

日本の環境技術による 環境負荷低減効果の試算 について

(一社) 日本産業機械工業会 環境装置部会
環境負荷低減効果調査委員会



1. 緒言

- 我が国は経済成長とともに生産技術を発展普及させ、伴う環境問題を克服してきた。環境問題への対応が途上段階の地域に我が国の環境技術を導入した場合、期待される環境負荷低減効果を定量的に評価試算する。

指標：温室効果ガス排出削減量、水質改善量、等

対象技術：廃棄物発電・下水処理・産業排水処理

試算規模：地域や工場単位の試算をベースに、

比例計算により東南アジア圏での
導入ポテンシャルを検討。



2. 日本の環境技術の歴史（廃棄物）

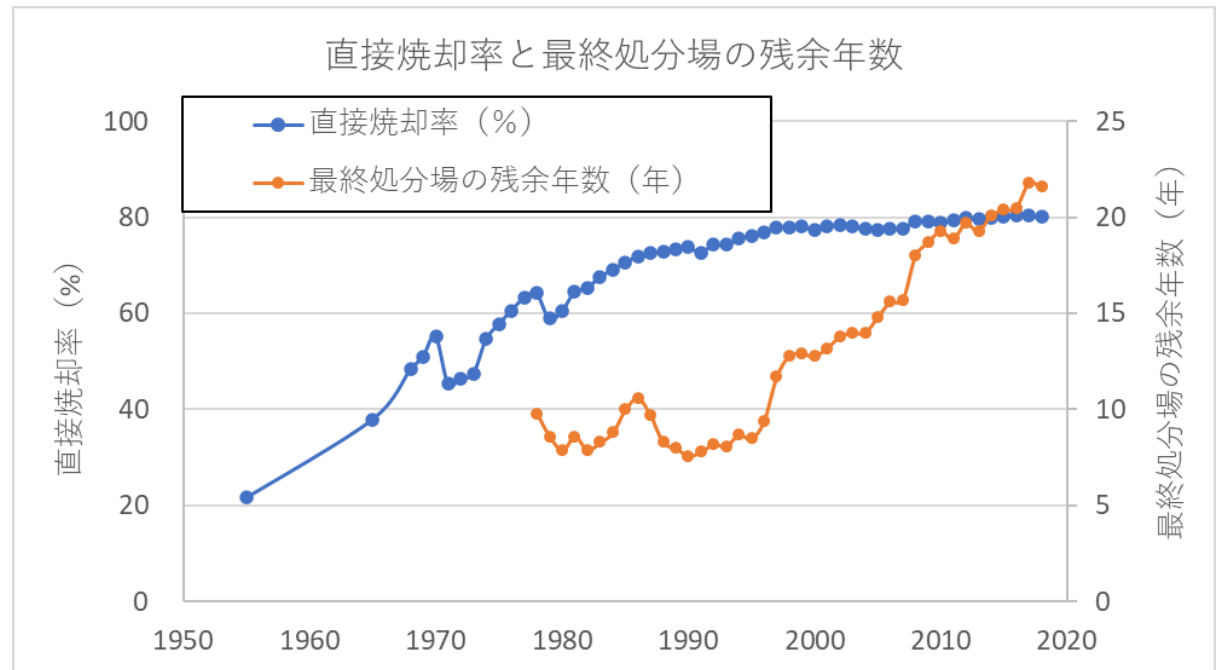
- 高度経済成長期は廃棄物の焼却処理率が低く、直接埋立による衛生、環境面の課題があった。
- 現在は焼却処理が普及したことで最終処分場の延命化にもつながり、廃棄物発電によるエネルギー回収量も増えている。



直接埋立の様子

東京都・夢の島

出典：環境省「図で見る環境白書 1981」



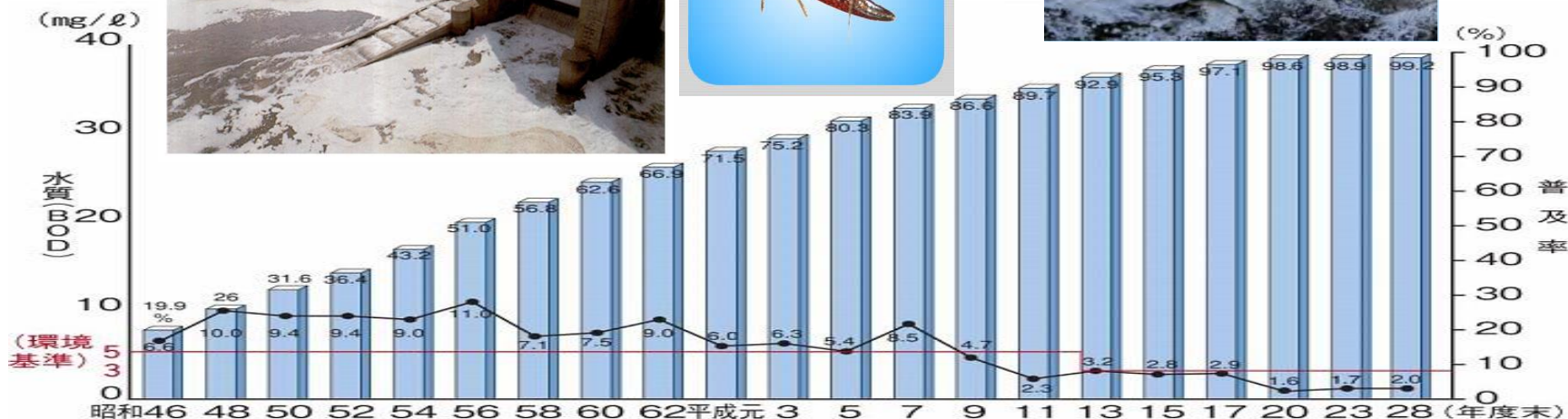
出典：環境省「日本の廃棄物処理」各年度版より作成



The Japan Society of Industrial Machinery Manufacturers

2. 日本の環境技術の歴史（水質）

- 下水道の普及途上であった高度経済成長期は排水が河川に垂れ流され、水質が環境基準値を超過。ザリガニなどが好む大変汚れた水質に。
- 下水道整備・工場排水の規制等により、近年はアユが遡上するほどきれいに浄化された河川もある（多摩川など）。



下水道普及率と環境水質の関連性（多摩川）

出典：東京都HP（グラフ）、環境省HP（左：昭和52年多摩川写真）、国土交通省京浜河川事務所HP（右：あゆ写真）
国土交通省近畿河川事務所HP（中央：ザリガニ写真）



