

2007.04.27

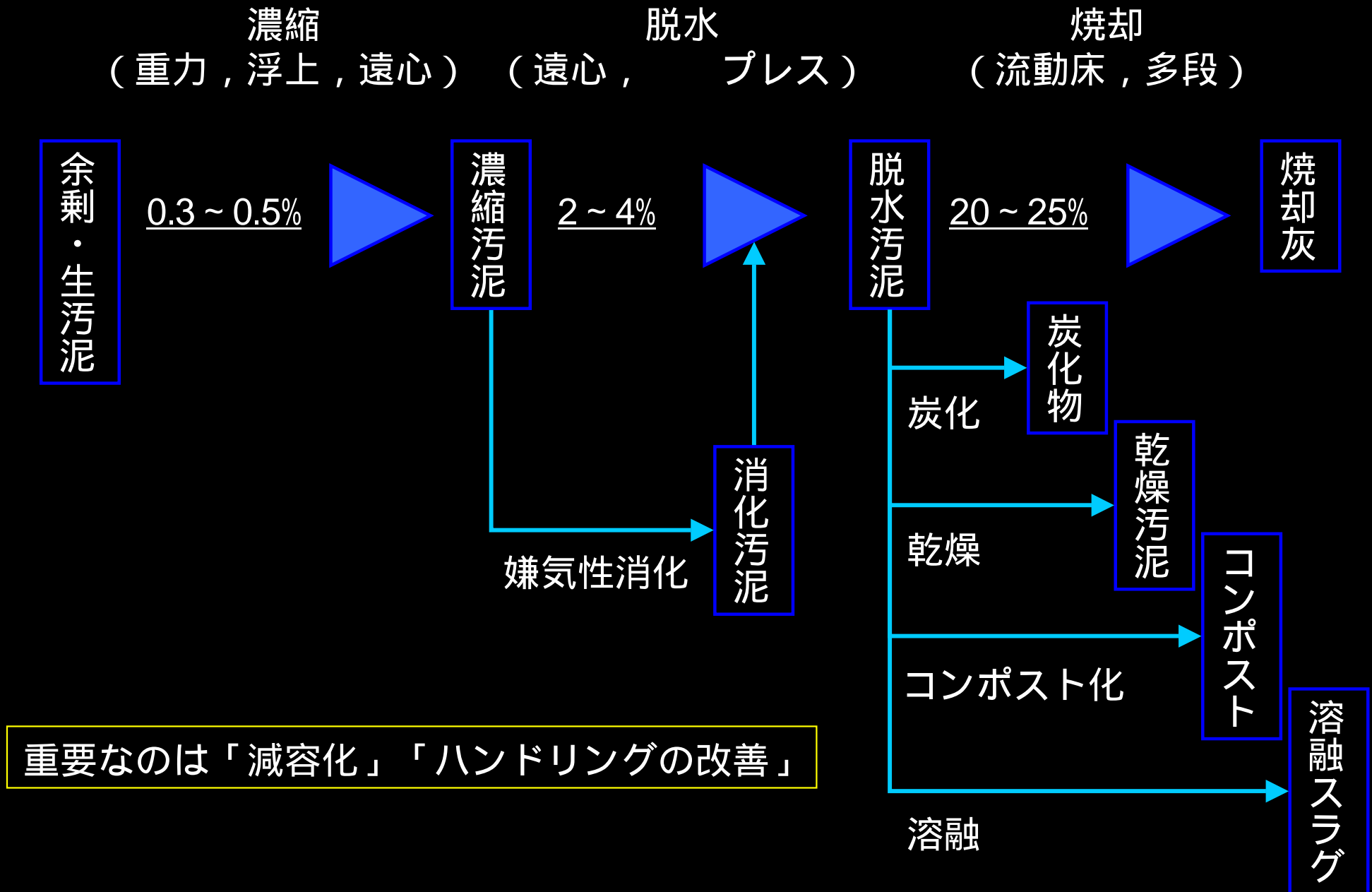
第4回 WATER研究会

下水汚泥の有効利用に向けて － 現状と課題 －

CONTENTS

- ☺ 下水汚泥に関する予備知識
- ☺ 土木研究所における研究紹介
- ☺ 事例紹介：バイオガス自動車
- ☺ まとめ

