令和2年度第3回シンポジウム
地域循環共生圏における廃棄物エネルギー利用施設の果たす役割と可能性
先導的な廃棄物処理に係る技術事例報告

炭化燃料化技術を活用した中小廃棄物処理施設におけるエネルギー回収

川崎重工業(株)
エネルギー・環境プラントカンパニー
清水　正也

カワる、サキへ。
Changing forward

Kawasaki
Powering your potential

内容

はじめに

１．取り組みまとめ

２．今後の展開　シナリオ

Kawasaki Heavy Industries, Ltd. All Rights Reserved

はじめに　環境省委託事業目標と成果

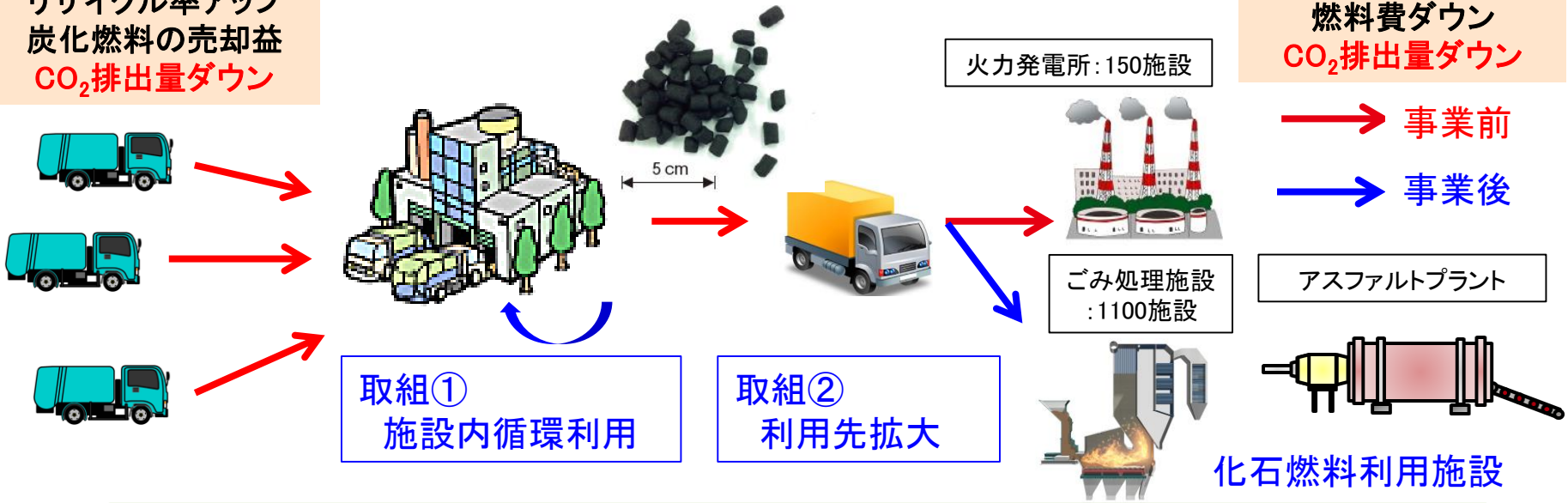
本委託事業の目標

・中小規模のエネルギー活用・2030年に向けCO$_2$削減・化石燃料使用量20%削減

ごみ炭化燃料化システム

＜製造側メリット＞
リサイクル率アップ
炭化燃料の売却益
CO$_2$排出量ダウン

＜利用側メリット＞
燃料費ダウン
CO$_2$排出量ダウン



本事業成果

・燃焼システム開発完了　・利用先での実証、効果検証

Kawasaki Heavy Industries, Ltd. All Rights Reserved

内容

1. 取り組みまとめ

定義

混焼率: 炭化燃料により代替される熱量割合を示す。
＝炭化燃料発熱量/総熱量（化石燃料+炭化燃料）

燃焼率: 投入する炭化燃料がどの程度燃焼したの判断指標
炭化燃料燃焼前後の灰分割合より算出する。
=(A2−A1)/{A2×(1−A1)}×100
A1:燃焼前灰分割合　A2:燃焼後灰分割合