3. サマリー（廃棄物と下水） ※詳細は4,5

- モデルケース（現況）：

廃棄物は直接埋立処分され、下水道は未普及（下水道普及率5%程度）の人口100万人都市

- 導入効果：

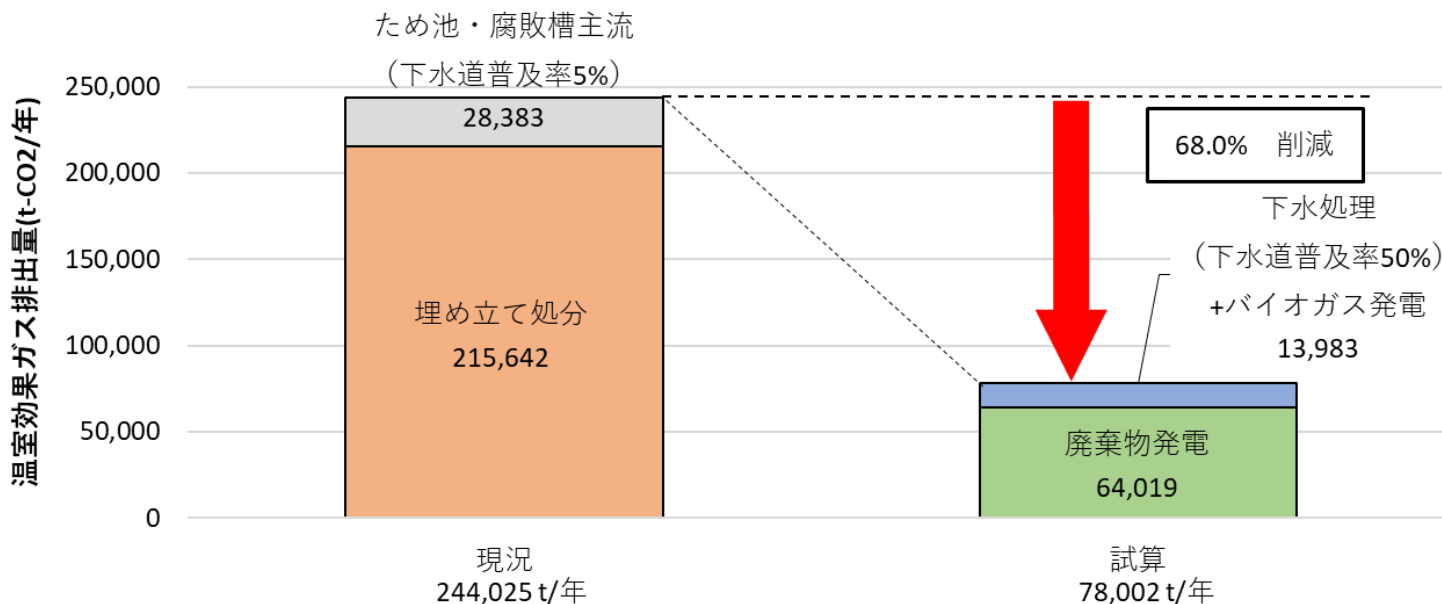
廃棄物発電と下水処理、さらにバイオガス発電を導入した場合、

温室効果ガスを68%（約16万トン/年）削減

これを東南アジア主要都市圏（約1億人）で導入した場合、

温室効果ガスを約1,600万トン/年削減可能（推計）

※ASEAN諸国の年間CO₂排出量の約1.1%相当



3. サマリー（産業排水）

※詳細は6

- モデルケース（現況）：

キャッサバ工場とパーム油工場（各1,000t/日規模）では排水を旧式ラグーンで処理しバイオガスの利用も不十分

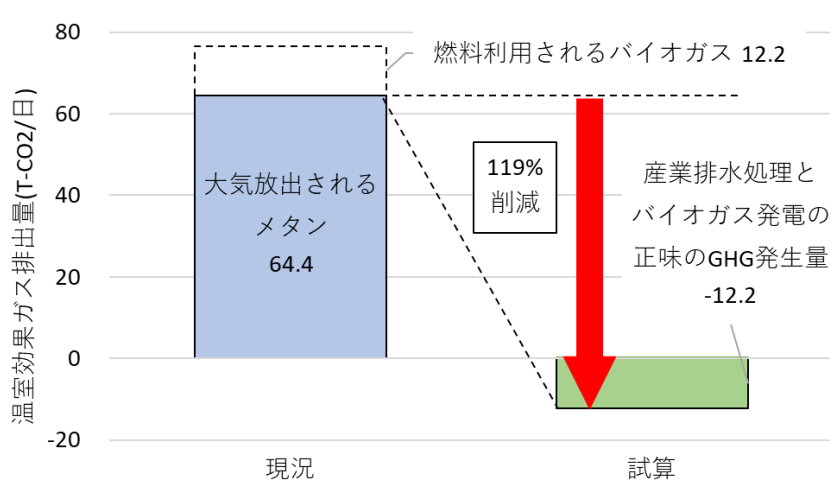
- 導入効果：

省エネ型排水処理技術とバイオガス発電を導入した場合、それぞれ

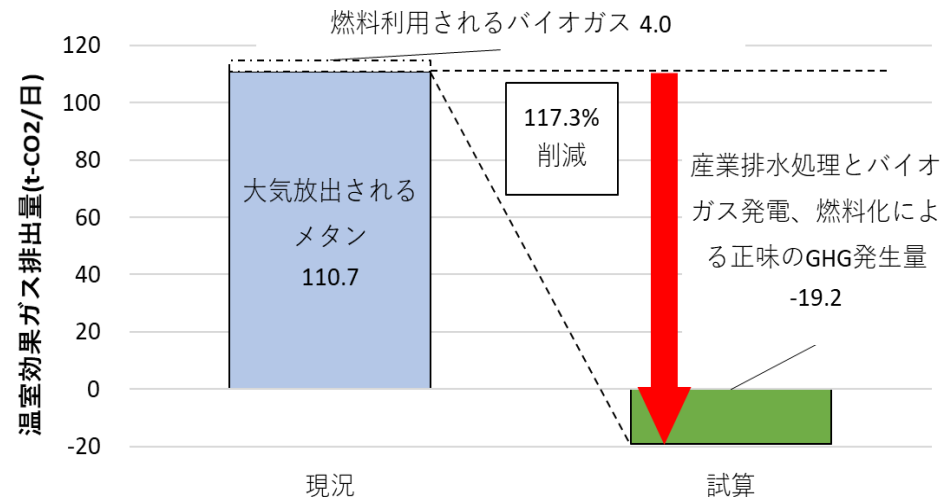
温室効果ガスを約120%（約2.3万トン/年、約3.9万トン/年）削減可能
これを東南アジア等の主要な生産国で導入した場合、

温室効果ガスを約4,300万トン/年削減可能（推計）

※ASEAN諸国の年間CO₂排出量の約3%相当



キャッサバ工場



パーム油工場



4. 廃棄物発電

●日本における廃棄物発電

- 一般廃棄物は衛生処理、減容化等を目的に約80%が焼却処理※1。
- 焼却処理施設では、焼却廃熱を有効利用する廃棄物発電施設が普及（施設数で約35%※1、ごみ量ベースで約74%※1）。
- 廃棄物発電による全国総発電電力量は年間で9,553GWhに上る※1。
（一般家庭の約217万世帯分に相当※2、余剰電力は系統電力に供給）
- 廃棄物発電で発電した電力の約50%は、
「再生可能エネルギー」として温室効果ガス削減に貢献する。

●一方、東南アジア等のごみ処理は・・・

現状：直接埋立処分が主流
（課題）

- 嫌気性微生物が有機分を分解、大量の温室効果ガスの**メタン**が排出
- 人口増による廃棄物量の増加で処分場が逼迫
- 悪臭や火災、害虫の発生
- 山積みで崩落の危険、等



※1：「一般廃棄物処理実態調査結果 平成30年度調査結果」（環境省）

（http://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/ippan/h30/index.html）を基に四捨五入または概算

※2：「家庭部門のCO2排出実態統計調査」（環境省）（<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/kateico2tokei/index.html>）を基に算出