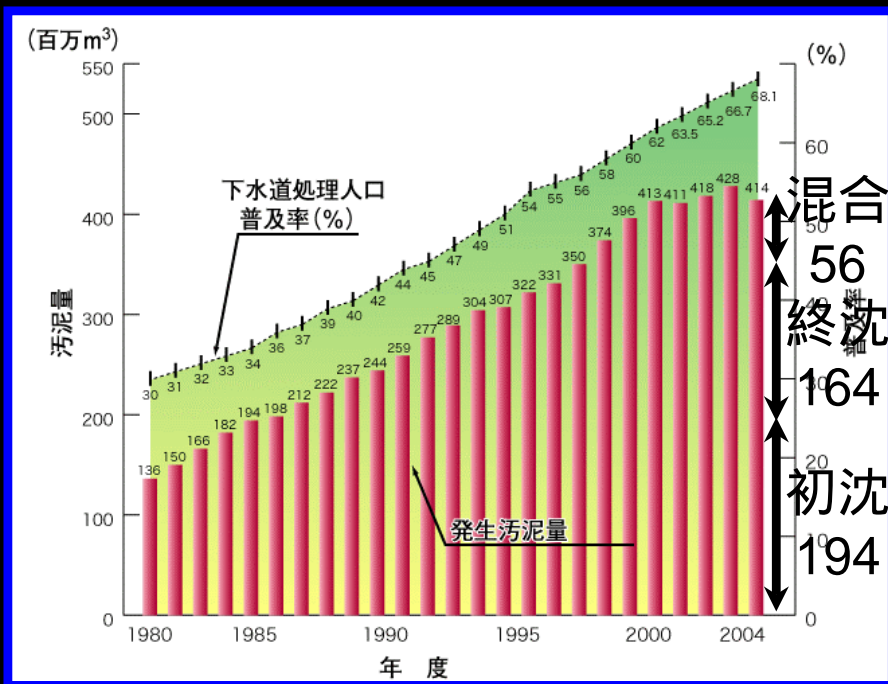
1. 汚泥処理の流れ



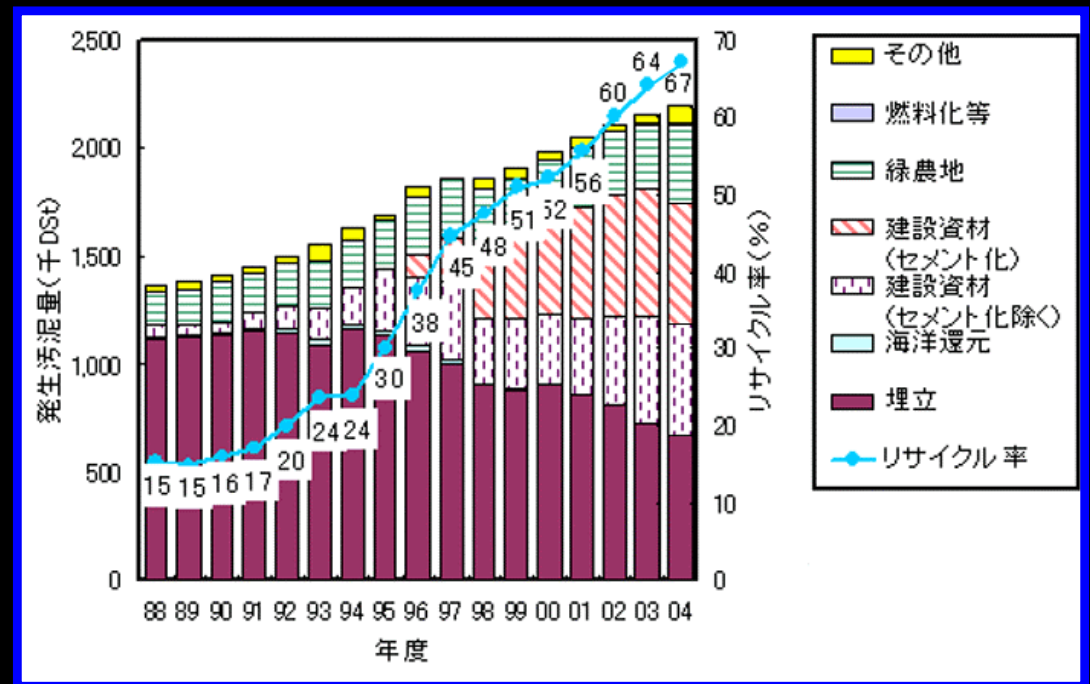
2. 数字で見る下水汚泥

日本下水道協会ウェブページから

下水道普及率と汚泥発生量
(たぶん濃縮前, 液量)



下水汚泥のリサイクル
(固形分DS量)

