



国際開発学会【適正技術シンポジウム】

適正技術とこれからの国際協力

ーインドネシアでの実践からー

2015年7月8日
APEX 田中 直

目 次

1. 適正技術とこれまでの流れ

2. 排水処理事業の事例から

3. バイオマスエネルギー事業の事例から

4. 適正技術とこれからの国際協力

1.適正技術とこれまでの流れ



適正技術の源流-1

シュマツハーの「中間技術」の定義－1

「もし、技術のレベルというものを『その設備が生み出す雇用機会あたりの設備費』ということを経準にして考えるならば、典型的な途上国の土着の技術はいわば1ポンド技術であり、一方先進国の技術は1000ポンド技術といえる。……援助をもつとも必要とする人々に効果的な手助けをするためには、1ポンドと1000ポンドの中間に位置する技術が必要である。われわれはそれを象徴的に100ポンド技術と呼ぼう」

(1965,「ラテンアメリカの開発への科学技術の適用に関する会議」にて、Schumacher,E.F., *Small is beautiful*, Sphere Books Ltd., 1974, pp150)

適正技術の勃興

○OECD開発センターの1977年の調査では、回答のあった中から277団体を適正技術に関与している団体としてリストアップ。

○1980年までにおよそ1000団体が適正技術に関与(ITDGによる)

○ITDGの活動の例:

小規模なレンガ製造プラント、動植物の繊維を用いた繊維強化セメント、雨水貯留タンク、手掘りの井戸、地元で生産可能な農具、地域で建設可能な道路、揚水風車、小規模水力発電

(McRobie,G.,1981, *Small is possible*, Sphere Books Ltd.)

ITDG本部(Practical Actionに改称)と シュマツハーの肖像画



英、ラグビー 2008年撮影

さまざまな適正技術論

●UNIDO(国連工業開発機関) 1975

- ・発展途上国の工業化の達成を重視
- ・近代的な先進技術を扱う工業と、それとは異なる技術を必要とする地方分散的工業との有機的統合

●ニコラス・ジェキエ(OECD研究員)ら 1976

- ・技術が利用される地域の社会的文化的環境への適合性の重視
- ・技術を受容する側が、一方的な受容者にとどまらず、何らかの革新をもたらすシステムの創出

●ILO(国際労働機関) 1976

- ・適合性の基準を「基本的欲求の充足」におく。
- ・人々の必要最低限の欲求を充たし、雇用を増大するための技術として適正技術を使用

適正技術の源流-2

シュマツハーの「中間技術」の定義-2

「大量生産の技術は、もともと暴力的なものであり、生態系を傷つけ、再生不可能な資源を浪費し、人間を無能にする。一方、民衆による生産は、近代の知識と経験のうち最善のものを生かし、脱中心化に寄与し、生態系の法則にのっとり、希少な資源を消費すること少なく、人を機械の奴隷にするかわりに、人に奉仕するように設計されたものである。そのような技術は、伝統的で素朴な技術よりはるかにすぐれており、一方多額の資金を要する高度技術よりは単純で安価で自由であるがゆえに、私はそれを中間技術と名付けた」

(1971年のロンドンでの講演より、ibid., pp128)

70年代の適正/代替技術論の例

●ディクソン『オールターナティブ・テクノロジー』 1974

- ・技術の存在形態そのものが社会の権力構造と不可分であり、現代技術は権力の集中や人間疎外をもたらしている。
- ・中間技術も、いかなる社会構造をつくりあげるか、という政治的構想と組み合わせて導入することが必要

(David Dickson, *Alternative Technology and Politics of Technical Change*, William Collins & Sons Co.Ltd., 1974)

●ロビンズ『ソフト・エネルギー・パス』 1977

- ・増大していくエネルギー需要を多大な資本投下と再生不可能な資源の消費で調達しようとする「ハードパス」に対して、再生可能エネルギーを中核として、最終需要に適合的な無駄のないエネルギー供給を行おうとする。

(Amory B. Lovins, *Soft Energy Paths: Toward a Durable Peace*, Friend of Earth Inc., 1977)

80年代後半以降の動向

「適正技術」を表だって論ずることは少なくなった。

- 一面では定着

- 伝統的、土着的で簡素な技術という固定概念

- 近代科学技術/資本主義経済のヘゲモニー増大

- 地球環境問題が注目を集め始める

 - 「環境調和型技術」、「地球にやさしい技術」・・・

留意すべき点～重要な論点

○定まった定義はない

※APEXでは、「それぞれの地域の社会・経済・文化的条件に適合的で、住民が参加しやすく、人々のニーズを効果的に満たしながら、環境にも負担をかけない技術」としている。

○二つの文脈で論じられる

開発の文脈

近代科学技術批判の文脈

○適正技術に属する技術と、そうでない技術があらかじめ決まっているわけではない

○今日的な意義

2.排水処理事業の事例から



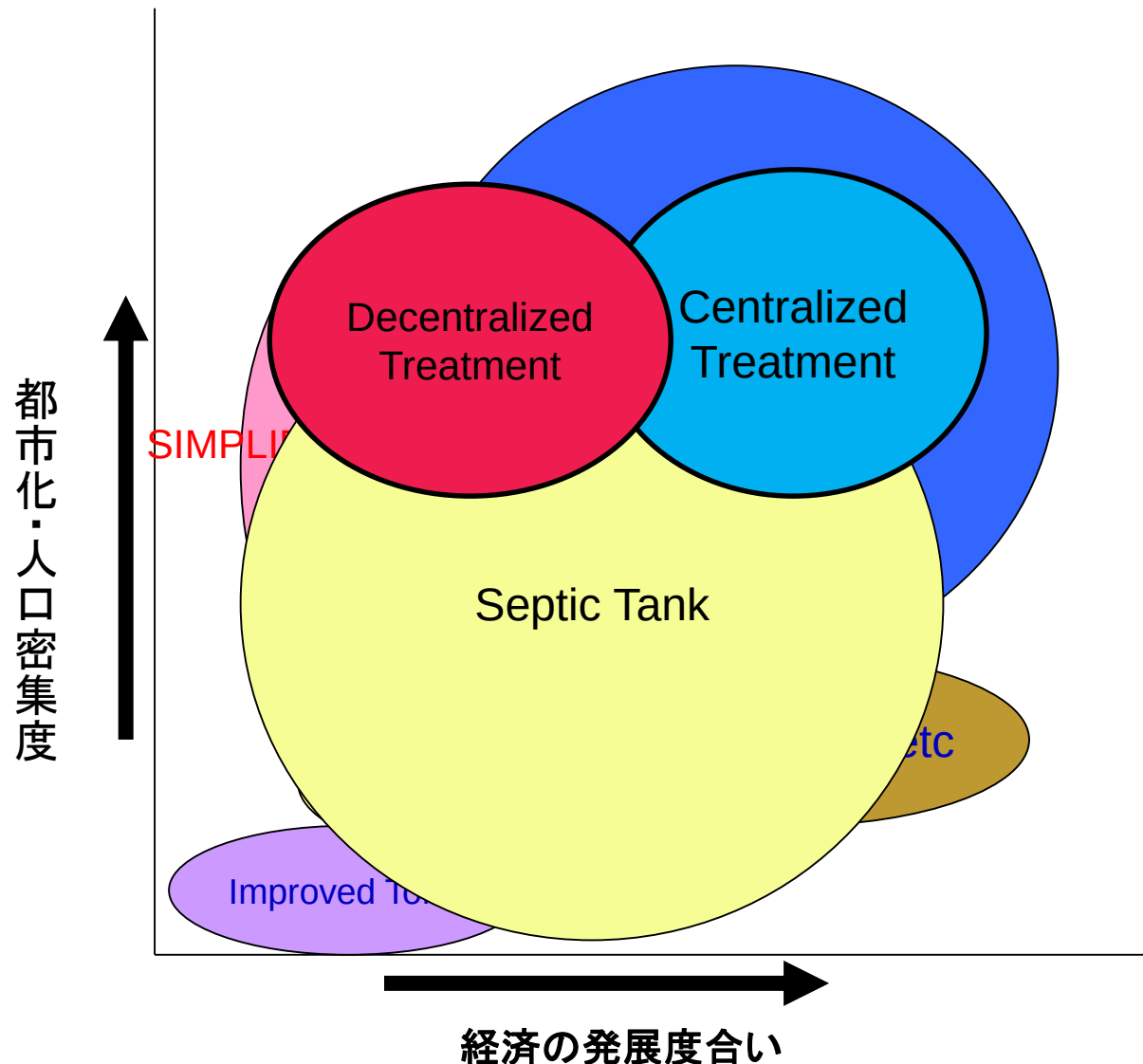
インドネシアの川・運河



コミュニティの衛生環境



生活排水処理～衛生設備の選択



Source: 3rd World Water Forum 2003 ⇔ Indonesia RPJMN 2010-2014

既存のコミュニティ衛生改善策とその問題点



A MCK(Mandi, Cuci, Kakus)
[トイレ、水浴び場、洗濯場
の複合施設]

- 家の外にある不便さ
- 各戸の生活雑排水未処理放出



B 嫌気性の集合処理

- 処理水質不十分
- 場所をとる

適正な技術の条件

1. 安価(設置費用、運転管理費)

2. 運転・保守が容易

3. 電力消費が小さい

4. 省スペース

5. 処理水質が良好

PUSTEKLIM

(排水処理適正技術センター)



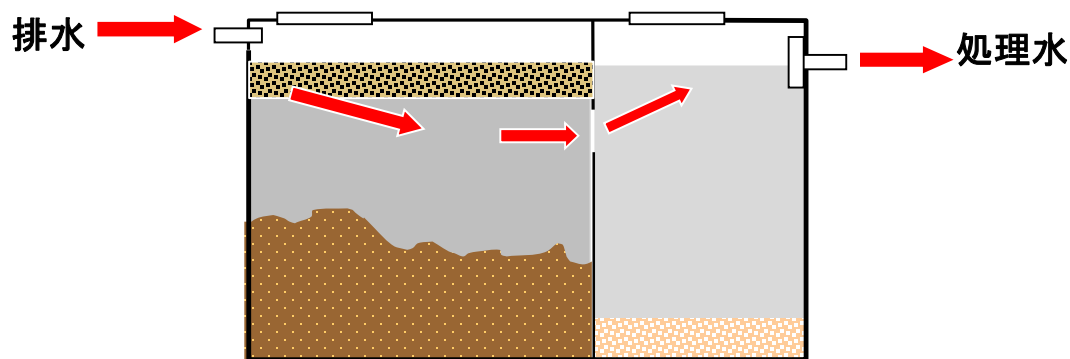
JICA開発パートナー事業「インドネシア国排水処理適正技術センターの創設と運営」(2001年10月～2004年9月)にて設立。それ以降、今日まで、現地NGO、ディアン・デサ財団と共同運営

これまでのAPEXの排水処理関連事業

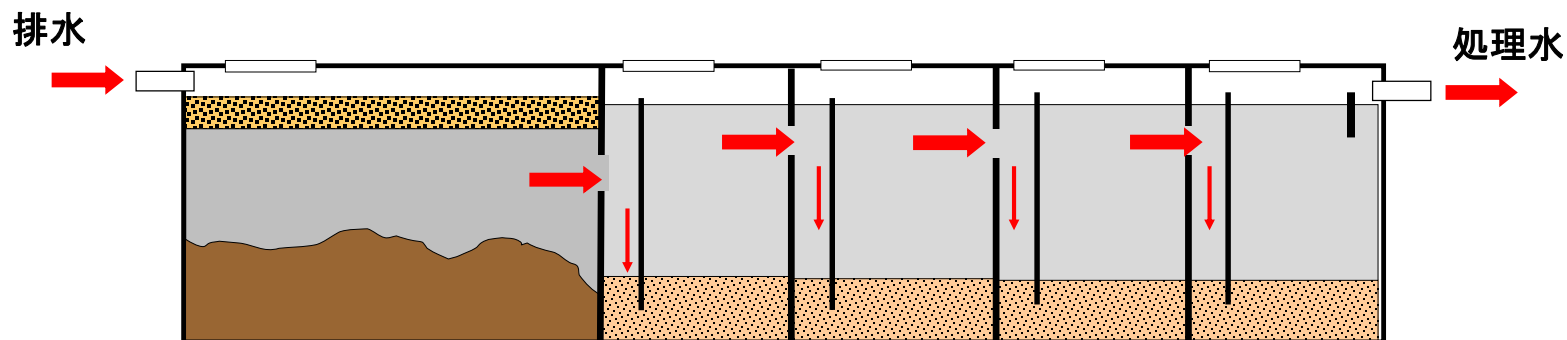
テーマ	助成・委託先	期間
アジア地域に適した回転円板式排水処理設備の開発	外務省NGO事業補助金	1995年4月～1998年3月
アジアのNGOによる適正な排水処理技術に関する国際会議・ワークショップの開催	環境事業団 地球環境基金	1998年4月～1999年3月
アジア地域に適性のある小規模排水処理プラントの開発と普及促進事業	環境事業団 地球環境基金	1999年4月～2000年3月
排水処理適正技術センターの創設と運営計画	JICA開発パートナー事業	2001年10月～2004年9月
ジョクジャカルタ特別州住宅密集地域における住民参加型コミュニティ排水処理モデルシステムの形成	JICA草の根技術協力事業	2006年4月～2008年11月
インドネシアの都市部住宅密集地域における住民参加型コミュニティ排水処理システム普及促進事業	JICA草の根技術協力事業	2011年10月～2015年9月

嫌気性処理と好気性処理の選択

(A) 嫌気性処理

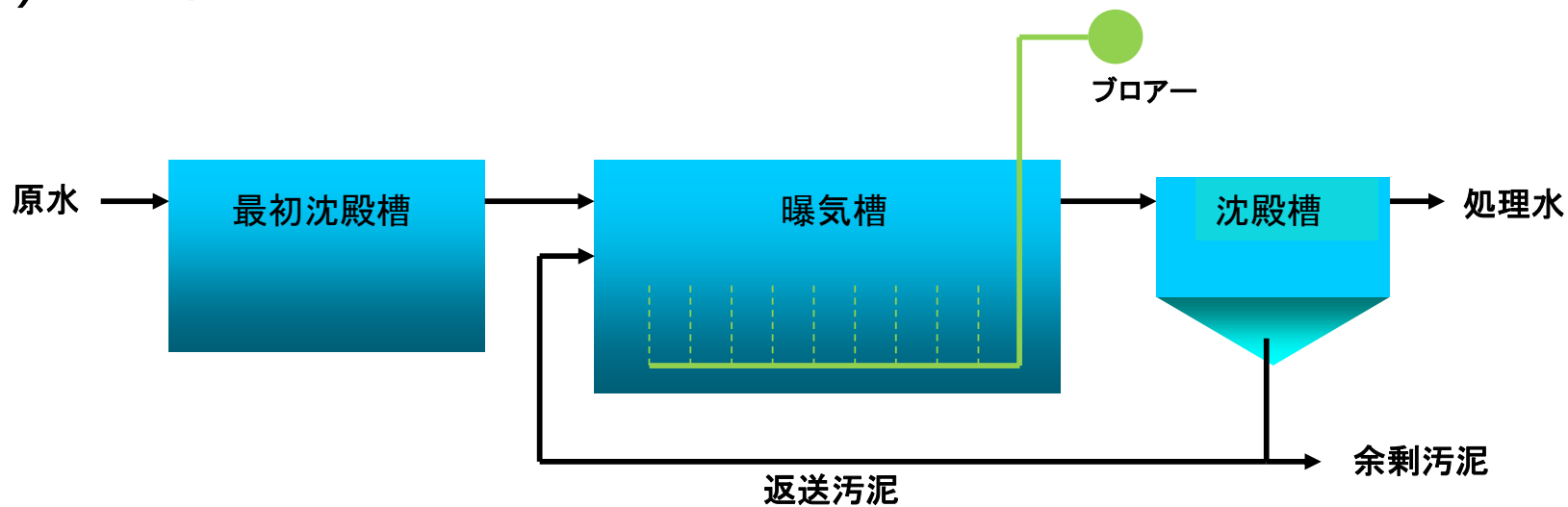


セプティック・タンク(腐敗槽)

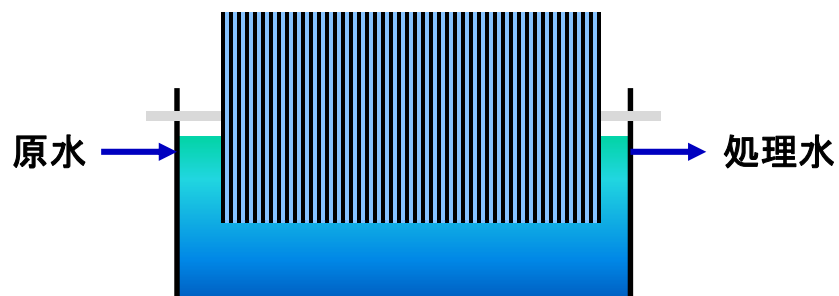


嫌気性バッフルリアクター

(B) 好気性処理

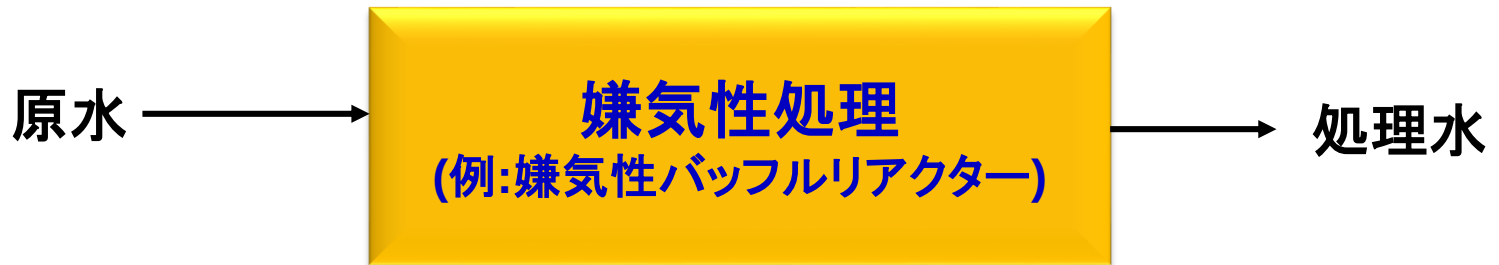


活性汚泥法



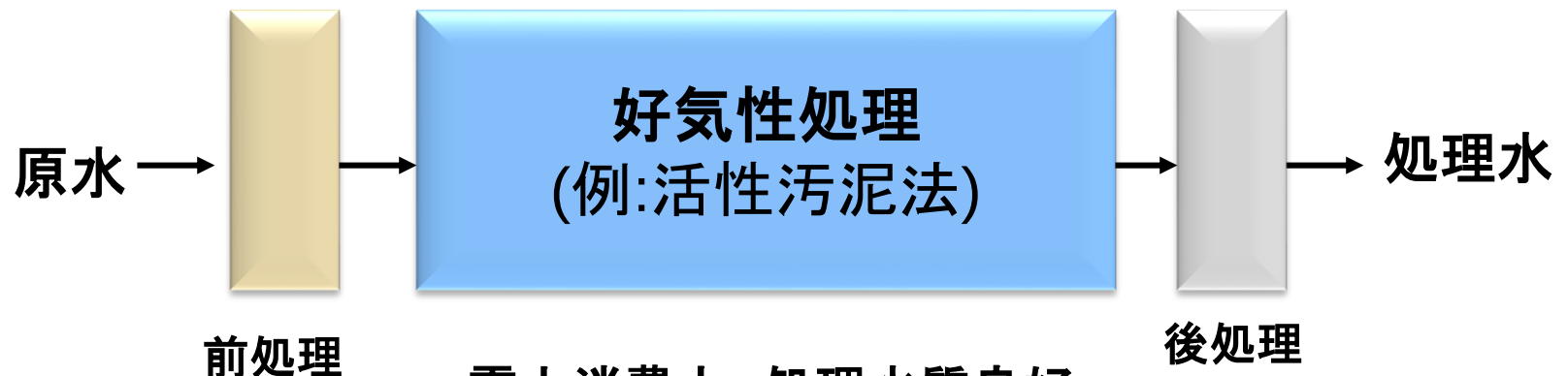
回転円板式排水処理装置 (RBC)

