

高効率型二軸スクリーンプレス脱水機 に関する共同研究

1. 研究目的

近年、下水道普及率が高まるにつれて、下水汚泥の発生量は年々増加している。しかしながら、最終埋め立て処分地の残余容積が減少していることや、最終処分場の新設が極めて困難な状況であることから、下水道事業における汚泥の減容化が一段と重要視されている。

高効率型二軸スクリーンプレス脱水機は、難脱水性汚泥用として開発された新型の汚泥脱水機である。本脱水機は低動力で難脱水性汚泥に対しても良好な脱水性能を発揮できる。そのため、汚泥処理設備全体での温室効果ガス発生量を抑制することが可能である。

本研究では、金属ろ材により分離脱水を行う「高効率型二軸スクリーンプレス脱水機」について、特徴、脱水性能、導入効果等を整理するとともに、導入する際の脱水設備の計画・設計・施工・維持管理等に関する検討を行い、本脱水機の性能評価および技術的事項を取りまとめて技術マニュアル改訂版を発行することを目的とした。

2. 研究体制

本共同研究は、(株)クボタ、(財)下水道新技術推進機構の計2者が共同で実施した。

3. 研究内容

本研究では、従来のスクリーンプレス脱水機との脱水性能比較を行い、混合生汚泥および嫌気性消化汚泥に対する標準脱水性能を定めた。また、本脱水機の導入効果（低コスト、省スペース等）を定量的に示し、適用条件を明確にすることで、施設の計画・設計・施工・維持管理に係わる技術的事項を取りまとめた。

3.1 脱水機の構造

高効率型二軸スクリーンプレス脱水機の構造図を図-1に示す。高効率型二軸スクリーンプレス脱水機は、金属ろ材（パンチングメタル）からなる外胴スクリーン、水平方向に上下平行に配列した2本のスクリーン、背圧プレッサ、駆動装置、洗浄装置、およびフロキュレータ（凝集混和槽）等から構成される。

本脱水機は、金属製スクリーンと縦に配列した2本のスクリーンで形成されるろ室内に凝集汚泥を供給し、スクリーンの回転によって汚泥投入側から脱水ケーキ排出側へと搬送しながら、ろ室の容積変化と2本のスクリーンによる圧密・剪断効果で脱水するものである。

脱水原理を以下に示す。

- (1) 汚泥は、フロキュレータにて高分子凝集剤とかくはん混合されて凝集汚泥に生成される。

- (2) 凝集汚泥は、汚泥供給ポンプの吐出圧力によって脱水機端部から連続的に圧入され、外胴スクリーンによってろ過が行われる。
 - (3) 圧入圧力一定制御により、供給汚泥の濃度変動等に対しても脱水機内部の汚泥負荷を均一にするよう供給汚泥量を自動的に制御する。
 - (4) 初期ろ過によって減容化された汚泥は、2本のスクリーユが回転することにより脱水ケーキ排出部へと搬送されながら、ろ過脱水される。
 - (5) 脱水機内部では2本のスクリーユが重なりあって互いに逆回転しており、汚泥が大きな圧密力・剪断力を受けて固液分離される。
 - (6) 脱水ケーキ排出部には背圧プレッサを配置しており、背圧による圧密によってさらにろ過脱水しながら含水率が低下した脱水ケーキを排出する。
 - (7) 脱水ろ液は外胴スクリーンの細孔より排出し、脱水機下部に設けたろ液排出部に集水して排水される。
- スクリーンは、外周に設けた洗浄装置によって洗浄し、目詰まりを防止する。

3.2 従来機との構造比較

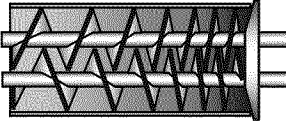
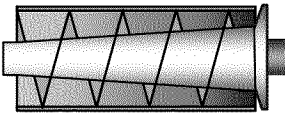
本脱水機と従来機（スクリーユプレス脱水機）の構造比較を表-2に示す。従来のスクリーユプレス脱水機は、一軸スクリーユであることから汚泥に対して大きな剪断力を与えることができず、難脱水性汚泥に対しては脱水性能が劣る傾向がある。また汚泥がスクリーユに付着して供回りし、搬送不良を起

