

適正技術とは何か
ーインドネシアでの実践からー

2013年7月4日

田中 直

目次

1. 適正技術をめぐって

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. 適正技術と代替社会

適正技術の由来

1961年～ 「国連開発の十年」始まる

— 南北問題と先進国の責務の認識

— 米国、国連、世銀、DAC等のドナー・国際機関の
体制整備と援助事業実施

現地の事情・状況に合わない技術移転/援助
の問題が多発

- ・ 現地側で運転不可能
- ・ 修理・保守不可能
- ・ インフラのミスマッチ
- ・ 雇用を生み出さない

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』ということを基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ため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.)

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

シュマツハーの「中間技術」の定義ー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、人を機会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

○一面では近代科学技術/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

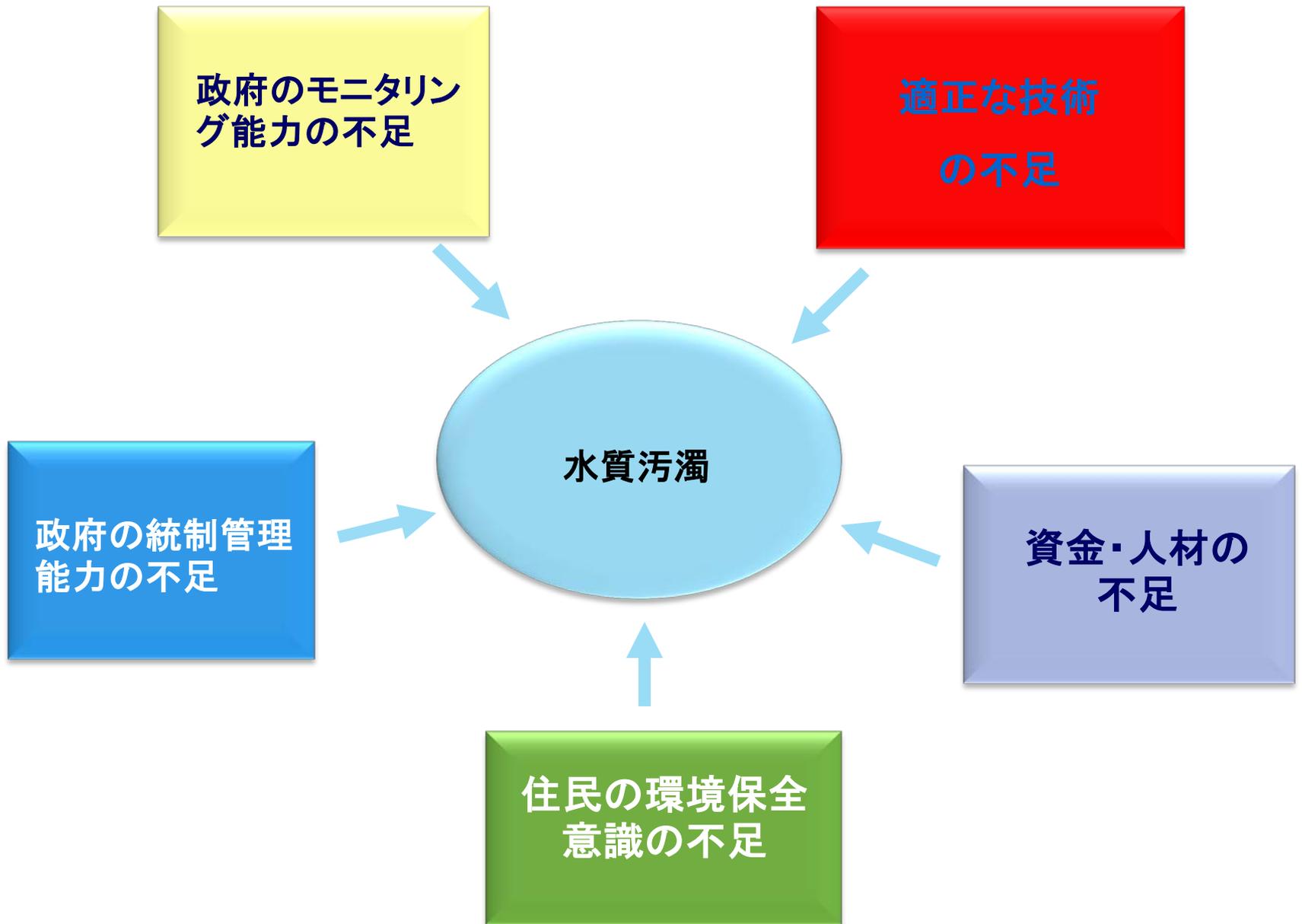
○適正技術に属する技術と、そうでない技術があらかじめ決まっているわけではない

○今日的意義

2.排水処理事業の事例から

インドネシアの水質汚濁にかかわる状況

- 下水道普及率:人口の2.13%(12都市)、約7000万人がオープン・トイレット (Pokja AMPL, 2010)
- 都市部ではセプティック・タンク(腐敗槽、主にトイレ排水を処理)が普及しているが、処理水の水質は不良で、地下水汚染をもたらしている。また、セプティック・タンクは整備・保守が悪く、スラッジも河川に直接投棄されている場合が多い。生活雑排水は多くが未処理放出。
- 国内の9河川の定点観測によれば、2006年に対し、2009年は、9河川中7河川で汚染度が増大(いずれも重度の汚染)、1河川で改善。(KNLH,2008)
- 衛生環境が不良であることによる経済損失:63億ドル/年(2006年、1億2千万件/年疾病、50,000人/年の乳幼児死亡、水質汚濁による水処理費用増大、水産業被害等、WSP/World Bank, 2008)

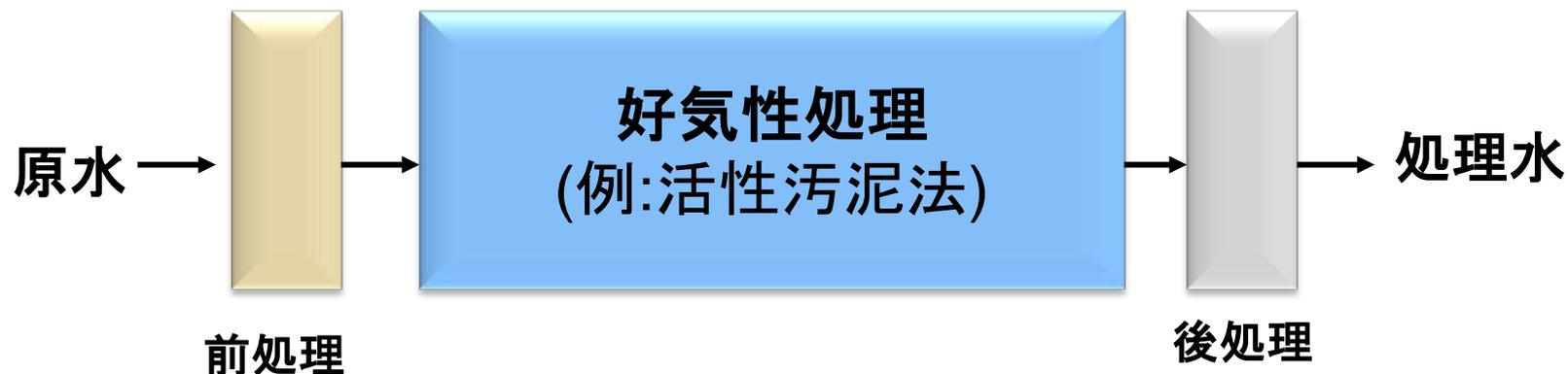


インドネシアで一般的な処理プロセス



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

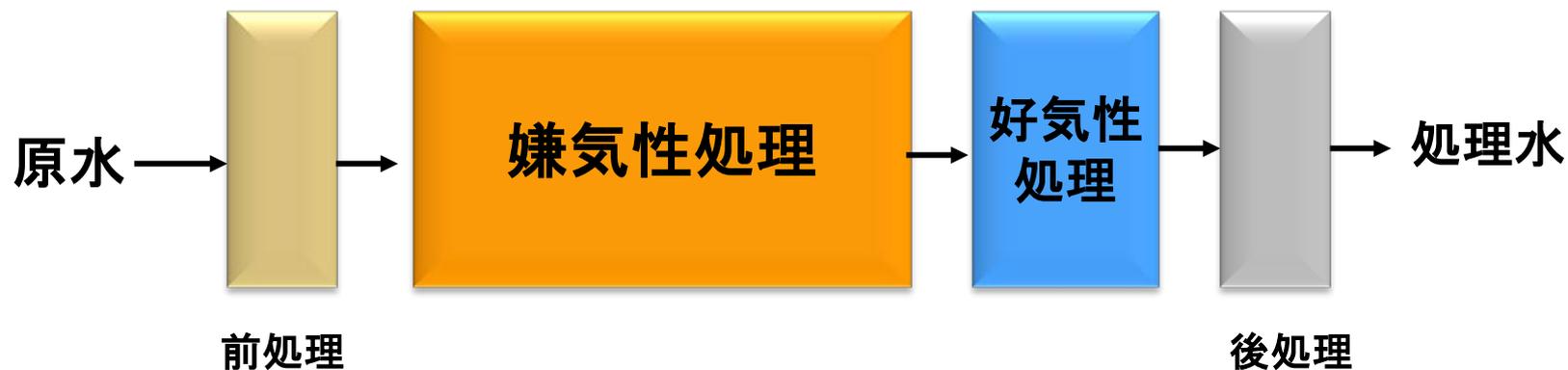


電力消費大、処理水質良好

好気性処理と嫌気性処理の比較

項目	好気性処理	嫌気性処理
エネルギー消費	大	小
余剰汚泥	大	小
処理水質	良好	限定的
有機物負荷	小～中	中～大
スタートアップ	早い	遅い
その他	-	メタンガス生成 熱帯性気候に適する

PUSTEKLIMで推奨するシステム

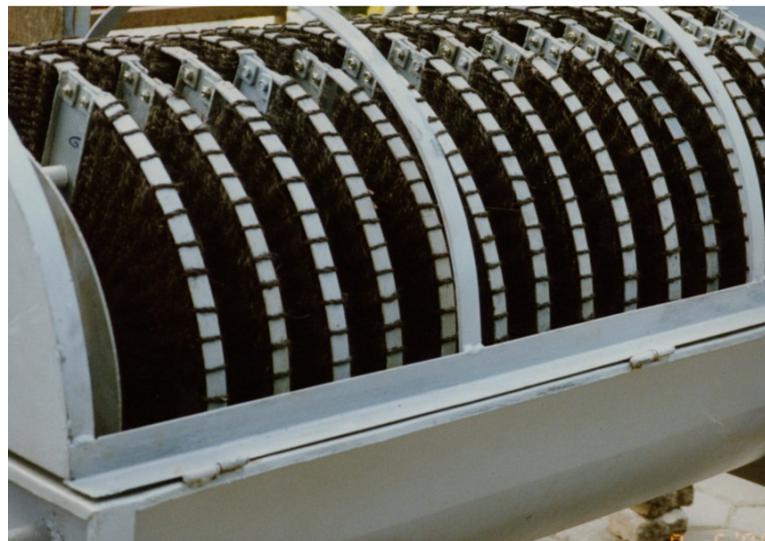
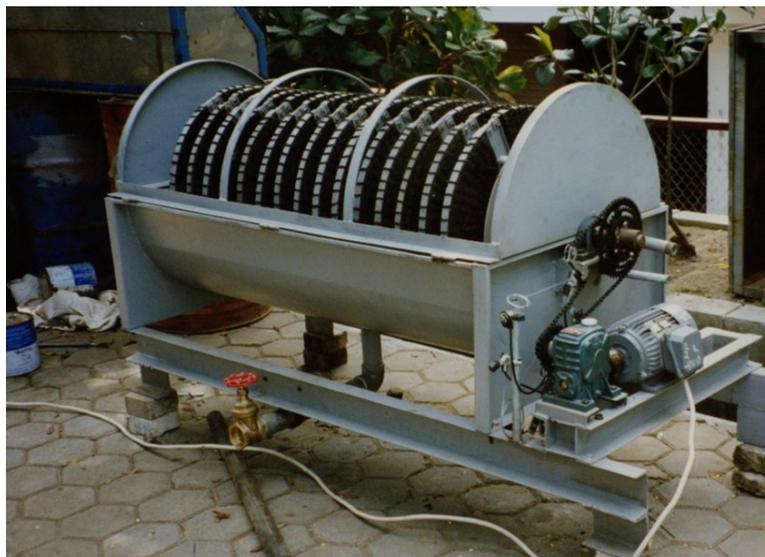