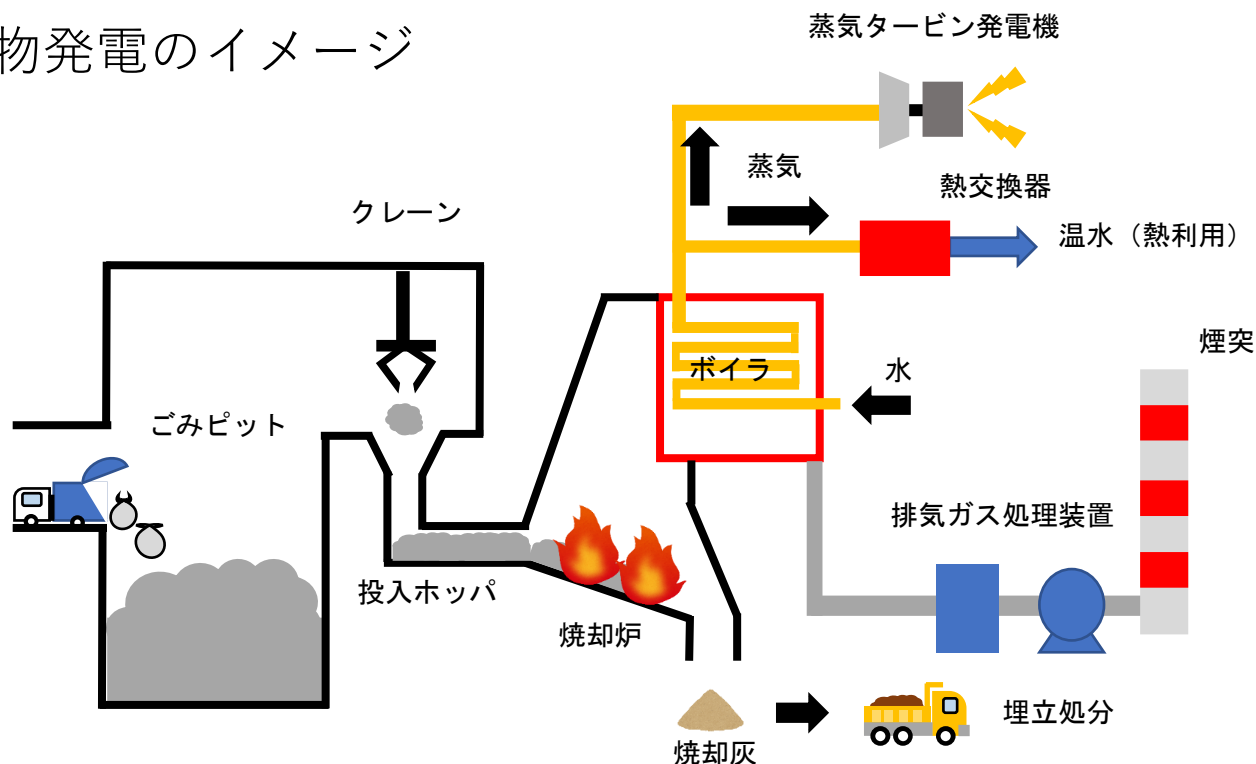


今後：東南アジア等では人口増に伴い、廃棄物発電の普及に期待

●廃棄物発電の導入効果

- ・埋立て回避による**メタン発生抑制**と**電力回収**による**温室効果ガス削減効果**
- ・埋立て量の抑制により、最終処分場の延命化、崩落回避
- ・悪臭等の抑制、等

●廃棄物発電のイメージ



廃棄物発電による温室効果ガス削減について（試算）

●廃棄物発電の導入効果試算

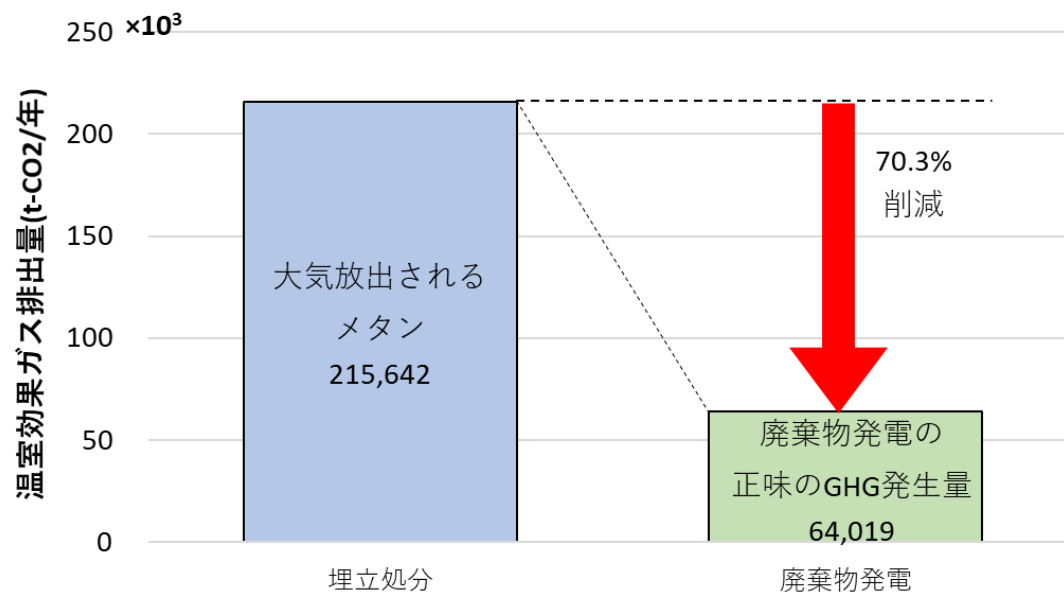
【現状】 直接埋立処分を行う 1 0 0 万人都市を想定し処分量が1,000トン/日の場合
⇒埋立てによりメタンが約21.6万トン/年発生（CO₂換算）（20年間の平均値）

【廃棄物発電】

当該地域に廃棄物発電施設(1,000トン/日、発電効率25%)を導入し20年稼働(年間300日)と設定



温室効果ガス削減効果は約70%（約15万トン/年(平均)）



廃棄物発電による温室効果ガス削減(諸外国への貢献)

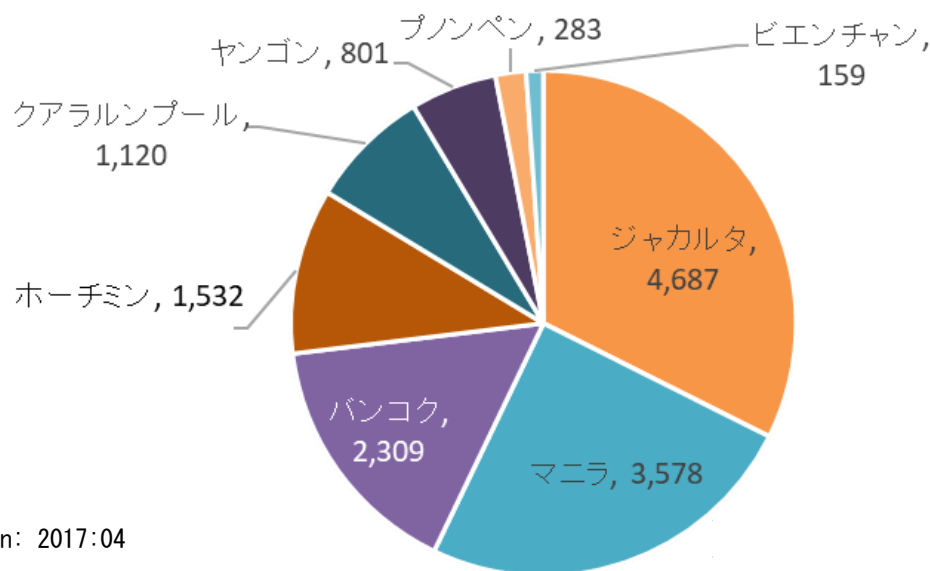
●廃棄物発電の東南アジアへの展開

東南アジアの主要都市圏（人口100万人超）に廃棄物発電施設を新設することで期待される温室効果ガスの削減量を推計（埋立量1,000トン/日の地域を基にした比例計算）

→ 東南アジア主要都市圏（約1億人）の廃棄物（約3,600万トン/年）で廃棄物発電をすると温室効果ガスを1,447万トン/年削減可能（推計）



温室効果ガス削減見込み(千トンCO₂/年)



人口出典：Demographia World Urban Areas 13th Annual Edition: 2017:04

<http://www.demographia.com/db-worldua.pdf>

一人当たりのごみ排出量：1kg/人・日（環境省「日本の廃棄物処理」を参考）

焼却率：80%（環境省「日本の廃棄物処理」を参考）

温室効果ガス削減量：20年間稼働させた場合の試算を1年間当りに換算



The Japan Society of Industrial Machinery Manufacturers

5. 下水処理＋バイオガス発電

●日本における下水道

- 汚水処理の普及率は**91.7%**（下水道の普及率は**79.7%**）
- 下水処理施設では、発生した下水汚泥のバイオマス資源としての有効利用が進む。
- 生ごみなど地域バイオマスを混合処理する技術も確立。
- 汚泥処理からのバイオガスで発電した電力の利用は、「再生可能エネルギー」として温室効果ガス削減に貢献する。