Kawasaki Heavy Industries, Ltd. All Rights Reserved

実施体制・開発スケジュール

＜実施体制＞

環境省

代表事業者：川崎重工業（株）
ごみ処理施設設計・施工・ﾊﾞｰﾅ開発

共同実施：日工（株）
ｱｽﾌｧﾙﾄﾌﾟﾗﾝﾄ設計施工・ﾊﾞｰﾅ開発

＜検証委員＞
委員長：松藤教授

- 製造：西海市 炭化センター
- 利用先：播磨町 塵芥処理センター
- 利用先：前田道路（株）
- 学術機関：北海道大学

＜開発スケジュール＞	＜フェーズ1＞ ラボ試験・解析 2018年度	＜フェーズ2＞ 燃焼試験 実証計画 2019年度	＜フェーズ3＞ 実証試験 2020年度	営業展開 (2021年度～)
①炭化施設の高性能化				
炭化施設利用検討	ラボ試験・解析 予備試験・設計	燃焼試験		
②利用先の拡大				
燃焼施設利用検討	ラボ試験・解析 予備試験・設計	燃焼試験	展開検討	→
ごみ処理場実証試験		計画・設計	実証試験	
ｱｽﾌｧﾙﾄ実地試験・実証試験			実地・実証試験	

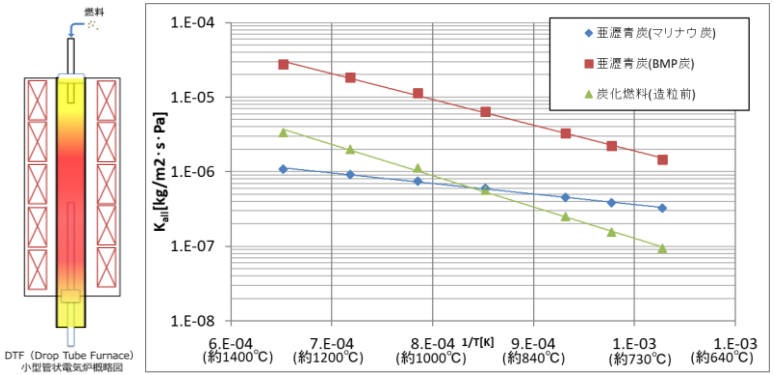
官・学・産（施工・製造・利用）で検証　成果と今後の展開を報告する

Kawasaki Heavy Industries, Ltd. All Rights Reserved

炭化燃料性状と利用の安全性

1　炭化燃料性状　DTFによる反応速度確認

	瀝青炭	炭化燃料
燃料比	1.4	1.2～1.5
着火温度(℃)	330	270



発熱量が安定しており
燃料比、着火温度、反応速度は瀝青炭とほぼ同じレベルで使用可能
バーナにて、燃焼可能な燃料であることを確認

2　炭化燃料の貯留・利用安全性

SIT試験結果	炭化燃料	木質ペレット
自然発火温度	100℃以上	60~80℃

ガラス瓶中に50g投入。
26±1℃の環境下で
密閉11日間保持。ガス発生なし

利用が進む木質バイオマス燃料より発火温度が高く
発酵もないため、貯留・利用に安全な燃料であることを確認
下水汚泥炭化のマニュアルが整備されており、適応可能である

燃料として利用可能で、利用時の安全性に問題がない

Kawasaki Heavy Industries, Ltd. All Rights Reserved

炭化燃料燃焼の試験結果

1　バーナの燃焼解析・噴霧試験
- 燃焼には噴射角度が非常に重要
- 噴霧角度が小さいと燃焼率が低下することを確認
- 噴霧角度のパラメータとして
  旋回エア風速、搬送温度、粒径の重要性を確認

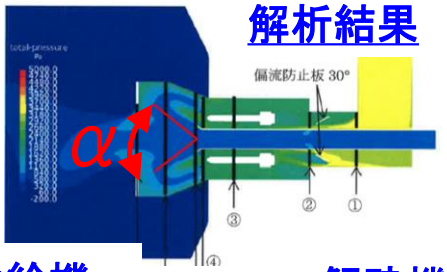
2　供給機・解砕機・制御システムの開発

供給機：不良しにくい供給機を開発
解砕機：連続的に燃焼可能粒径に解砕可能
制御システム：追従性、制御可能確認

3　燃焼試験の実施

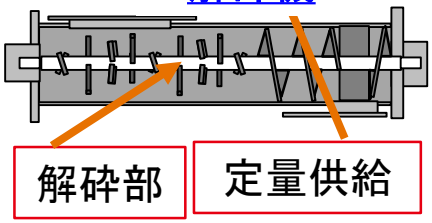
3タイプのバーナの
- 燃焼試験を80Run実施
- 排ガス基準値問題なし
- 燃焼率90%以上
- 混焼率30%以上で目標達成
- 解析結果とも合致