エネルギー消費少、処理水質良好

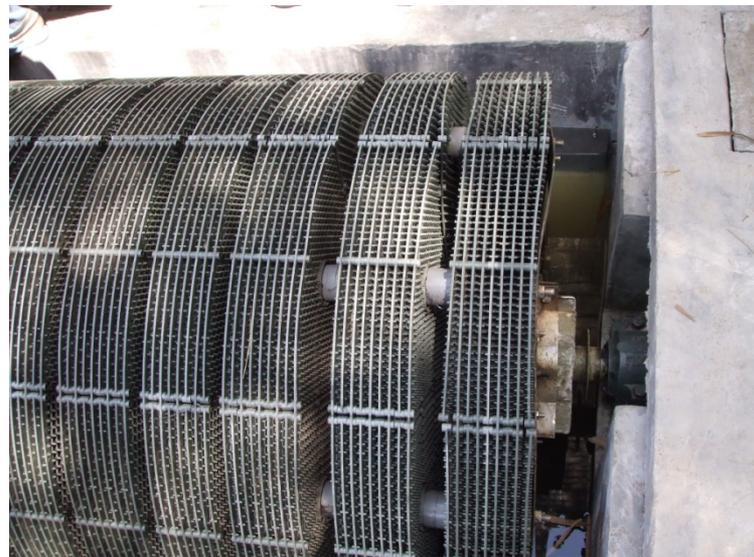
回転円板と活性汚泥法の比較

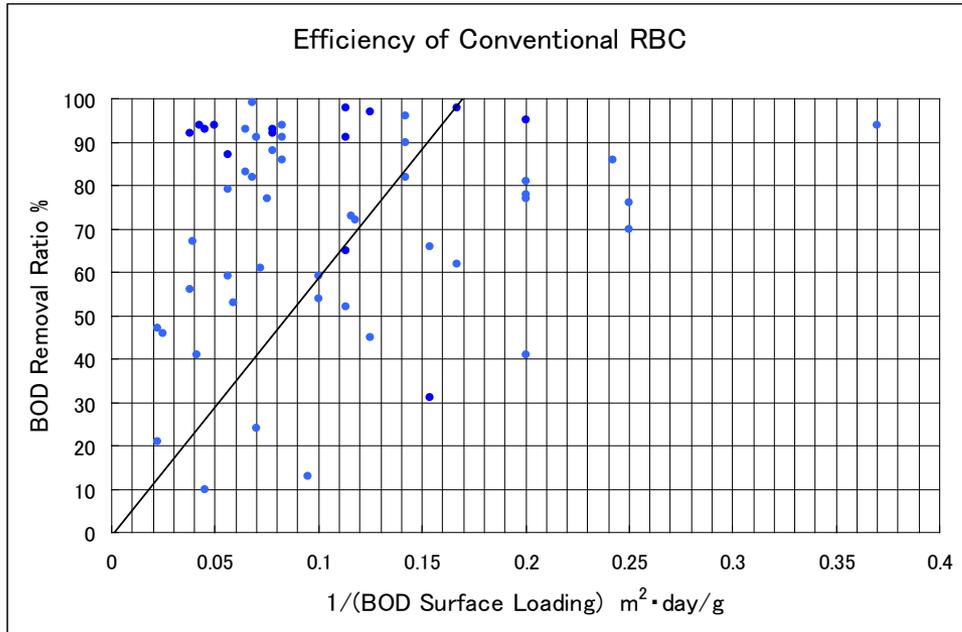
項目	回転円板	活性汚泥法
運転管理	容易	専門性要
エネルギー消費	小	大
余剰汚泥	小	大
トラブル	閉塞	バルキング
処理水質	並	良好
設備投資	小・中規模で有利	大規模で有利

ヤシの繊維を用いた回転円板

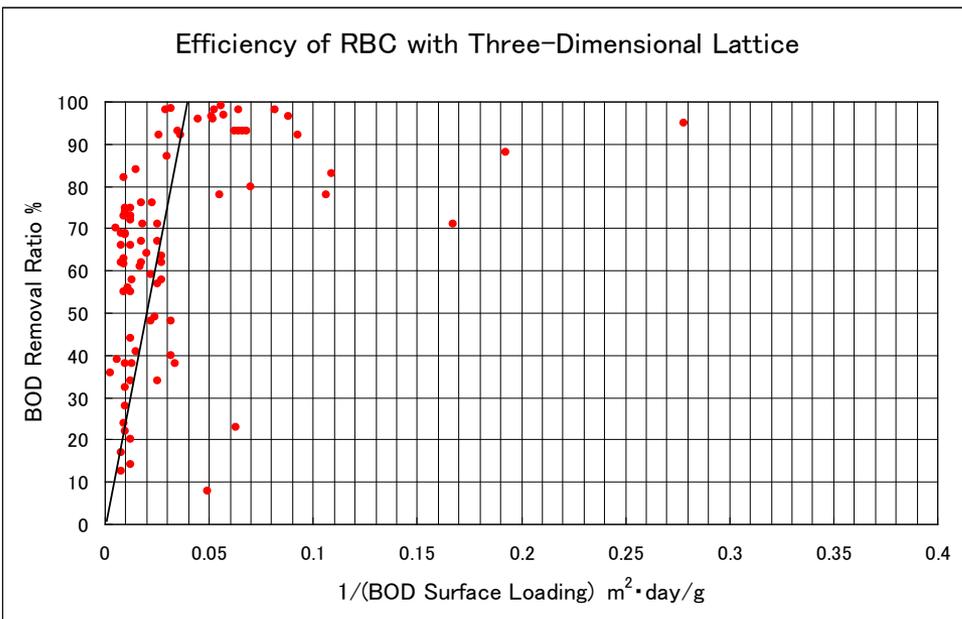


立体格子状接触体回轉円板





従来型回転円板の効率

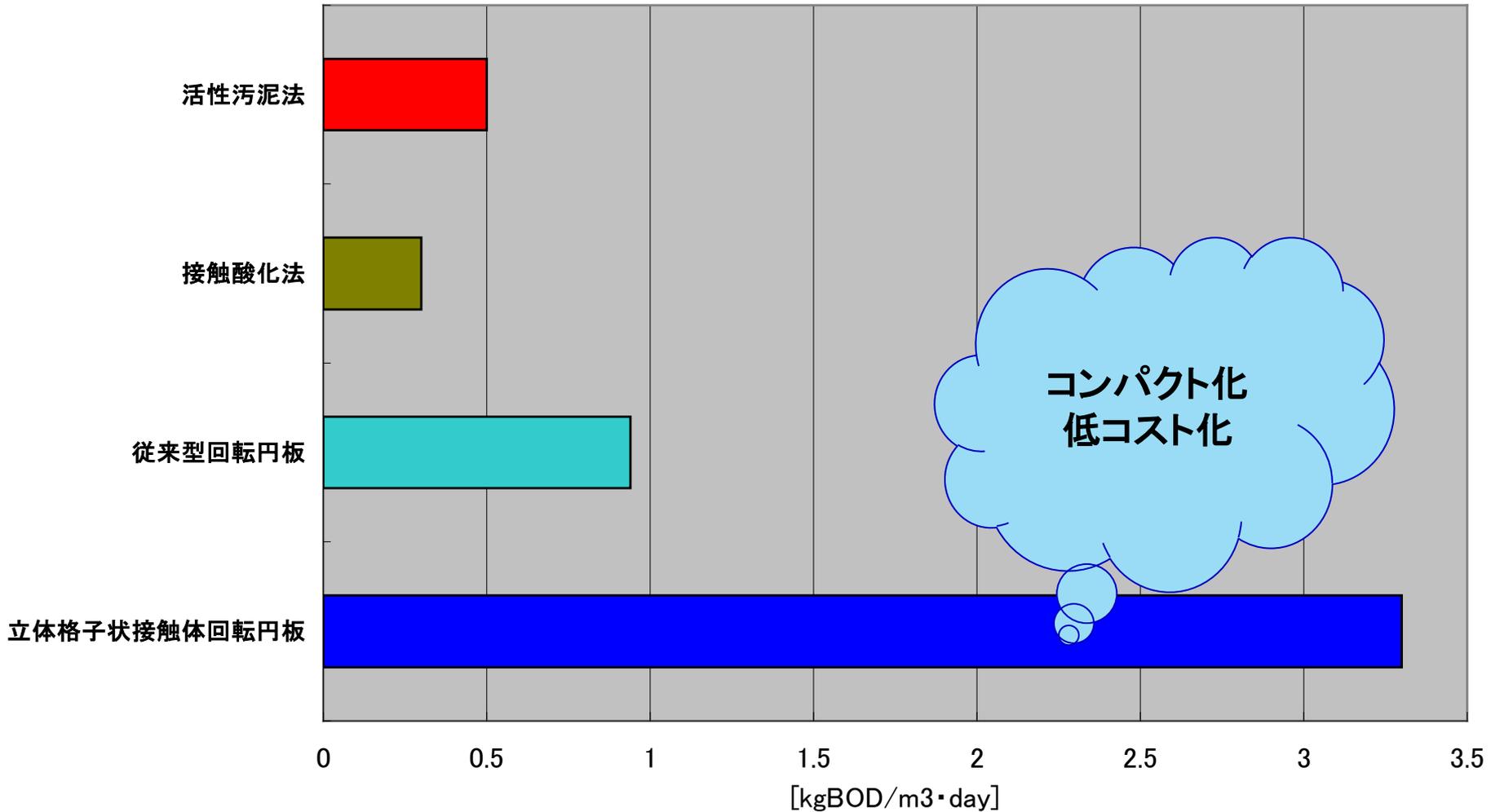


立体格子状接触体回転円板の効率



出所:荒木宏之(佐賀大学)