インドネシアで一般的な処理プロセス



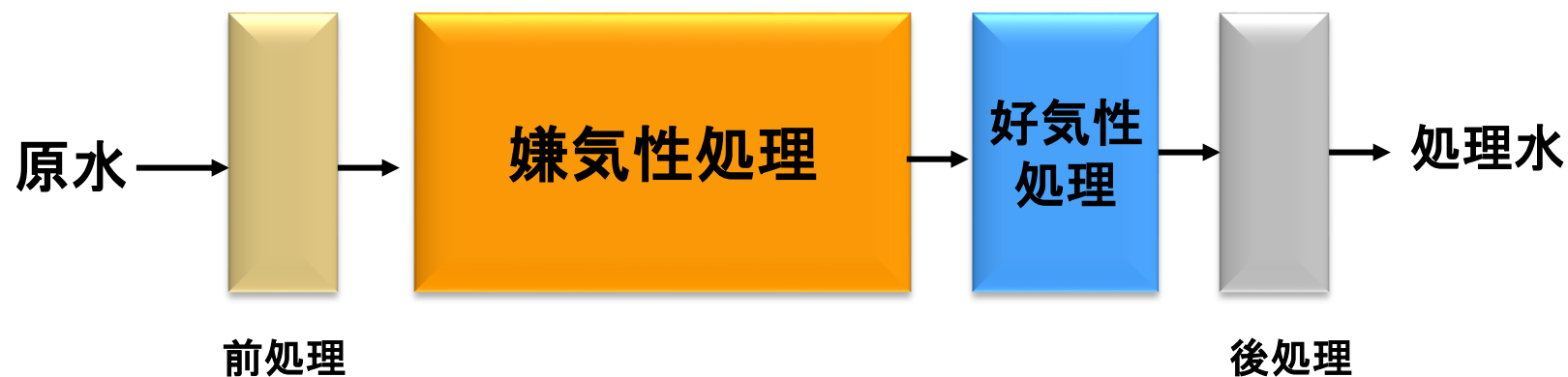
電力消費ゼロ～少、処理水質不十分

先進国で一般的な処理プロセス



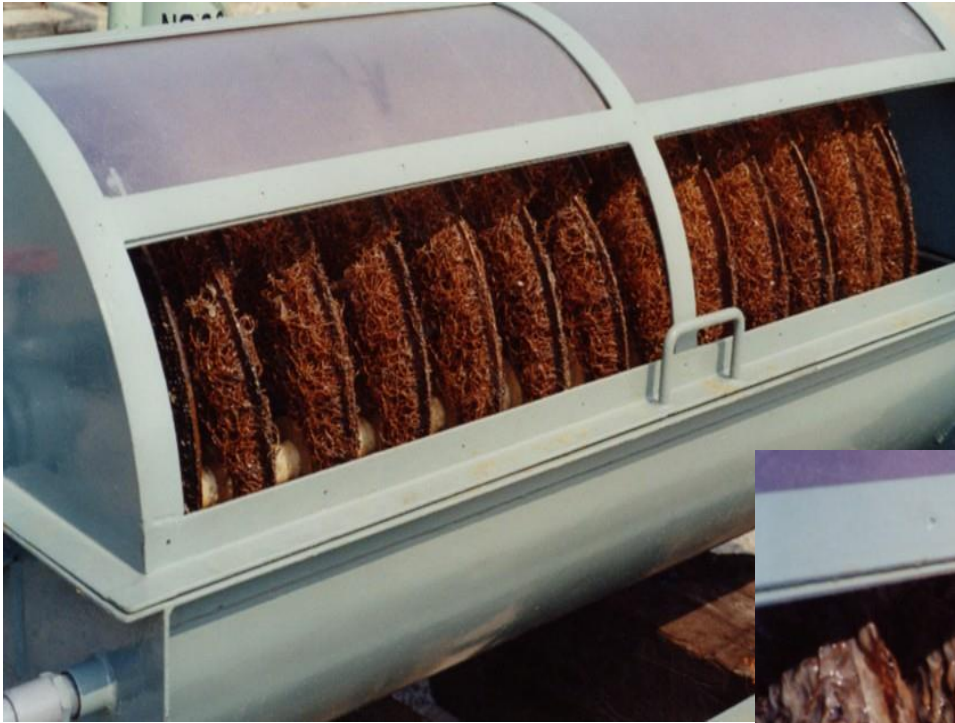
電力消費大、処理水質良好

APEX/PUSTEKLIMで推奨するシステム



エネルギー消費少、処理水質良好

回転円板式排水処理装置の原理



運転前

運転中



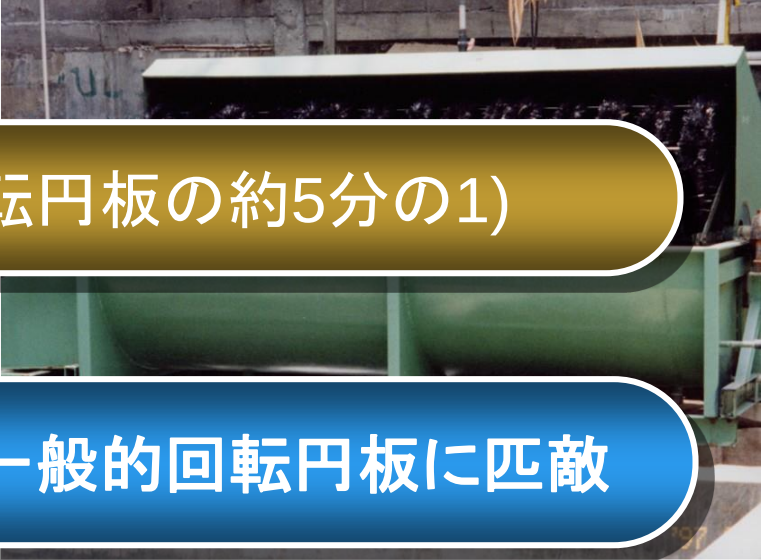
従来型回転円板



回転接触体

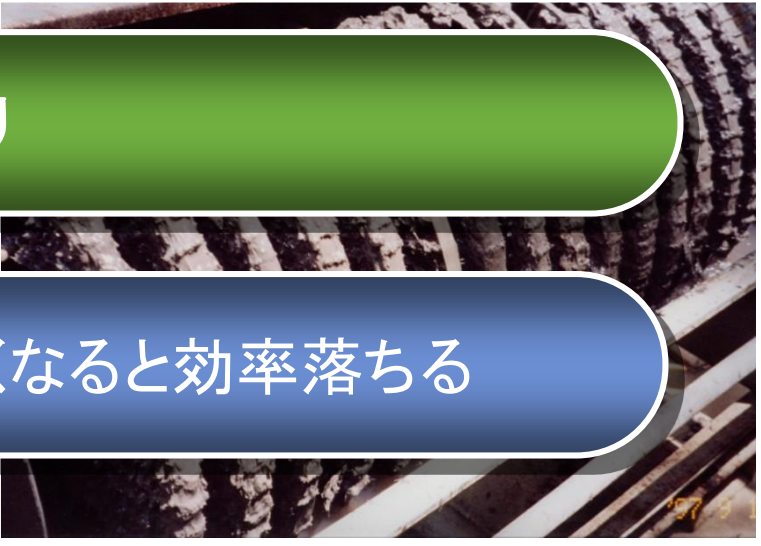
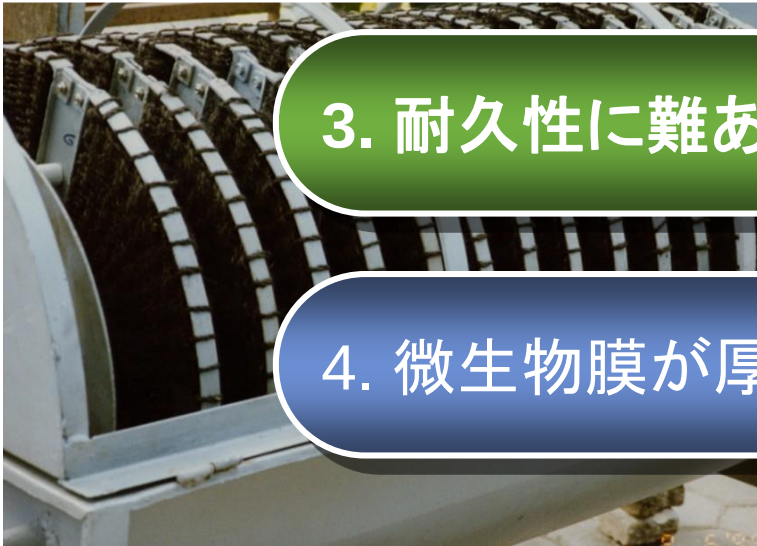


ヤシの繊維を用いた回転円板



1. 安価(日本の回転円板の約5分の1)

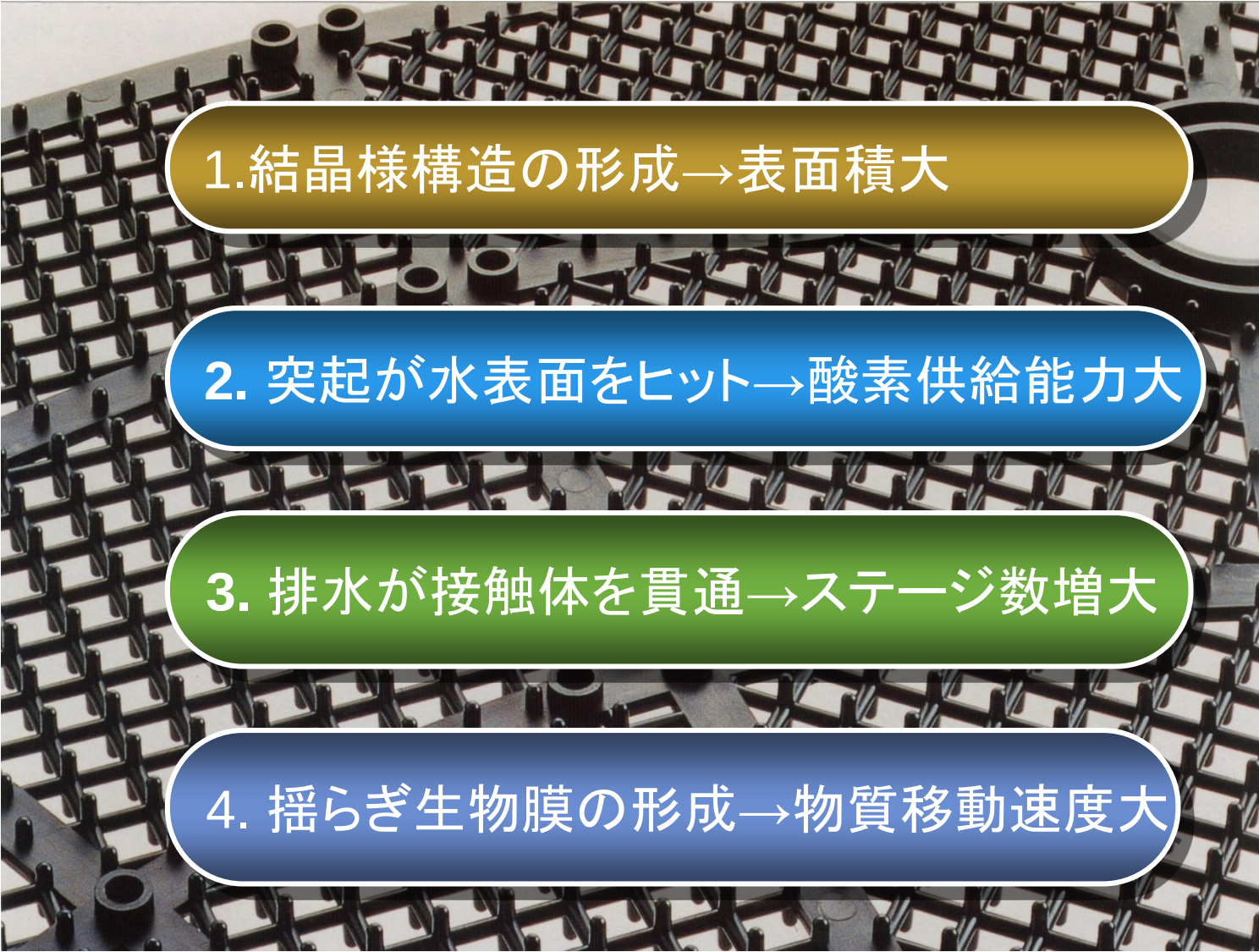
2. 効率は日本の一般的回転円板に匹敵



3. 耐久性に難あり

4. 微生物膜が厚くなると効率落ちる

立体格子状接触体



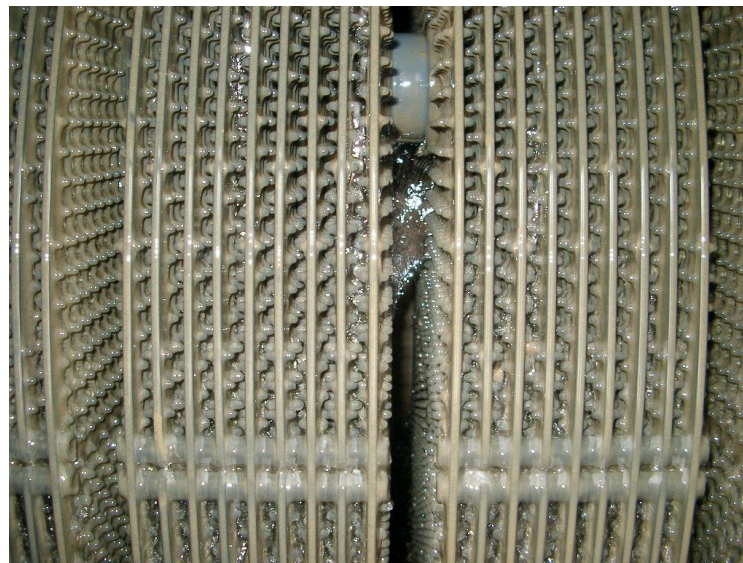
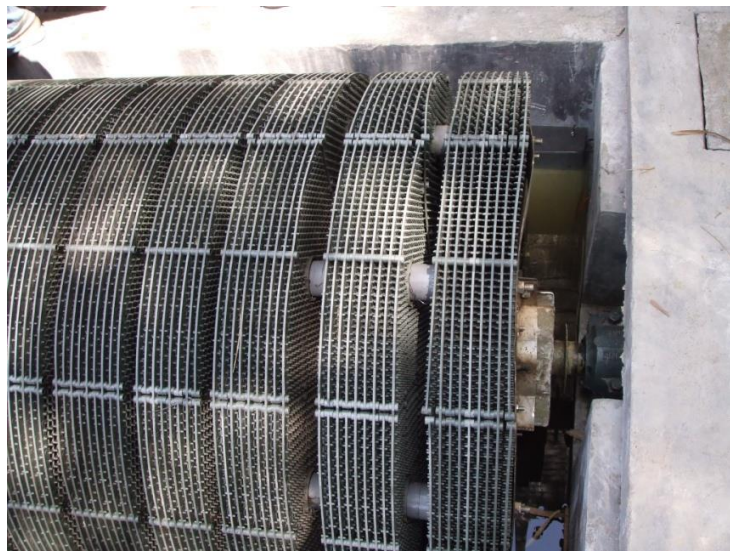
1. 結晶様構造の形成→表面積大

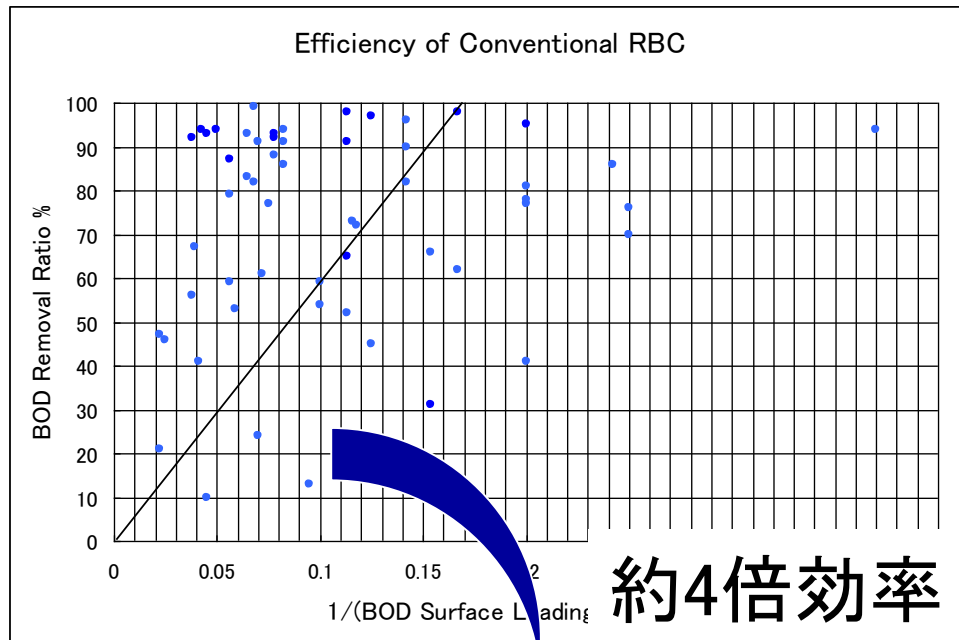
2. 突起が水表面をヒット→酸素供給能力大

3. 排水が接触体を貫通→ステージ数増大

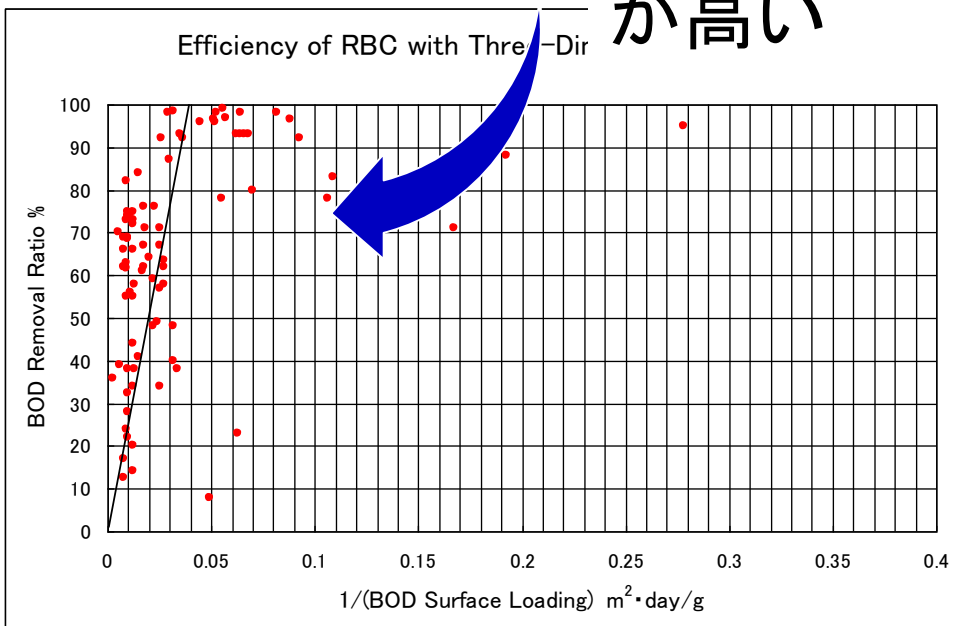
4. 揺らぎ生物膜の形成→物質移動速度大

立体格子状接触体回転円板





約4倍効率
が高い



出所:荒木宏之(佐賀大学)

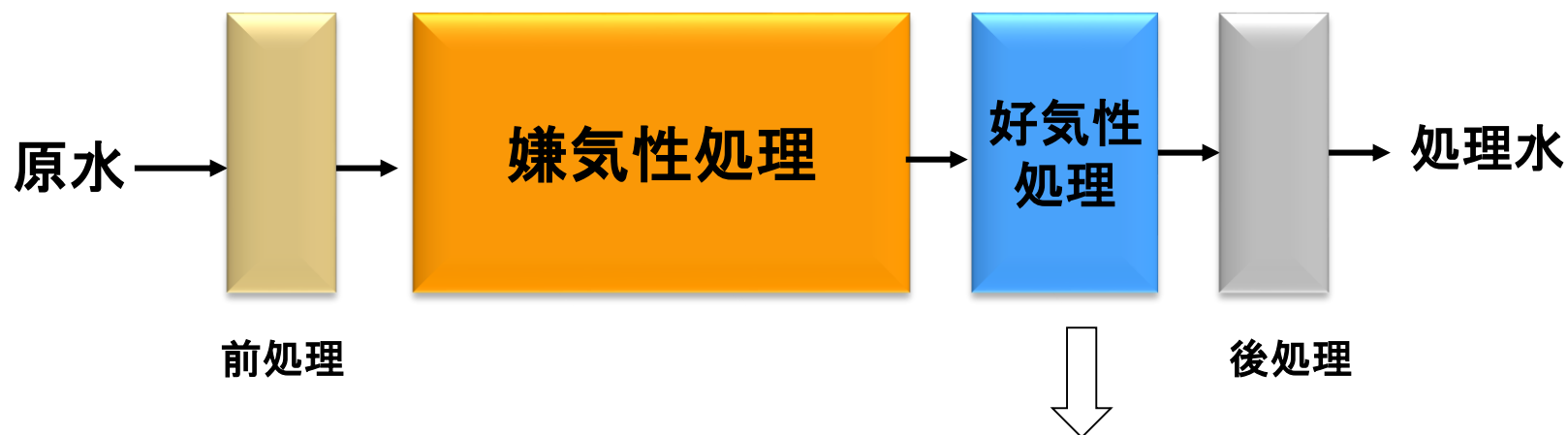
従来型回転円板の効率



立体格子状接触体回転円板の効率



APEX/PUSTEKLIMで推奨するシステム



立体格子状接触体回転円板

インドネシア・ジョクジャカルタ市
クリチャック地区とウィノゴ川
(モデルシステム設置地域)