解析結果



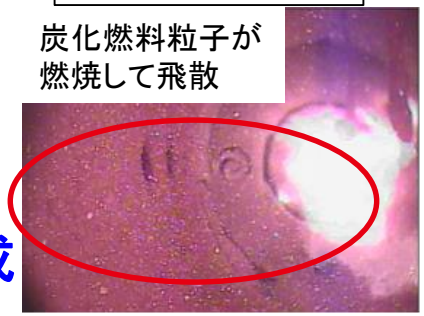
供給機

解砕機



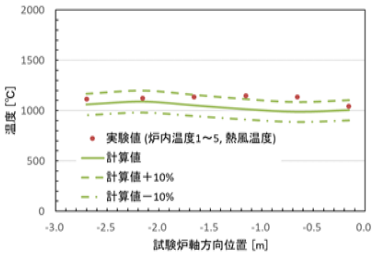
燃焼試験結果

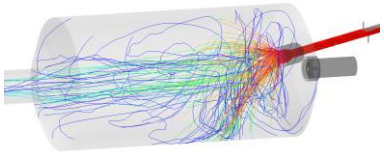
混焼バーナ



吹込バーナ

解析結果



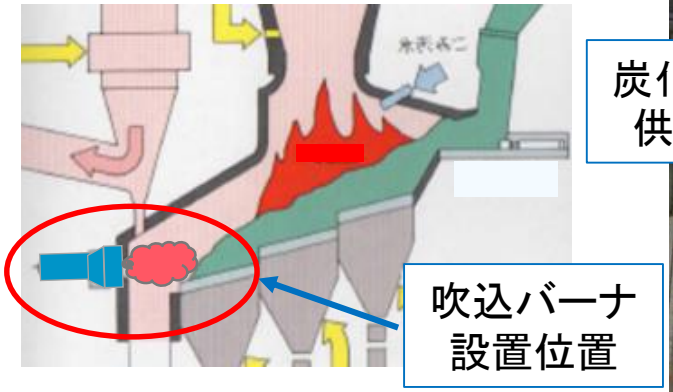


燃焼試験にて、開発バーナの目標達成、燃焼システム成立

Kawasaki Heavy Industries, Ltd. All Rights Reserved

ごみ処理施設実証試験　吹込バーナ設置、燃焼試験結果

ごみ処理施設



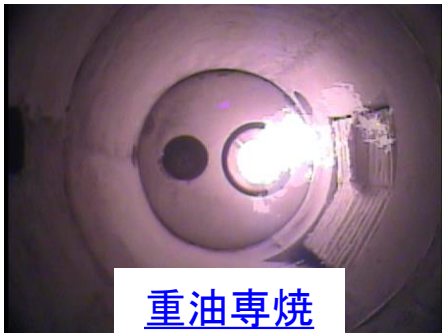
バーナ設置状況

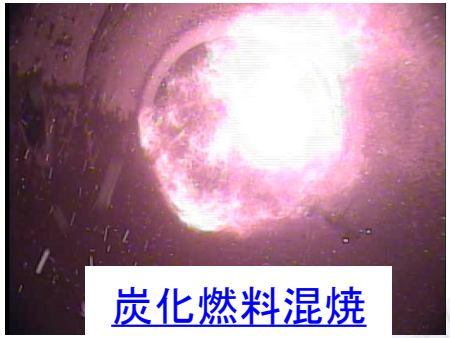
排ガス測定結果

排ガス値（煙突）	届出値（施設）	実証結果
条件	ごみ処理時	20%混焼
NOx[ppm]	200	76
SOx[ppm]	100	19
HCl[ppm]	326	定量以下
※燃焼率	90	93.2