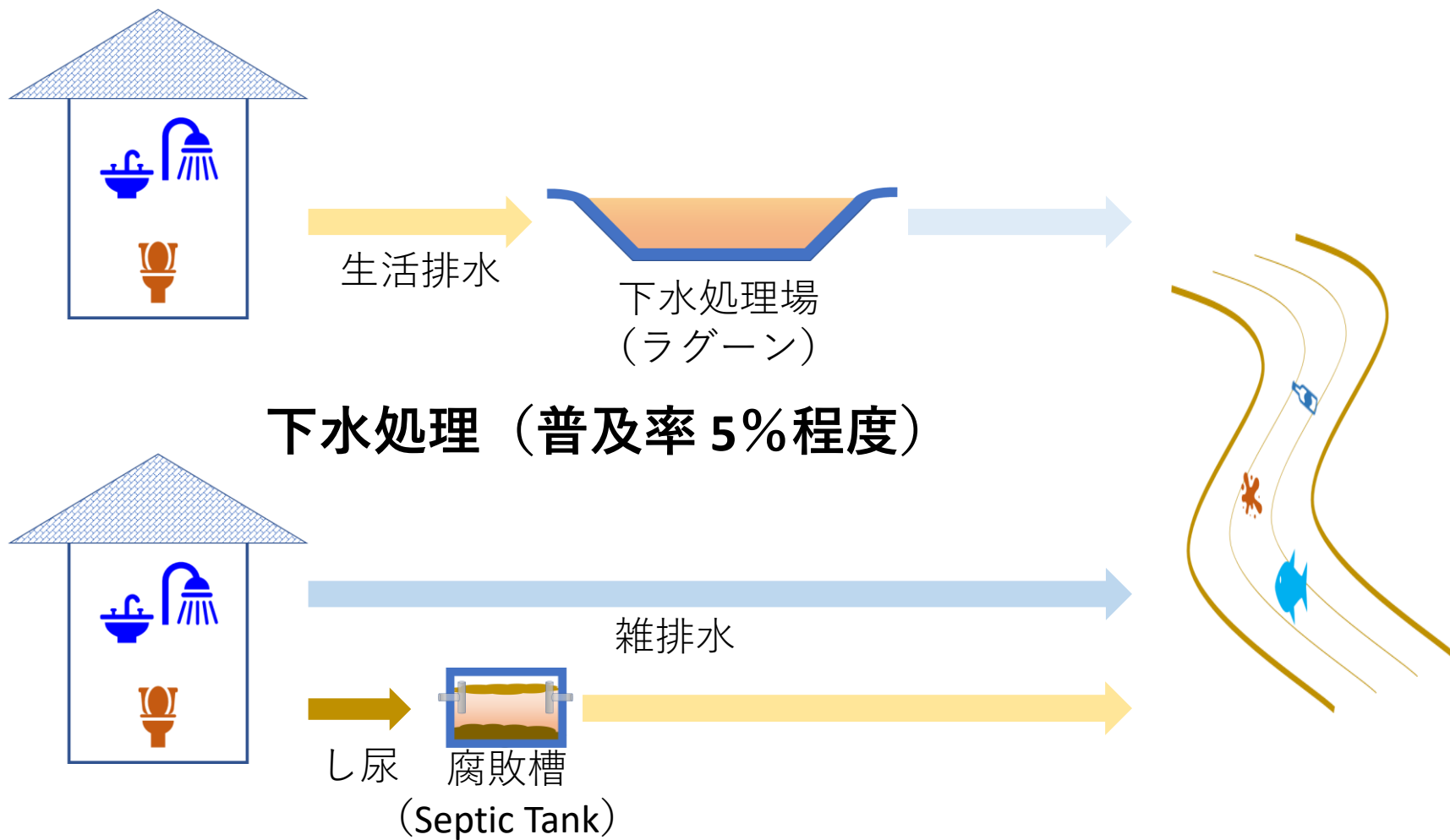
●一方、東南アジア等の下水処理は・・・

現状：ラグーン（ため池）や腐敗槽などが主流（課題）

- 土壌浸透による病原菌汚染
- 嫌気性微生物が有機物を分解して温室効果ガスの**メタン**や**N₂O**を排出、等

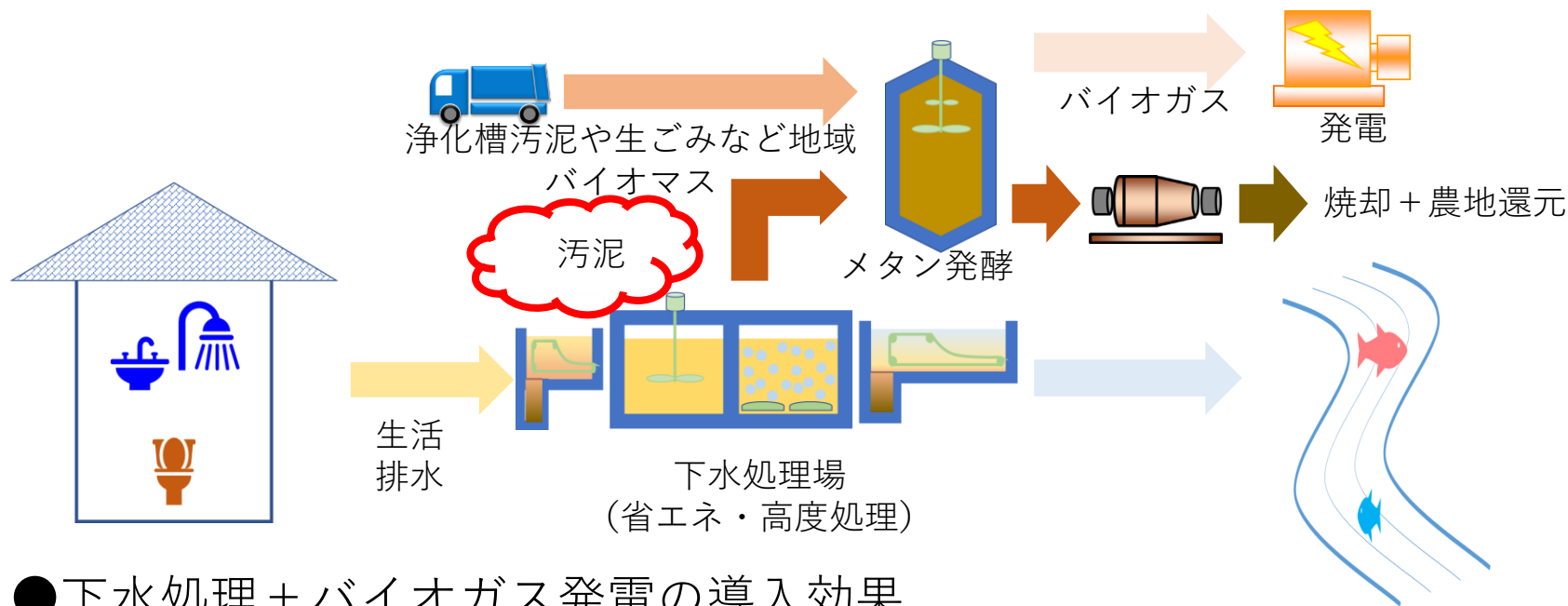


下水処理未普及地域での現況イメージ



今後：東南アジア等では人口増や経済成長を背景とした規制強化による下水処理の普及拡大

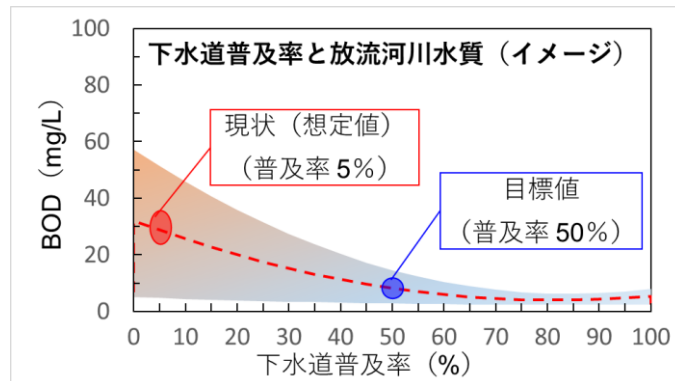
●下水処理＋バイオガス発電のイメージ



●下水処理＋バイオガス発電の導入効果

- ・地域の衛生改善および土壌、河川、海域の環境改善
- ・温室効果ガスの発生抑制と発電による温室効果ガス削減効果
- ・再生水の有効利用、等

出典（右グラフ）：国土交通省HP、東京都HP、埼玉県HP、横浜市HPの資料をもとに、当委員会で作成（多摩川、墨田川、阿武隈川、音羽川、町田川、鴨川、司馬川、綾瀬川、鶴見川、境川、いたち川の水質データを参考）