クリチャック地区



クリチャック地区のコミュニティ排水処理設備

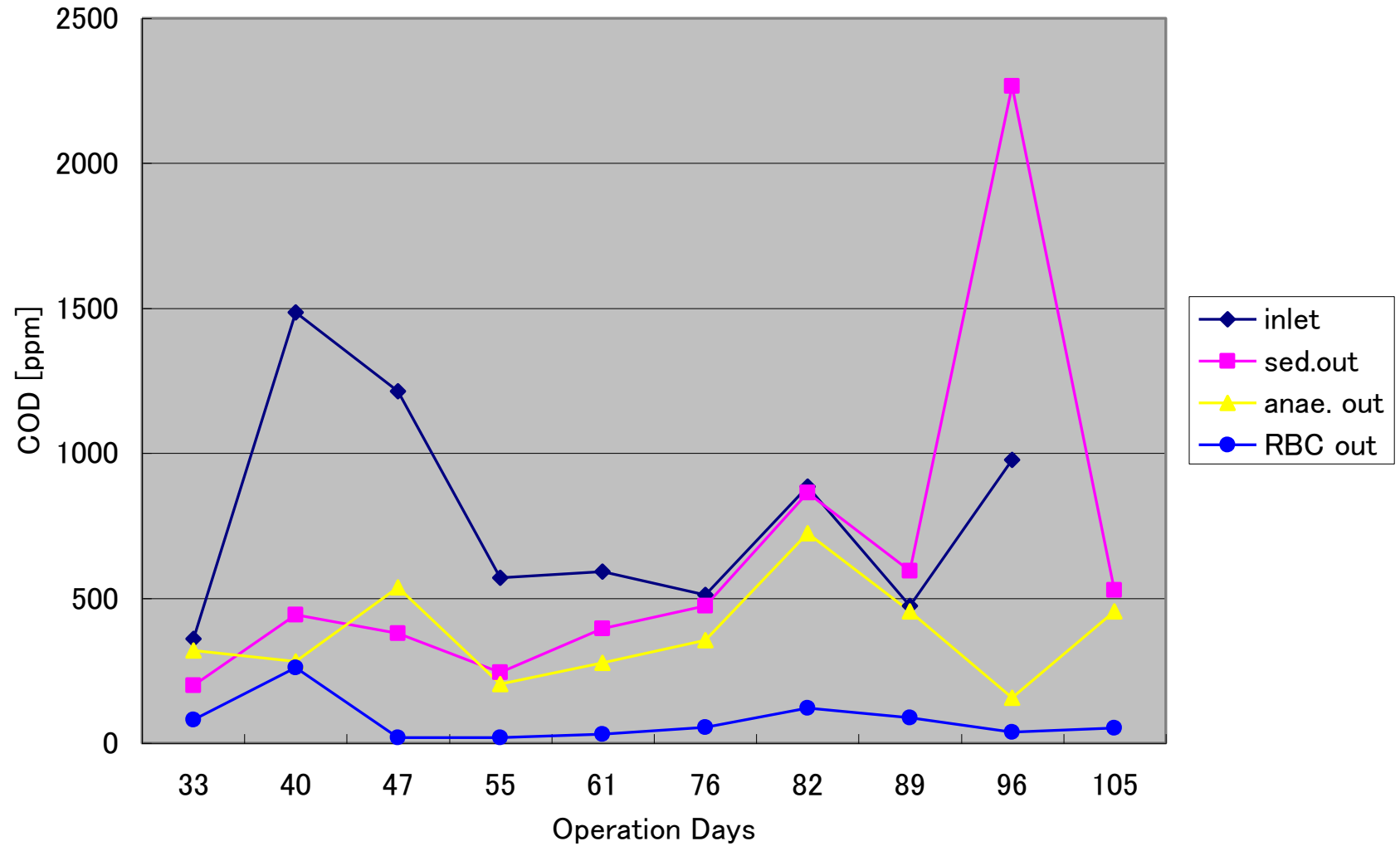


回転円板

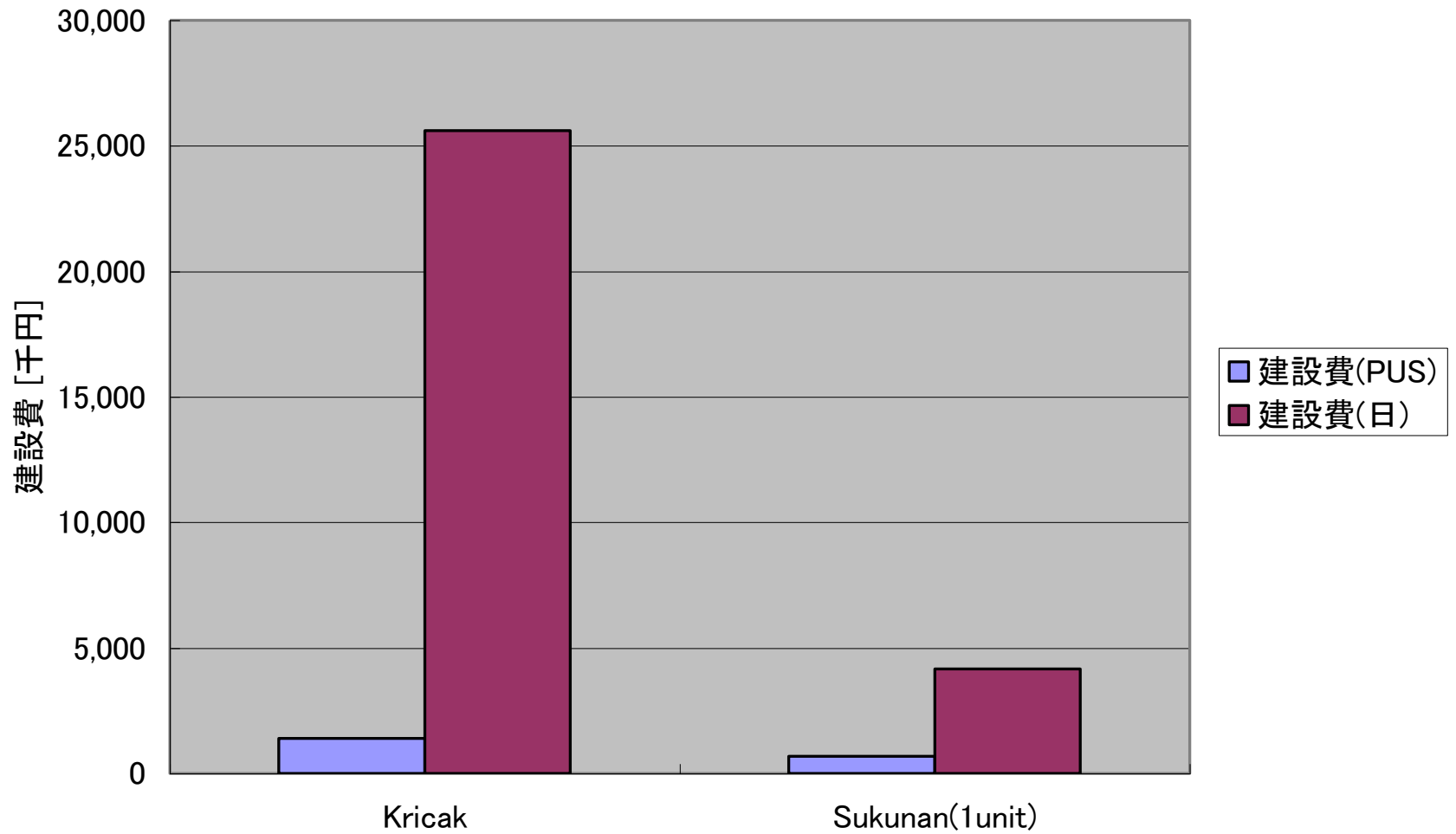
全 景



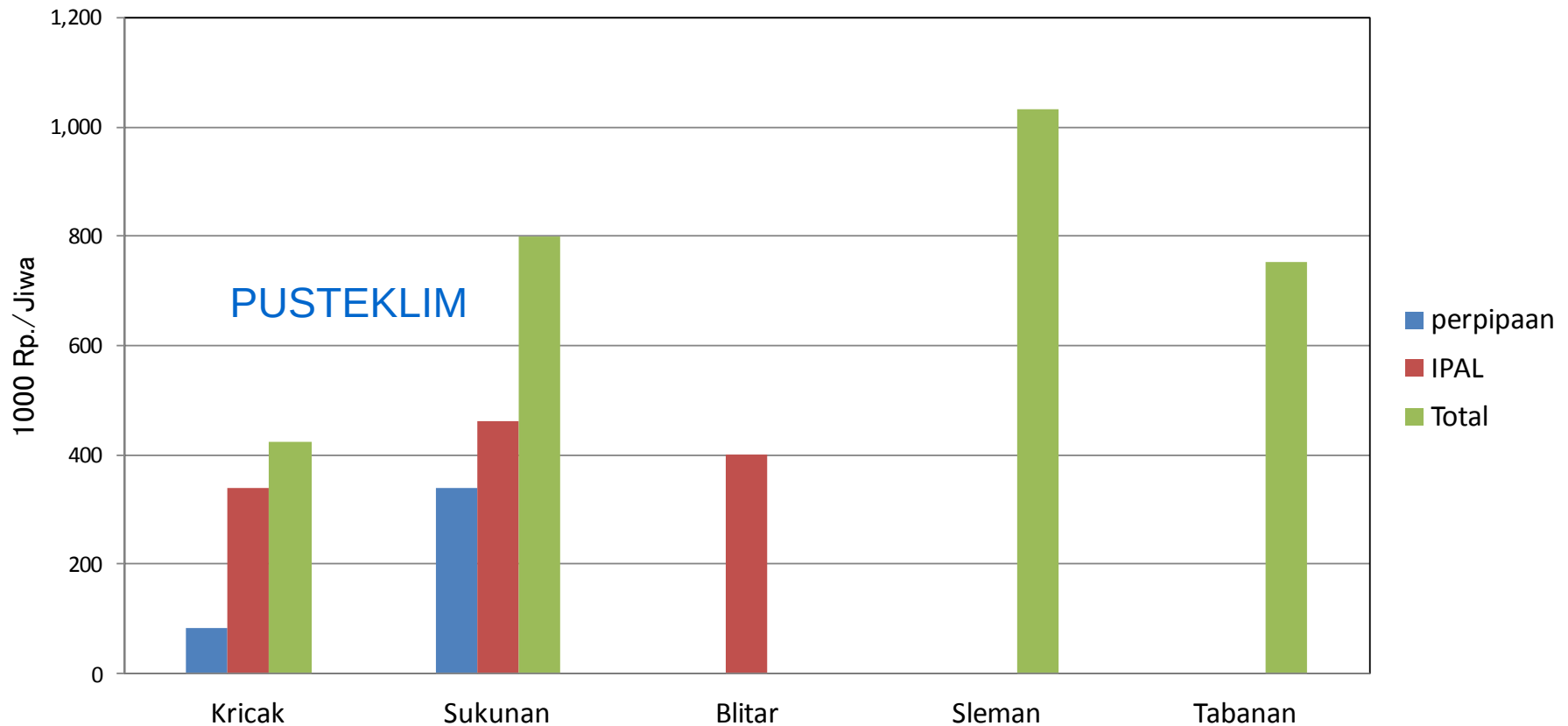
CODのトレンド(クリチャック地区)



排水処理施設建設費の比較

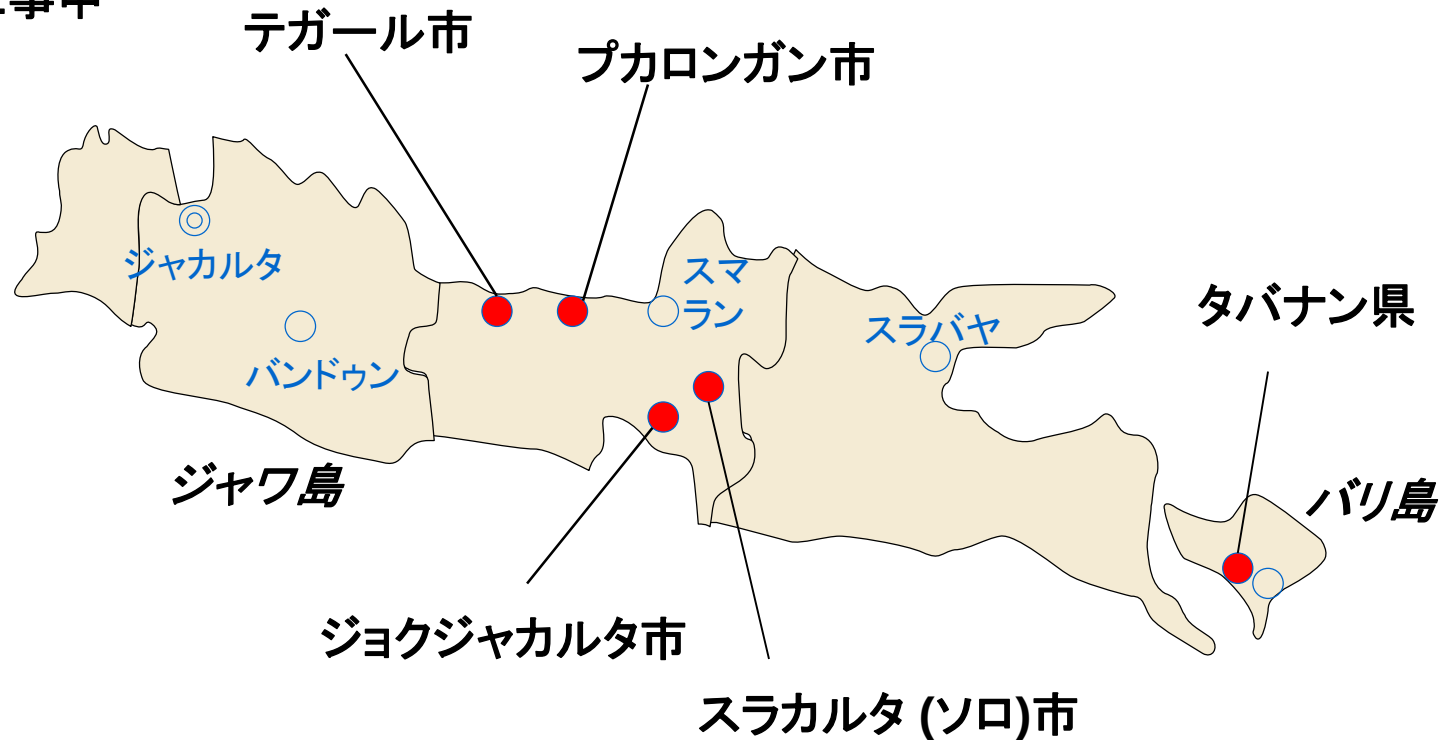


インドネシアにおける他のプラント(嫌気性処理)の 建設費との比較



広域的なモデルシステム設置

普及拠点都市(下図の ●)のうち、テガール市、プカロンガン市、ジョクジャカルタ市、タバナン県の各都市域に計8式のモデルシステムを設置済。他に1式工事中



普及拠点都市の地方政府との会合

テガール市



プカロンガン市



スラカルタ市



タバナン県



候補地の調査

スレロック地区
(テガル市)



ランドンサリ地区
(プカロンガン市)



カディピロ地区
(スラカルタ市)



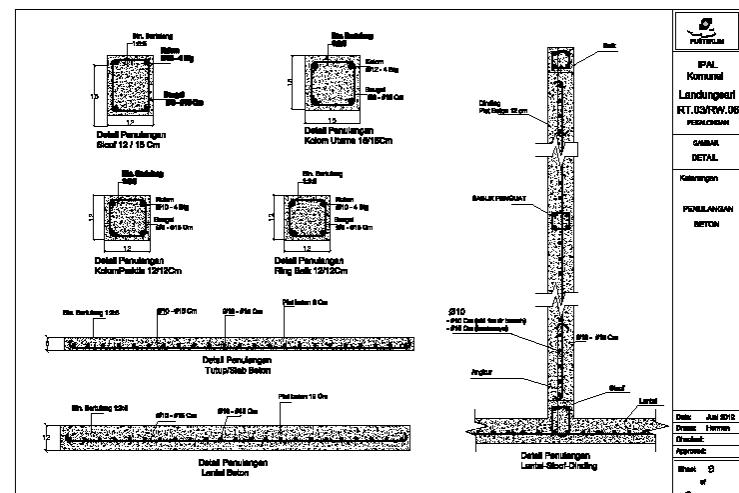
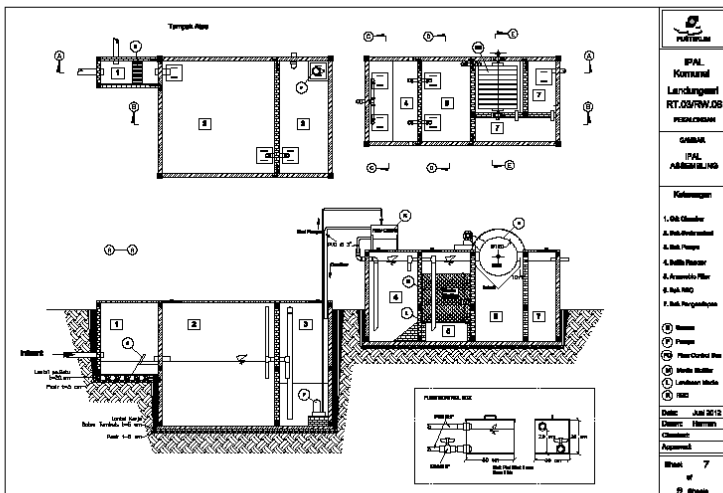
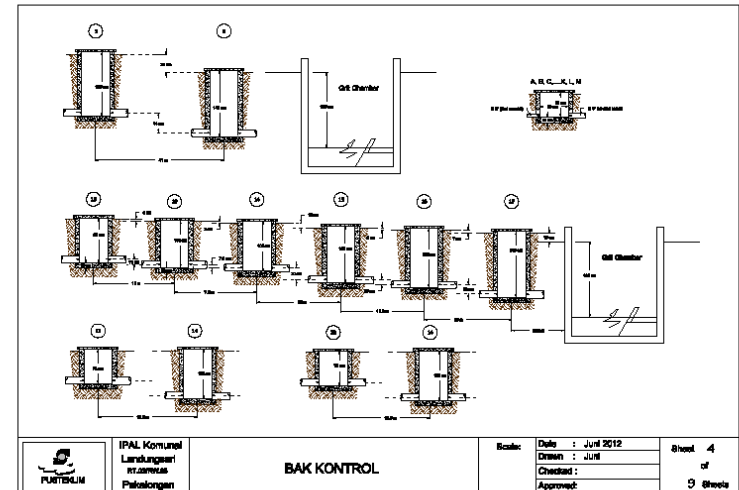
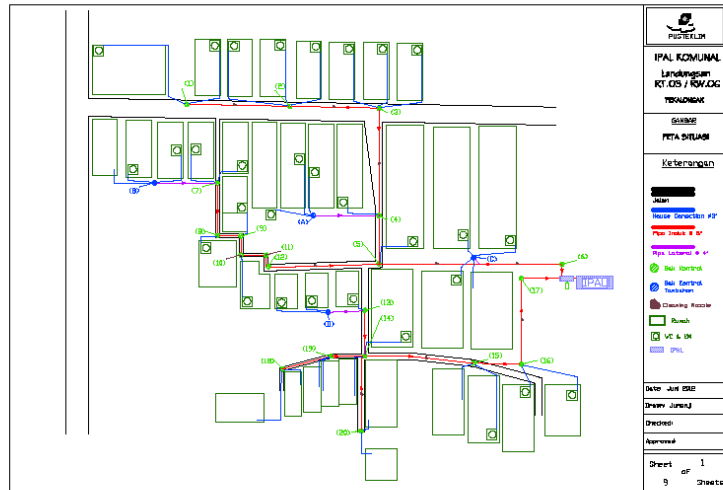
タマン・スロダディ地区
(タバナン県)



住民との会合



設計



建設



住民への運転管理研修



システムの完成

スレロック (テガール市)



ランドウンサリ (プカロンガン市)



クリチャック・ロール (ジョクジャカルタ市)



カラングワル (ジョクジャカルタ市)



パスカン・ペロダン(タバナン県)



竣工式(プカロンガン市)



竣工式(タバナン県)



ワークショップによるシステムの紹介



プカロンガン市(2013年6月)



タバナン県(2013年7月)



排水処理適正技術研修の実施

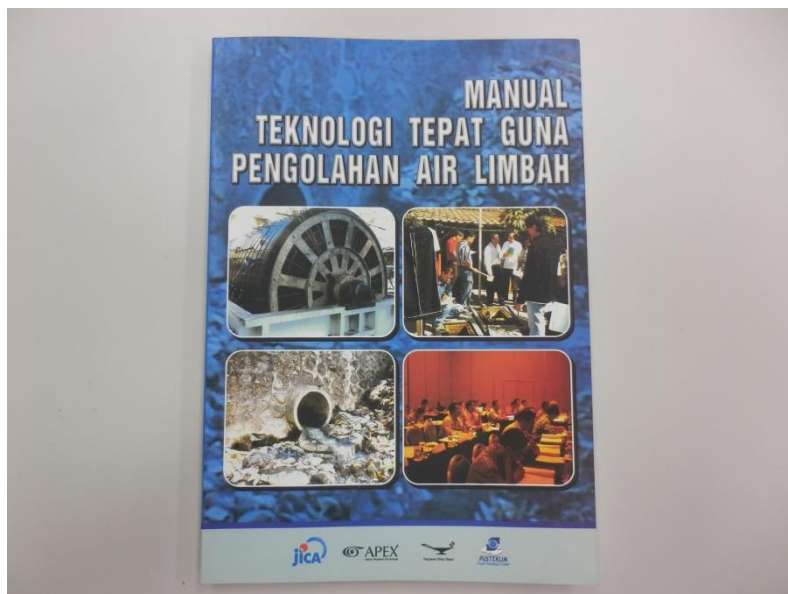


2006年以降計8回 386名参加



ニュースレターの発行

計14号、各700-750部



排水処理適正技術 マニュアルの発行

インドネシア語、1000部

コミュニティ排水処理技術に関するセミナーの開催



2006年以降5回開催 297名参加

受賞

日本水大賞・国際貢献賞

(2015年5月)

日本水大賞委員会
・国土交通省主催



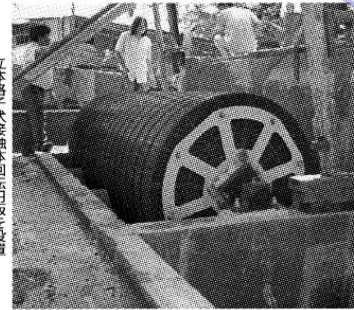
世界を変えるトイレ大賞

(2014年3月)

日本水フォーラム主催



アジア地域に適したコミュニティ排水処理システムの開発と普及



立体格子状接触体回転円板を認る

【優秀賞】

APEX・田中直氏



立体格子状接合体回転円板を設置

近年、アジア地域における経済発展と都市化が著しいが、適正インフラ整備が待たないため、深刻な水質汚濁や衛生環境悪化の問題が生じている。主たる汚濁荷となる

近年インドネシアでは、コミュニティレベルで、現実的な対策として、不可欠だが、大規模集約型の下水道システムが中程度の水道費と大投資が必要である。

近年は家の中にトイレがない不便が残り、また大半の生活雑排水は依然として未処理で放される。後者も処理水が満足なものと見做らず、場所をまたがる集約型では設置が難しい場合も多い。

特定非営利活動法人PEEXは、インドネシアの現地のディアン・ティサリと協力して、1999年からアジア地域に適した排水処理技術の開発と普及に取り組んできた。

まず、熱帯の気候に適した衛生改善策が不可欠である。ところが、その多くはMCCとは異なる。共同トイレ・水汲み場・洗場の複合施設や、管渠で排水を集めて、衛生性の集合処理を行うものなど。前者は家の中に

環境賞・優秀賞

(2014年5月)