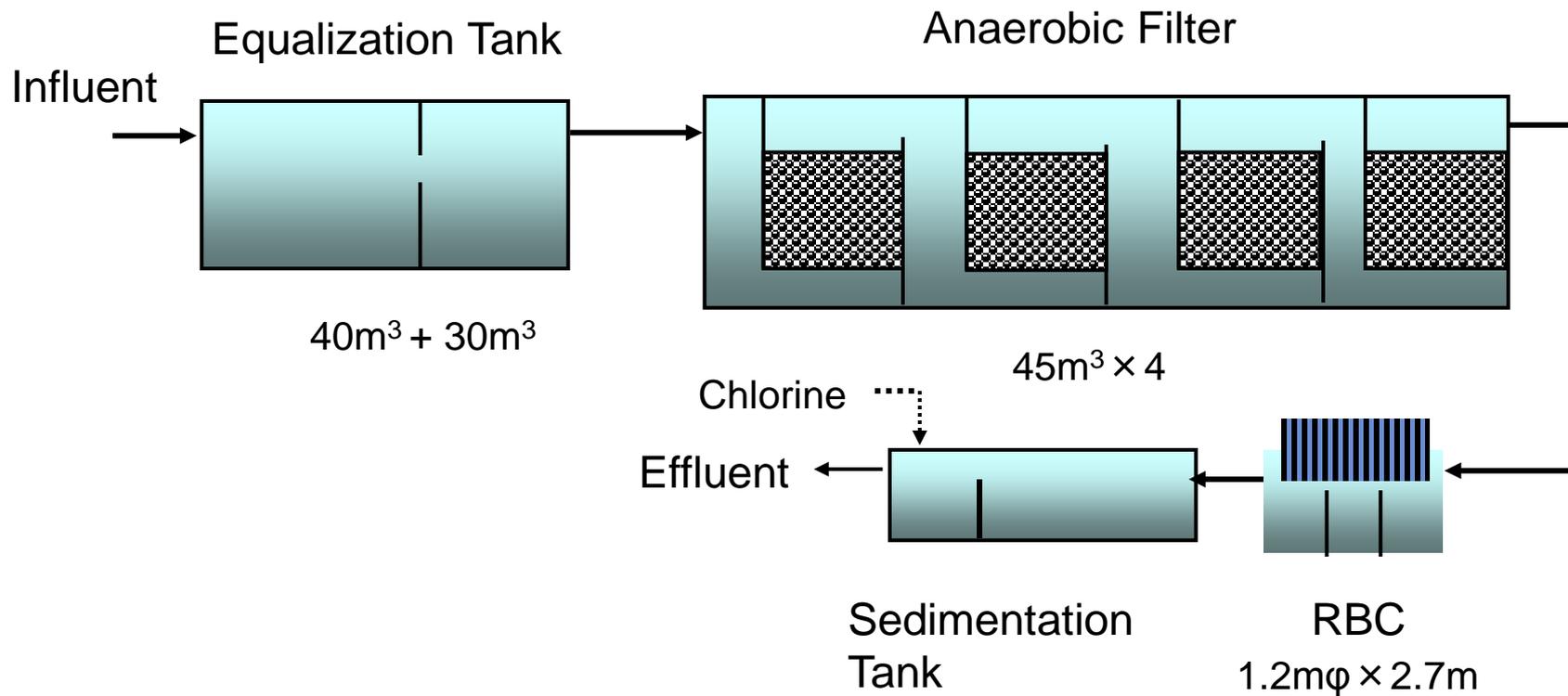
種々の好気性処理プロセスのBOD容積負荷



病院排水処理プラントの例

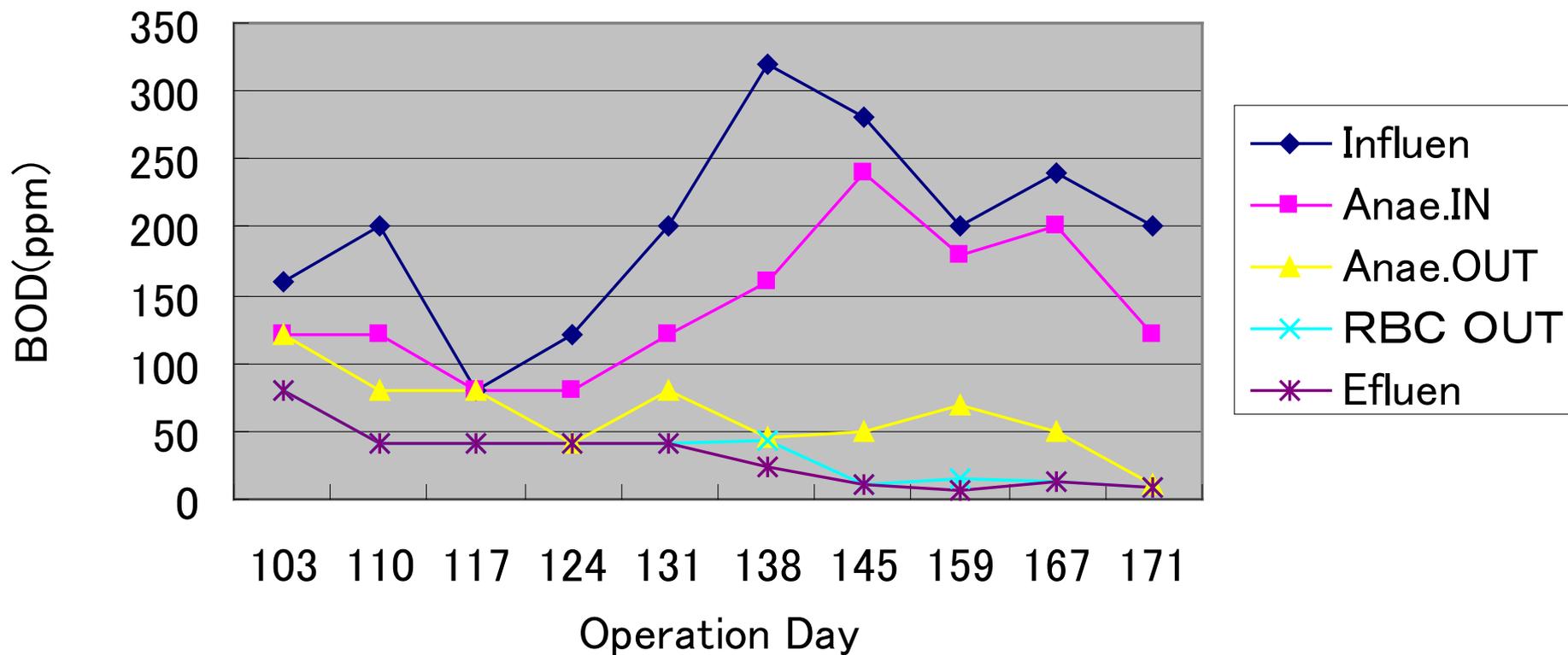
(ゲスティ・ワルヨ病院、パラカン県)

能力: 150 m³/day

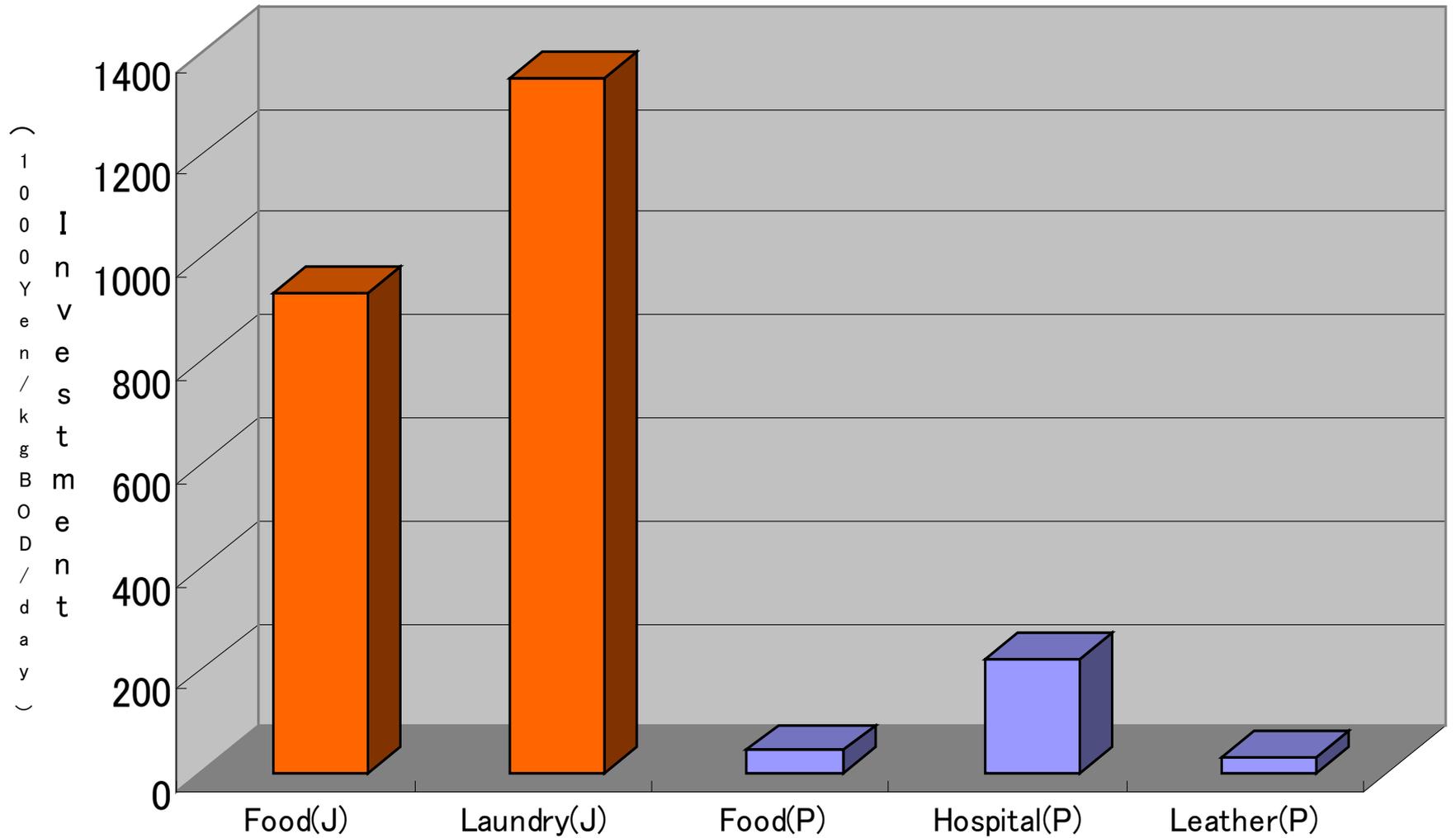


原水/処理水のBODの推移

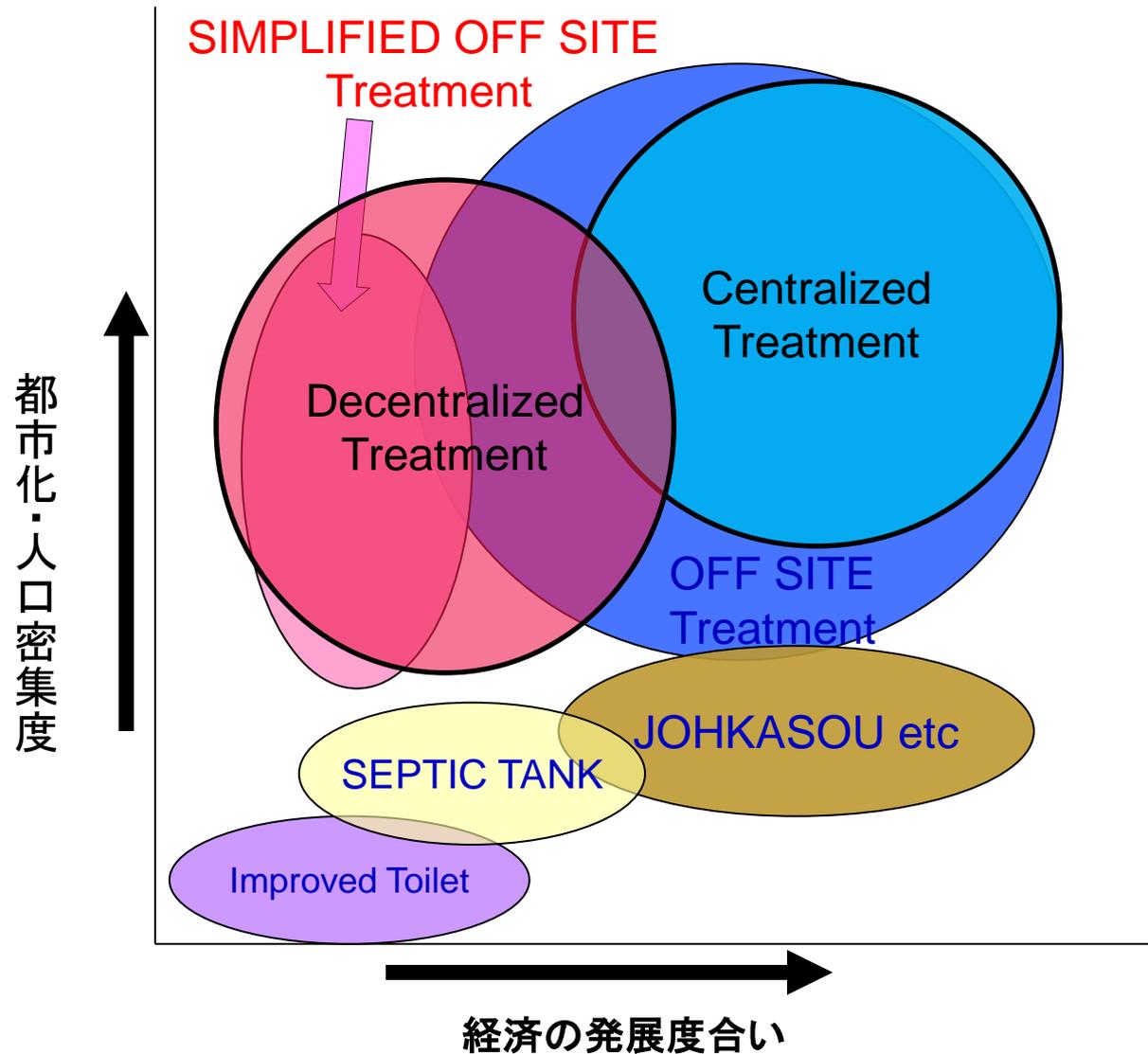
Trend of BOD
Hospital(Parakan)