こすことがある。

これに対して本脱水機は、2本のスクリーユを互いに噛み合う構造としたことから、以下に示す特長がある。

- ① 汚泥に大きな圧密力・剪断力を与えることができ、難脱水性汚泥に対しても良好な脱水性能を発揮できる。
- ② 汚泥の供回りが発生しないため、安定した良好な汚泥搬送が可能である。

表-1 構造比較

本脱水機	従来機
スクリーユを上下平行に2本羽根が噛み合う軸間距離で配列。スクリーユ一軸・径は同径、スクリーユピッチを漸減。	1本のスクリーユを配置。スクリーユ羽根径・スクリーユピッチは同一、スクリーユ軸径を漸拡大。
	
2本のスクリーユを互いに噛み合う構造とし、汚泥に大きな圧密力・剪断力を与える。汚泥の供回りを防止し、安定した脱水運転を維持。	一軸スクリーユのため二軸よりも剪断力は小さい。汚泥がスクリーユに付着して供回りし、搬送不良を起こすことがある。

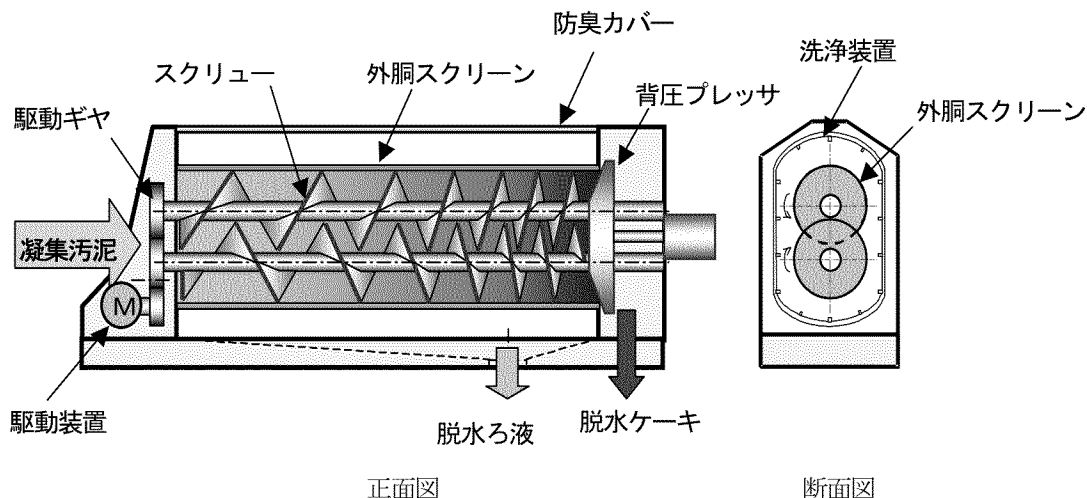


図-1 高効率型二軸スクリーユプレス脱水機構造図

3.3 脱水性能調査

本脱水機と従来機を同条件で脱水運転を行い、両脱水機の脱水性能を比較した。本脱水機の目標脱水性能を表-2に示す。

表-2 目標脱水性能

	目標脱水性能
混合生汚泥	従来型スクリーンプレス脱水機と同等以上
嫌気性消化汚泥	従来型スクリーンプレス脱水機よりも脱水ケーキ含水率を2ポイント以上低下

3.4 標準脱水性能の設定

各種汚泥に対する本脱水機の脱水性能を調査することにより、対象汚泥の種類・性状毎に標準脱水性能を設定した。

3.5 導入効果の検討

中規模 (10,000m³/日)、大規模 (200,000m³/日)の各モデル処理場において、本脱水機の導入効果を検討した。導入効果は、以下の4項目について評価した。

- (1) 建設費
- (2) 維持管理費
- (3) CO₂排出量
- (4) 設置スペース

4. 研究結果

4.1 脱水性能調査結果

各種汚泥に対して脱水性能調査を実施し、従来機と脱水性能を比較した。以下に、性能調査結果の一例を示す。

4-1-1 混合生汚泥

重力濃縮混合生汚泥に対する脱水性能（負荷率とケーキ含水率、固形物回収率の関係）を図-2に、機械濃縮混合生汚泥に対する脱水性能を図-3に示す。

重力濃縮混合生汚泥の場合、負荷率：1.0における本脱水機のケーキ含水率は72.8%、機械濃縮混合生汚泥の場合も負荷率：1.0においては含水率：72.8%、固形物回収率はどちらも95%以上であり、従来機と同等以上の脱水性能を確認できた。