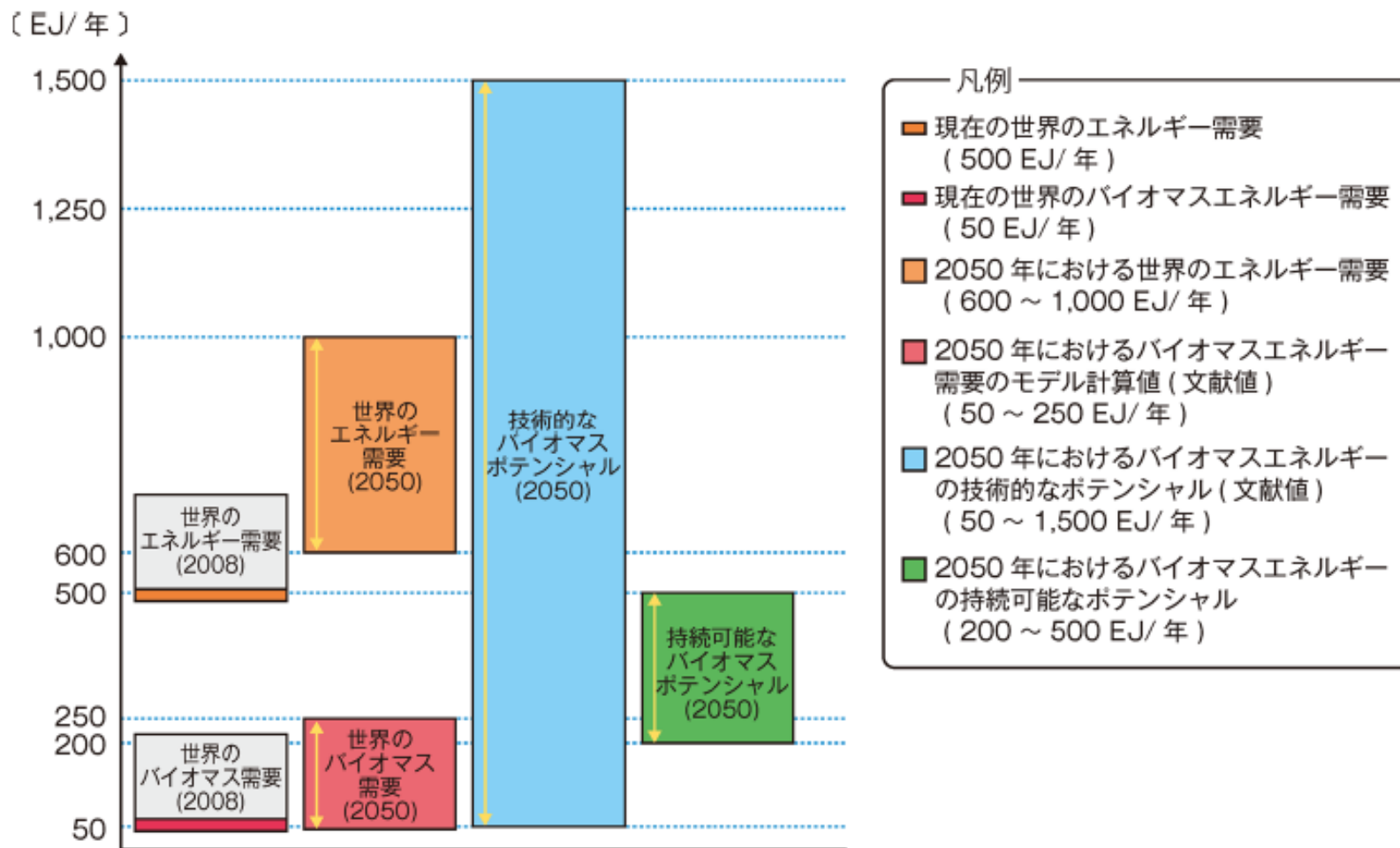
日立環境財団・日刊工業新聞主催
環境省後援

[illegible]

3. バイオマスエネルギー事業の事例から



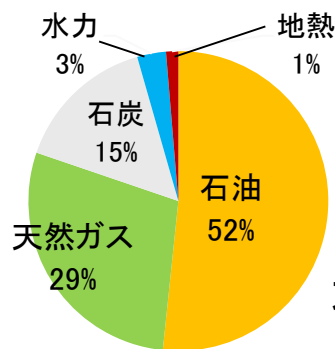
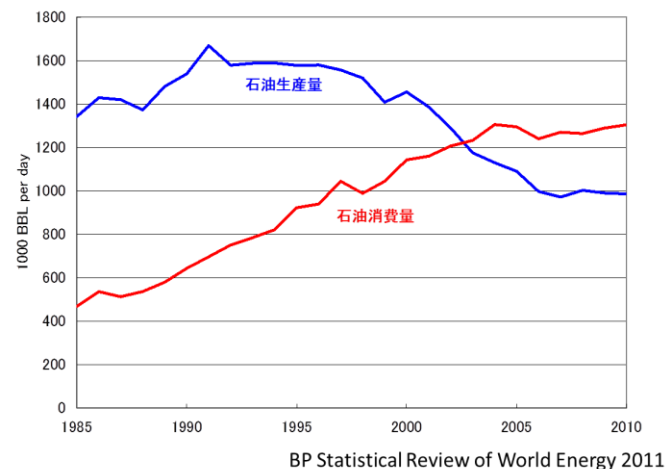
世界のバイオマスエネルギーのポテンシャル



“BIOENERGY – A SUSTAINABLE AND RELIABLE ENERGY SOURCE” (2009, IEA)
(NEDO再生可能エネルギー技術白書(2014年2月)より引用)

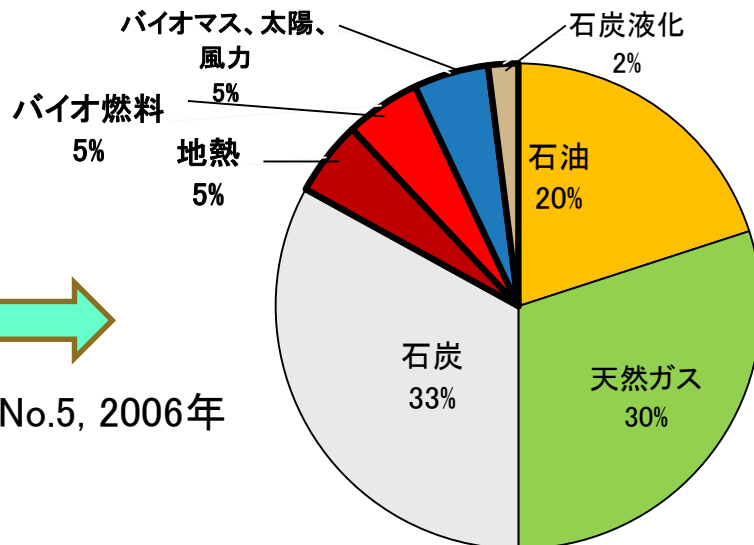
・インドネシアでは、エネルギー需要増大の一方、石油資源の枯渇が懸念されている。

・このため、国策として、エネルギー源の多様化と新・再生可能エネルギーの導入がはかられようとしている。



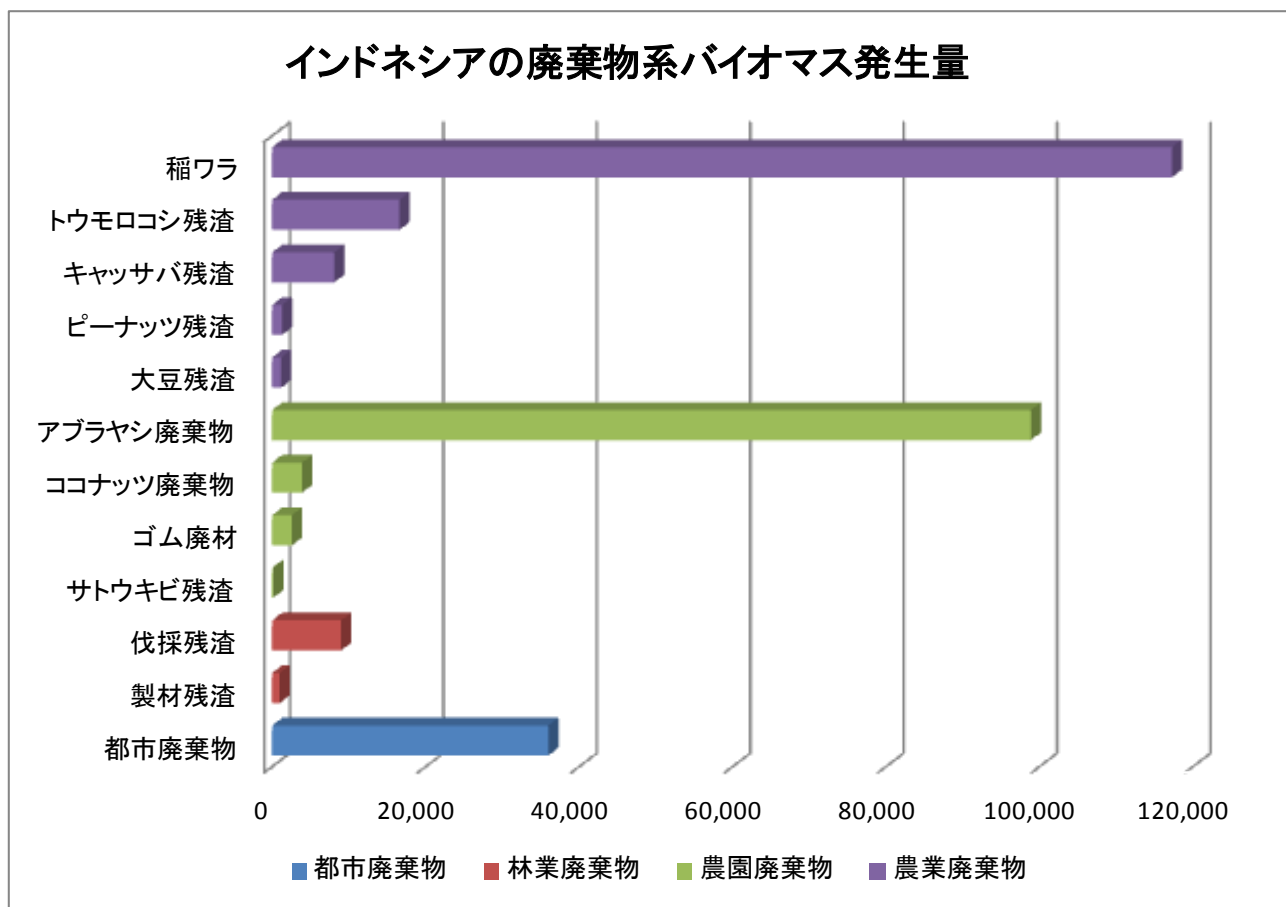
大統領令 No.5, 2006年

2006年（石油換算8.9億バーレル）



2025年（石油換算30億バーレル）

- ・同国のバイオマス廃棄物のポテンシャルは約5000万kWといわれるが、その3.25%しか利用されていない。
- ・現地の条件に適合的な、低コストで運転管理の容易な、バイオマスの利用技術が必要とされている。



アブラヤシ廃棄物(空房)

農園



集荷



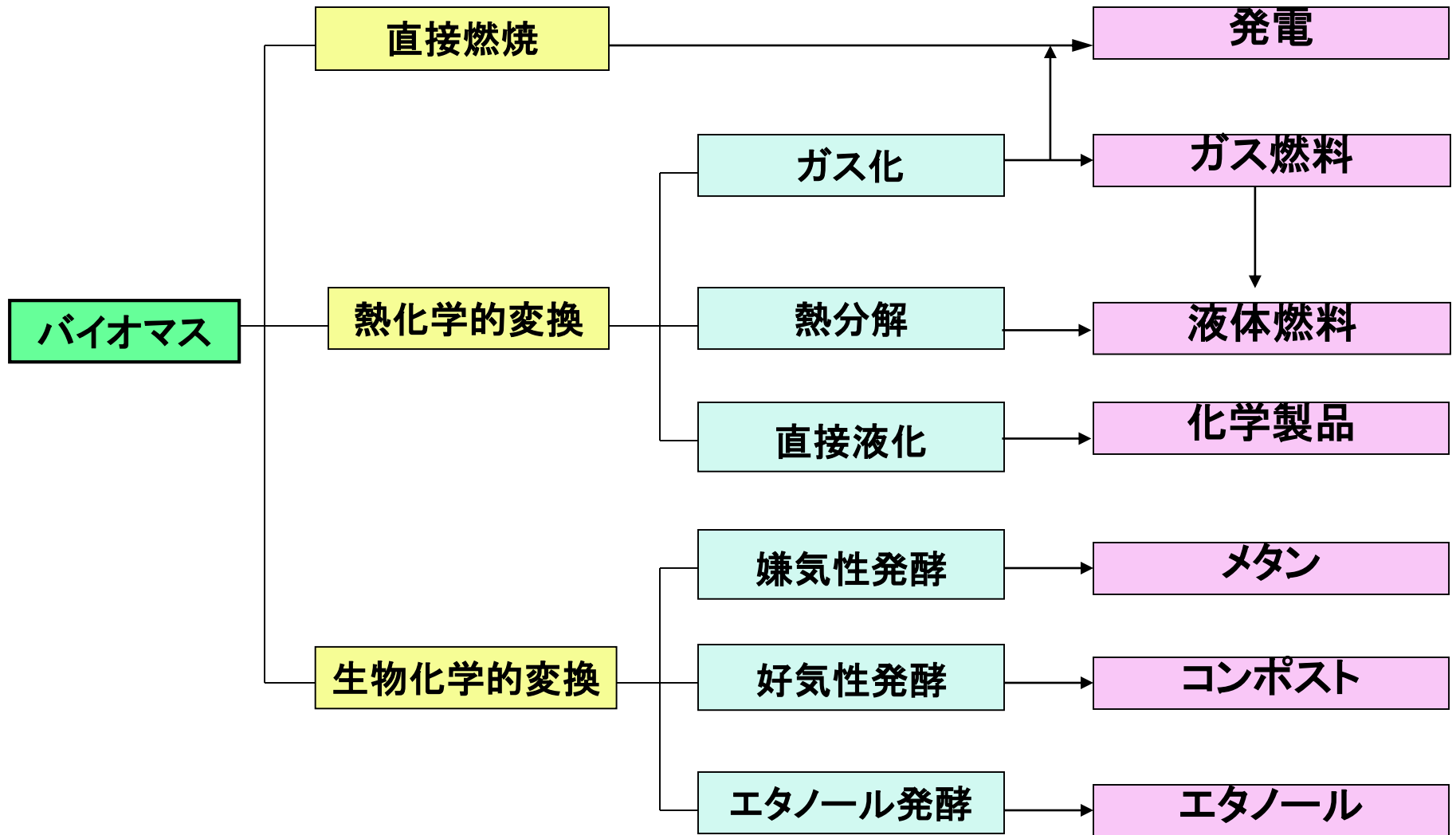
ストリッピング



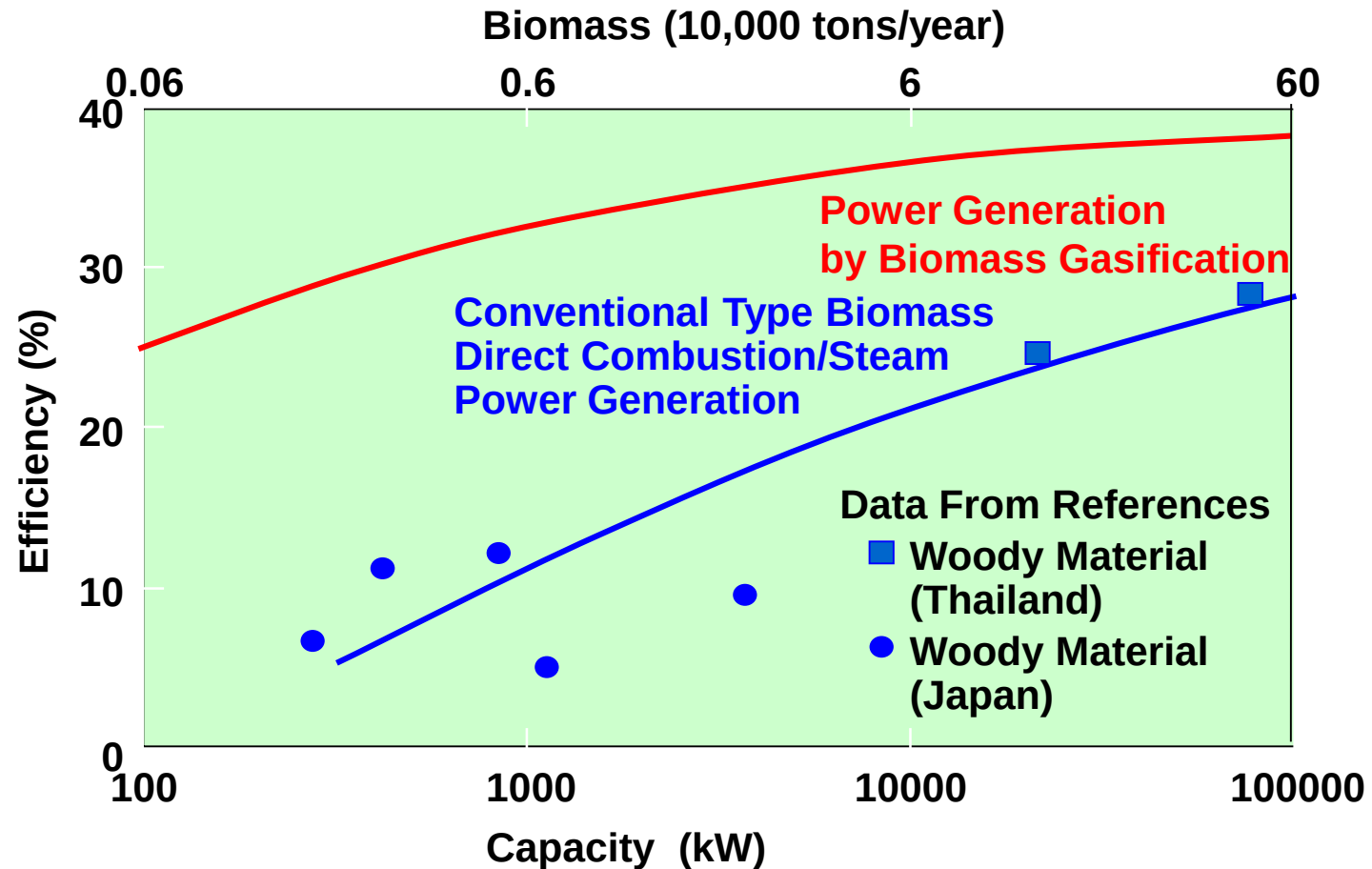
空房



バイオマスのエネルギー利用技術の分類

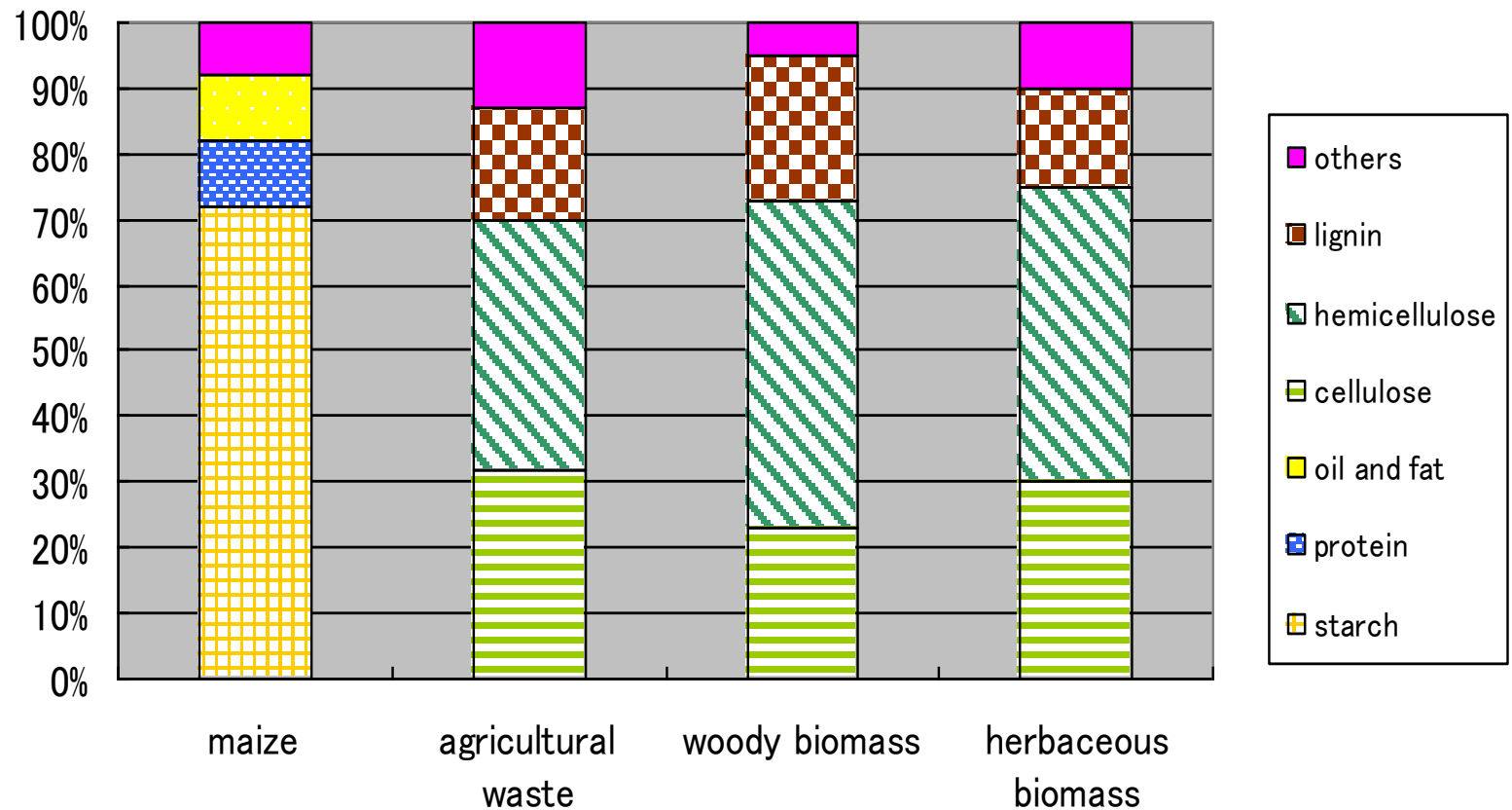


直接燃焼発電とガス化発電の効率の比較



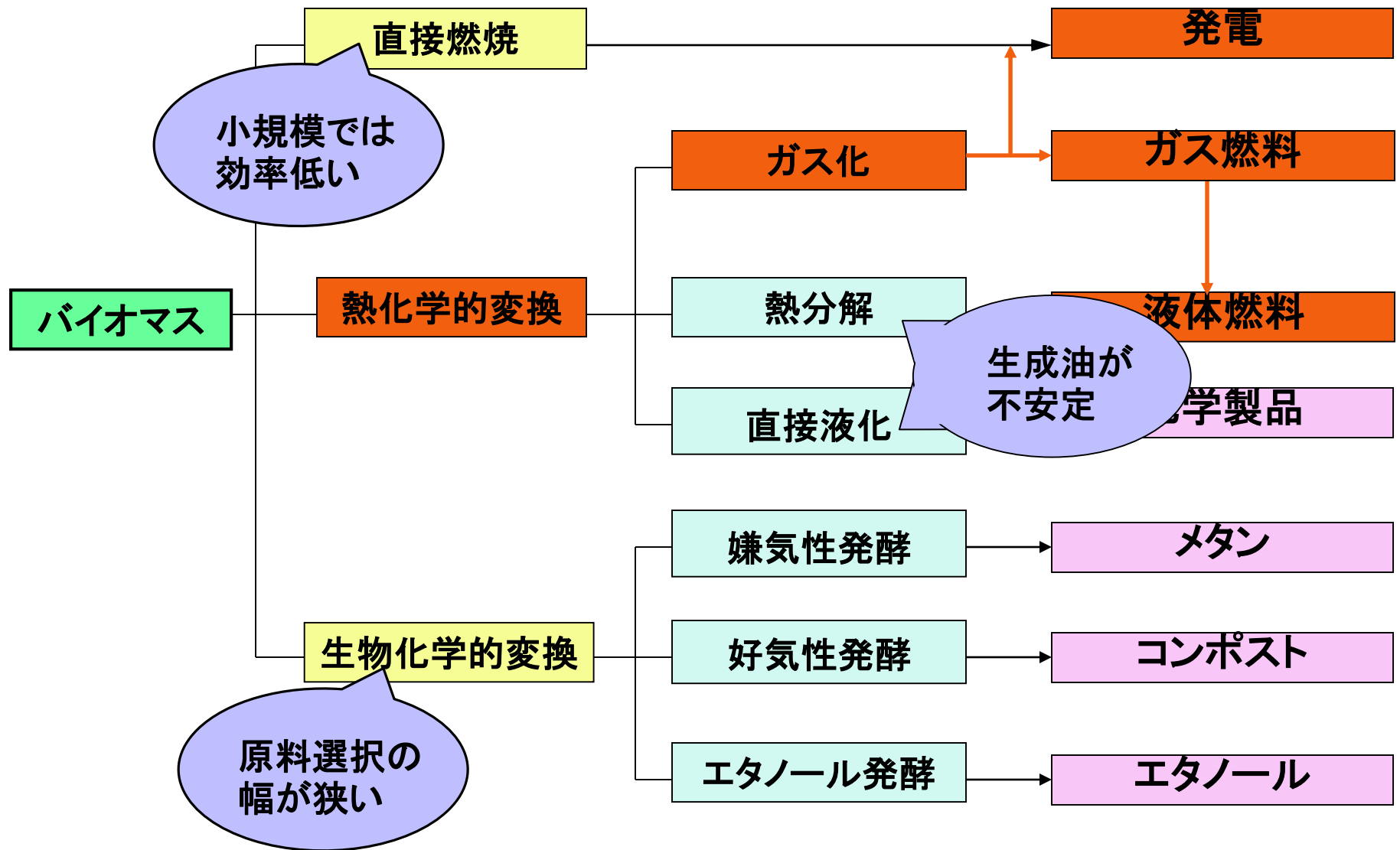
Source: M. Sakai (2003)