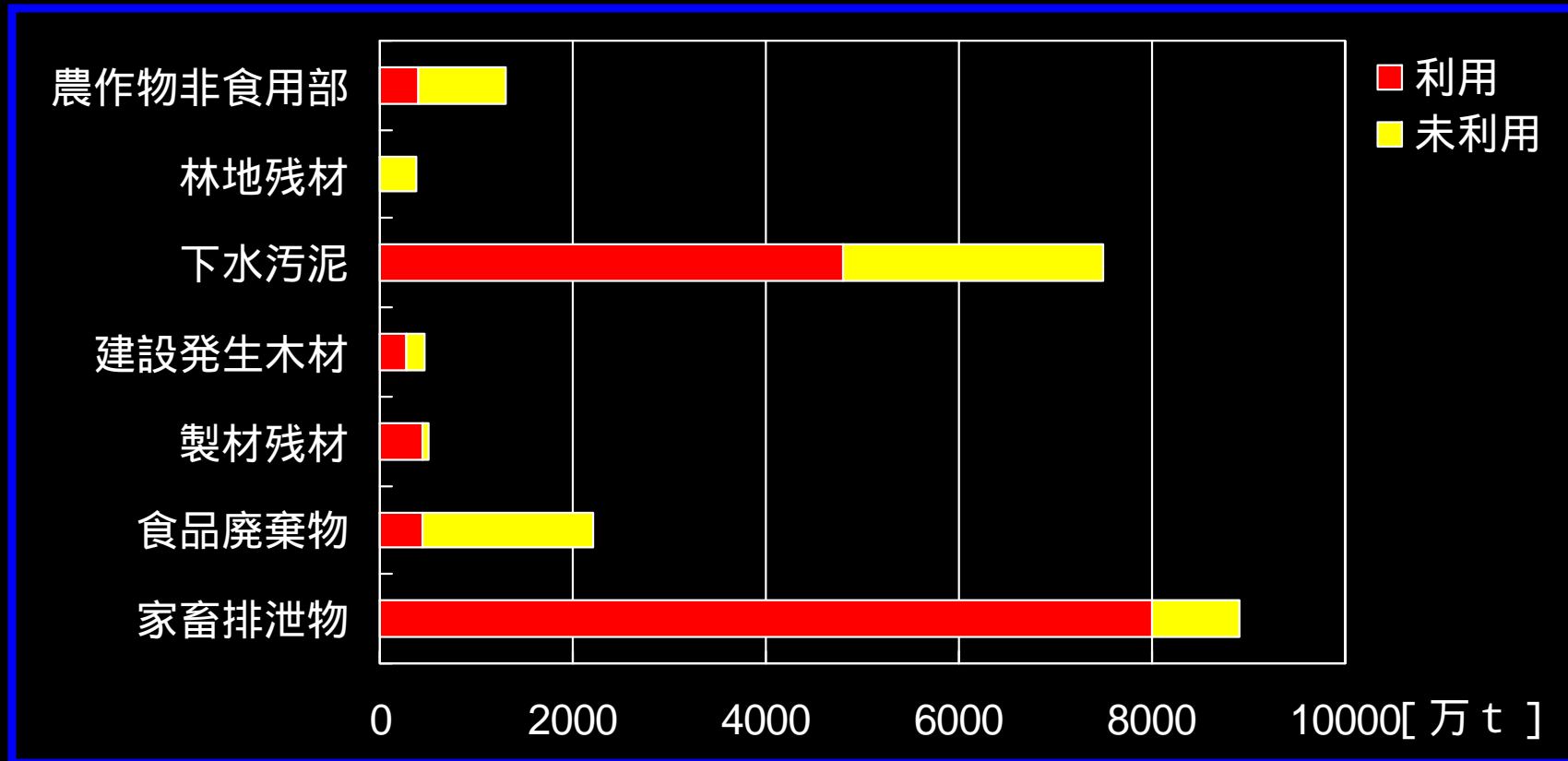


下水道普及率の上昇に伴って汚泥発生量も増えている。
20年前に比べると、汚泥の利活用は別世界：セメント業界の貢献大
リサイクル率は100%と0%の施設に二極化している。

3 . バイオマス資源という見方

農水省・バイオマスニッポンの資料から

各種バイオマスの利用状況（2005年）



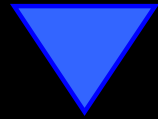
下水汚泥は「未利用」の絶対量が多い：ただし含水率97%で計算
バイオマスの資料なのだから，炭素量（せめてDS）でまとめてほしいところ

4 . 下水汚泥の成分特性

有機物（易分解）	エネルギー回収	緑農地に悪影響
有機物（難分解）	緑農地に好影響 エネルギー回収可	
窒素	緑農地に好影響	嫌気性消化に悪影響も
リン	緑農地に好影響	セメントに悪影響 嫌気性消化でMAP生成