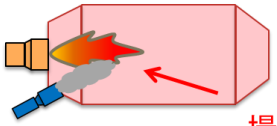
※燃焼率は、本事業の目標値

重油専焼と炭化燃料混焼の比較



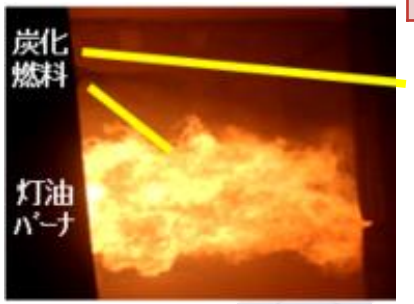


試験炉
平面図

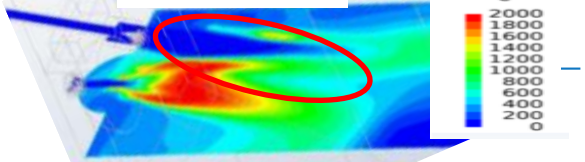


撮影方向

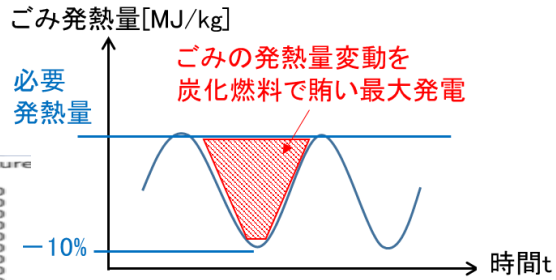
炉下から撮影した動画



解析結果



運転時のごみ熱量変動に対応



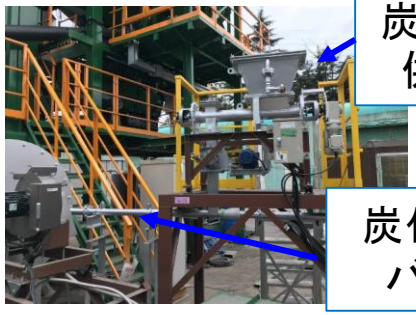
事前解析結果と一致、排ガス値問題なし、ごみ熱量変動に対応可能

Kawasaki Heavy Industries, Ltd. All Rights Reserved

小型アスファルト合材施設(AP)実証試験、施工試験

アスファルト合材施設

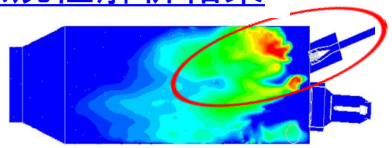
バーナ設置状況



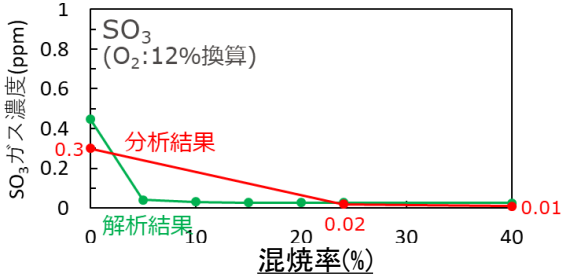
排ガス測定結果

排ガス値（煙突）	規制値	実証結果
条件	AP	25%混焼
NOx[ppm]	230	71
※燃焼率	90	92.2

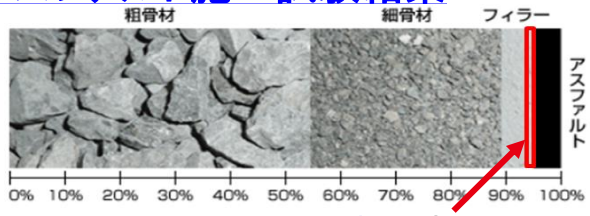
燃焼性解析結果



腐食解析と測定結果