典型的なバイオマスの組成

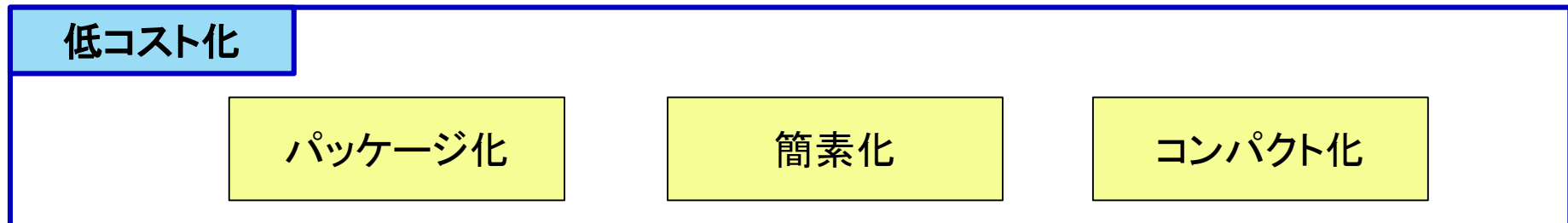
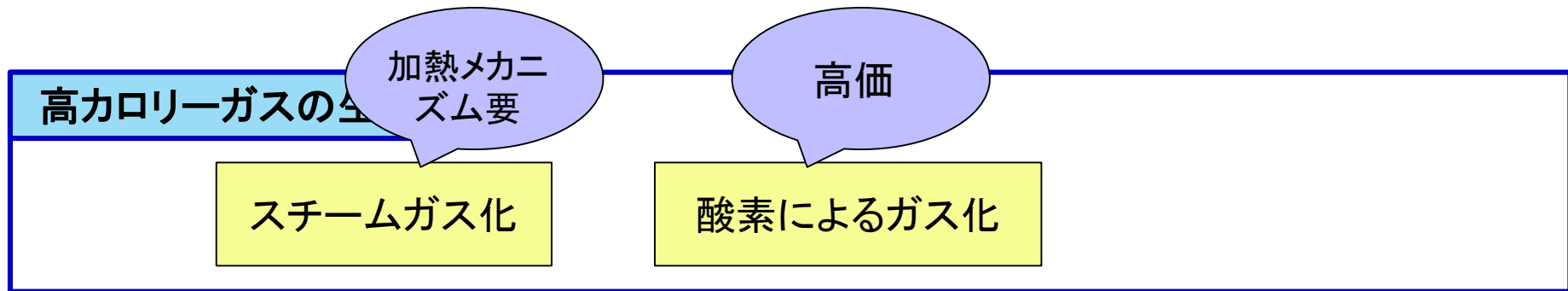
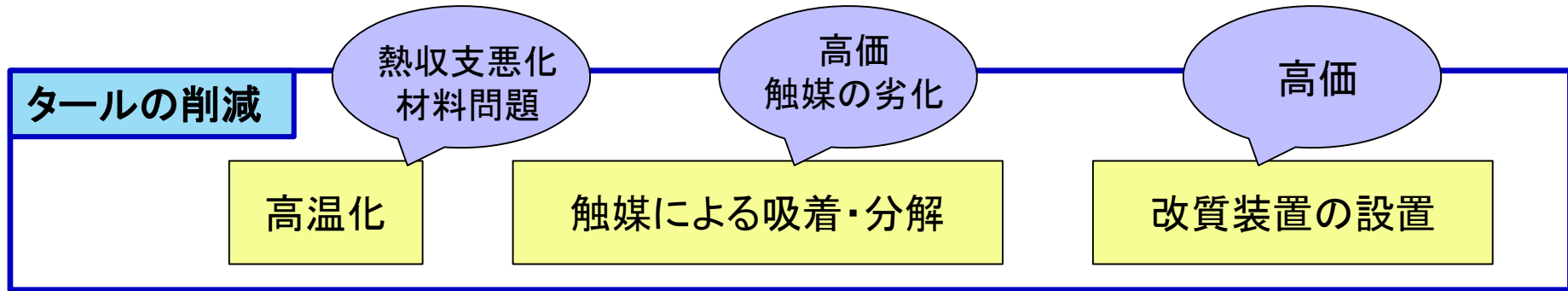


Source: Johansson et al (1993)

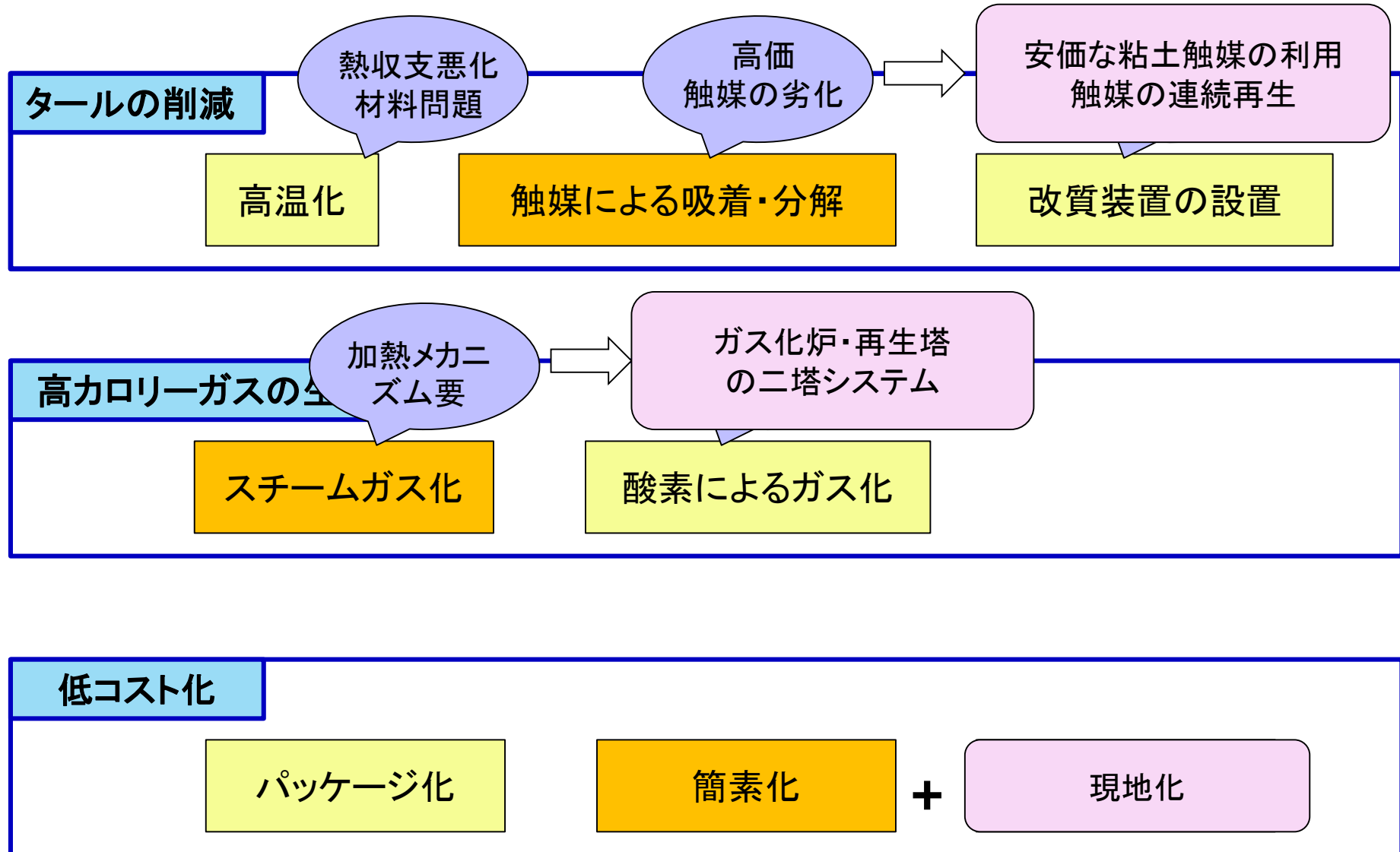
バイオマスのエネルギー利用技術の分類



バイオマスガス化技術開発の課題と対策



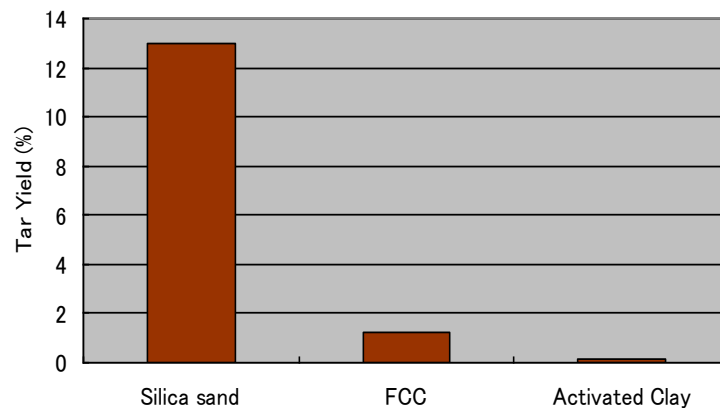
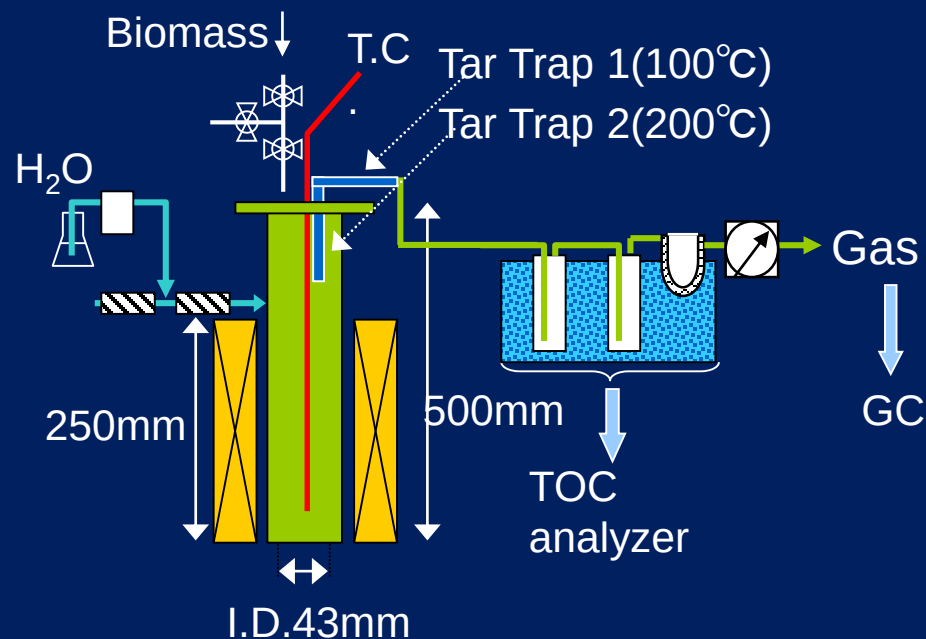
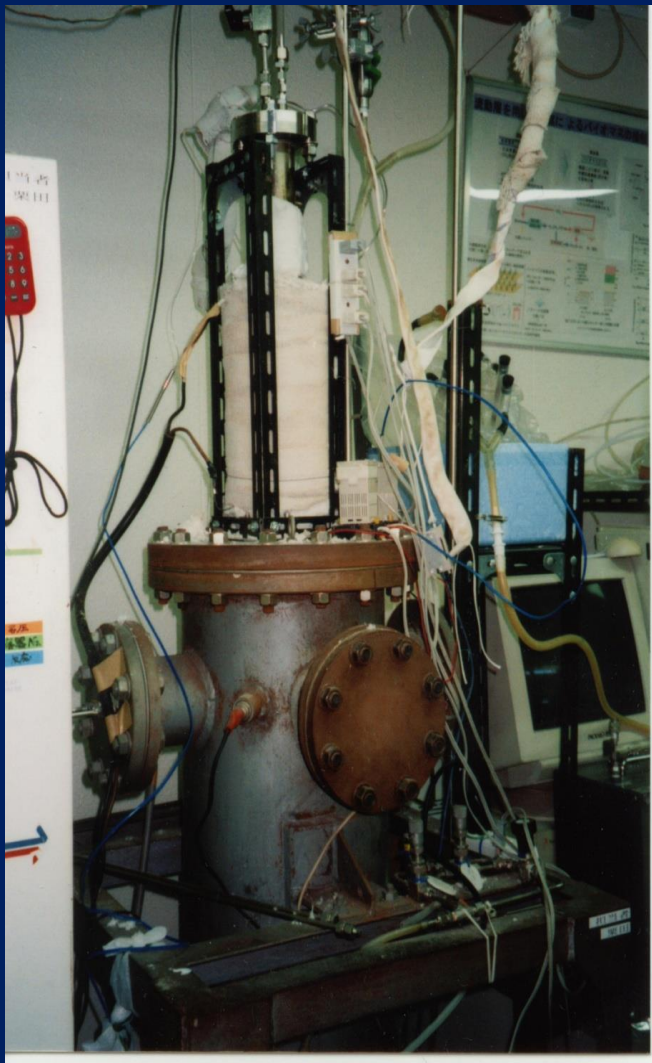
バイオマスガス化技術開発の課題と対策