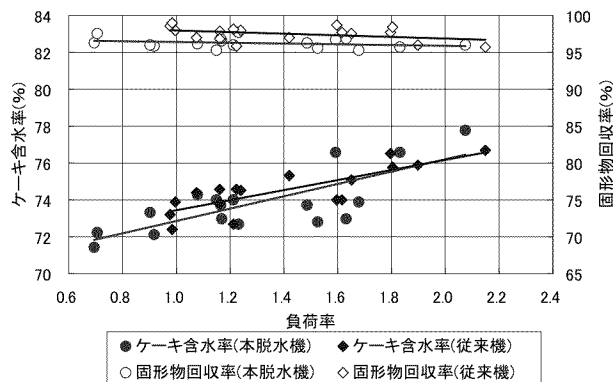


図-2 脱水性能（重力濃縮混合生汚泥）

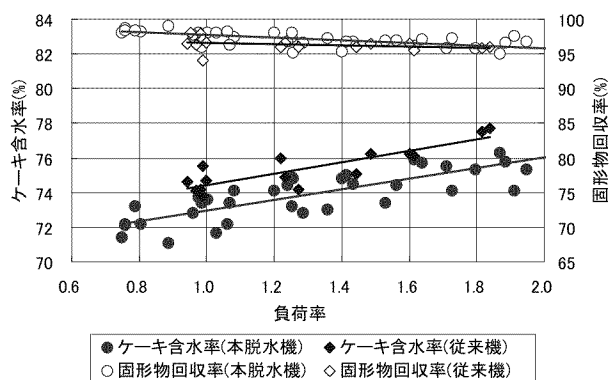


図-3 脱水性能（機械濃縮混合生汚泥）

4-1-2 嫌気性消化

重力濃縮消化汚泥に対する脱水性能を図-4に、機械濃縮消化汚泥に対する脱水性能を図-5に示す。

重力濃縮消化汚泥の場合、負荷率：1.0における本脱水機のケーキ含水率は約77%であり、従来機の約80%に対して約3.2ポイント低下できた。

機械濃縮消化汚泥の場合、負荷率：1.0における本脱水機のケーキ含水率は約80.4%であり、従来機の約82.5%に対して約2.2ポイント低下できた。以上より、本研究の目標値である2ポイント以上の含水率差を確認できた。

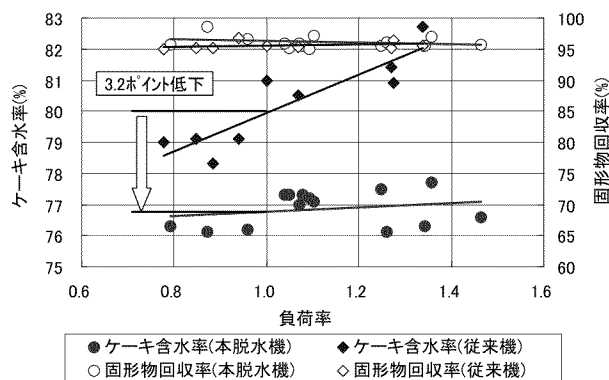


図-4 脱水性能（重力濃縮消化汚泥）

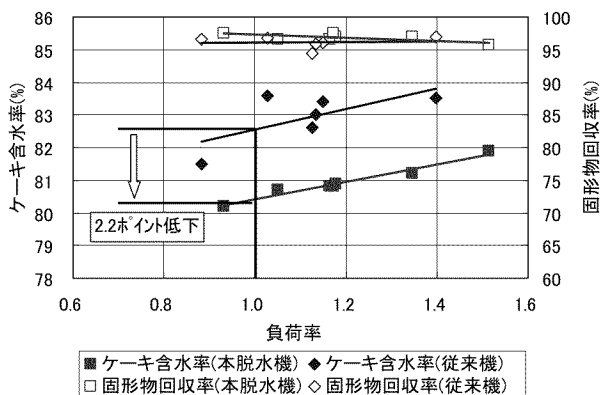


図-5 脱水性能（機械濃縮消化汚泥）

4-1-3 調査結果まとめ

調査結果のまとめを表-3に示す。混合生汚泥に対しては従来機と同等以上、消化汚泥に対しては従来機よりも2ポイント以上ケーキ含水率が低下しており、目標脱水性能を満足できる結果が得られた。