アルミ	（凝集剤）	緑農地に致命的 リン回収に悪影響
鉄	（凝集剤）	リン回収に悪影響 スラッグの発錆
重金属	生物への「サプリメント」	高濃度だとさまざまな問題 地域により深刻（Zn, As）
その他ミネラル	同上 各種の建設資材利用	
疎水性有害有機物	焼却で無害化	緑農地に影響？

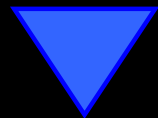
5 . 研究紹介：みずみち棒による重力濃縮の改善

濃縮汚泥が 2 % から 3 % に改善されると... 濃縮汚泥**体積** : 2/3

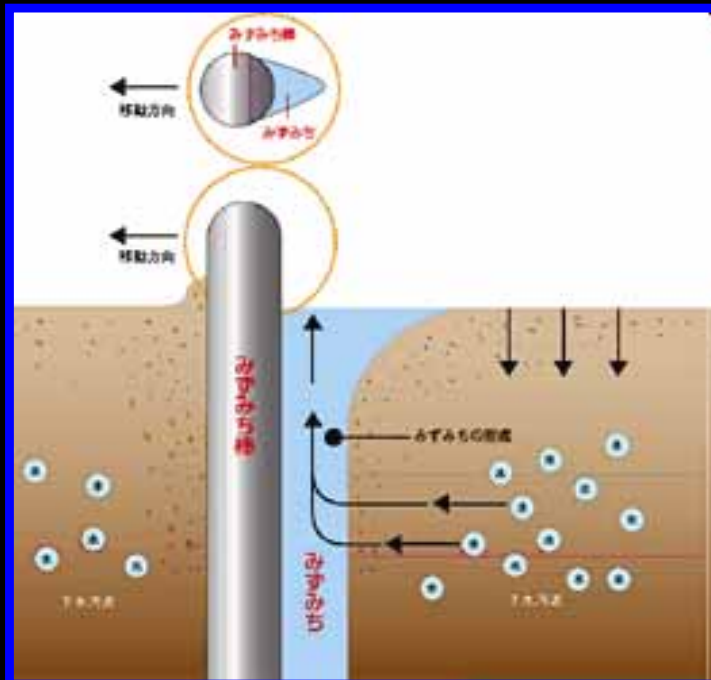


一方で，汚泥の沈降性が悪化している
機械濃縮の性能は良いが，高い

- 消化槽加温 : 2/3
- 脱水機稼動 : 2/3
- 凝集剤 : 2/3
- ⋮



重力濃縮の能力を最大限に発揮させる技術：みずみち棒



原理および導入事例
(北海道旧歌登町)