粘土触媒



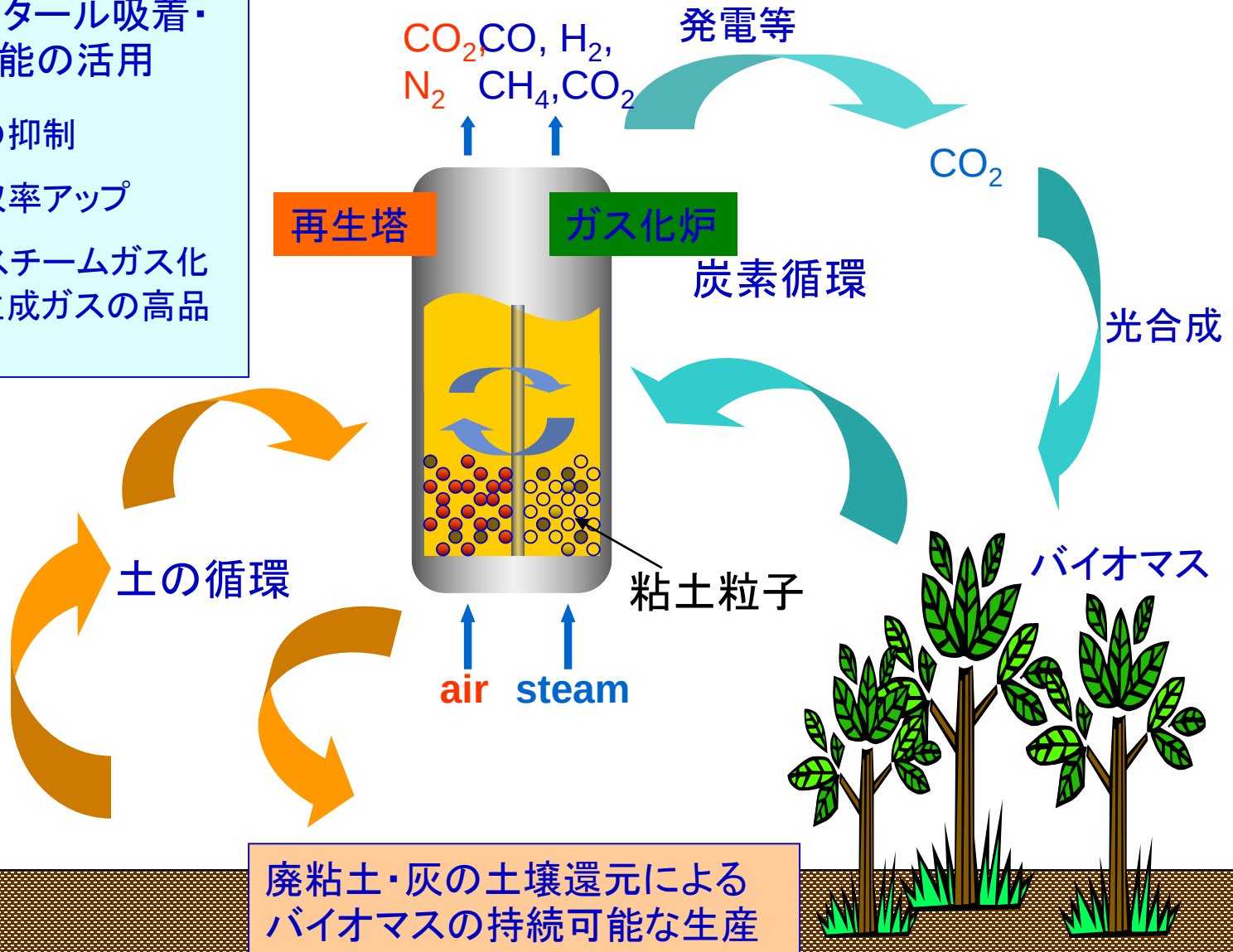
小規模実験による粘土のタール削減効果の確認



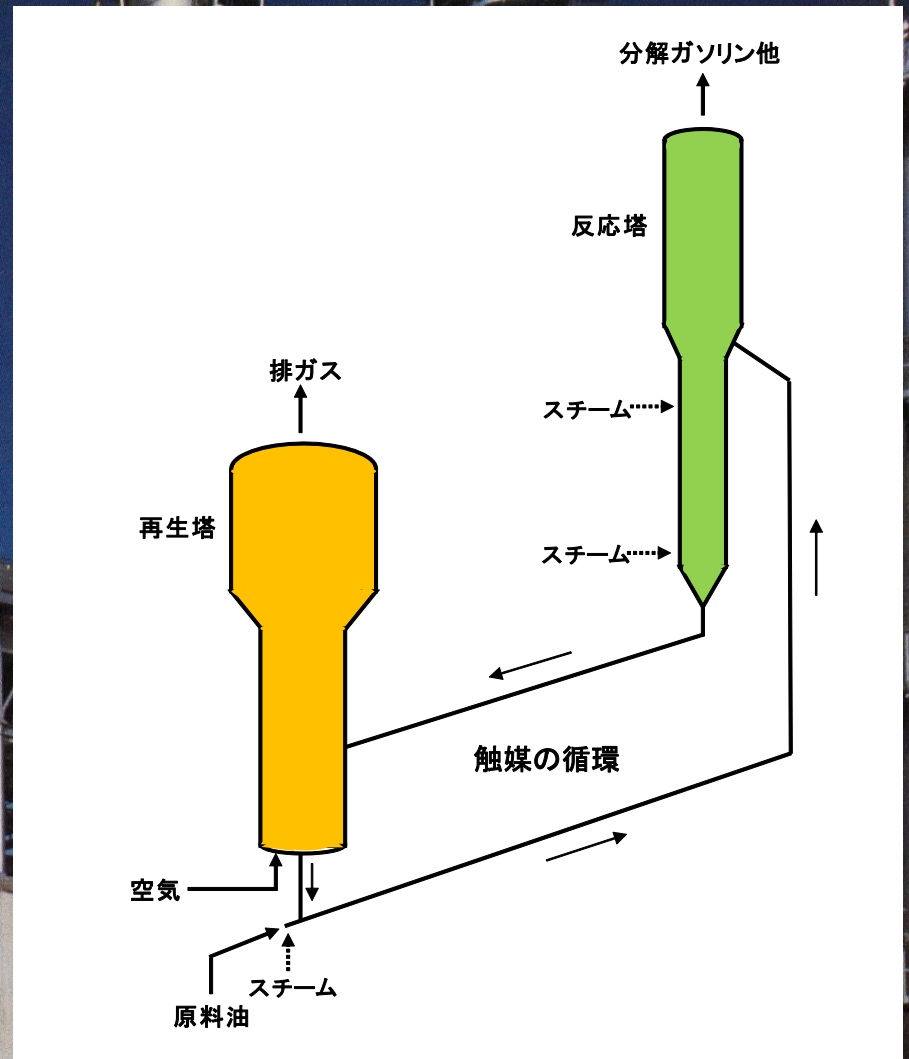
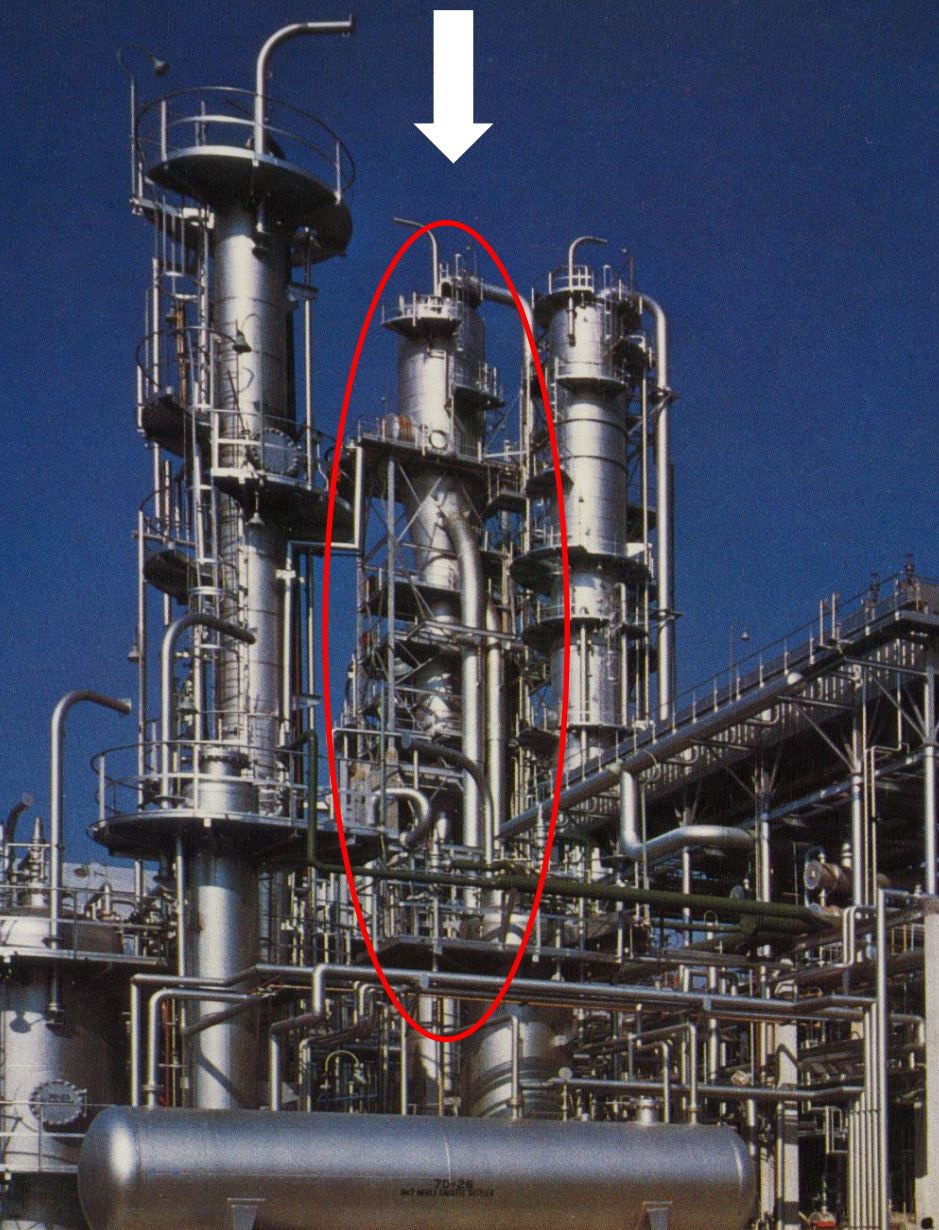
粘土を用いた流動層ガス化のコンセプト

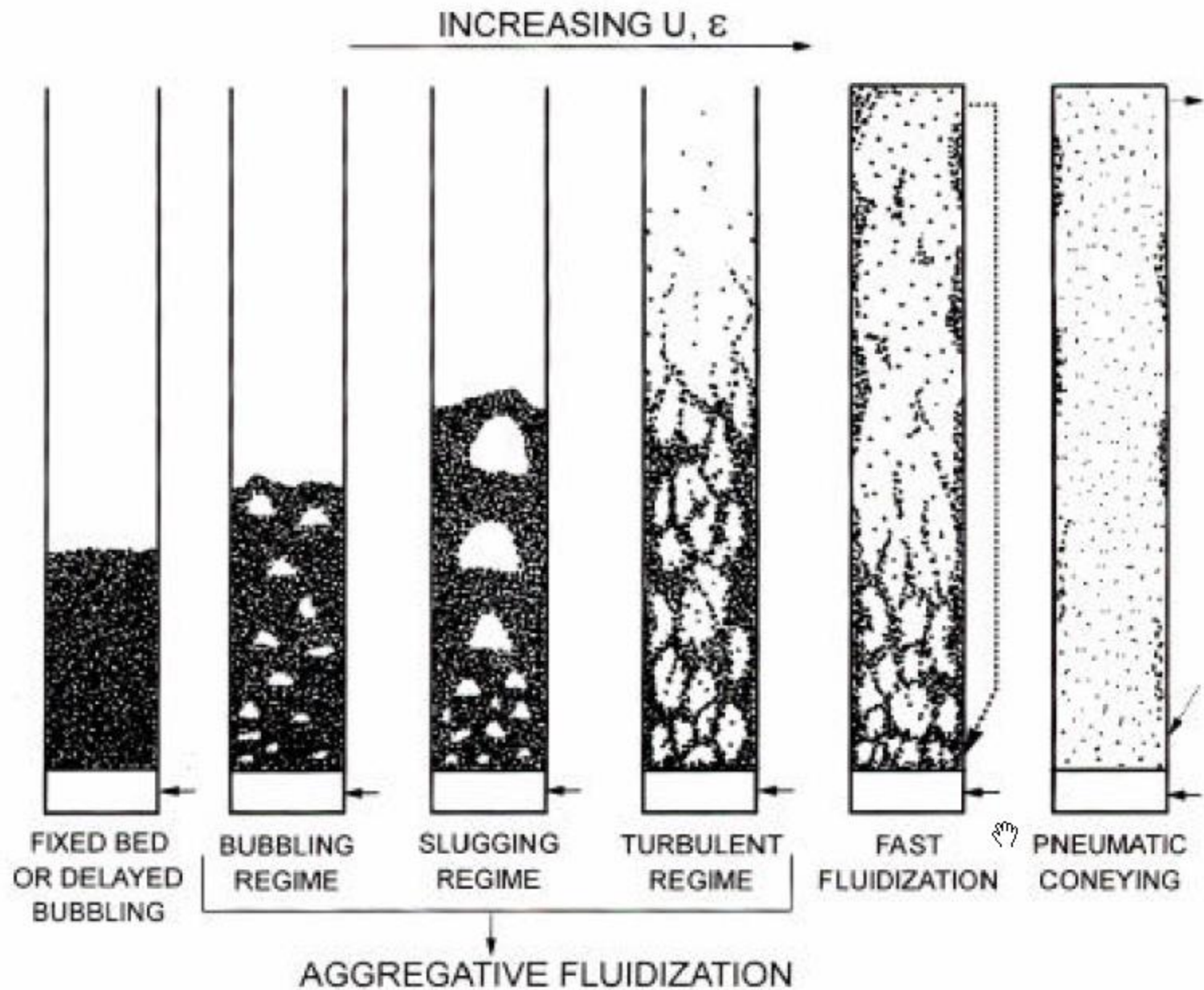
粘土のもつタール吸着・
分解機能の活用

- タールの抑制
- ガスの収率アップ
- 二塔式スチームガス化
による生成ガスの高品
質化



重油の流動接触分解装置

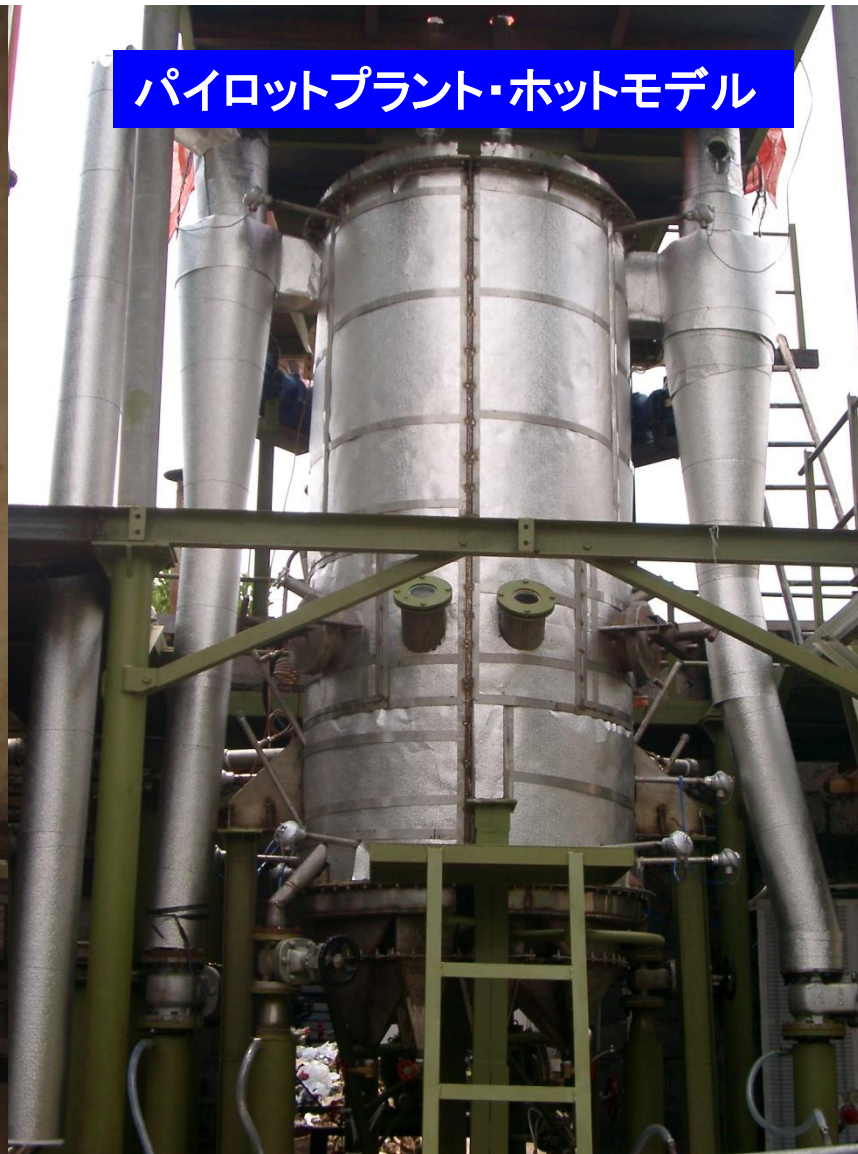




パイロットプラント・コールドモデル



パイロットプラント・ホットモデル



パイロットプラントでテストしたバイオマス

オガ粉



ピーナッツの殻



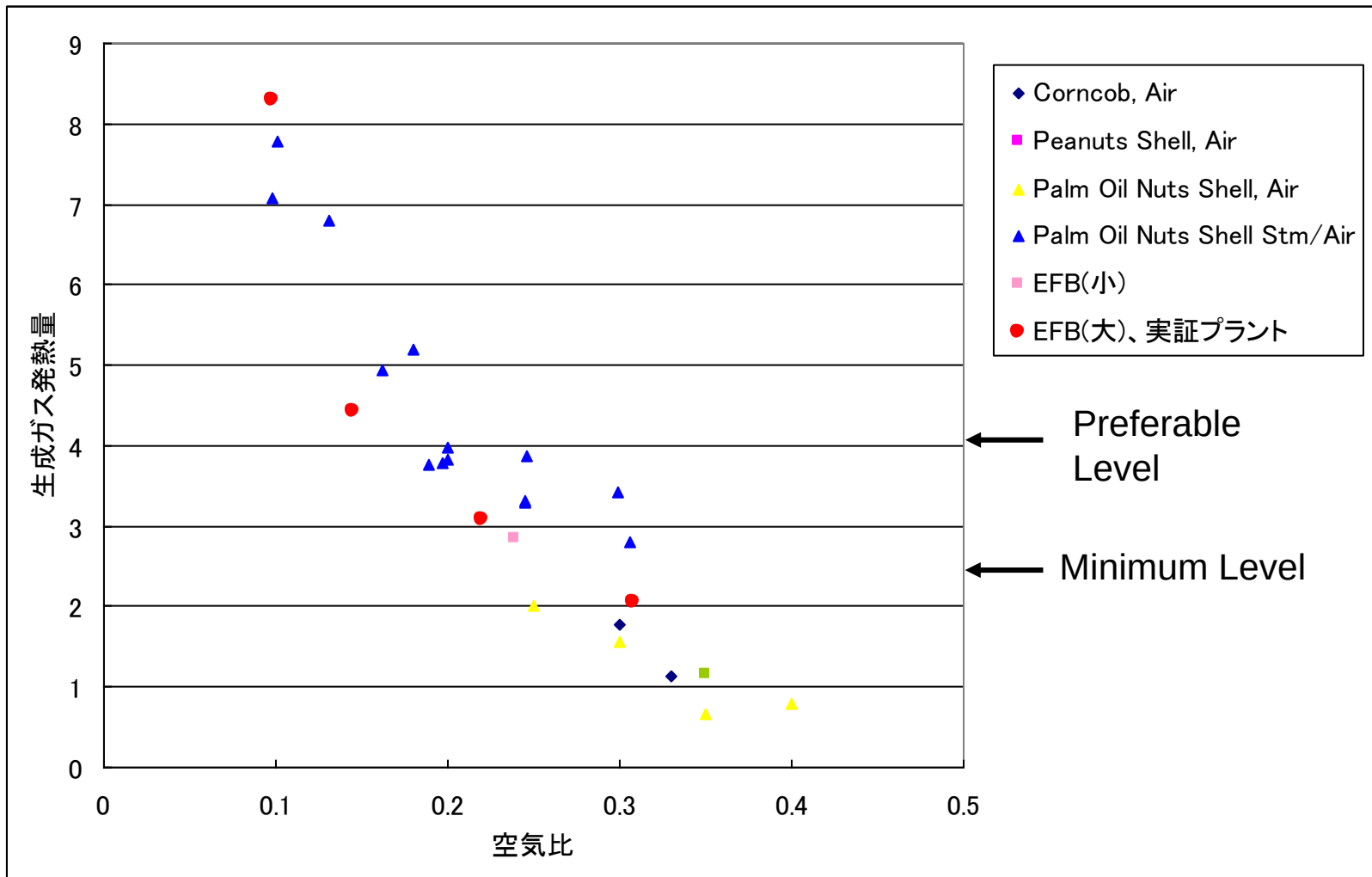
トウモロコシ穂軸



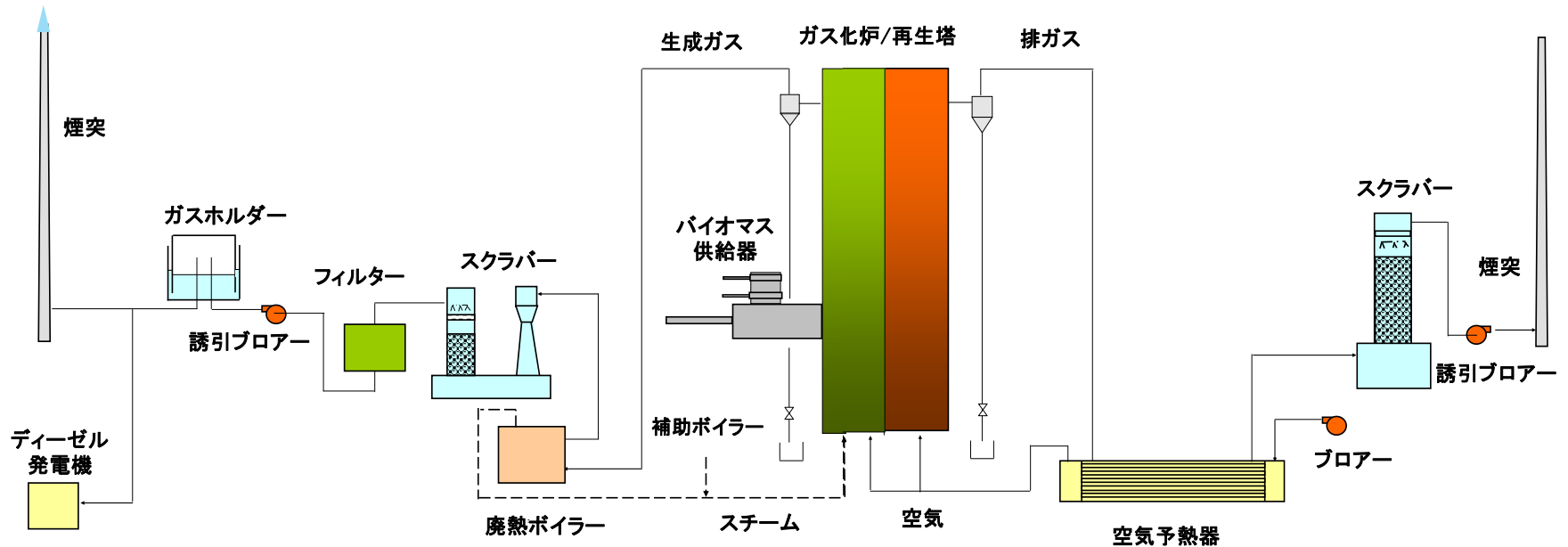
アブラヤシ内果皮



種々のバイオマスを、本技術によりガス化した際の空気比と生成ガス高位発熱量



実証テストプラント概要



設置場所:インドネシア国ジョクジャカルタ特別州

発電能力:135kW (設計冷ガス効率47.6%)

原料バイオマス:235kg/hr (208drykg/hr、アブラヤシ空房の場合)

流動層:内部循環型バブリング流動層

設計・施工: APEX/ディアン・デサ財団

実証テストプラント

ガス化炉/再生塔



バイオマス供給器



ガス洗浄系



ディーゼル発電機



実証テストプラントでテストしたバイオマス



アブラヤシ空房(1/4分割)