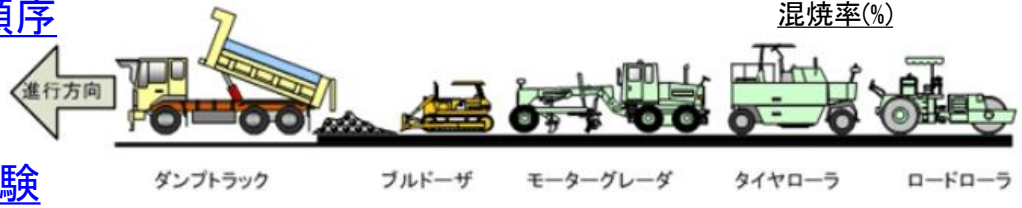


アスファルト施工試験結果

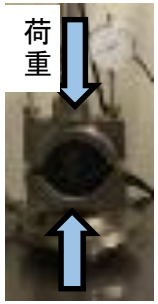


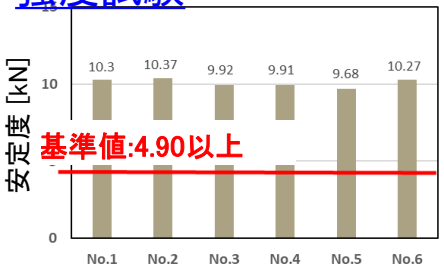
炭化燃料燃焼灰最大1%程度

施工順序



強度試験





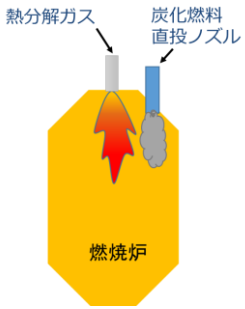
施工試験

実証試験：排ガス規制・腐食性
施工試験：強度・溶出・施工
全てにおいて基準をクリアした

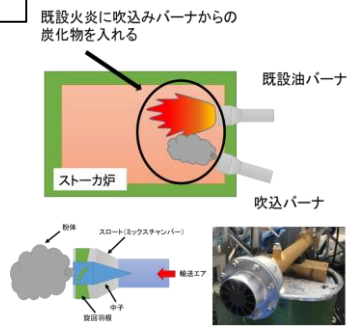
Kawasaki Heavy Industries, Ltd. All Rights Reserved

取り組みまとめ　開発バーナの施設ごとの適応

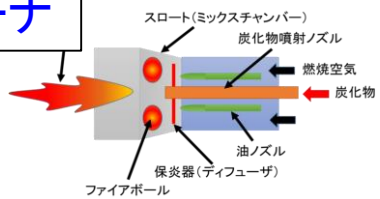
直投燃焼



吹込バーナ



混焼バーナ



	直投	吹込B	混焼B	備考（選定理由、考慮必要）
炭化施設　既設	◎	△	×	直投以外は設置スペース難
炭化施設　新設	◎	◎	×	混焼Bは現施設形に合わない
ごみ焼却　既設	○	◎	×	変更届出が必要な場合有
ごみ焼却　新設	○	◎	×	混焼Bは現施設形に合わない
ｱｽﾌｧﾙﾄﾌﾟﾗﾝﾄ　既設	△	◎	○	燃焼室の設置が必要
ｱｽﾌｧﾙﾄﾌﾟﾗﾝﾄ　新設	△	○	◎	混焼Bが現施設形に合致する