下水処理 + 発電による温室効果ガス削減について（試算）

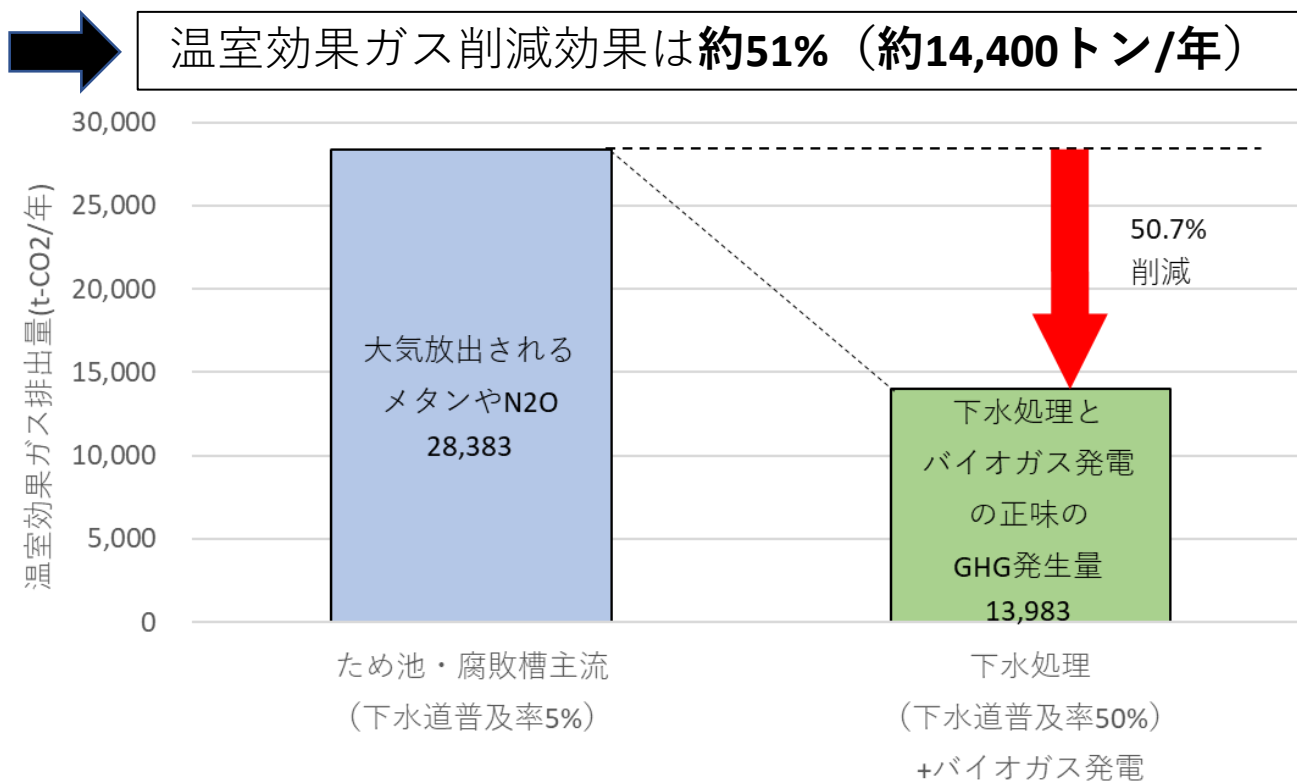
●下水処理+バイオマス発電の導入効果試算

【現況】 人口100万人、下水処理の普及率が5%の場合

⇒ メタンなどの温室効果ガスが約28,000トン/年 発生（CO₂換算）

【下水処理 + バイオガス発電】

当該地域で**省エネ型の下水処理**と**バイオガス発電設備**を導入し、下水処理の普及率を50%とした場合



下水処理 + 発電による温室効果ガス削減(諸外国への貢献)

●下水処理 + バイオマス発電の東南アジアへの展開

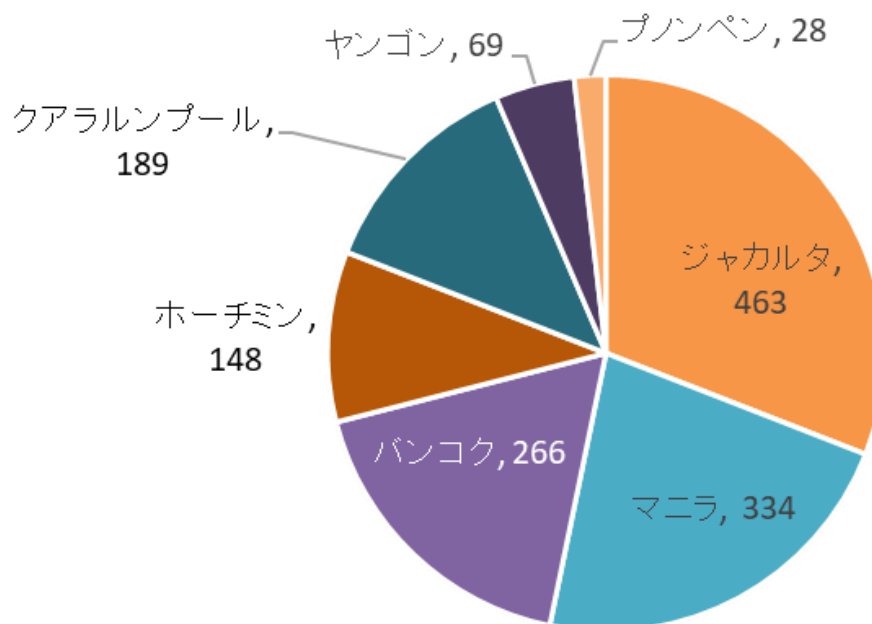
東南アジアの主要都市圏（人口100万人超）別に下水道普及率を向上させるべく、省エネ型下水処理 + バイオマス発電施設を新設することで期待される温室効果ガスの削減量を推計



東南アジア主要都市圏で温室効果ガスを**150万トン/年削減可能**（推計）



温室効果ガス削減量(千トンCO₂/年)