トウモロコシ穂軸

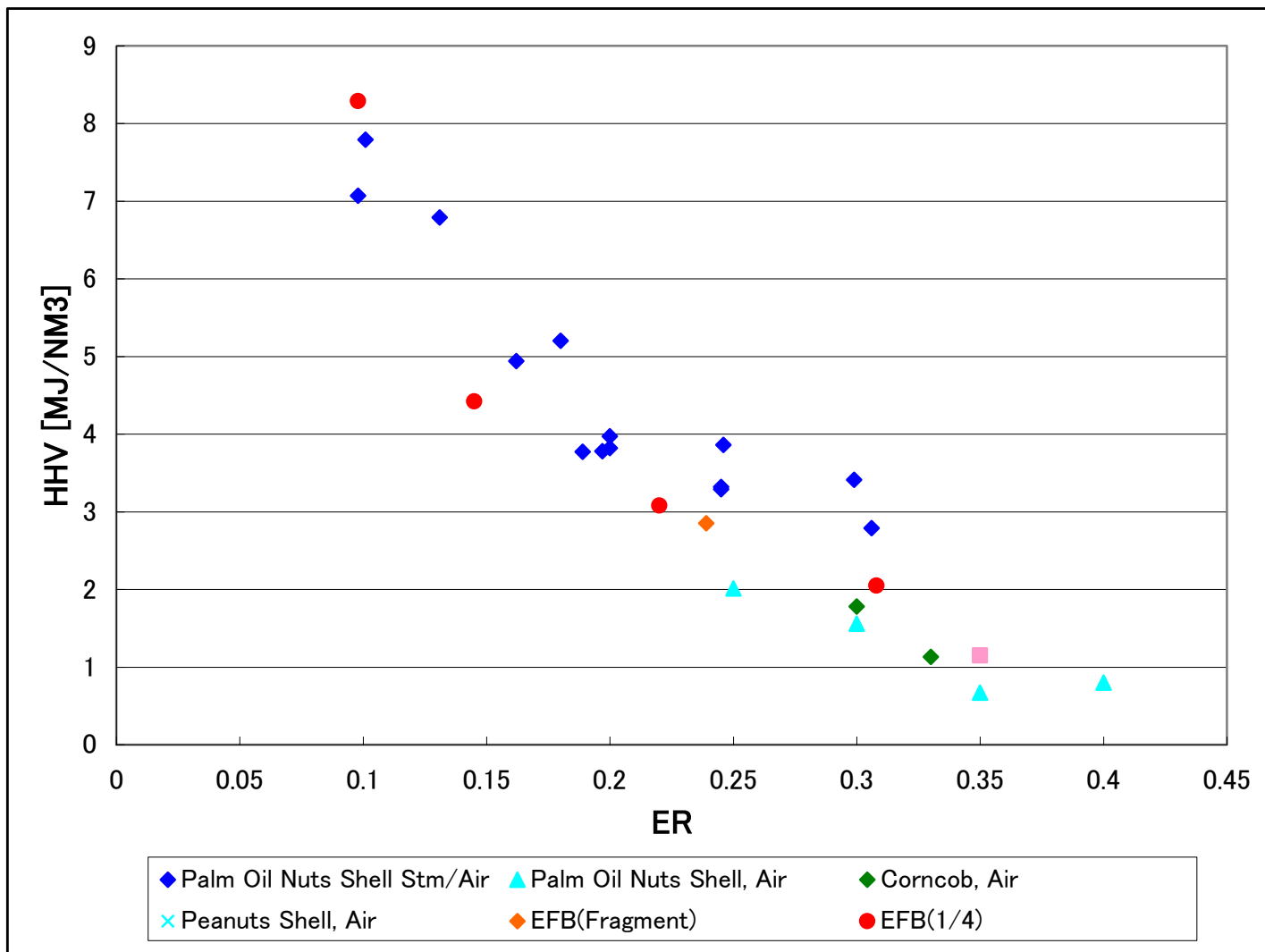


剪定枝



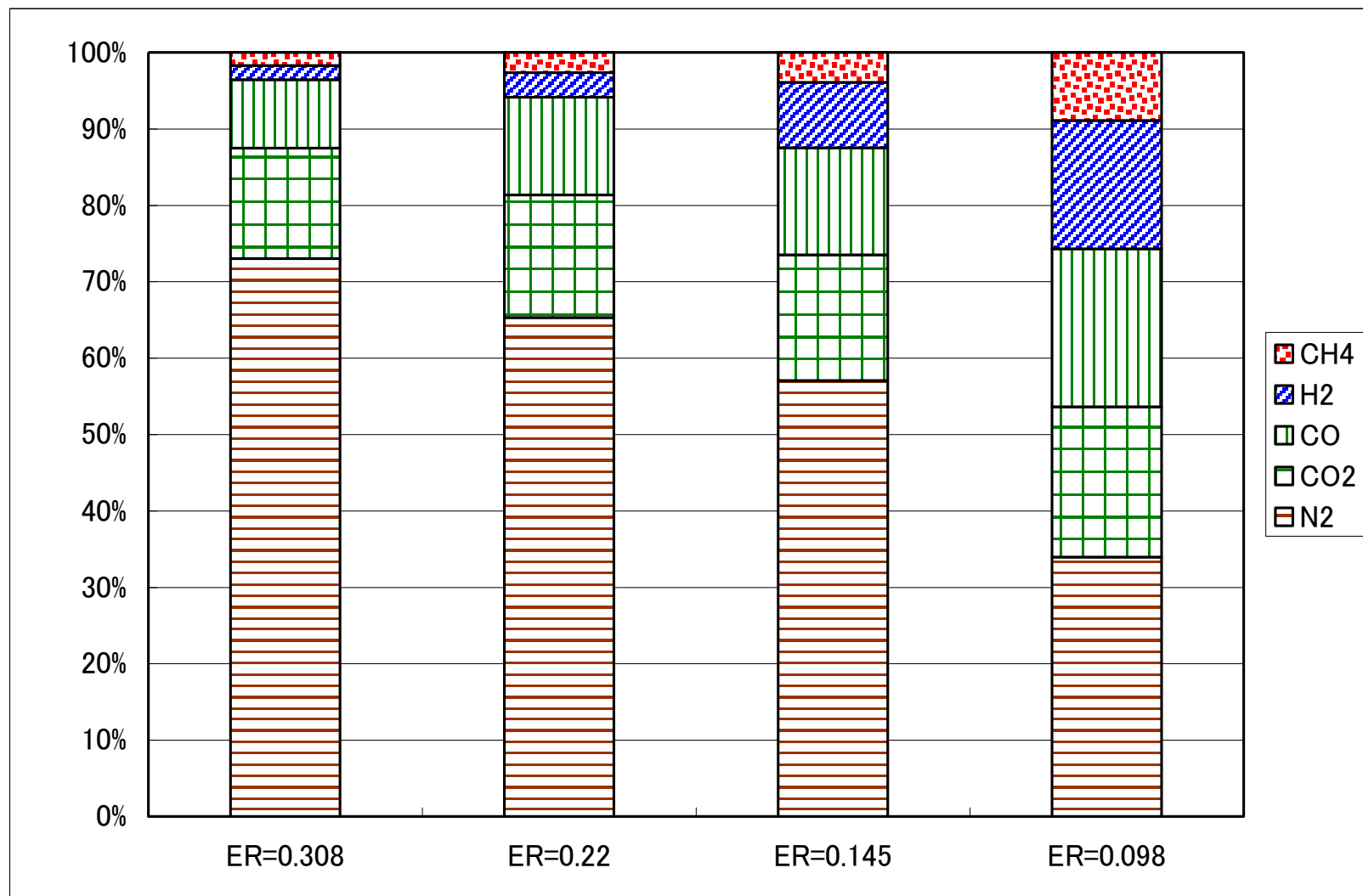
竹

アブラヤシ空房のガス化テストの結果



タール濃度 $\Rightarrow$ 38mg/NM³

138mg/NM³

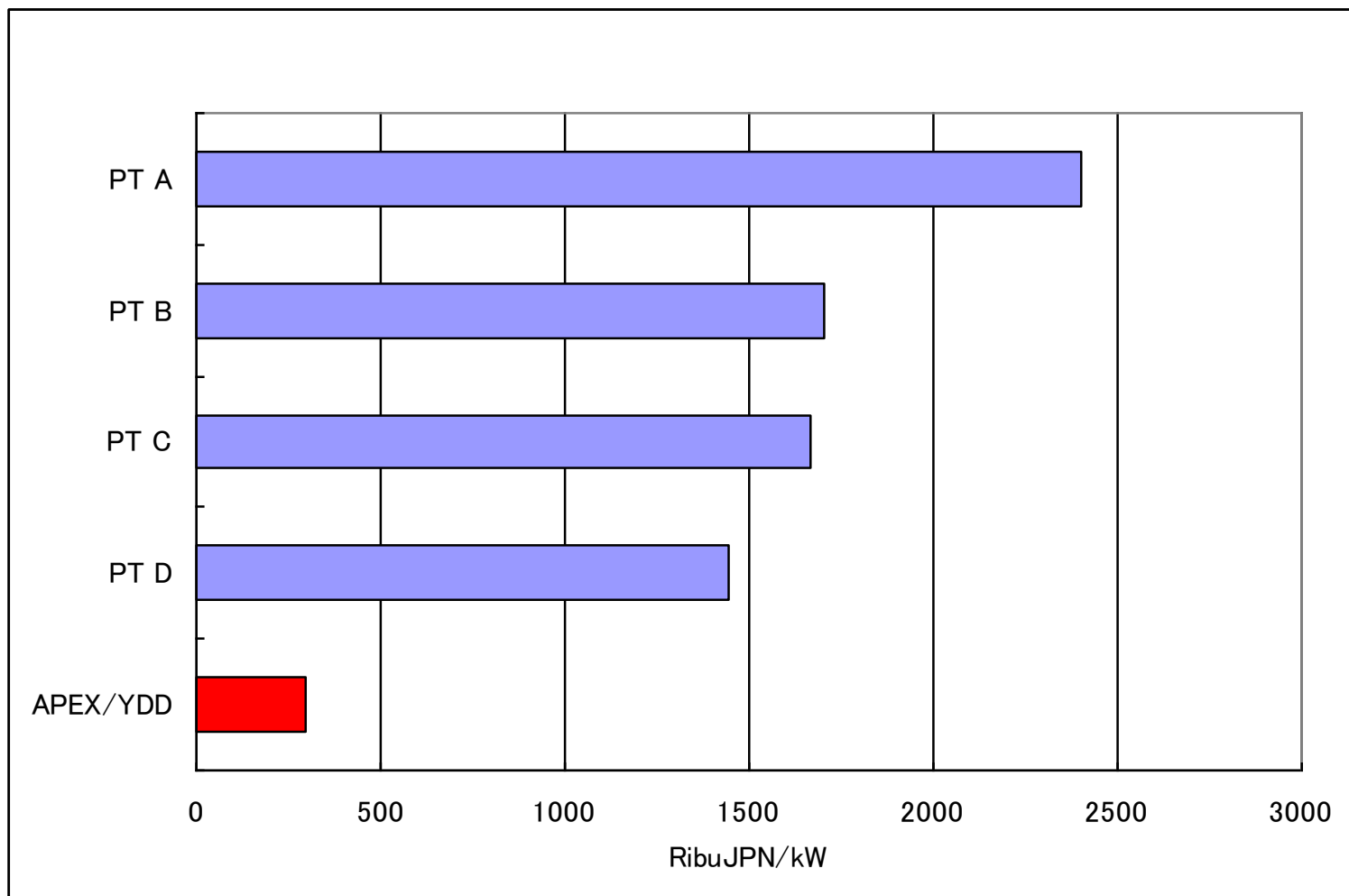


生成ガスの組成とタール濃度(4分の1分割)

植物試験



小規模バイオマスガス化プラントの初期投資額



ガス化プラントは、大部分をディアン・デサ財団
の工場と、地元の機械・板金工場で作った



但し、コントロールバ
ルブと制御システム
はジャカルタのメー
カーに発注



SATREPS(地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム)事業

(2014年4月～2019年5月)

インドネシアの社会・経済条件に適合的なバイオマス廃棄物の流動接触分解ガス化・液体燃料生産システムの確立と、その普及のための基盤整備

現地に適合的な技術の確立:

低コスト

運転・保守が容易

現地で製造・設置・改善可

技術開発:

高度安定型流動層

低コスト低圧アルコール合成プロセス

準商業レベルのプラントによる実証運転を通じた普及基盤整備:

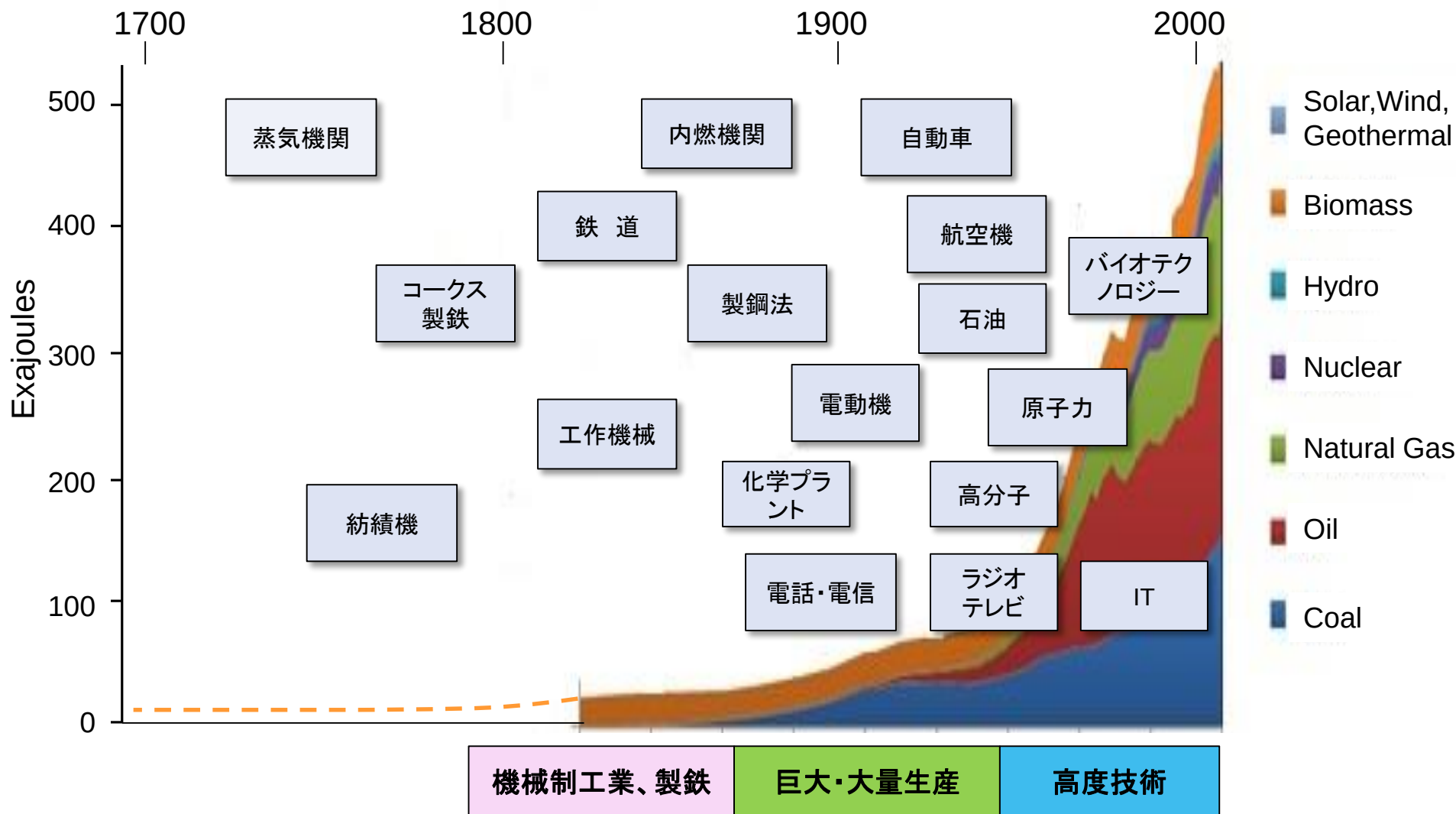
人材育成(共同開発、プログラム研修)

ネットワーク形成(セミナー等)