土研パンフレットから

	導入前 (平成12年)	導入後 (平成15年)	差異
汚泥濃度	1.0%	1.9%	0.9% 濃度アップ
脱水回数	6回/週	2.5回/週	3.5回/週 減少
汚泥引抜量	27m ³ /日	12m ³ /日	15m ³ /日 減少
薬品投入量	560kg/年	340kg/年	220kg/年 減少 (37万円/年)
電力量	22,316kwh/年	20,875kwh/年	約1,500kwh/年 減少 (22万円/年)

6 . 研究紹介：脱水助剤としての破砕草木の利用

さまざまな要因で脱水性が悪化

例：汚泥の輸送
嫌気性消化

脱水助剤の検討：炭化物，古紙，焼却灰...

汚泥の利活用に不可欠

公共事業由来の草木廃棄物（刈草，剪定枝）を使えないか？

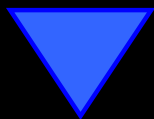
剪定枝破砕物，混合汚泥，高分子凝集剤にて実験

- ☺ 添加比1:1(VS)程度まで，含水率低下が顕著：77 65%
- ☹ る液のTOCが200mg/Lほど上昇（添加比0.75）
- ☹ る液のリン酸も5mg/Lほど上昇するが，鉄系凝集剤で制御可能