表-3 脱水性能調査結果

供給汚泥		薬注率 (%/TS)	負荷率		ケーキ含水率(%)	
種類	濃度(%)		本脱水機	従来機	本脱水機	従来機
混合生汚泥 (機械濃縮)	3.4	0.8	1.0	1.0	73.0	74.7
			1.5		74.4	
	3.8	0.7	1.0	1.0	71.8	
			1.5		74.0	
混合生汚泥 (重力濃縮)	1.2	1.0	1.0	1.0	72.8	73.5
			1.5		74.7	
消化汚泥 (機械式)	1.5	1.6	1.0	1.0	80.4	82.6
			1.3		81.3	
	2.1	1.5	1.0	1.0	76.7	
			1.35		77.8	
消化汚泥 (重力式)	1.0	1.5	1.0	1.0	77.7	79.7
			1.3		78.9	
	1.5	1.5	1.0	1.0	77.5	
			1.35		78.8	
2.4	1.3	1.0	1.0	76.8		
		1.35		77.0		

※固形物回収率は全て95%以上

4.2 標準脱水性能表

脱水性能調査から得られた脱水性能を基に設定した本脱水機の標準性能表を表-4に示す。

4.3 導入効果

混合生汚泥および消化汚泥、中規模(10,000m³/日)および大規模処理場(200,000m³/日)のモデル下水処理場を対象として、高効率型二軸スクリーブレス脱水機の導入効果について検討した。本報告では、検討結果の一例として、大規模処理場、消化汚泥に対する試算結果を示す。

表-4 標準脱水性能表

水処理方式		標準活性汚泥法 等										
汚泥の種類		混合生汚泥										
汚泥性状	濃縮方式	重力濃縮					機械濃縮					
		強熱減量(VS)(%)	80~86					80~86				
		繊維状物(100メッシュ)	20					20				
汚泥濃度(TS)(%)		1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5程度					
運転方法		標準	処理量優先	標準	処理量優先	標準	処理量優先	標準	処理量優先	標準	処理量優先	
脱水性能	脱水ケーキ含水率(%)	76	78	75	77	74	76	73	75	72	74	76
	ろ過速度(g/DShφ150)	14	18	17	22	20	25	21	31	23	40	31
	固形物(SS)回収率(%)	95		95		95		95		95		
	薬注率(TS) (%)	1.4		1.3		1.2		1.0		0.8		1.0

水処理方式		標準活性汚泥法 等				
汚泥の種類		混合生汚泥				
汚泥性状	濃縮方式	重力濃縮		機械濃縮		
		強熱減量(VS)(%)	80~86		80~86	
		繊維状物(100メッシュ)	10		10	
汚泥濃度(TS)(%)		1.0		3.5程度		
運転方法		標準	処理量優先	標準	処理量優先	
脱水性能	脱水ケーキ含水率(%)	79	81	76	78	
	ろ過速度(g/DShφ150)	11	14	14	24	
	固形物(SS)回収率(%)	95		95		
	薬注率(TS) (%)	1.4		1.0		

■ は、標準汚泥に対する標準設計性能を示す。新設の処理場では本指標を標準脱水性能とする。

水処理方式		標準活性汚泥法 等								
汚泥の種類		嫌気性消化汚泥								
汚泥性状	供給汚泥濃度(TS)	濃縮方式	重力式		機械式		濃縮方式		濃縮方式	
			強熱減量(VS)	%	67~70	64~67	61~64	57~61		
		濃縮方式	%	1.0	1.5	2.0	2.5			
		繊維状物(100メッシュ)	%	—	1.5程度	2.0程度	2.5程度			
運転方法		標準	処理量優先	標準	処理量優先	標準	処理量優先	標準	処理量優先	
重力濃縮	脱水ケーキ含水率(%)	79	81	78	80	78	80	78	80	
	ろ過速度(g/DShφ150)	6.8	8.8	8.1	10.5	9.3	12.0	9.3	12.0	
	固形物(SS)回収率(%)	95		95		95		95		
	薬注率(TS) (%)	1.6		1.5		1.4		1.4		
機械濃縮	脱水ケーキ含水率(%)	—	—	81	83	79	81	77	79	
	ろ過速度(g/DShφ150)	—	—	6.8	8.8	8.1	10.5	9.3	12.0	
	固形物(SS)回収率(%)	—		95		95		95		
	薬注率(TS) (%)	—		1.8		1.7		1.6		