人口出典 : Demographia World Urban Areas 13th Annual Edition: 2017:04

<http://www.demographia.com/db-worldua.pdf>

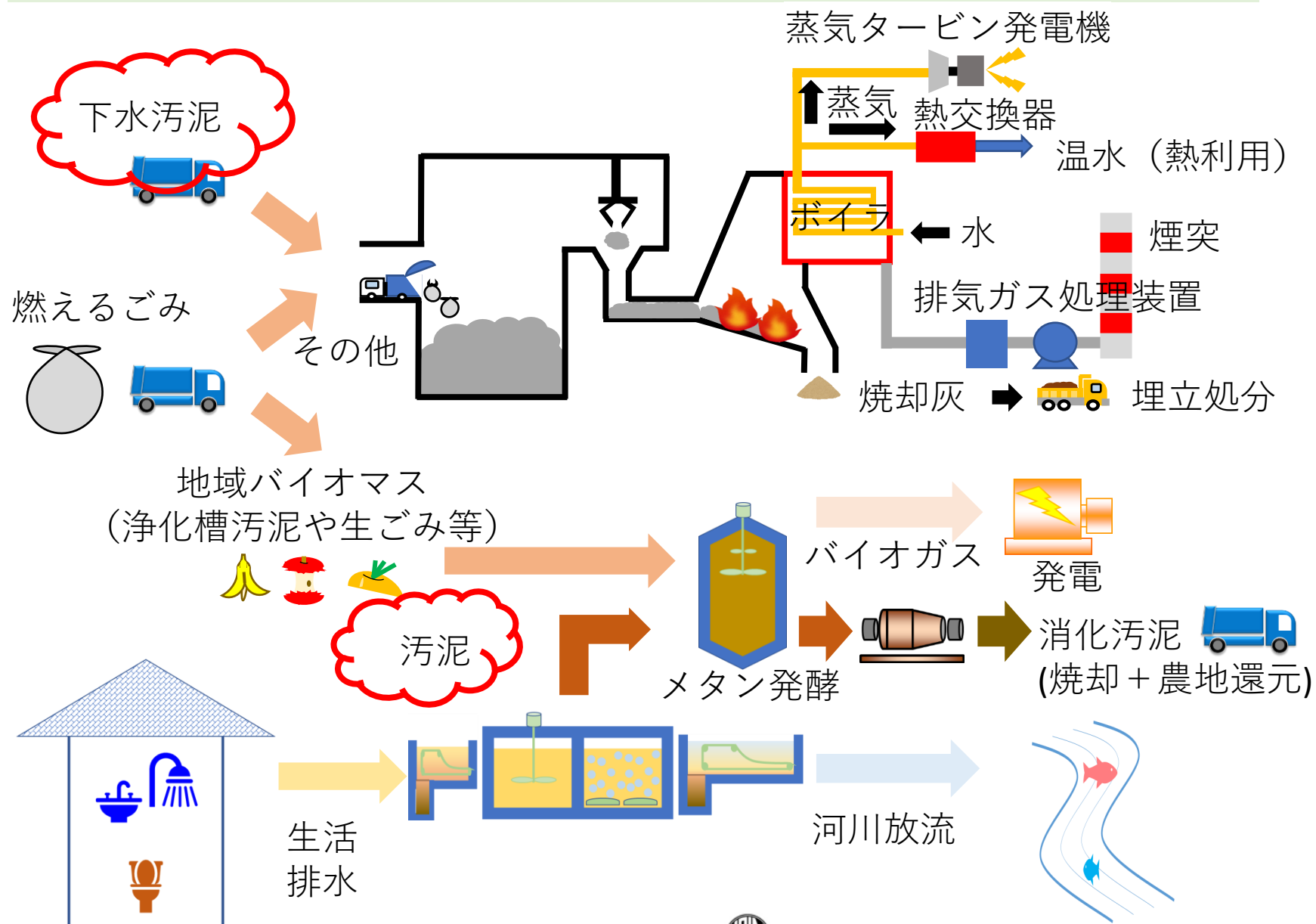
下水道普及率（現況）：アジア水環境パートナーシップ [WEPA] アジア水環境管理
アウトLOOK 2015（ただし、5%に満たない場合は5%としている）

下水道普及率（モデル）：SDGs（持続可能な開発目標）「6.3 2030年までに、汚染の減少、
投棄の廃絶と有害な化学物・物質の放出の最小化、未処理の排水の
割合半減及び再生利用と安全な再利用の世界的規模で大幅に
増加させることにより、水質を改善する。」より概算



The Japan Society of Industrial Machinery Manufacturers

廃棄物発電と下水処理+バイオガス発電による廃棄物資源の有効利用



6. 産業排水＋バイオガス発電

●日本における産業排水処理

- ・ 河川や海域への放流を可能とする環境基準に適合させるための高度な排水処理技術の普及が進む。
- ・ 処理した水の再利用により水資源を節約。
- ・ 排水中に含まれる有機物を資源として有効利用するバイオマス利用が進む。バイオマス利用としてバイオガスとして回収したり、肥料・燃料などに加工し利用したりするなどの取り組みが行われる。
- ・ バイオガスで発電した電力は、
「再生可能エネルギー」として温室効果ガス削減に貢献する。

●一方、東南アジア等の産業排水処理は・・・

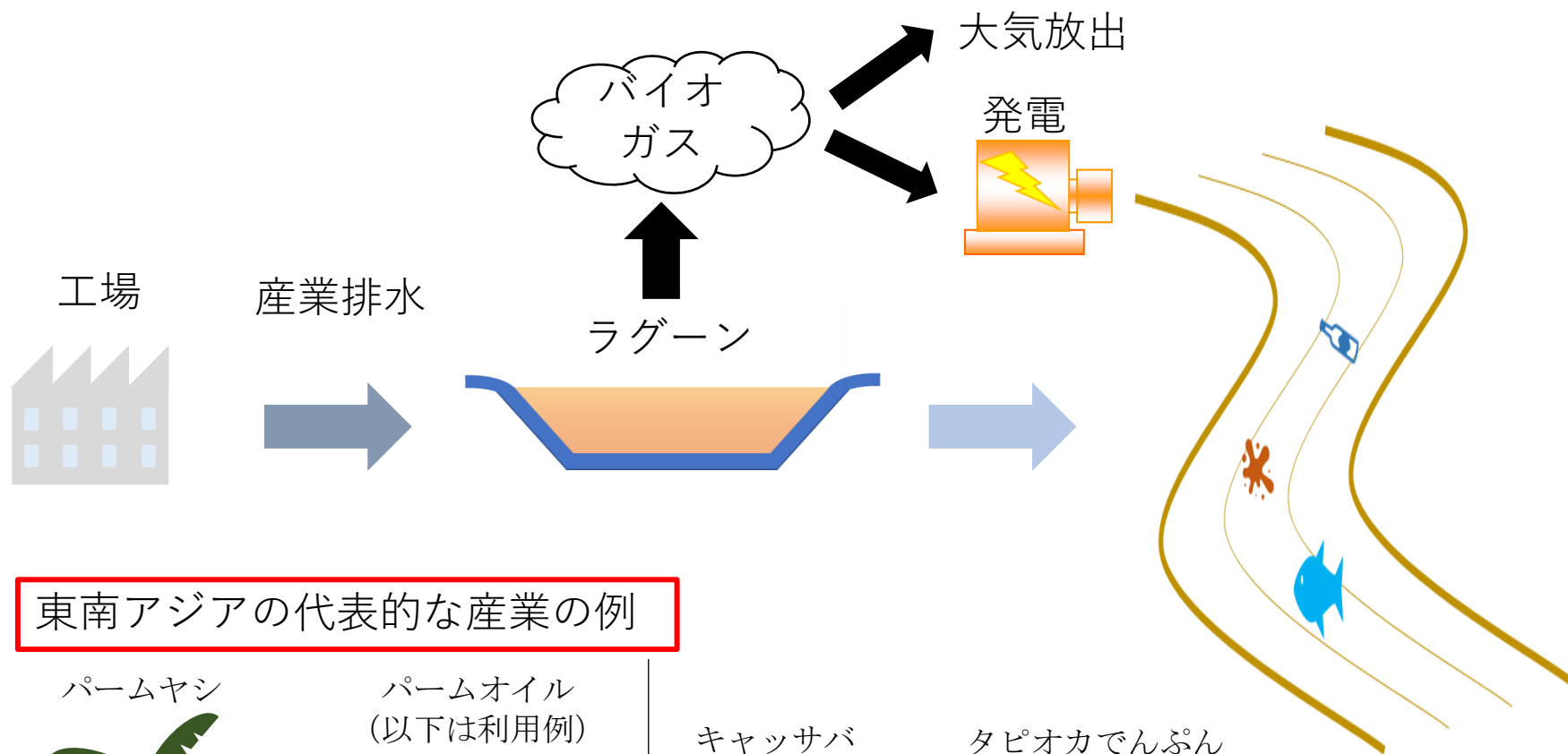
現況：過去の緩やかな規制やコスト等の問題から現状の厳しい排水基準に適合しない処理もみられる
ラグーン処理が主流、一部では排水を農地還元

(課題)

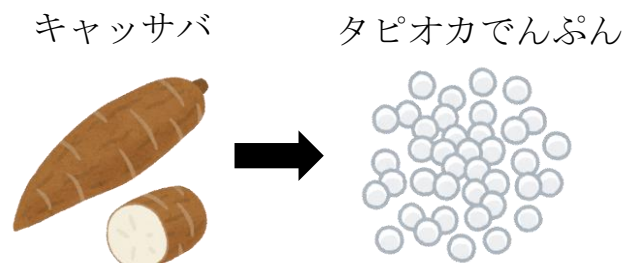
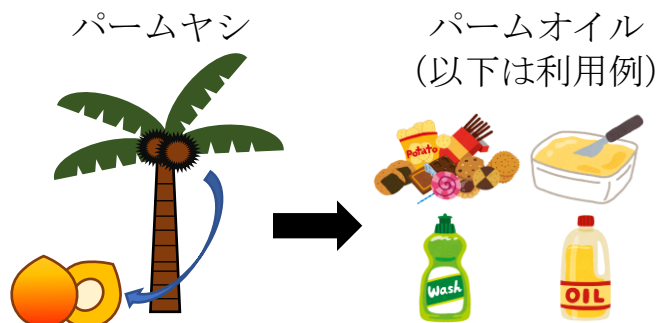
- ・ メタンが排出(一部利用)、
- ・ 廃棄物(汚泥)の発生、等