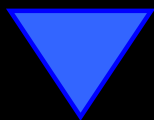
参考文献：再生と利用，Vol29，No114，p37-40

7 . 研究紹介：加圧燃焼装置による高効率エネルギー回収

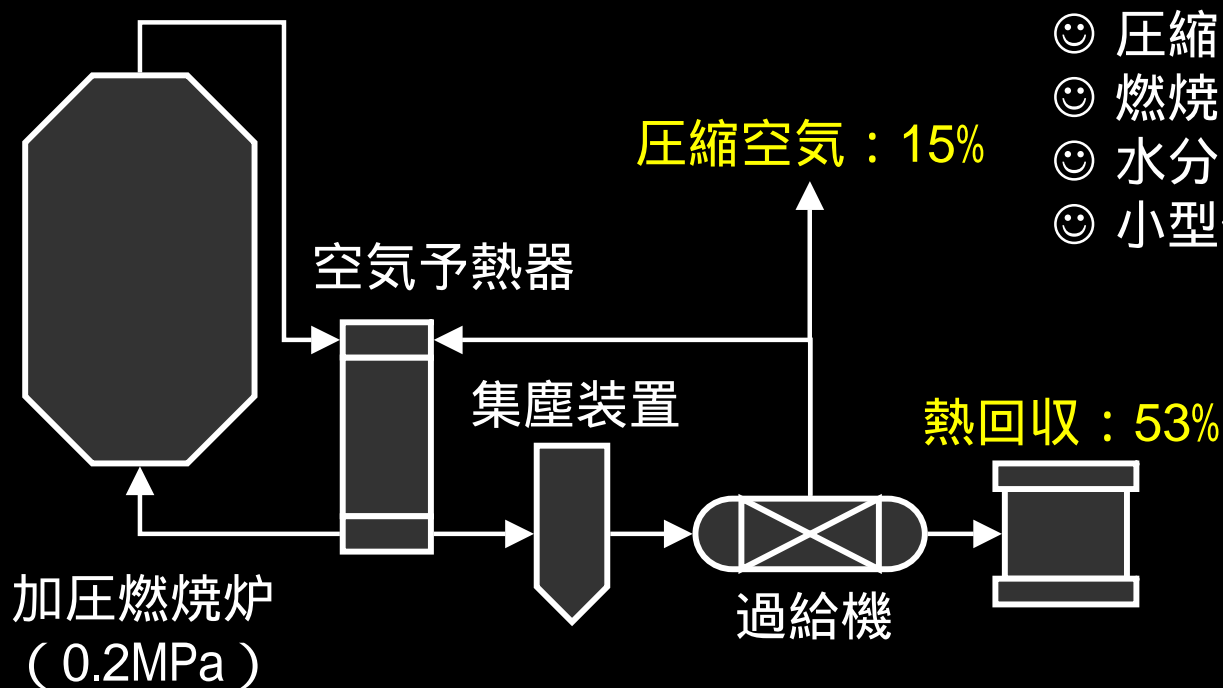
下水汚泥の熱量：23860kJ (5700kcal) / kg-VS



下水汚泥の75%は焼却，その80%は流動床式焼却炉稼動電力，補助燃料が必要

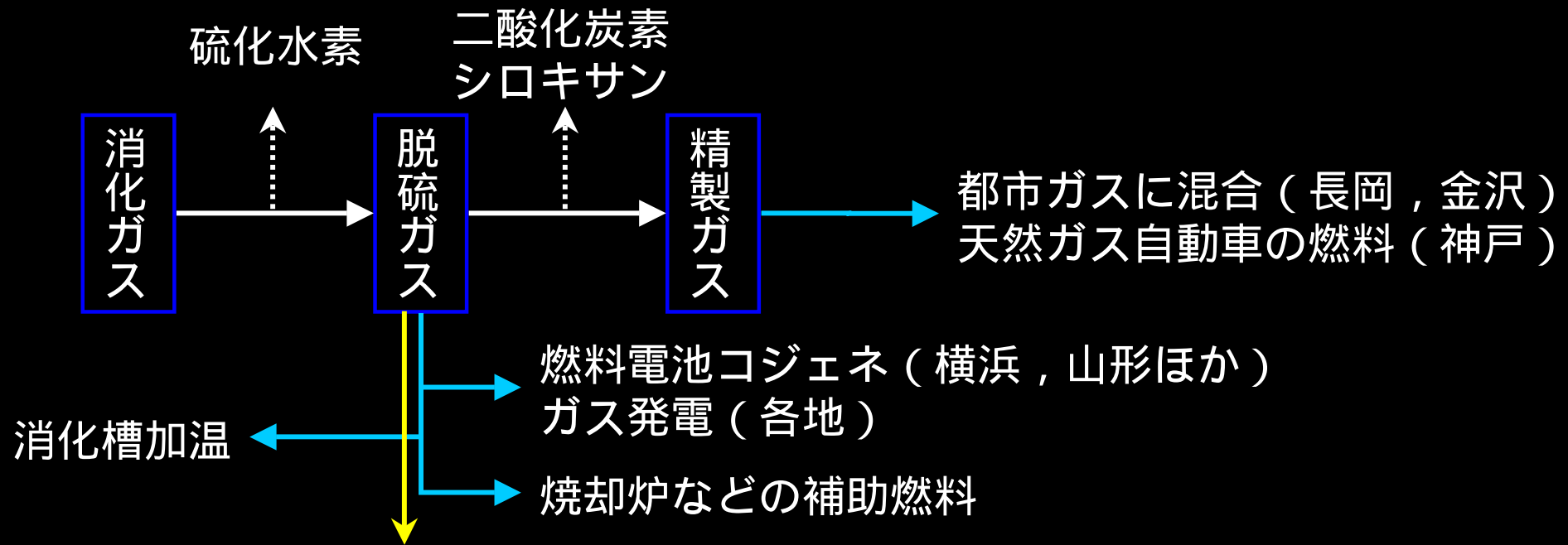


エネルギー自立型の燃焼技術：加圧流動燃焼システム



- ☺ 圧縮空気によるエネルギー回収
- ☺ 燃焼空気ブロワ，排気ガス誘引不要
- ☺ 水分は加圧水蒸気として利用
- ☺ 小型化が可能で，耐圧でも建設費小

8 . 消化ガス利用の現状



1 / 3 が廃棄処分！

- ⊖ 有効利用設備よりも更新工事が優先
- ⊖ 採算の取れる有効利用技術が見当たらない
- ⊖ 検討したが、本市施設規模では有効でない
- ⊖ 設備の開発と政策的な取り組みが必要
- ⊖ 嫌気性消化は汚泥減量化のための施設である
- ⊖ 下水処理場では水処理，コスト，有効利用という順位

