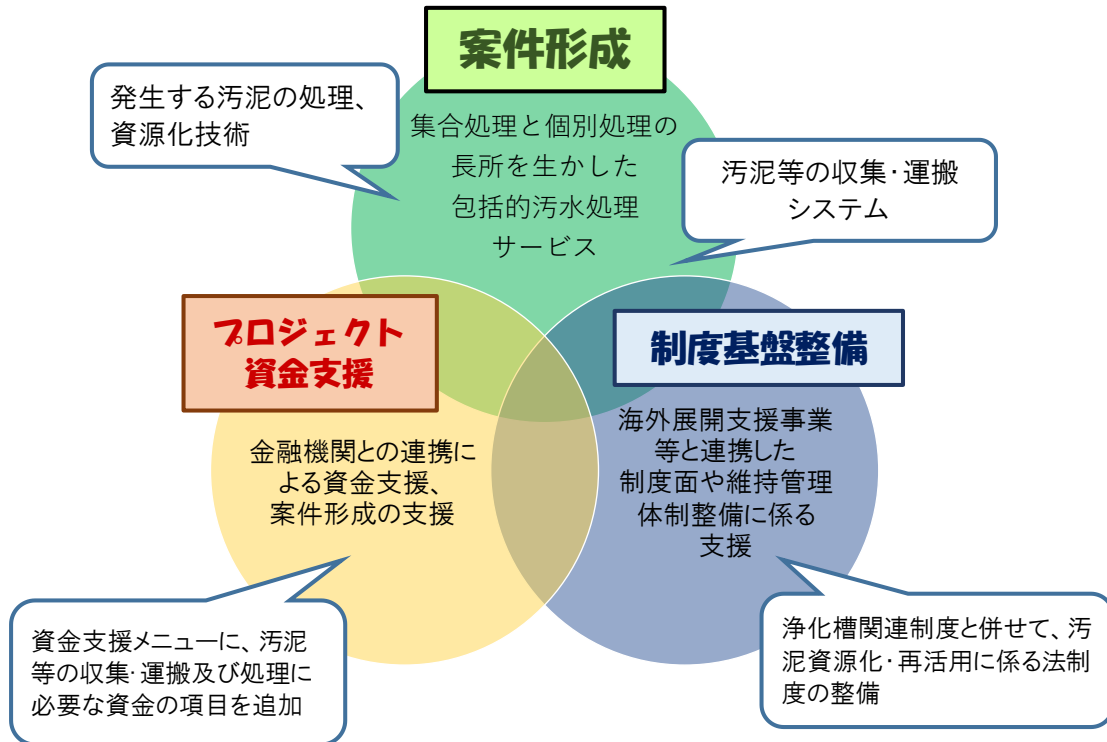


図 5.2-22 浄化槽の海外展開におけるパッケージ支援を考慮した
 し尿・汚泥再生処理技術のパッケージ支援策^{12) 13)}

適切な技術・システムの導入には、相手国の生活環境および社会・経済状況等を考慮し、その国の状況に見合った技術・システムの検討が不可欠となる。また、環境インフラ海外展開基本戦略では主に途上国と呼ばれる国への展開を想定しているが、し尿等の処理に限らず生活排水処理はあらゆる国で必要とされるインフラであり、将来的な環境ビジネスの発展を想定すると、新興国と呼ばれる国への展開も同様に検討範囲に含まれてくる。各国により諸条件は異なるものの、一部の新興国では現在の日本と同様に、将来的な人口減少や高齢化等の課題を抱えており、生産人口の縮小に伴うインフラ提供の担い手が少なくなることが予測されている。こうした中で、すでにそれらの課題解決に向けて取り組み始めている日本の経験を生かし、将来的に同様の課題を抱えることになった国へ、状況に見合った適正な生活排水処理システムを提案・提供することが可能となる。

SDGs の 6 では「安全な水とトイレを世界中に」と衛生状態の改善が掲げられ、安全な飲料水の確保とトイレをはじめとする衛生設備の改善が世界中で求められている。また、14 の「海の豊かさを守ろう」に基づき、河川や海域への排水の垂れ流しへの規制が積極的に実施される可能性もある。これに伴い、トイレ排水（し尿）や生活排水を処理

する需要は世界的に高まっていくものと予想される。すでに述べたとおり、生活排水処理設備として下水道や浄化槽の海外展開が更に推進されると、同時に発生する汚泥処理の必要性も生じる。そこへし尿・汚泥再生処理技術を効果的に活用することで、支援先の国に見合った、より妥当性のある生活排水処理に貢献できると考えられる。

5.2 参考文献

- 1) 環境省：第五次環境基本計画の概要（2014）.
- 2) 環境省：第四次循環型社会形成推進基本計画の概要，1（2018）.
- 3) 国土交通省、農林水産省、環境省：持続的な汚水処理システム構築に向けた都道府県構想策定マニュアル（平成26年1月），まえがき（2014）.
- 4) 同上，2（2014）.
- 5) 国土交通省：国土のグランドデザイン2050 概要，別添1（2014）.
- 6) 国土交通省：国土のグランドデザイン2050パンフレット（2014）.
- 7) 内閣府：Society5.0，
https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html（（2018年3月3日閲覧））.
- 8) 国土交通省；スマートシティの実現に向けて【中間とりまとめ】，国土交通省，4（2018）.
- 9) 国土交通省；スマートシティの実現に向けて【中間とりまとめ】，国土交通省，6-7（2017）.
- 10) 内閣府防災担当：中央省庁業務継続ガイドライン 第1版（2006（平成19）年6月），6（2006）.
- 11) 内閣官房：経協インフラ戦略会議の開催について（2013）.
- 12) 環境省：環境インフラ海外展開基本戦略（概要）（2017）.
- 13) 環境省：環境インフラ海外展開基本戦略，5（2017）.