産業排水処理の現況イメージ



東南アジアの代表的な産業の例

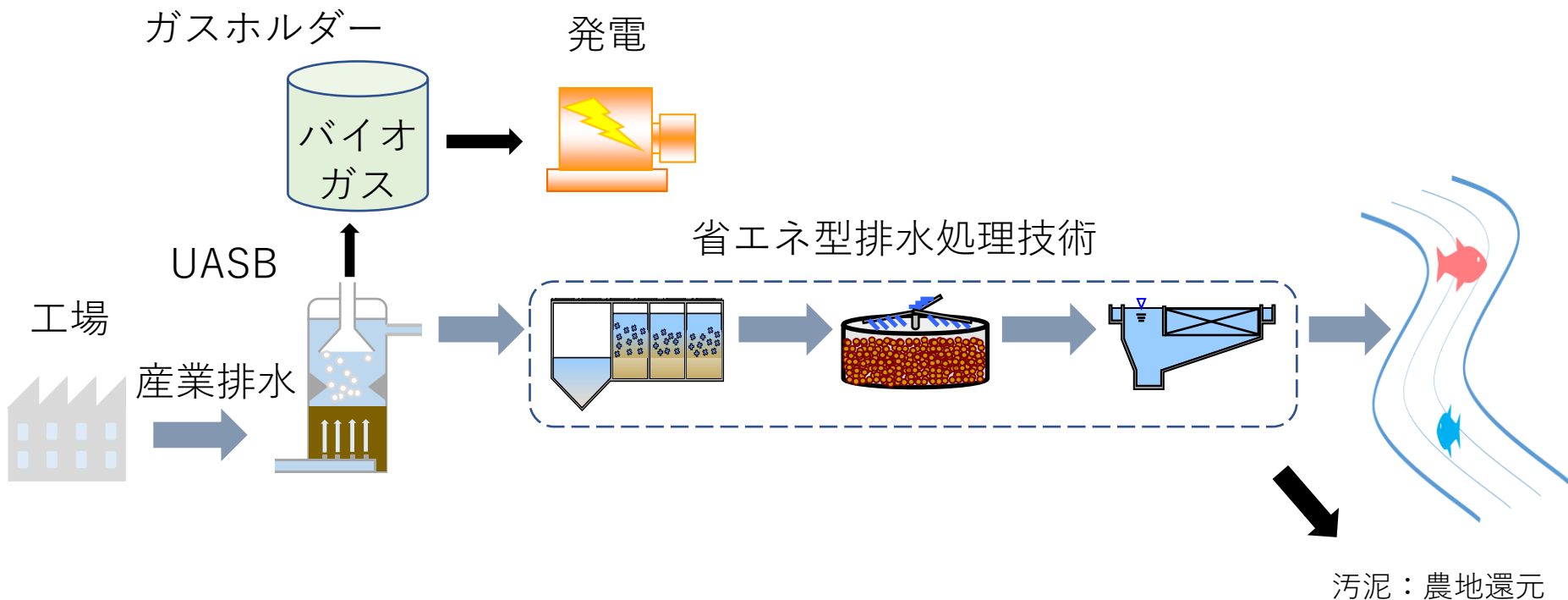


今後：東南アジア等では経済成長を背景とした規制強化による排水処理の普及拡大

●産業排水処理＋バイオガス発電の導入効果

- ・ 地域の土壌、河川等の環境改善
- ・ バイオガスの回収と発電による温室効果ガス削減効果
- ・ 固形廃棄物の資源利用、等

●産業排水処理（キャッサバ排水）＋バイオガス発電のイメージ

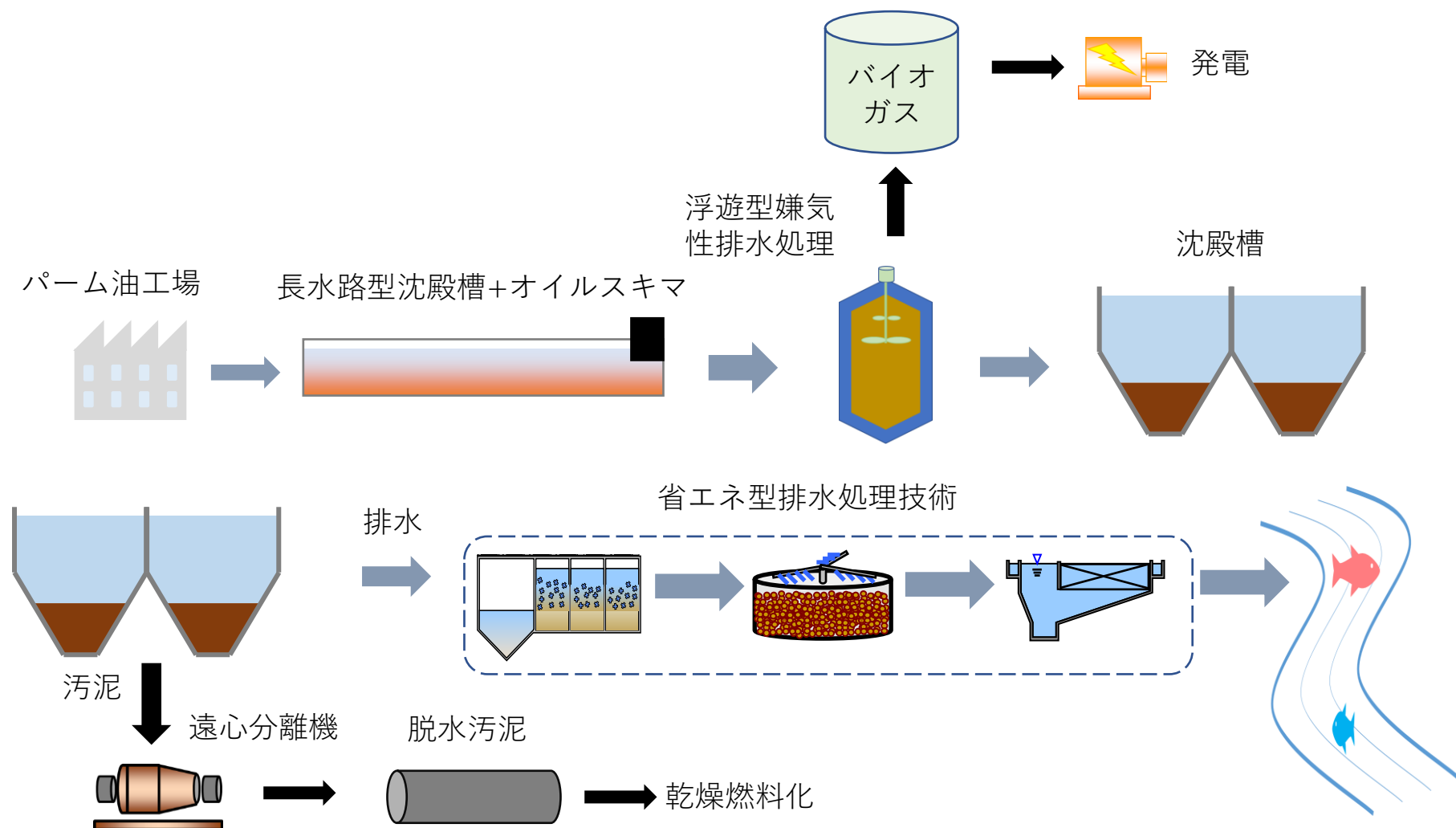


：メタウォーター株式会社提供



産業排水処理＋発電による温室効果ガス削減について（試算）

●産業排水処理（パーム油排水）＋バイオガス発電＋汚泥の燃料化のイメージ



：メタウォーター株式会社提供

産業排水処理＋発電による温室効果ガス削減について（試算）

●キャッサバ排水処理+バイオマス発電の導入効果試算

【現況】 500t/日処理の工場の場合

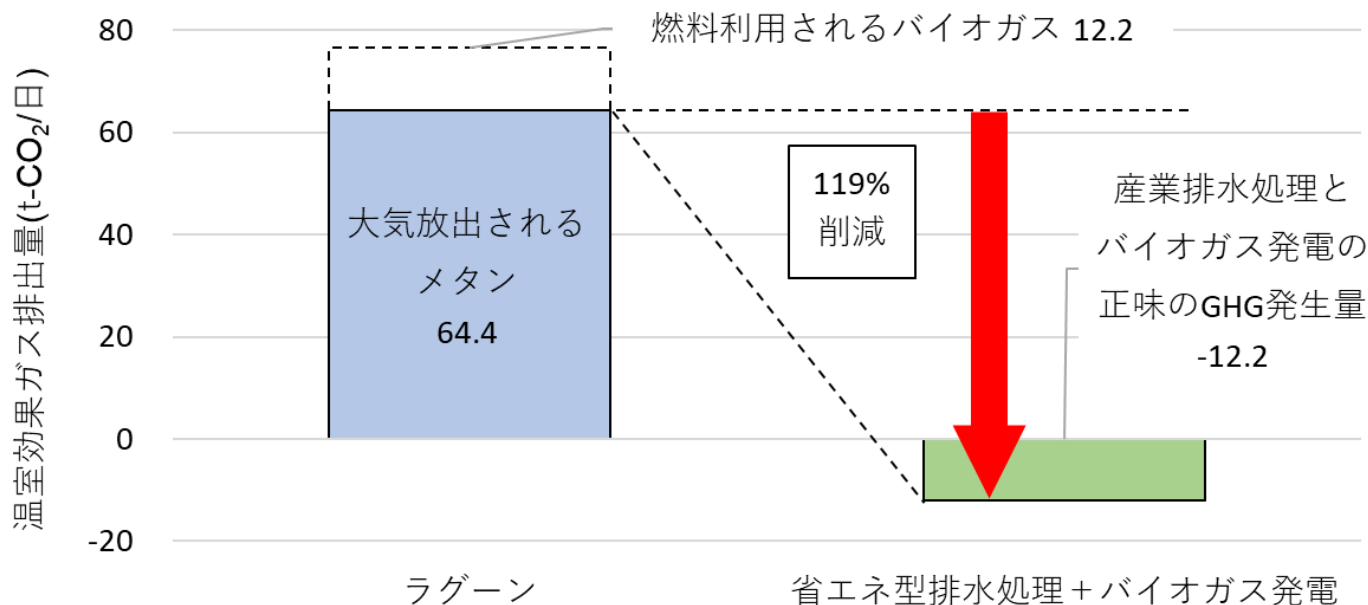
⇒正味でメタンが64.4トン/年 発生（CO₂換算）

【産業排水処理＋バイオガス発電】

当該工場で**省エネ型排水処理**と**バイオガス発電設備**を導入



温室効果ガス削減効果は**約120%（76.6トン/日）**



産業排水処理 + 発電による温室効果ガス削減について（試算）

● パーム油排水（POME）処理+バイオマス発電の導入効果試算

【現況】 1,000t/日処理の工場の場合

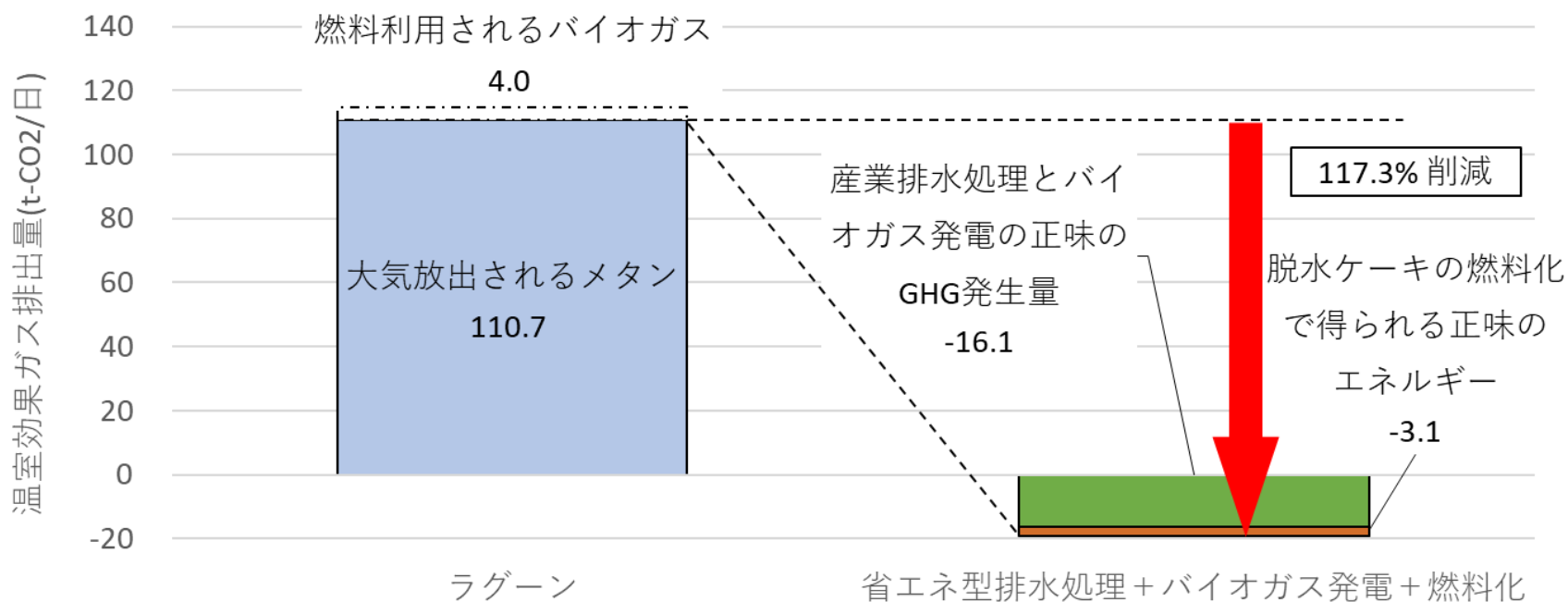
⇒ 正味でメタンが110.7トン/年 発生（CO₂換算）