利用施設の特性に合わせバーナを選定可能なため
炭化燃料が広く利用できることを検証

Kawasaki Heavy Industries, Ltd. All Rights Reserved

内容

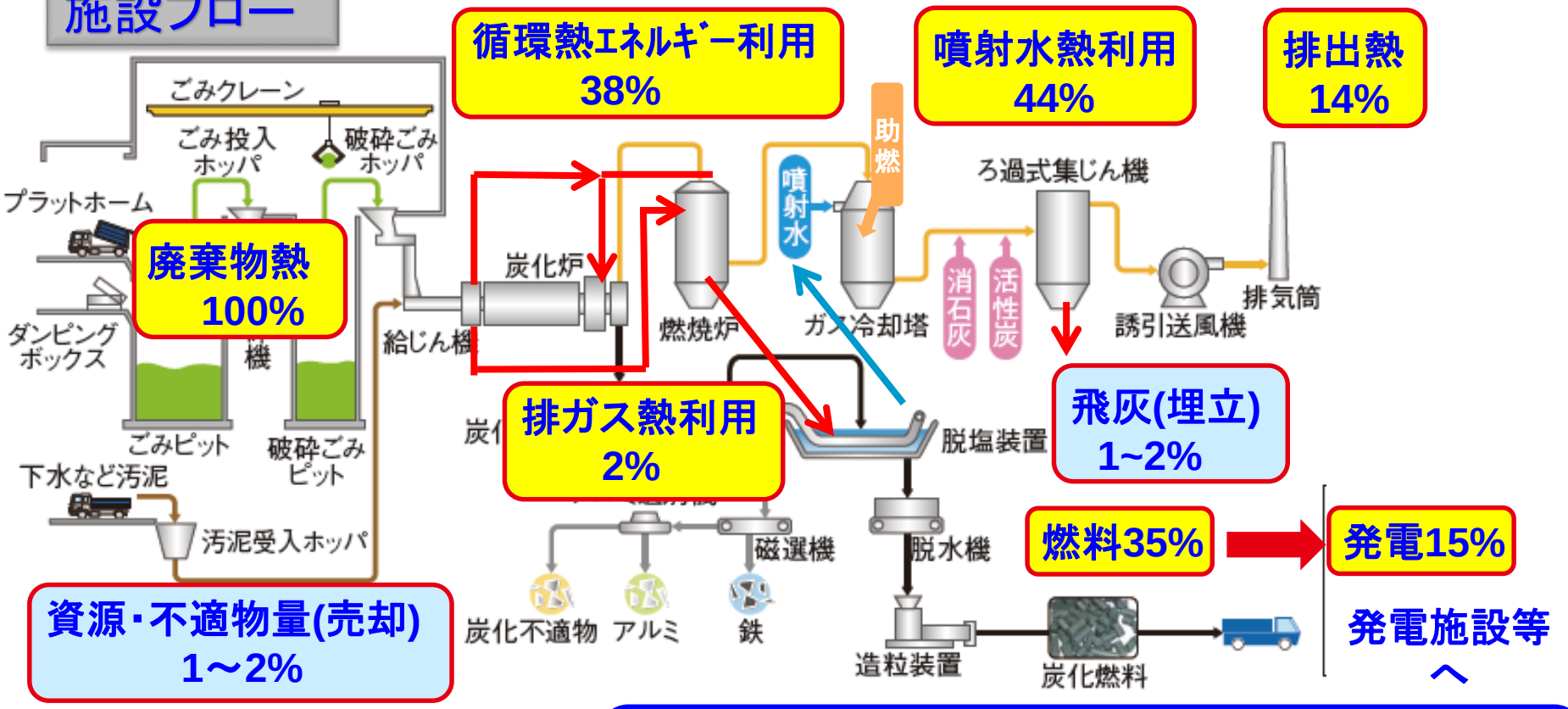
2. 今後の展開　シナリオ

試算条件
ごみ炭化施設：50t/日　24時間
炭化燃料利用先：25km圏内
CO_2削減量：各施設の使用化石燃料削減分
CO_2削減コスト：CO_2削減量/イニシャル+ランニングコスト
イニシャルコスト：各利用先の適応バーナより試算
ランニングコスト：燃焼システムのメンテ費により試算
投資回収年：化石燃料削減コスト/イニシャル+ランニングコスト

Kawasaki Heavy Industries, Ltd. All Rights Reserved

炭化燃料化施設　　施設バランス・特長

施設フロー



＜炭化燃料化の意義＞
薄く広く多種な分散エネルギーを均質な固形燃料へ
様々な用途が見込める

- CO_2削減効果=発電　・削減コスト100千円/t-CO2
- イニシャルコスト:1億円/処理ごみt　※西海実績
- ランニングコスト:2.5億円/年(DBO)　ストーカ同等

ごみエネルギーの外部施設搬送利用を達成

Kawasaki Heavy Industries, Ltd. All Rights Reserved

2-1　分散利用シナリオ　アスファルトプラント(AP)連携

アスファルトプラントの現状

1. 骨材の乾燥には、化石燃料(重油)を使用
2. CO2削減等環境への配慮が強く求められている

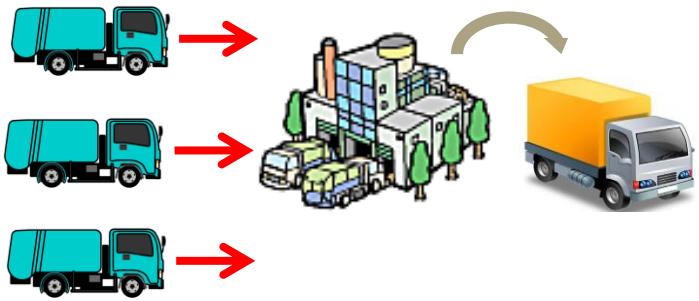
炭化燃料化施設から炭化燃料を供給すると

1. 重油の使用量を混焼分削減
2. 燃焼利用後灰はそのまま骨材の一部として利用可能
3. 環境配慮型道路の整備、「地域循環共生圏」の確立
4. 燃料の大規模回収が不要で分散利用可能