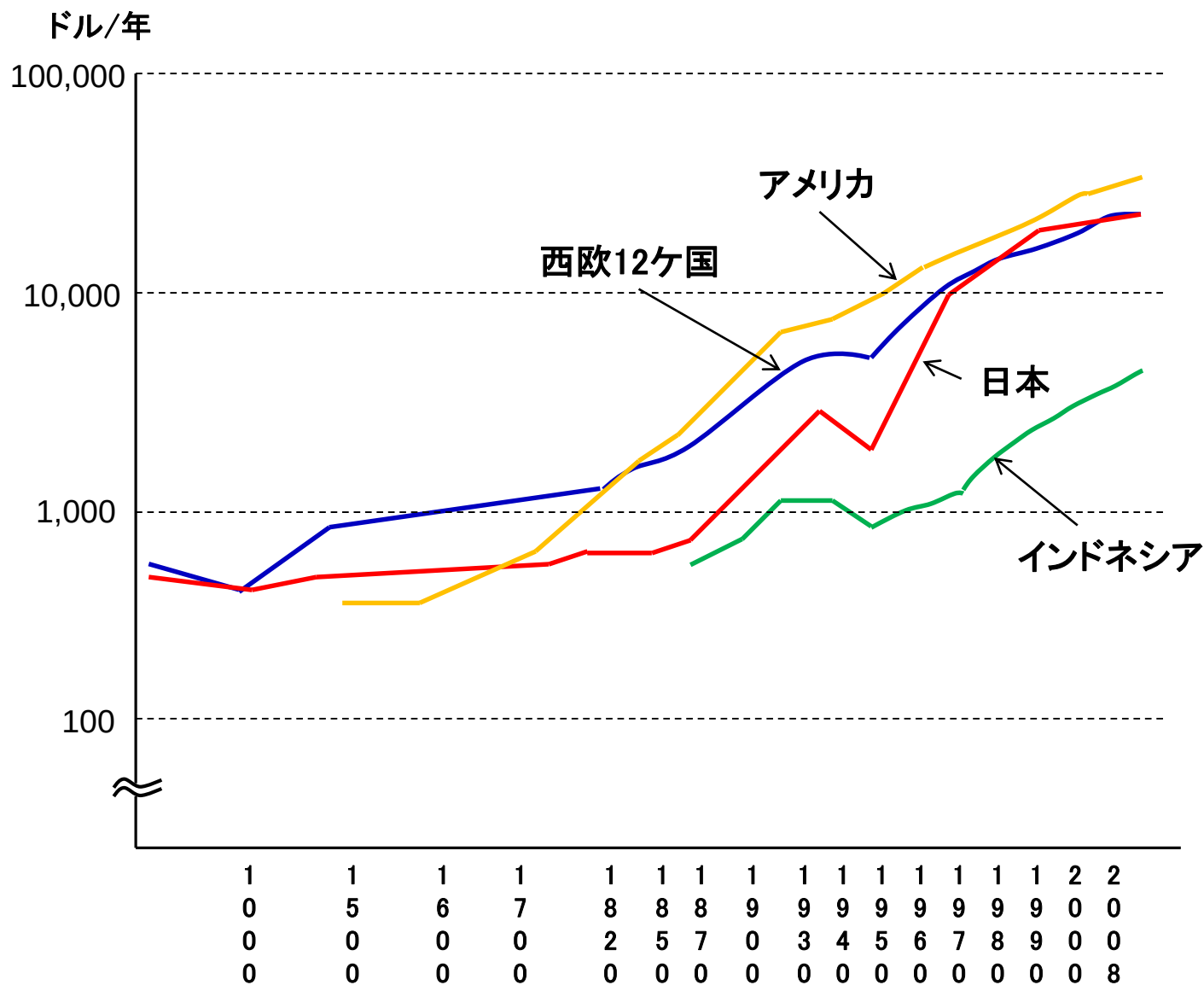
4.適正技術とこれからの国際協力



近代技術の発展と世界のエネルギー消費

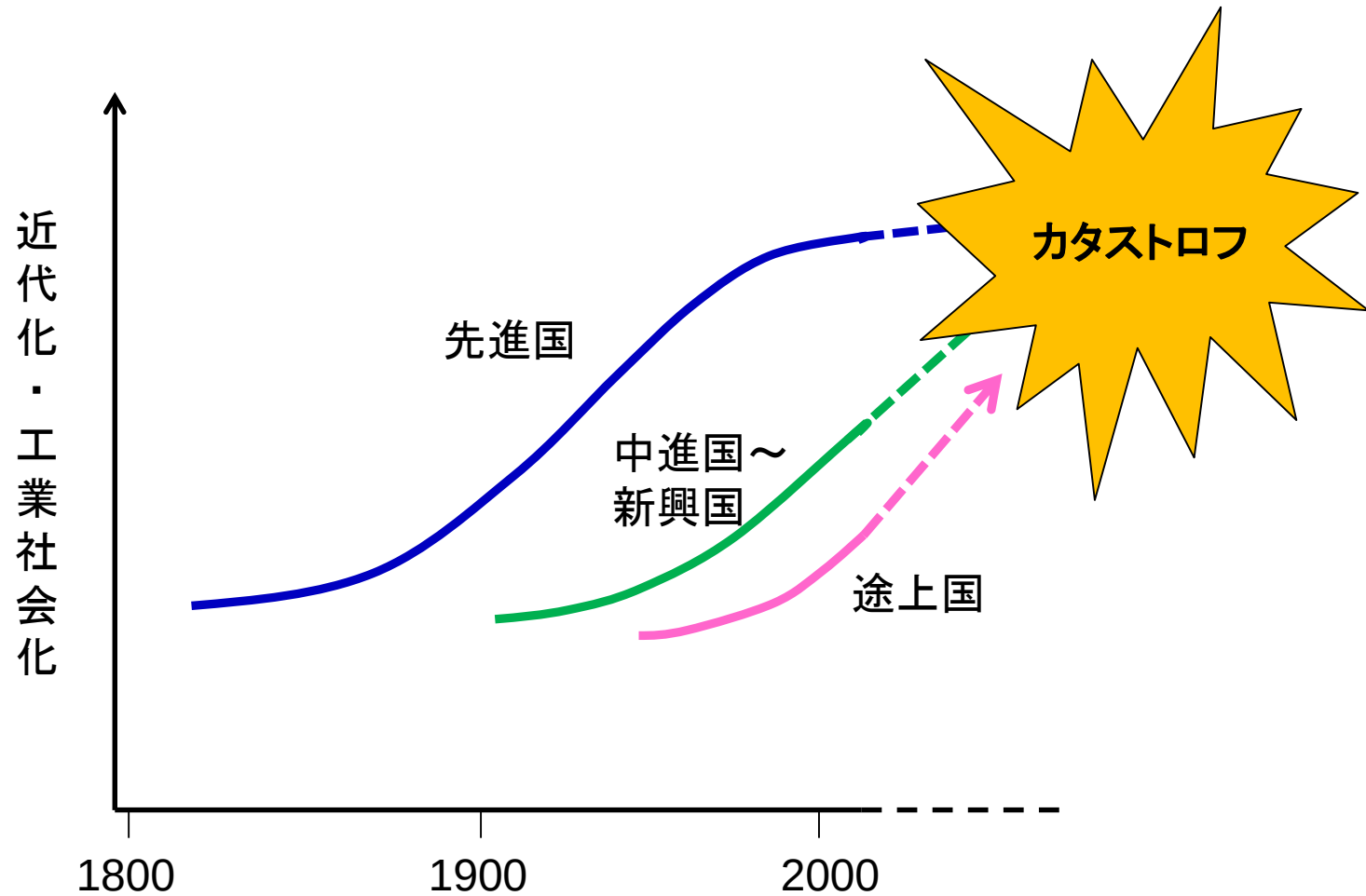


一人当たりGDPの長期的推移



出所:佐藤百合「経済
大国インドネシア」を
元に作成

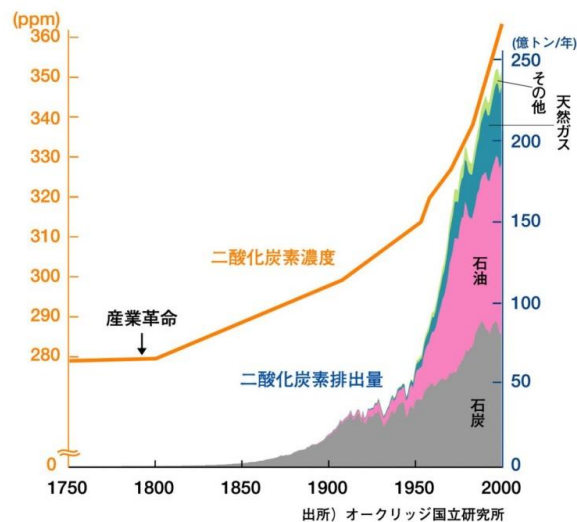
リニアな近代化史観とその限界



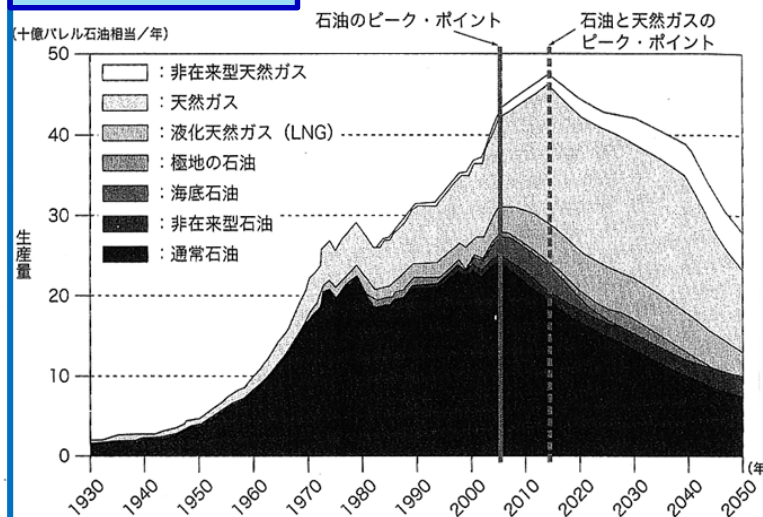
近代科学技術/近代産業社会の問題群

環境の限界

◆温室効果ガス(CO₂)の濃度と量の推移



資源の限界



人間の疎外

- 技術と産業の巨大化・複雑化・専門化→制御不可能
- 人間の技術への従属
- 多数の単純労働と少数の管理労働の発生

格差と貧困

- 資本と高度な技術を持つものだけが優位に立つ
- 工業と農業の格差
- 資源供給者と資源利用者の格差
- 先進国と途上国の格差

これからの技術の方向性

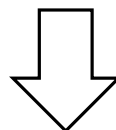
既存の近代科学技術の体系

環境の破壊・
汚染

資源の浪費

人間の疎外

貧困と格差



これからの技術の体系

環境保全型

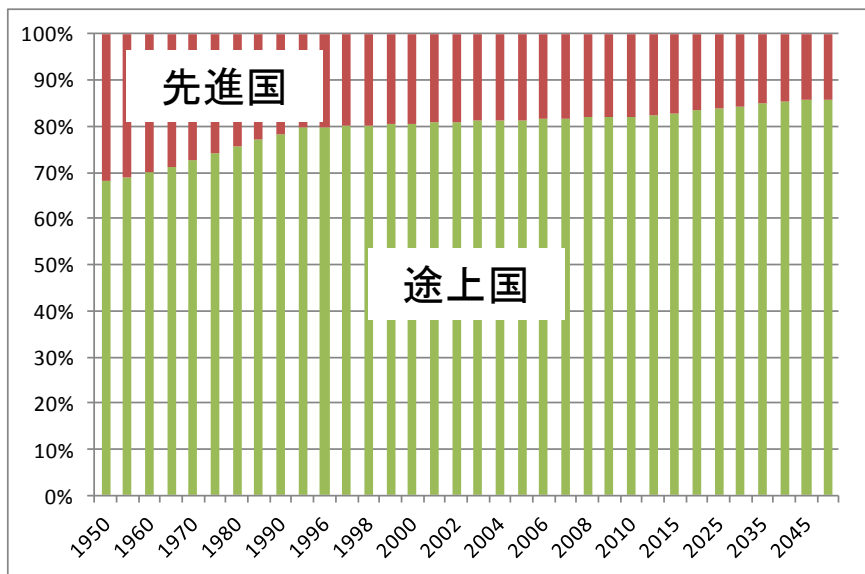
循環型

制御可能

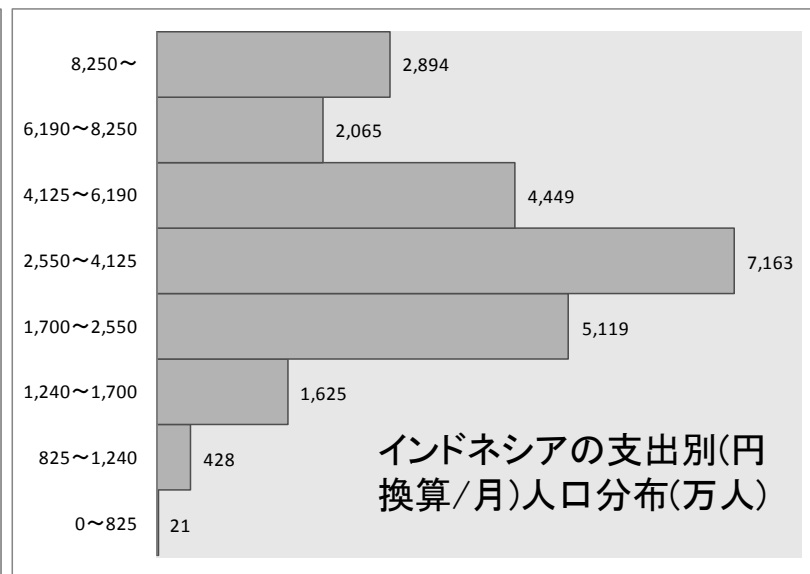
参加型

技術開発の大胆な重点シフトが必要

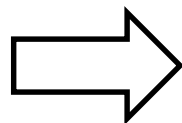
世界の人口の大部分は「途上国」の人々



途上国の大多数は低所得層



近代セクター・資本家・エリートのための技術開発



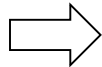
大多数の人々のための技術開発

適正技術の今日的意義

途上国開発の文脈

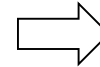
シュマツハーの
第1の定義
(中間技術)

(60年代中盤)



一時活性化、
UNIDO,ILO等
の適正技術論

(70年代)



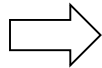
一面で定着
一面で衰退

(80年代中盤)

近代科学技術批判の文脈

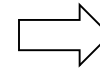
シュマツハーの
第2の定義
(中間技術)

(70年代初め)



オルターナティブ・テ
クノロジー、ソフト・エ
ネルギー・パス等

(70年代)



政治的脱色
「地球にやさし
い技術」等

(80年代中盤)

二つの文脈の適正技術
の(反省をふまえた)統合

これからの世界に必要とされる技術

1. 世界人口の大多数を占める途上国の人々の立場に立ち、かつ近代科学技術の問題を乗り越えることのできる技術
2. 「先進国」の技術の大胆な転換(持続可能、制御可能、参加型)

かつての適正技術はなぜ広がらなかったか

途上国開発の文脈

適正技術を一定の固定的技術群としてとらえる考え方
伝統的技術、簡素な技術、低次元の技術とする考え方
⇒ マイナーで補完的な技術としての位置づけ

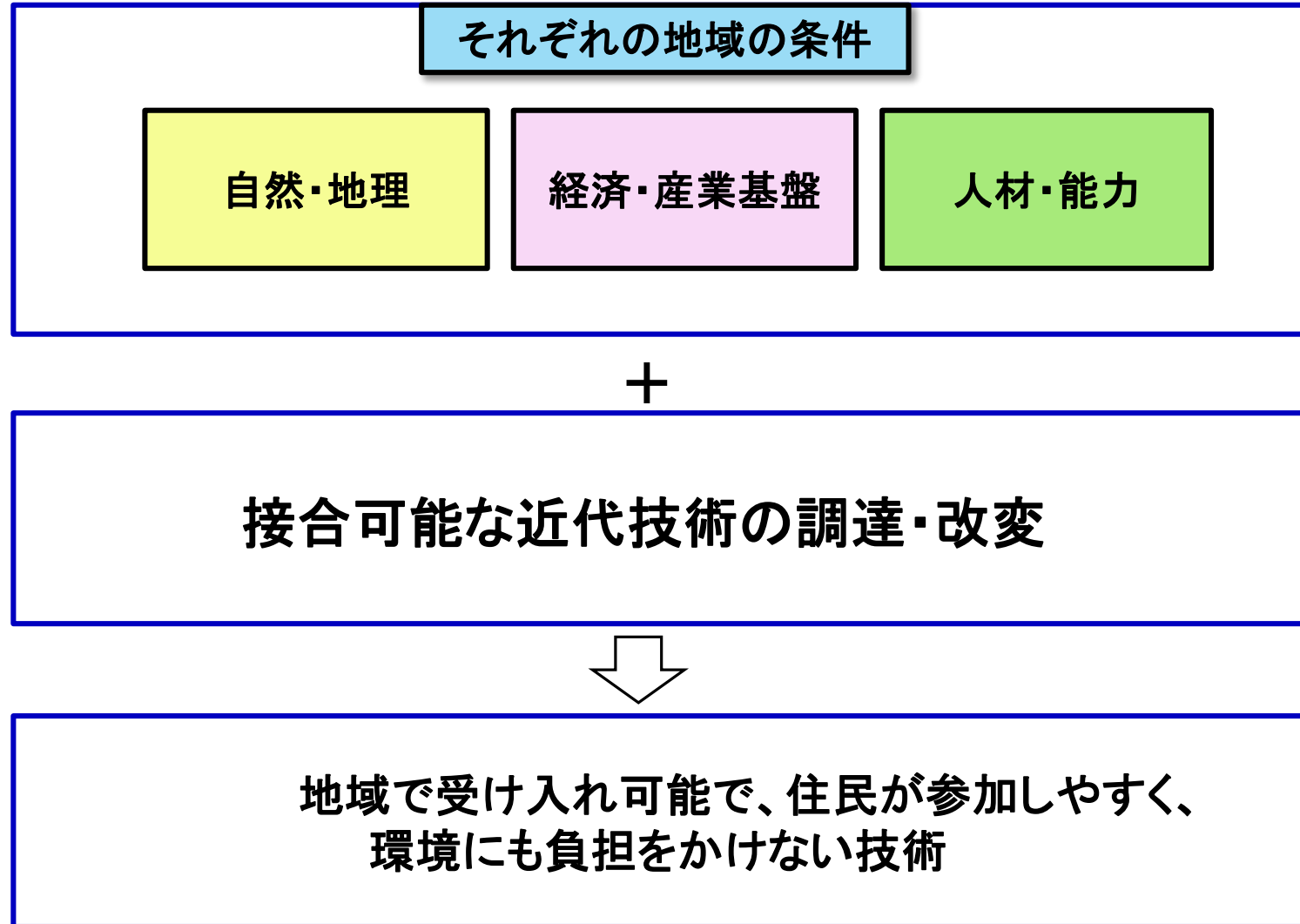
近代科学技術批判の文脈

冷戦構造の崩壊～資本主義/近代科学技術のヘゲモニー増大
消費社会化、情報化、グローバル化の進展
コミュニンの発想の代替案の限界

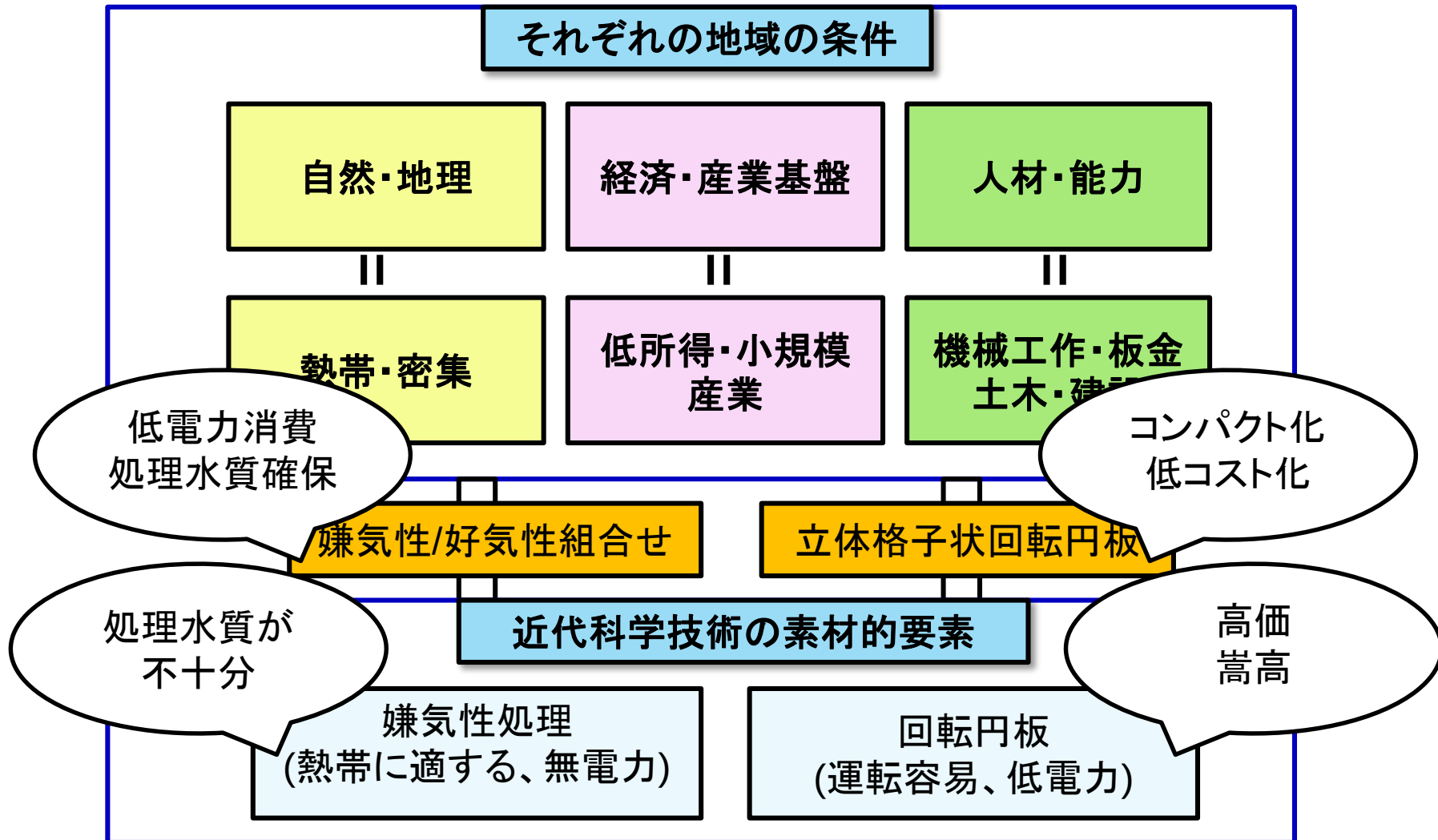
新しい今日的意義をもった適正技術へ

それぞれの地域、場面の条件に即して動的に創出される技術
近代科学技術の役割や魅力的側面も相応に評価
技術をより大きな社会的関係性の中に位置づける

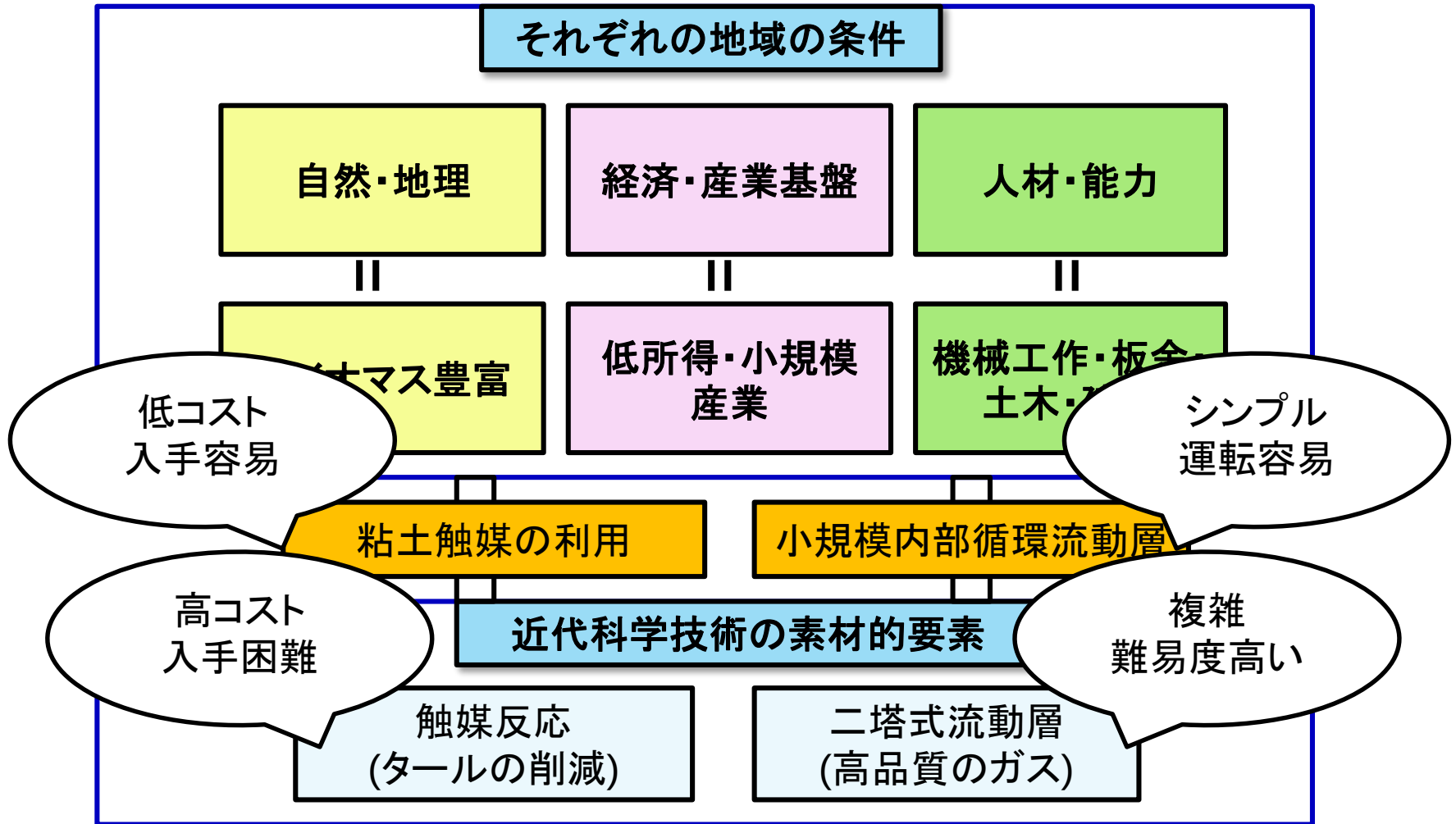
適正技術創出の現場



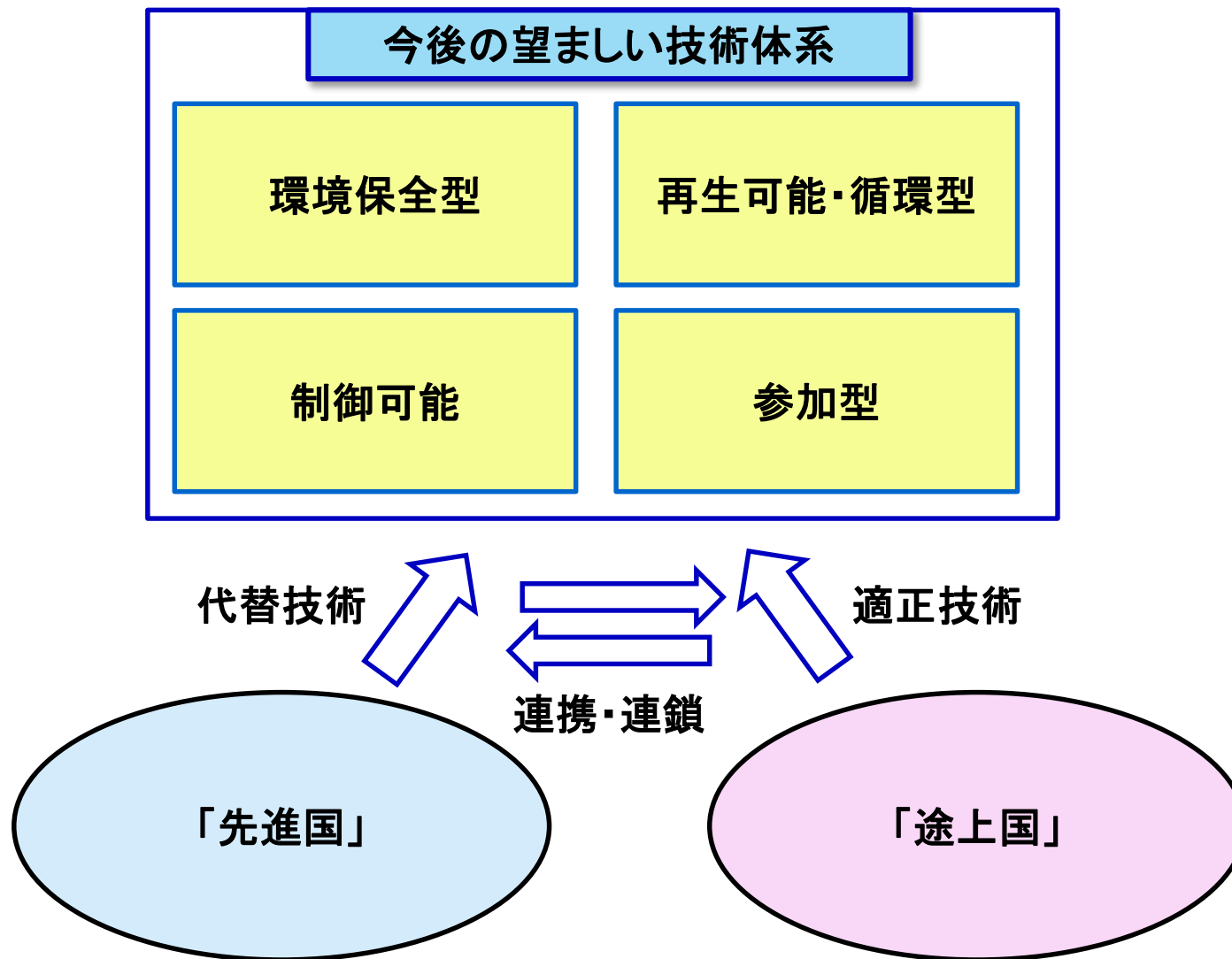
適正技術創出の現場 －排水処理の場合－



適正技術創出の現場 ーバイオマスガス化の場合ー



適正技術と代替技術



まとめ

適正技術は、今日にいたるまで定まった定義はないが、しばしば、安価ではあるが簡素で低レベルの技術群を指すかのように限定的にとらえられてきた。

しかし、適正技術のもつさまざまな含意の中から本質的に重要なものを汲み取っていけば、世界の大多数を占める途上国の民衆の立場に立ち、これまでの近代科学技術のもたらしえてきた問題をも乗り越えていく技術として、きわめて重要な、今日的意義をもった適正技術概念を構築していくことができる。

リニアな近代化史観はもはや成り立たず、環境・資源・格差と貧困等さまざまな問題をもたらしえてきた先進国の近代科学技術は、単純に途上国の手本になるものではない。その「先進性」が問われている。

これからの国際協力においては、これまでの「先進国の進んだ技術を途上国に移転する」固定的観念を脱して、上記のような今日的意義をもった適正技術を、近代科学技術にも学びつつ、途上国の人々と協力して開発・普及させていくことが必要とされるであろう。