初期投資額の比較

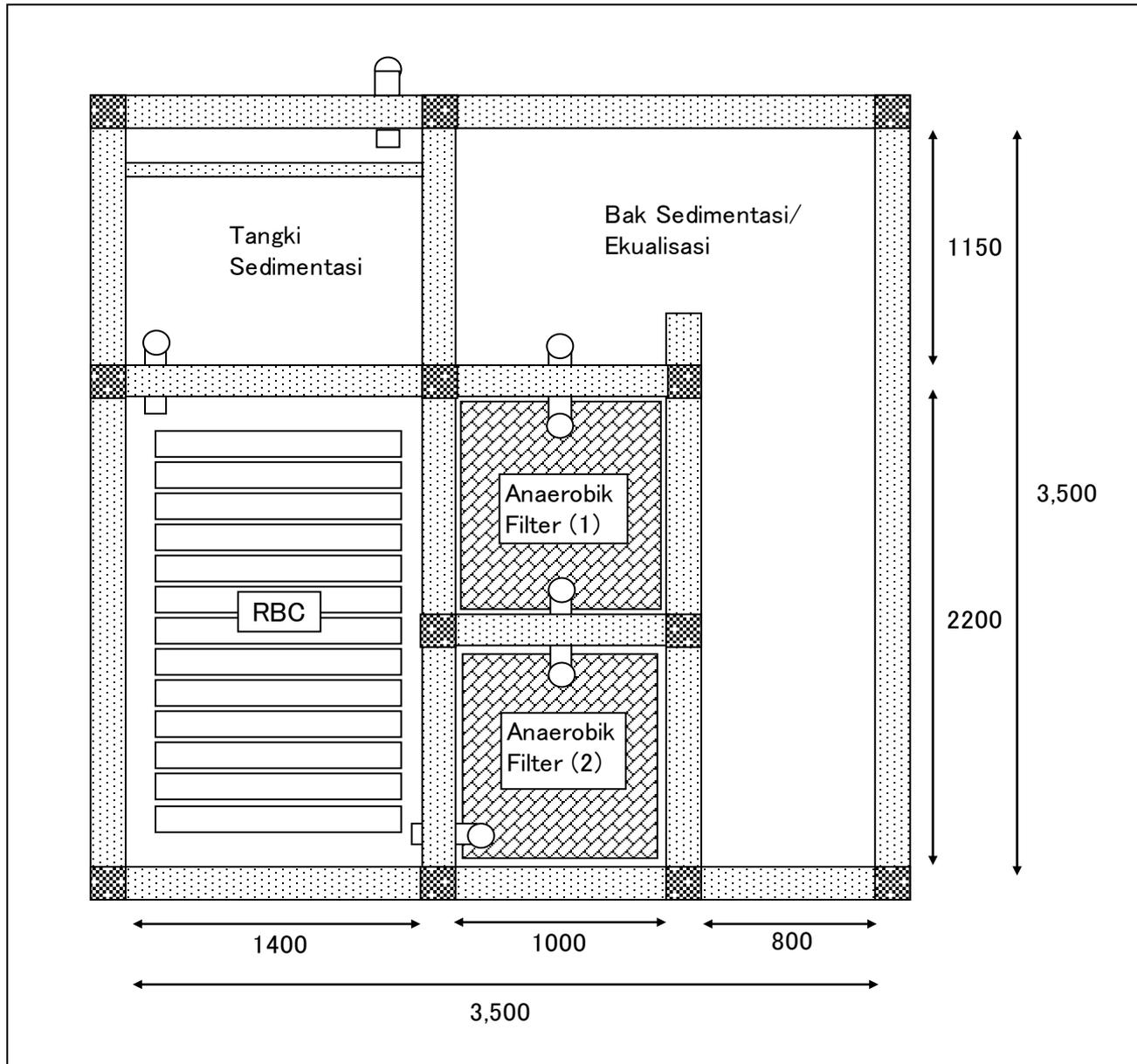


生活排水処理～衛生設備の選択



Source: 3rd World Water Forum

クリチャック地区の排水処理設備レイアウト



クリチャック地区のコミュニティ排水処理設備

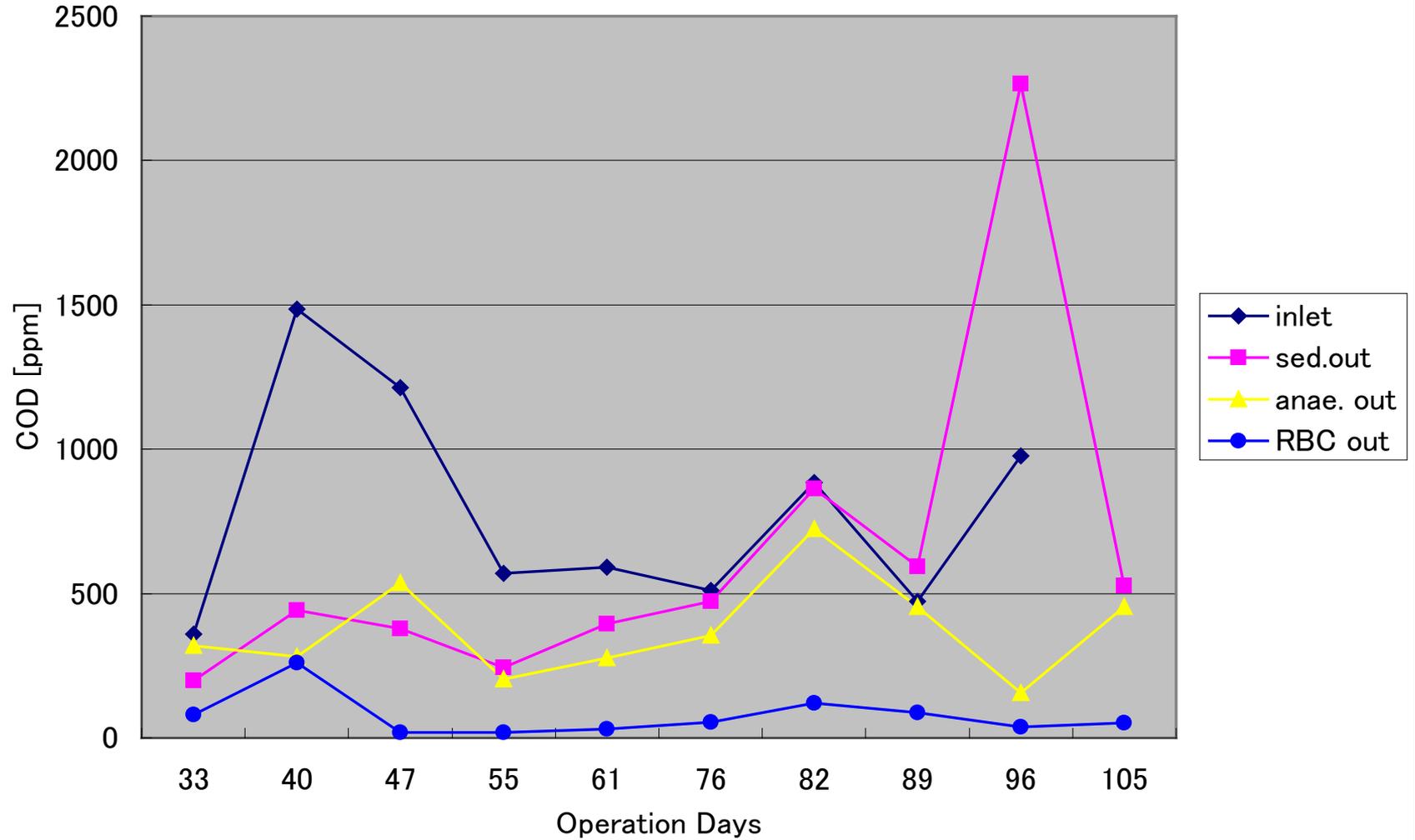


全 景

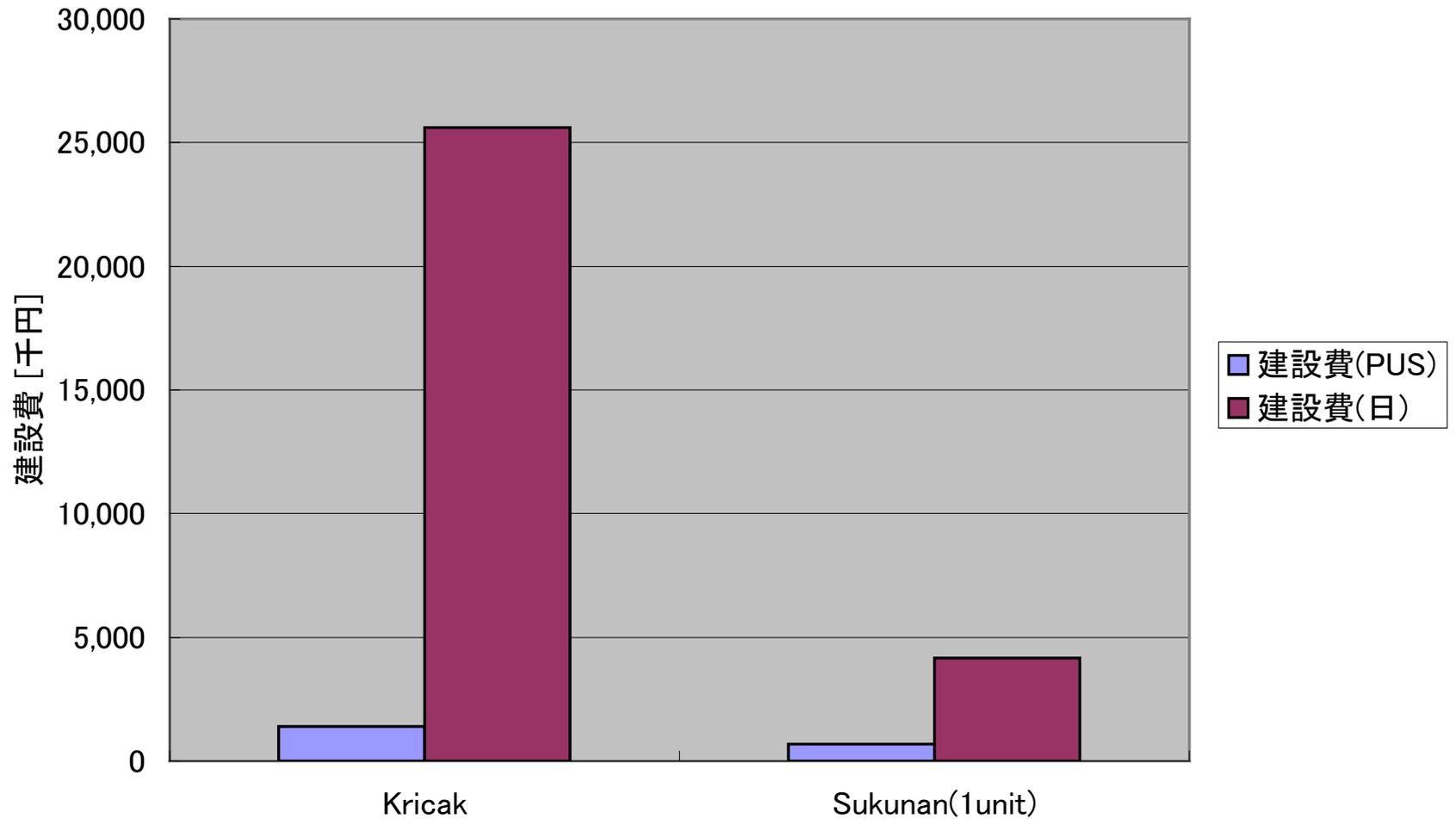
回転円板



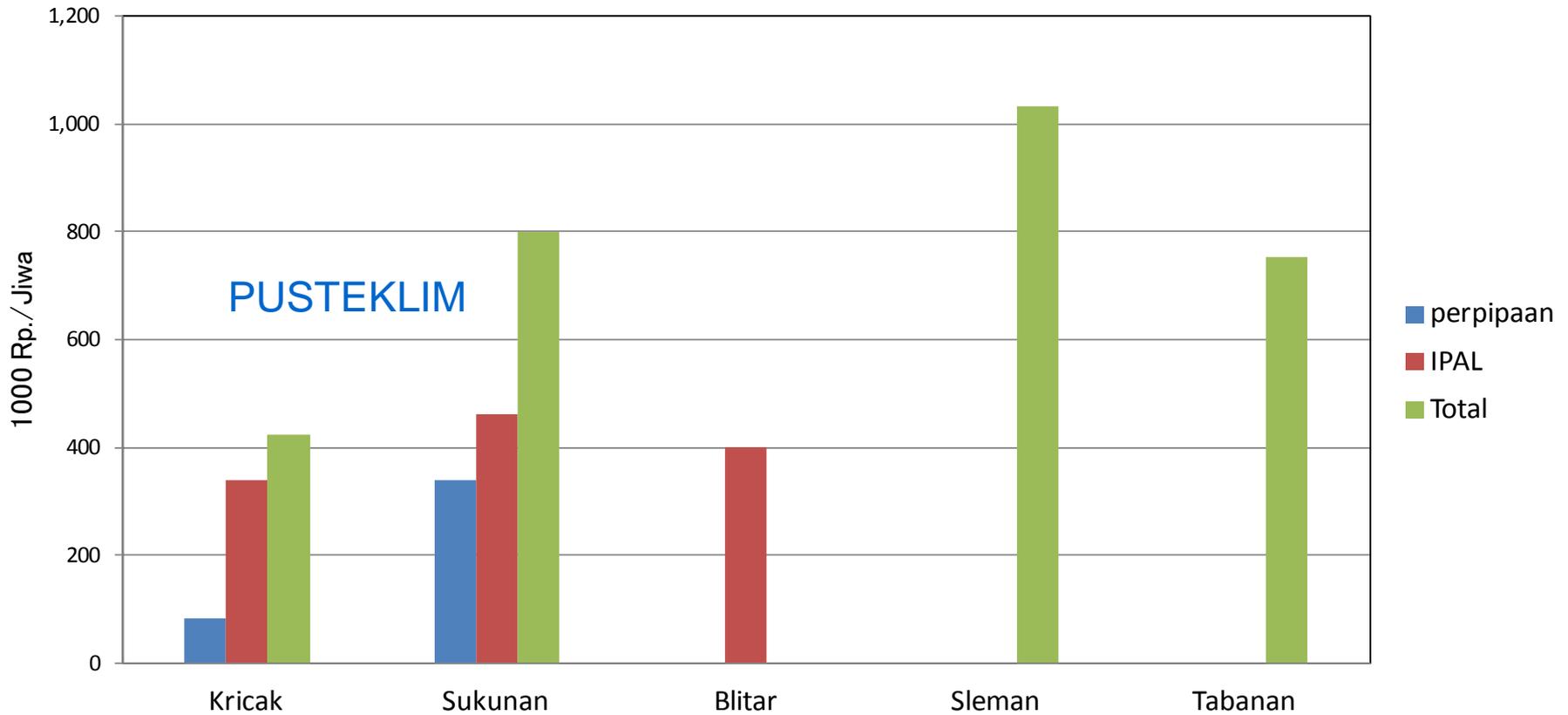