9. 「こうべバイオガス」事業の背景

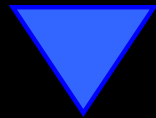
神戸市・東灘処理場

卵形消化槽：高効率 余剰消化ガスが大量発生
(数千世帯の消費量 / 乗用車700台相当)

清掃工場 = 発電施設と隣接：電力は余剰

市営バス車庫と隣接

京都議定書対策

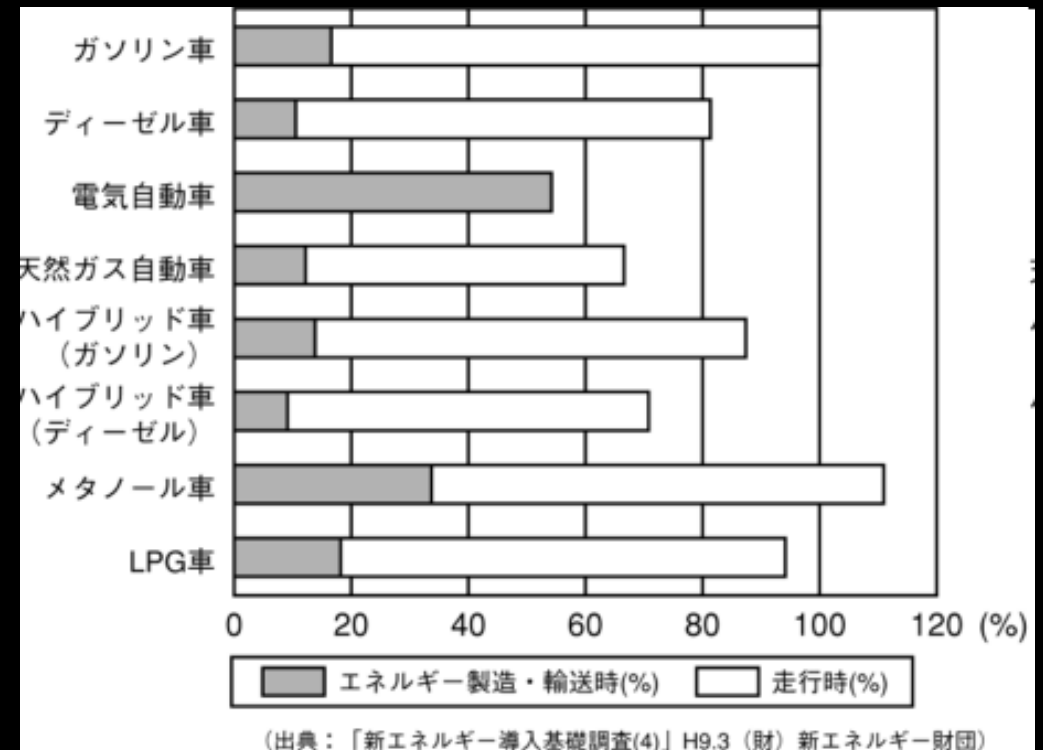


バスの燃料などとして有効利用！

「新世代下水道支援事業制度の拡充」

下水処理場で下水道バイオガスを公共又は公益の用途に活用する場合，下水道バイオガスを供給するために必要な施設（下水処理場内に設置するものに限る）を国庫補助対象とする。

二酸化炭素排出量比較
(日本ガス協会ウェブページ)



10 . 消化ガスの精製

規制 / 指針値と品質管理基準

	規制・指針	管理基準	対応策
メタン	メタン主成分の高圧ガス	97%以上	高圧水吸収 (二酸化炭素除去)
酸素	4%未満	4%未満	監視?
硫化水素	容器に無害	0.1ppm以下	高圧水吸収
水分	容器に無害・露点が月間最低気温 - 5.6 以下	露点: -51 以下	除湿
シロキサン	規制なし	1mg/m ³ _N 以下	高圧水吸収 (凝縮)
におい	1/1000の混入で感知可能	1/2000の混入で感知可能	付臭