4-3-1 検討条件及び脱水機諸元

比較検討を行った際の検討条件を表-5に、各処理場規模における各脱水機の諸元を表-6に示す。

4-3-2 建設費

建設費（脱水機本体および補機の機械工事費）の試算結果を図-6に示す。本脱水機は従来機と比較して約27%安価となった。

4-3-3 維持管理費

維持管理費に関するユーティリティ費（電力費、薬品費、用水費）および脱水ケーキ処分費についての

試算結果を図-7に示す。ケーキ含水率の低下によりケーキ発生量を削減できるため、本脱水機の維持管理費は従来機と比較して約13%安価となった。

表-5 検討条件

項目	処理場規模	
	中規模下水処理場	大規模下水処理場
計画1日最大汚水量	10,000m ³ /日	200,000m ³ /日
計画流入SS濃度	200mg/ℓ	200mg/ℓ
計画放流SS濃度	20mg/ℓ	20mg/ℓ
排除方式	分流式	分流式
水処理方式	標準活性汚泥法	標準活性汚泥法
濃縮方式	重力濃縮	機械濃縮
脱水対象汚泥	混合生汚泥 消化汚泥	混合生汚泥 消化汚泥
強熱減量 (VS)	80~83% 64~67%	80~83% 61~64%
汚泥濃度 (TS)	1.5% 1.5%	3.4% 2.4%
繊維状物 (100メッシュ)	20% 5%	20% 5%
脱水機運転時間	7h/日, 5日/週	24h/日, 7日/週

表-6 脱水機諸元

項目	機種			
	本脱水機	従来機		
中規模処理場	混合生汚泥	脱水機仕様	φ400	φ600
		脱水機設置台数	2台	2台
		1台当たり定格ろ過速度	140kg-DS/h	150kg-DS/h
		薬注率	1.3%	1.5%
		脱水ケーキ含水率	75%	79%
	消化汚泥	固形物回収率	95%	95%
		脱水機仕様	φ700	φ900
		脱水機設置台数*	4(1)台	4(1)台
		1台当たり定格ろ過速度	533kg-DS/h	565kg-DS/h
		薬注率	1.0%	1.0%
大規模処理場	混合生汚泥	脱水機仕様	φ500	φ600
		脱水機設置台数	2台	2台
		1台当たり定格ろ過速度	110kg-DS/h	110kg-DS/h
		薬注率	1.5%	1.5%
		脱水ケーキ含水率	78%	82%
	消化汚泥	固形物回収率	95%	95%
		脱水機仕様	φ800	φ1000
		脱水機設置台数*	4(1)台	4(1)台
		1台当たり定格ろ過速度	320kg-DS/h	340kg-DS/h
		薬注率	1.7%	1.7%
脱水ケーキ含水率	79%	82%		
固形物回収率	95%	95%		

※ () 内は予備機の台数を示す。

4-3-4 CO₂排出量

脱水機本体および補機のユーティリティ（電力、薬品、用水使用）および焼却処理に伴うCO₂排出量

の試算結果を図-8に示す。脱水ケーキ含水率の低下によりA重油使用量を削減でき、焼却でのCO₂排出量を大幅に低減できることから、CO₂排出量は従来機と比較して約19%低減できる結果となった。