利用規模　炭化施設1施設に対しAP1～5施設
※2施設で試算

横展開時の試算

- CO_2削減効果
  1,889t-CO_2/年
- CO_2削減コスト
  3.2千円/t-CO2
- イニシャルコスト
  71,040千円/2施設
- ランニングコスト
  48,000千円/20年
- 投資回収年
  1.9年



アスファルト合材製造メーカー

- アスファルト製造用燃料利用
  (燃焼灰は、残渣として残らない)

環境配慮型
アスファルトの活用

地域への循環

- アスファルトを利用した地域インフラ整備
- 市民が活用する施設の一部になる

Kawasaki Heavy Industries, Ltd. All Rights Reserved

2-2　広域ごみ処理シナリオ　ごみ処理施設連携

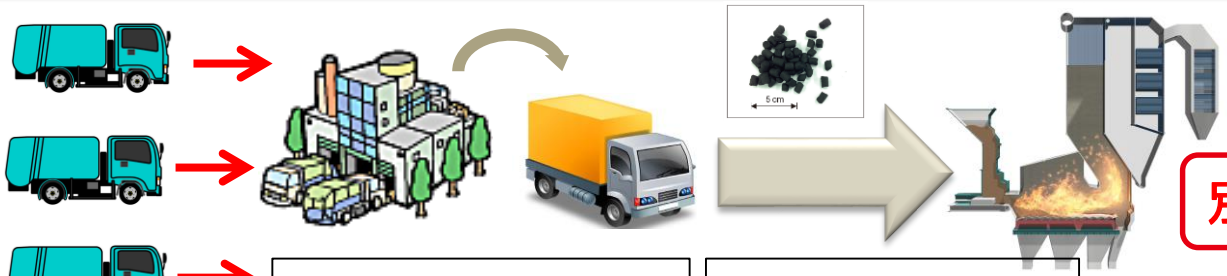
ごみ処理広域化の現状

1. 自治体間で炉の更新計画が、一致しない（建設年が違う）
2. 他自治体のごみ処理を行うことへ住民の理解が得にくい
3. 長距離運搬、サービス維持のため、中継施設が必要

炭化燃料化施設なら
1. 炉は各自治体設置、更新計画は各自治体により実施可能
2. 安価でエコな化石代替燃料のため、市民への説明が可能
3. 中継施設からの搬送を1/10に圧縮でき大幅に削減できる
4. 焼却炉＋炭化炉で発電量補助、ﾎﾞｲﾗﾒﾝﾃﾊﾞｯｸｱｯﾌ可能

横展開時の試算

- CO_2削減効果
  1,874t-CO2/年
- CO_2削減コスト
  0.86千円/t-CO2
- イニシャルコスト
  12,318千円/2炉
- ランニングコスト
  20,000千円/20年
- 投資回収年
  1.2年



ごみは中継施設と比較して大幅に削減

運ばれるのはごみではなく代替燃料

別の形の広域化処理を達成

※1施設2炉分として試算

利用規模　炭化施設1～2施設に対しごみ処理施設1施設（通常運転利用時）

Kawasaki Heavy Industries, Ltd. All Rights Reserved

2-3　大規模利用シナリオ　　火力発電所連携

火力発電所の現状

1. 政府により、石炭火力発電所の9割の休廃止を決定
   ⇒石炭火力発電に対して嫌悪感が生まれている
   ⇒少しでも安価で、環境にいい燃料が望まれている

炭化燃料の利用により
1. 石炭代替燃料となる、安価でエコ燃料による発電が可能
2. 灰は、セメント等に利用され、「地域循環共生圏」の確立
3. 新規の設備投資が難しい火力発電所の既存施設で利用可能