CODのトレンド(クリチャック地区)



排水処理施設建設費の比較

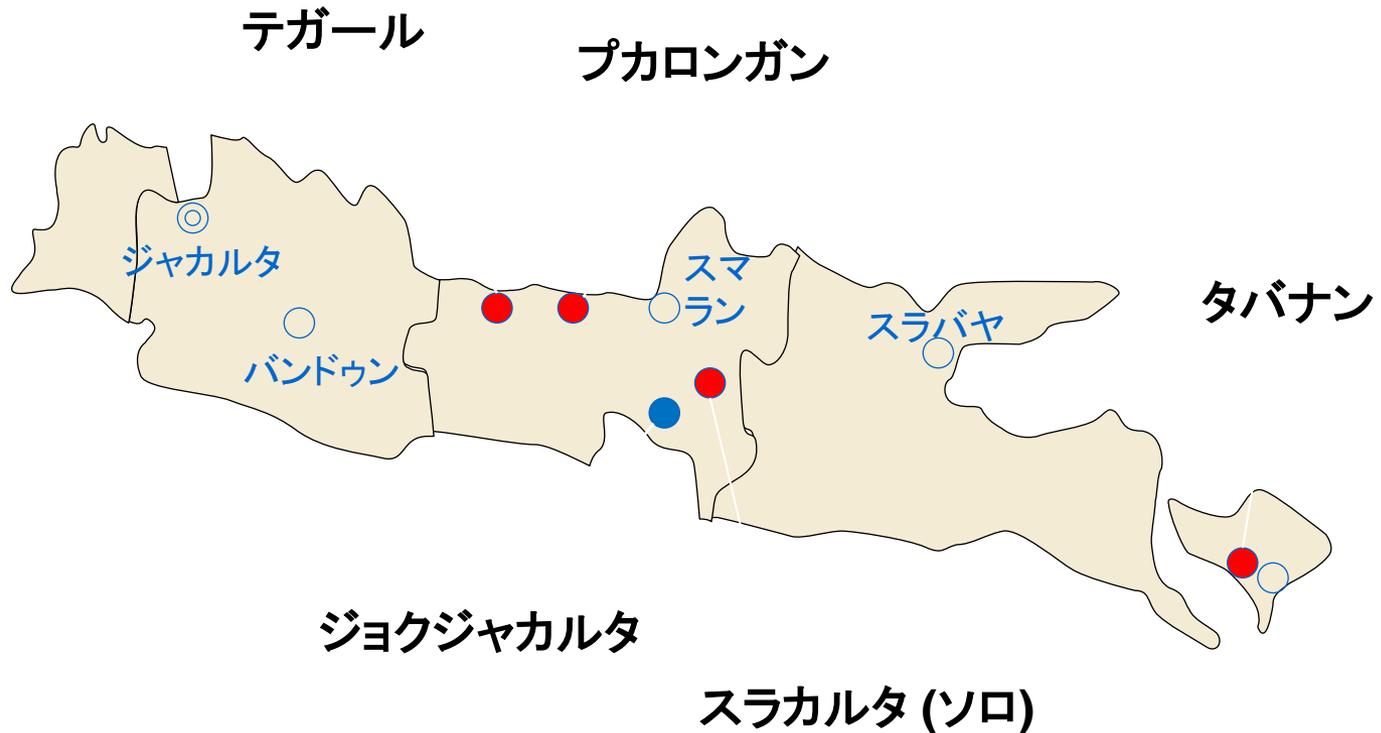


インドネシアにおける他のプラント(嫌気性処理)の 建設費との比較



コミュニティ排水処理システムの広域的普及促進活動

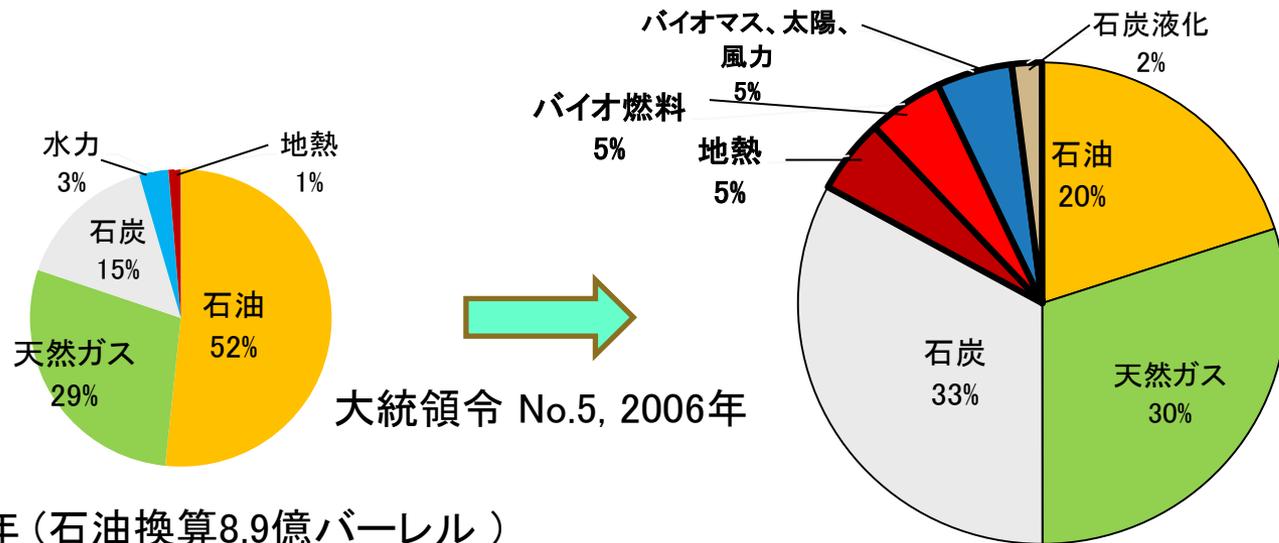
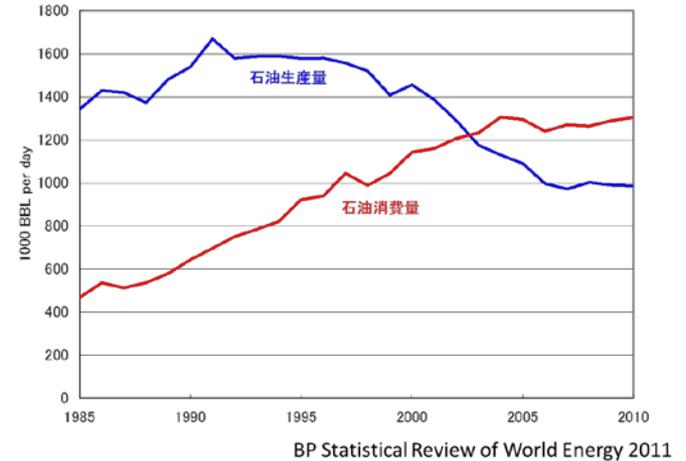
テガール市、プカロンガン市、スラカルタ市、タバナン県等の各都市域にモデルシステムを設置しつつ、それを足場に広域的普及をはかっている。