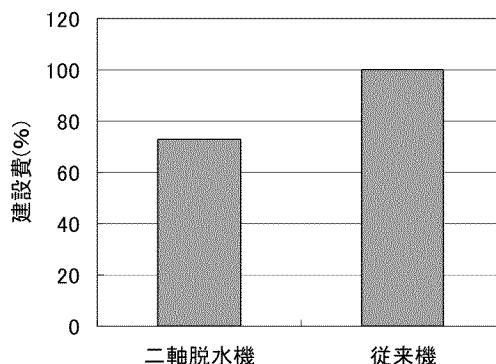


図-6 建設費比較

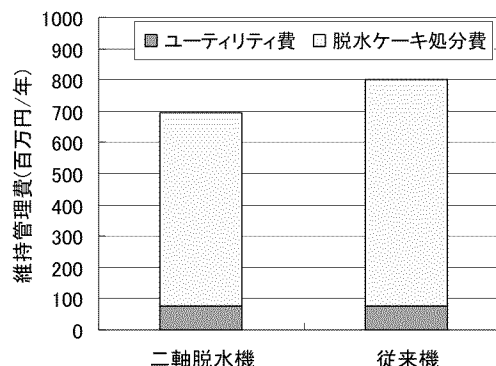


図-7 維持管理費比較

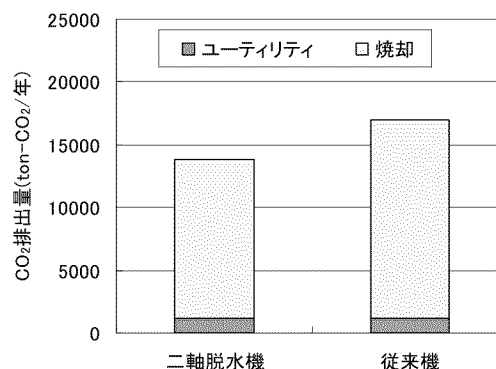


図-8 CO₂排出量比較

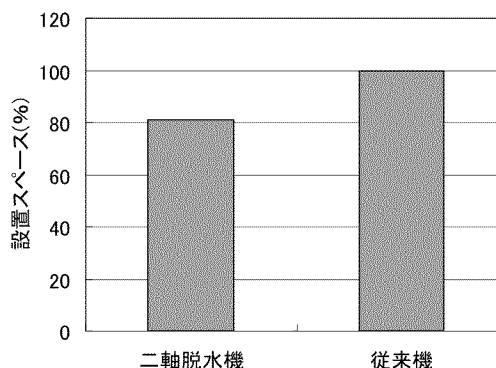


図-9 設置スペース比較

4-3-5 設置スペース

脱水機本体の設置スペースについての試算結果を図-9に示す。本脱水機は、従来機と比較して約19%省スペースとなった。

5. 技術マニュアルの構成

第1章 総則

- 第1節 目的
- 第2節 適用範囲
- 第3節 用語の定義

第2章 高効率型二軸スクリーンプレス脱水機の概要

- 第1節 開発の背景
- 第2節 高効率型二軸スクリーンプレス脱水機の原理
- 第3節 高効率型二軸スクリーンプレス脱水機の特徴
- 第4節 高効率型二軸スクリーンプレス脱水機の導入効果
- 第5節 高効率型二軸スクリーンプレス脱水機の標準仕様
- 第6節 高効率型二軸スクリーンプレス脱水機の標準フロー

第3章 設備の計画

- 第1節 高効率型二軸スクリーンプレス脱水機の適用条件
- 第2節 設備の計画手順
- 第3節 留意事項

第4章 設備の設計

- 第1節 設計の手順
- 第2節 高効率型二軸スクリーンプレス脱水機のシステム構成
- 第3節 運転操作因子と脱水性能の関係
- 第4節 高効率型二軸スクリーンプレス脱水機の

性能

- 第5節 高効率型二軸スクリーンプレス脱水機の容量計算
- 第6節 高効率型二軸スクリーンプレス脱水機の運転操作

第5章 設備の施工・試運転

- 第1節 施工計画
- 第2節 施工手順
- 第3節 試運転

第6章 設備の維持管理

- 第1節 設備の運転調整
- 第2節 設備の保守点検

資料編

1. 実証実験結果
2. 設計計算例
3. 従来機との経済性比較
4. 積算資料（案）
5. 標準配置図
6. 付属装置図
7. 問い合わせ先

6. まとめ

本研究では、各種汚泥に対して、高効率型二軸スクリーンプレス脱水機と従来のスクリーンプレス脱水機との脱水性能比較を行った。実験結果より、高効率型二軸スクリーンプレス脱水機の脱水性能を確認し、混合生汚泥および嫌気性消化汚泥に対する標準脱水性能を定めた。また、本脱水機の導入効果（建設費、維持管理費、CO₂排出量、設置スペース）について試算した。

以上の事項をとりまとめて、技術マニュアル改訂版（2010年3月）を発行した。

●この研究を行ったのは

資源循環研究部長	石田 貴
資源循環研究部副部長	落 修一
資源循環研究部総括主任研究員	斉藤 実

●この研究に関するお問い合わせは

資源循環研究部長	石田 貴
資源循環研究部副部長	落 修一
資源循環研究部総括主任研究員	南 政慶