利用規模　炭化施設1～30施設に対し発電施設1施設
※炭化施設1施設から納入として試算

横展開時の試算

- CO_2削減効果
  4,086t-CO_2/年

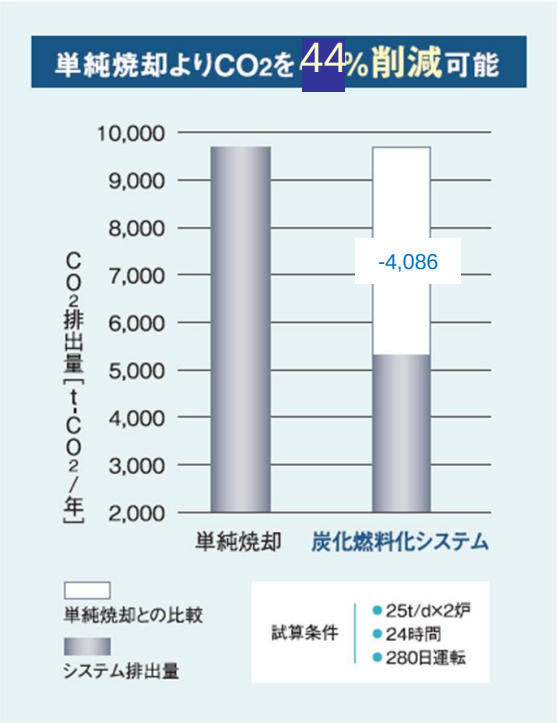
- CO_2削減コスト
- イニシャルコスト
- ランニングコスト
- 投資回収年

については、
既設利用モデルであるため　0円

Kawasaki Heavy Industries, Ltd. All Rights Reserved

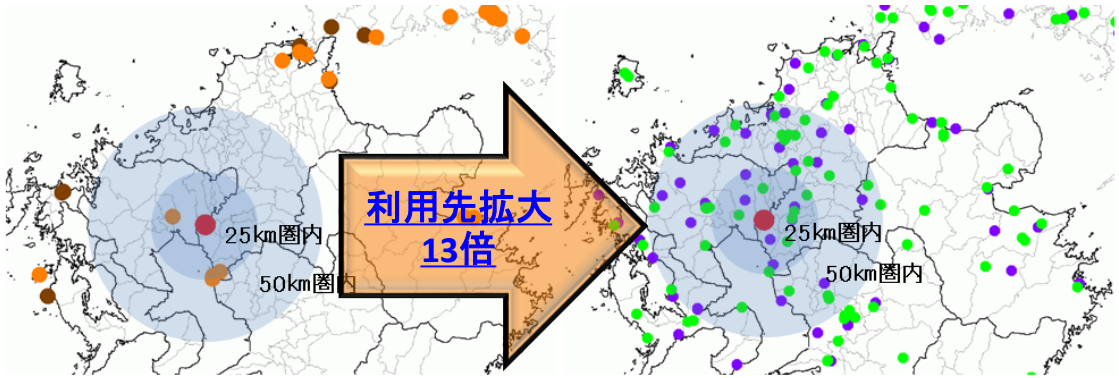
システムのメリット　事業の効果

CO_2削減効果



利用先拡大効果（九州地方モデル）

事業前　　事業後



利用先のターゲット数（50km圏内）

- ●：炭化施設
- ●：発電所（石炭）0施設
- ●：自家用発電所（石炭）4施設
- ●：炭化施設
- ●：ごみ処理施設24施設
- ●：アスファルトプラント30施設

単純焼却よりCO_2を44%削減可能 → 利用先のターゲットが全国で200→2,500施設へ拡大 → 2030年55施設へ225kton/年の削減

炭化燃料の利用先拡大⇒炭化燃料化施設の普及⇒CO_2大幅削減

開発システムによる「地域循環共生圏」の創造を通じて、脱炭素社会構築に貢献する

Kawasaki Heavy Industries, Ltd. All Rights Reserved

2050年CO_2削減に向けた当社の取組み

川崎重工業㈱は、CO_2 FREE，Waste FREE，Harm FREEに挑戦

Kawasakiグリーン製品促進活動

2030年CO_2削減目標を当社の中期目標とし、3年毎に基本計画と実行を通じて、「CO_2 FREE, Waste FREE,Harm FREE」の目標に挑戦する

活動の取組として当社が独自に定めた基準を満足する製品を「Kawasakiスーパーグリーン製品」として発信。本システムもその一つとして認定された

「世界の人々の豊かな生活と地球環境の未来に貢献する」
“Global Kawasaki”

カワる、サキへ。
Changing forward

Kawasaki Heavy Industries, Ltd. All Rights Reserved

世界の人々の豊かな生活と地球環境の未来に貢献する

“Global Kawasaki”

Kawasaki

Powering your potential