3. バイオマスエネルギー事業の事例から

背景

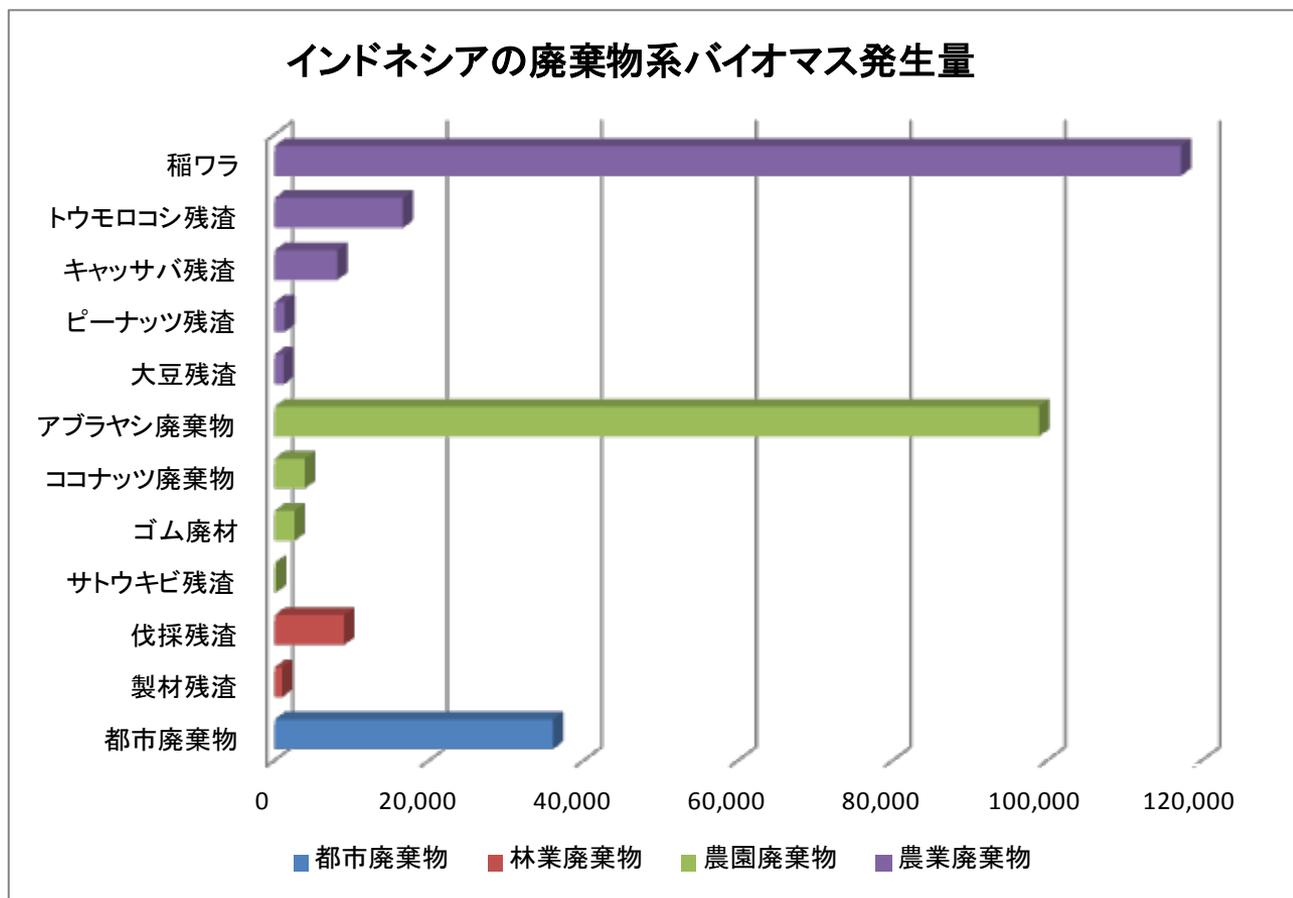
- ・インドネシアでは、エネルギー需要増大の一方、石油資源の枯渇が懸念されている。
- ・このため、国策として、エネルギー源の多様化と新・再生可能エネルギーの導入がはかられようとしている。



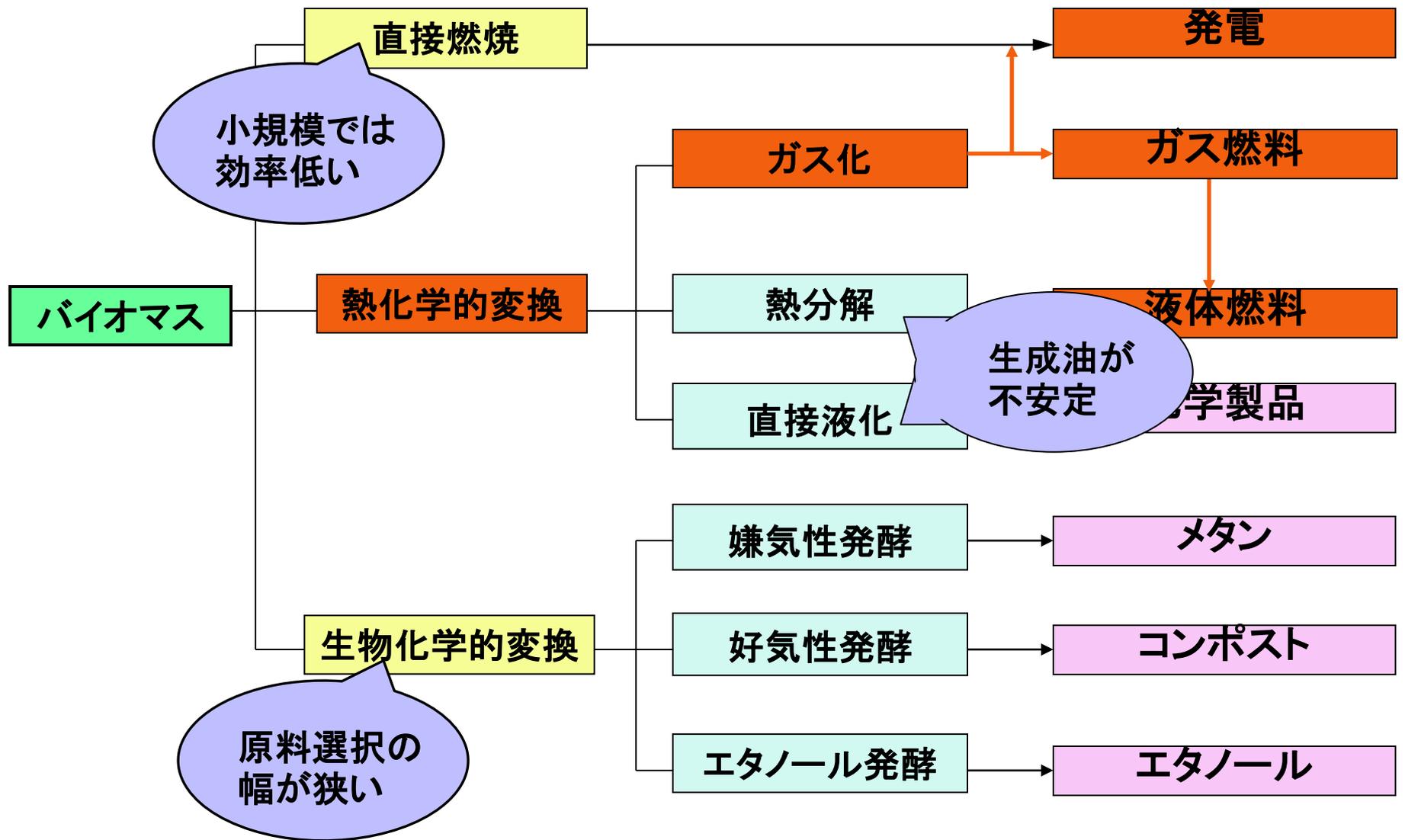
2006年 (石油換算8.9億バーレル)

2025年 (石油換算30億バーレル)

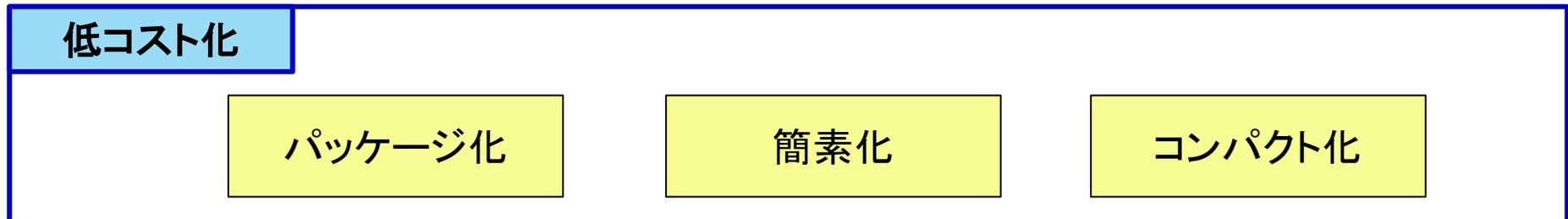
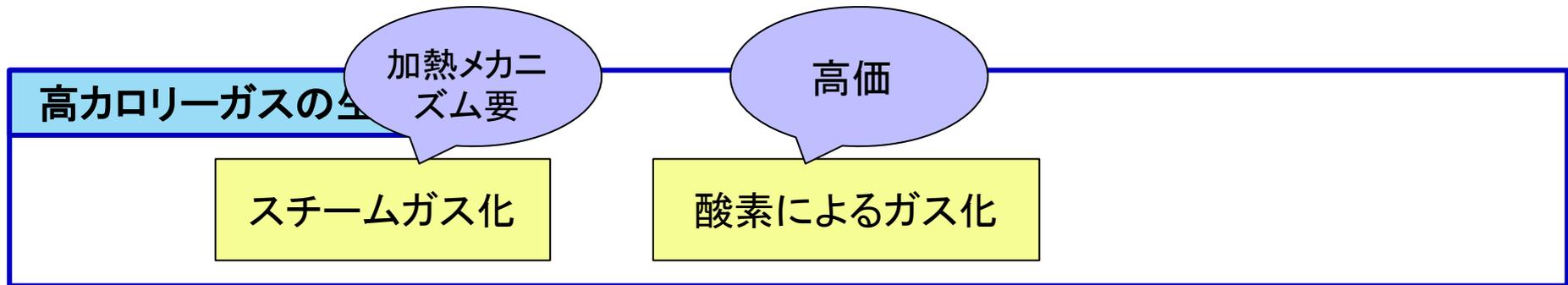
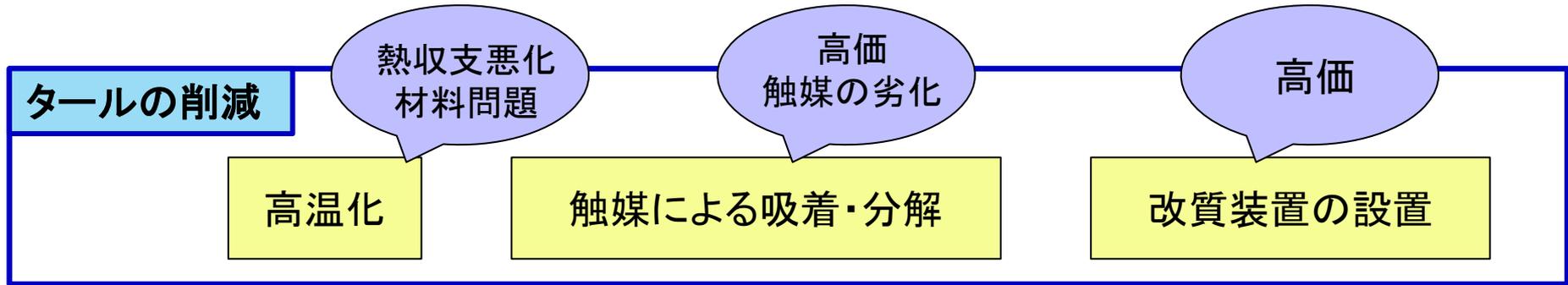
- ・同国のバイオマス廃棄物のポテンシャルは約5000万kWといわれるが、その3.25%しか利用されていない。
- ・現地の条件に適合的な、低コストで運転管理の容易な、バイオマスの利用技術が必要とされている。