高圧水吸収法は、メタン濃度と回収率が高い（下水処理水の再利用）。メタン 97%の運転をすれば、硫化水素とシロキサンも除去されてしまう。必要な電力は精製ガス保有エネルギーの1割以下。

神戸市の管理基準とはいえ、「技術的に可能かつ自動車の走行に問題ないことが実証されている数値の提示」には大きな意義がある。（土研との共同研究）

1 1 . 実証試験

精製～充填まで

- ・ 温度や運転条件とメタン濃度 / 回収率
- ・ 同じくシロキサン除去能力
- ・ 付臭

動力・排ガス試験（CNGとメタン濃度を変えたバイオガスとの比較）

- ・ 排気ガスはCNGと同等
- ・ 熱量の差に比べて出力の差は小さい
メタン95%程度までなら，エンジンの制御範囲内（燃料を多く噴射する）
メタン90%程度だとエンジントラブル。制御の設定を変えれば解消？

走行試験（CNGと精製バイオガスとの比較）

- ・ 実走行における燃費は，発熱量あたりで同等
- ・ 運転手のコメント：特に問題なし
- ・ CNGとバイオガスが混ざっても，問題なし
- ・ 「下水のにおいがする」とのコメント
（ガス臭の勘違い。ただし広報の重要性を示唆しているかも。）

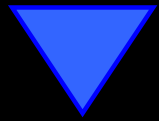
これらの結果自体も重要。

試験に協力してもらった交通局や地元企業 = 潜在的な利用者に理解が得られた？

1 2 . 消化ガスの利用方法

消化ガスの「マテリアル利用」を！

(精製・貯留設備の小型化・低価格化)



精製ガス → 発電・ボイラー：汎用ガス機器の利用が可能に 費用低減

天然ガス代替！：たとえばCNG車 広報効果・低公害車の普及
たとえば「バイオガスボンベ」を公共施設に

ガス版RPS法の可能性
(混合率1%分程度しか発生しない)

「燃やして捨てている」が低価格なのか？

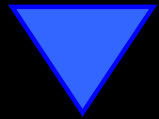
下水汚泥でうまくいかなければ、他のバイオマスのメタン発酵も無理では？

1 3 . バイオマスと下水汚泥の混合処理

目標：エネルギー自立型の下水処理場？

- ・ 施設に余裕があれば...
- ・ 水処理に影響がなければ...
- ・ 残渣（消化汚泥・焼却灰）が増えてもよければ...

革新的な技術開発 費用低減がないと厳しい



目標：自治体の京都議定書対策？

下水道（既存インフラ）をバイオマス利活用に！

収集 : ディスポーザ + 下水管

資源化設備, 経験 : 消化槽, 炭化など

廃水処理・豊富な用水 : 水処理施設, 処理水（再生水）

バイオマスおよび水の処理・再生を総合的に最適化する必要

「新世代下水道支援事業制度の拡充」

バイオマス利活用計画において、地域全体で下水汚泥と他のバイオマスを一体的に処理・有効利用することが効率的であると位置付けられた場合に、下水汚泥と他のバイオマスを混合・調整するために必要な下水道施設を国庫補助対象とする。

1 4 . 無機成分をどうするか

現状

セメント原料：輸送費用によっては難しい・景気に左右される

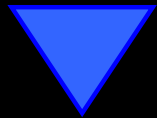
建設資材利用：製造費用が高い・公共工事縮小の影響

溶融スラグ：原油価格高騰が非常に問題

リン回収：必要性は叫ばれている

リン資源は将来的に枯渇すると予想されており…

現在の技術では（現在の）採算に合わない…



長期間貯蔵の可能性？

減溶化・貯蔵しておけば、将来は再利用されるかも

「するか/しないか」「どのように」に加えて、「いつ」の視点も重要