【産業排水処理 + バイオガス発電 + 脱水ケーキの燃料化】

当該工場で**省エネ型排水処理**と**バイオガス発電設備**を導入し、バイオガスを回収・燃料利用、**脱水ケーキの燃料化**を併せて行った場合



温室効果ガス削減効果は**約120%（約130トン/日）**



産業排水処理＋発電による温室効果ガス削減について（諸外国への貢献）

●キャッサバ排水処理・パーム油排水（POME）処理 ＋バイオマス発電等の展開

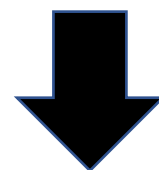
キャッサバ：

東南アジアのキャッサバ生産国に**省エネ型排水処理＋バイオマス発電施設**を広く展開した場合に期待される温室効果ガスの削減ポテンシャルを推計

（メタンガスの回収が進むタイを除いたアジア・オセアニア地域のキャッサバ生産国を対象）

パーム油：

インドネシアやマレーシア等のパーム油生産国に**省エネ型排水処理＋バイオマス発電施設、脱水ケーキの燃料化**を広く展開した場合に期待される温室効果ガスの削減ポテンシャルを推計



温室効果ガス削減効果は**約4,300万トン/年**
（ASEAN諸国の年間CO₂排出量の3%相当）



7. 結論

- 廃棄物発電には温室効果ガス削減に対する大きなポテンシャルがあるため、廃棄物発電の導入を今後も進めていくべきと考える。
- 廃棄物発電に加えて下水道普及とバイオガス発電の採用により、水質改善とともにトータルでの廃棄物資源の有効利用が可能となる。
- 産業排水については産業ごとの特性により環境装置の寄与度は異なるが、水質改善や温室効果ガス削減など、環境負荷低減における様々なポテンシャルがあると考えられる。地域の主要産業を端緒として各地域の環境対策への寄与が期待される。