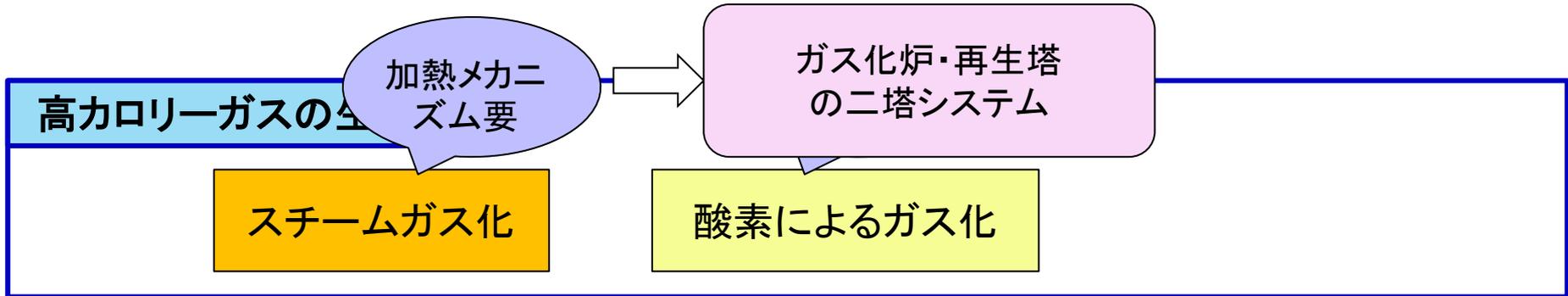
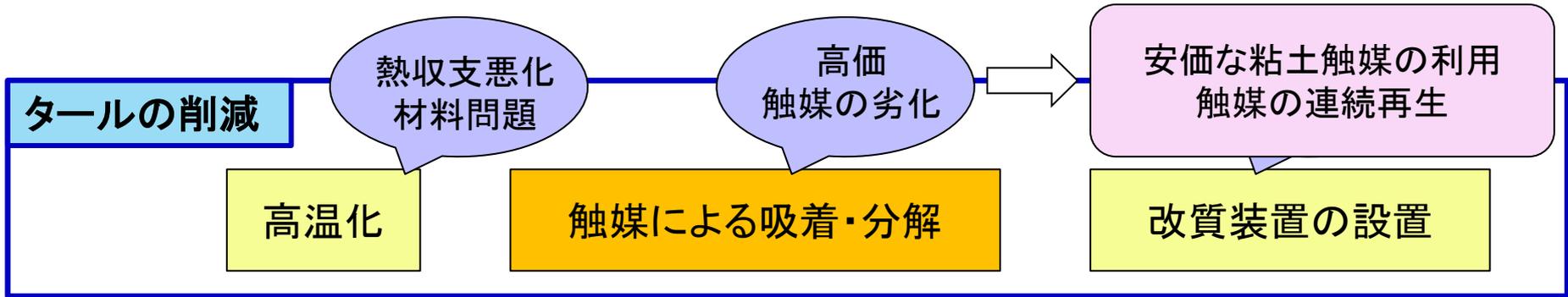
バイオマスのエネルギー利用技術の分類



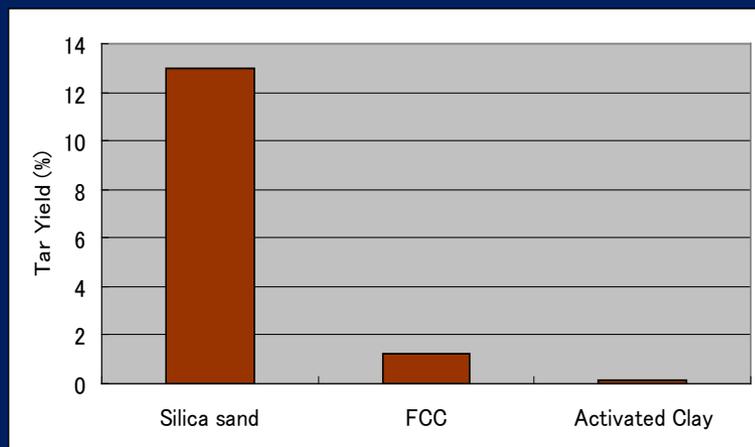
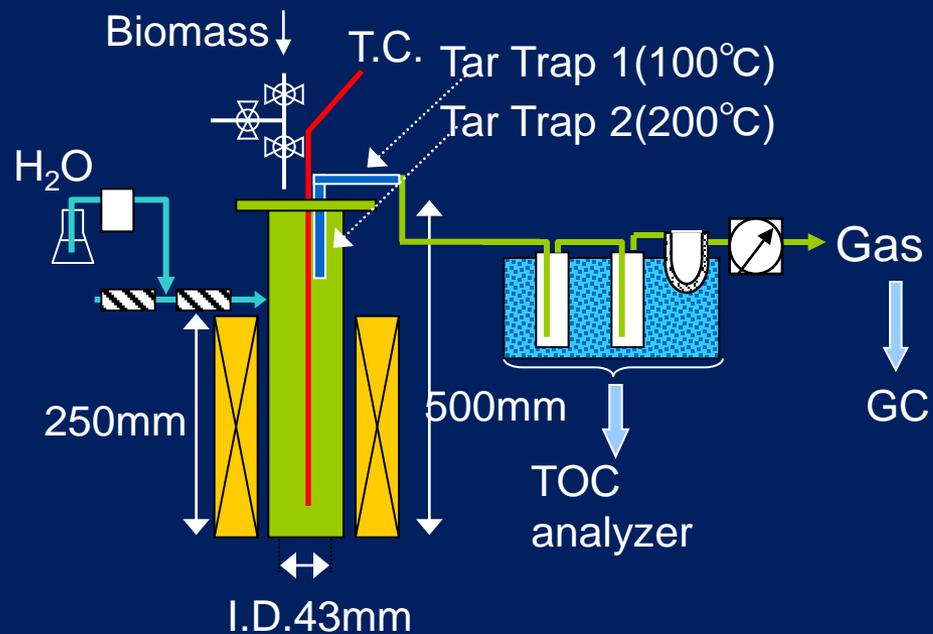
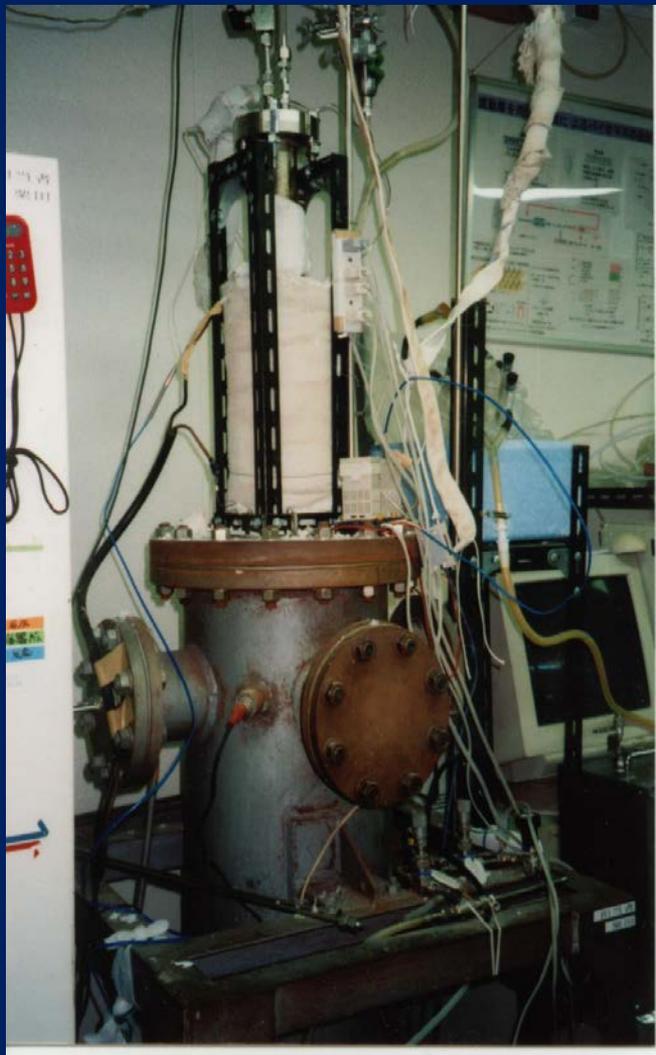
バイオマスガス化技術開発の課題と対策



バイオマスガス化技術開発の課題と対策



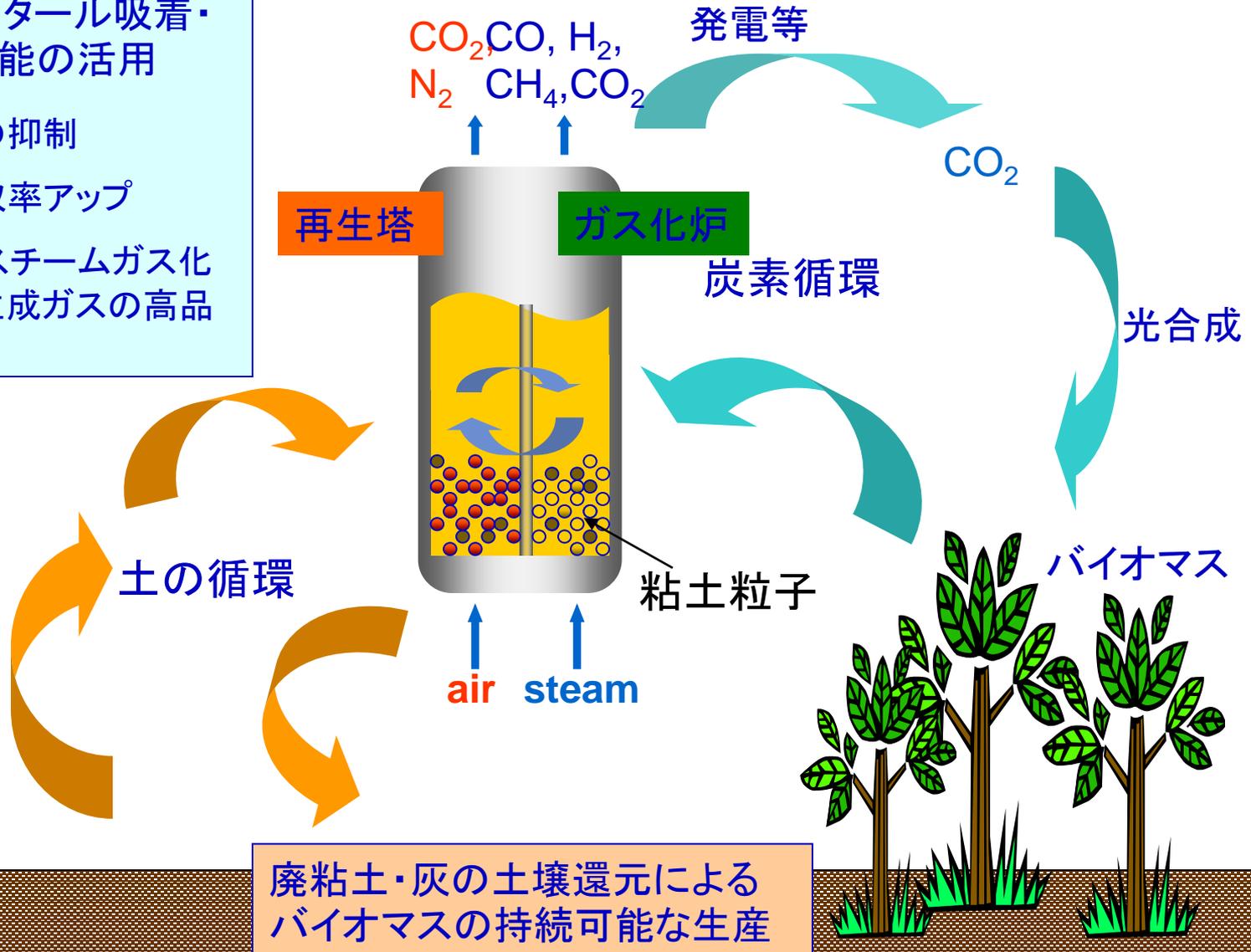
小規模実験による粘土のタール削減効果の確認



粘土を用いた流動層ガス化のコンセプト

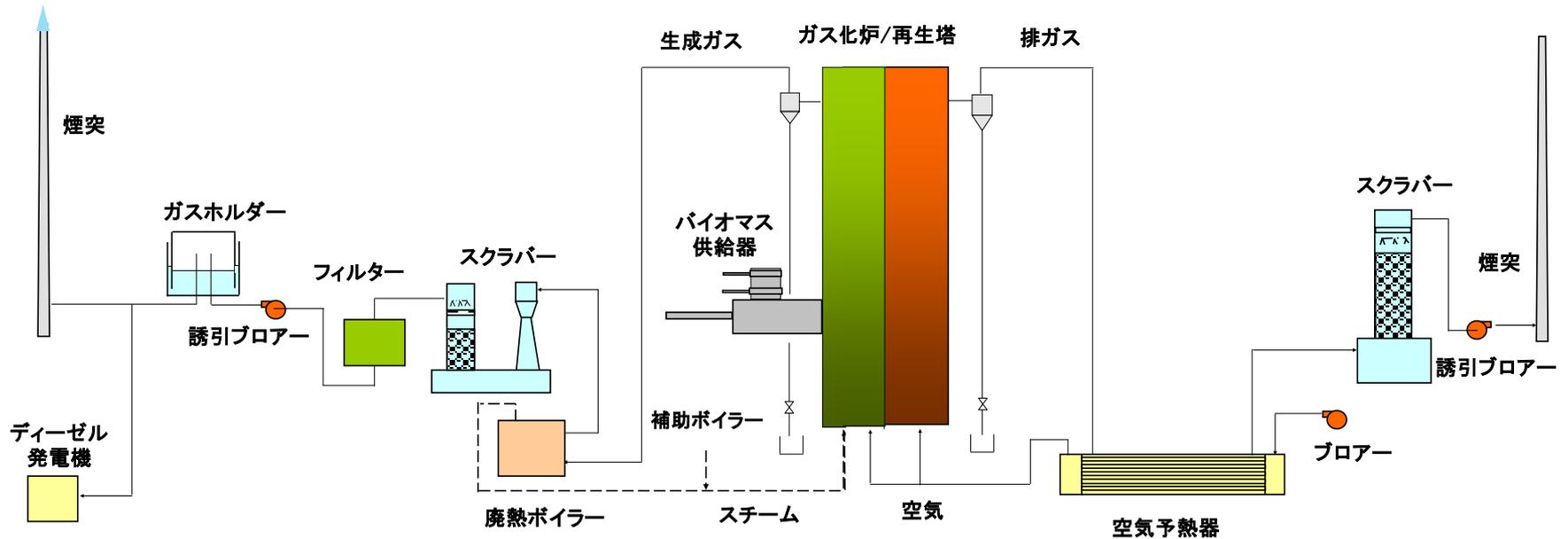
粘土のもつタール吸着・
分解機能の活用

- 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



廃粘土・灰の土壤還元による
バイオマスの持続可能な生産

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



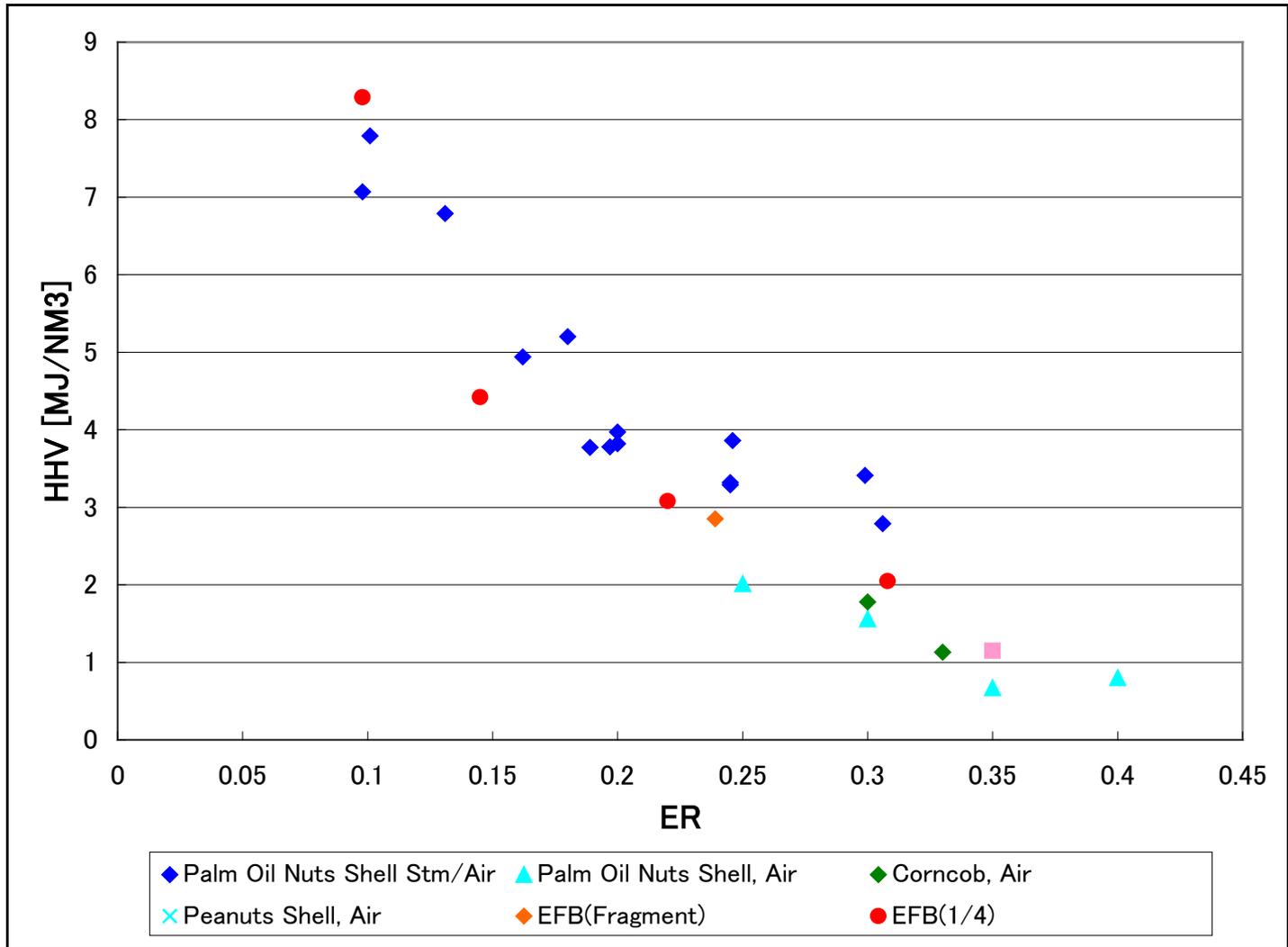
ガス洗浄系



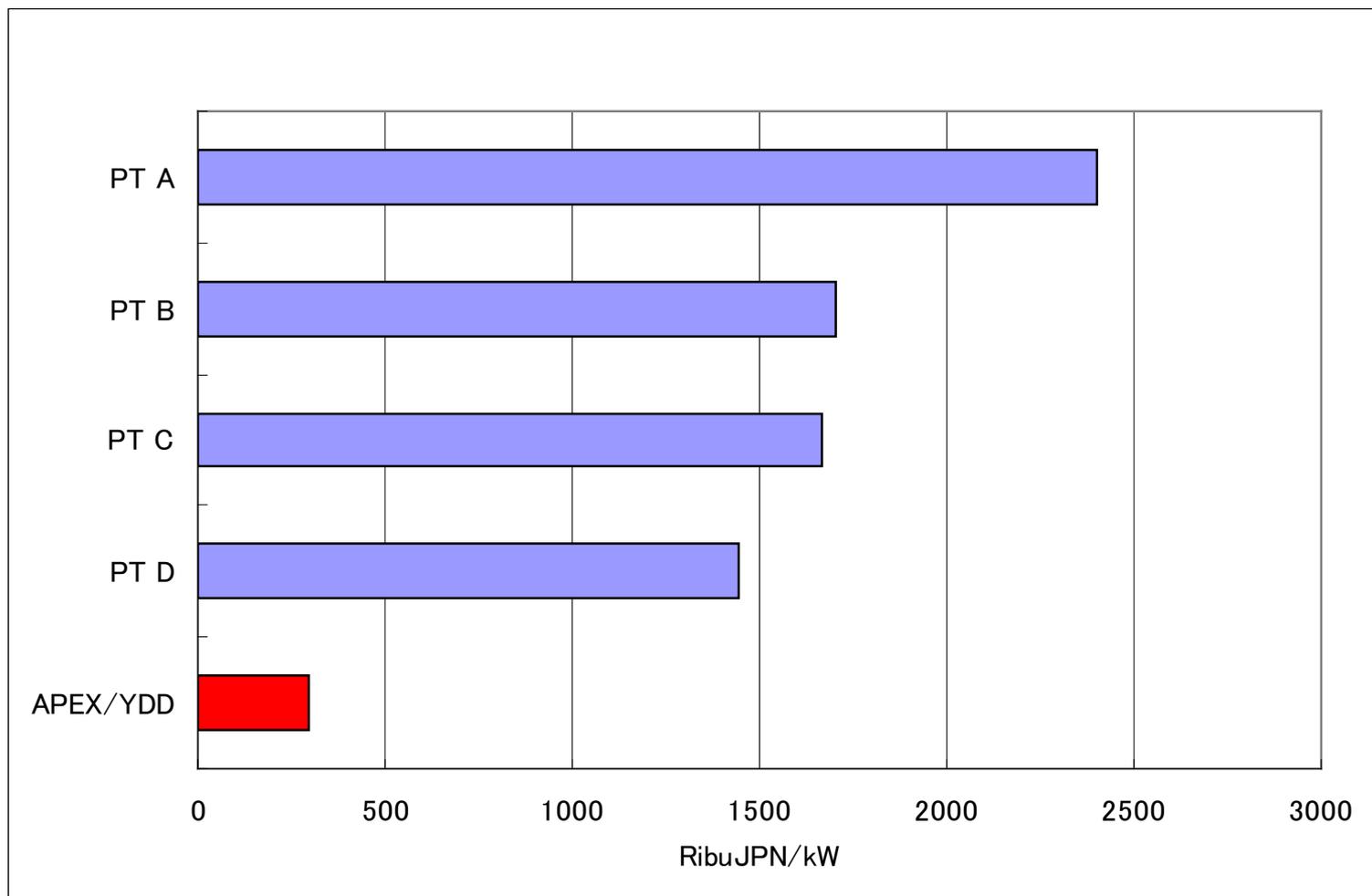
ディーゼル発電機



アブラヤシ空房のガス化テストの結果



小規模バイオマスガス化プラントの初期投資額



SATREPS(地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム)事業 (2013年～2018年)

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

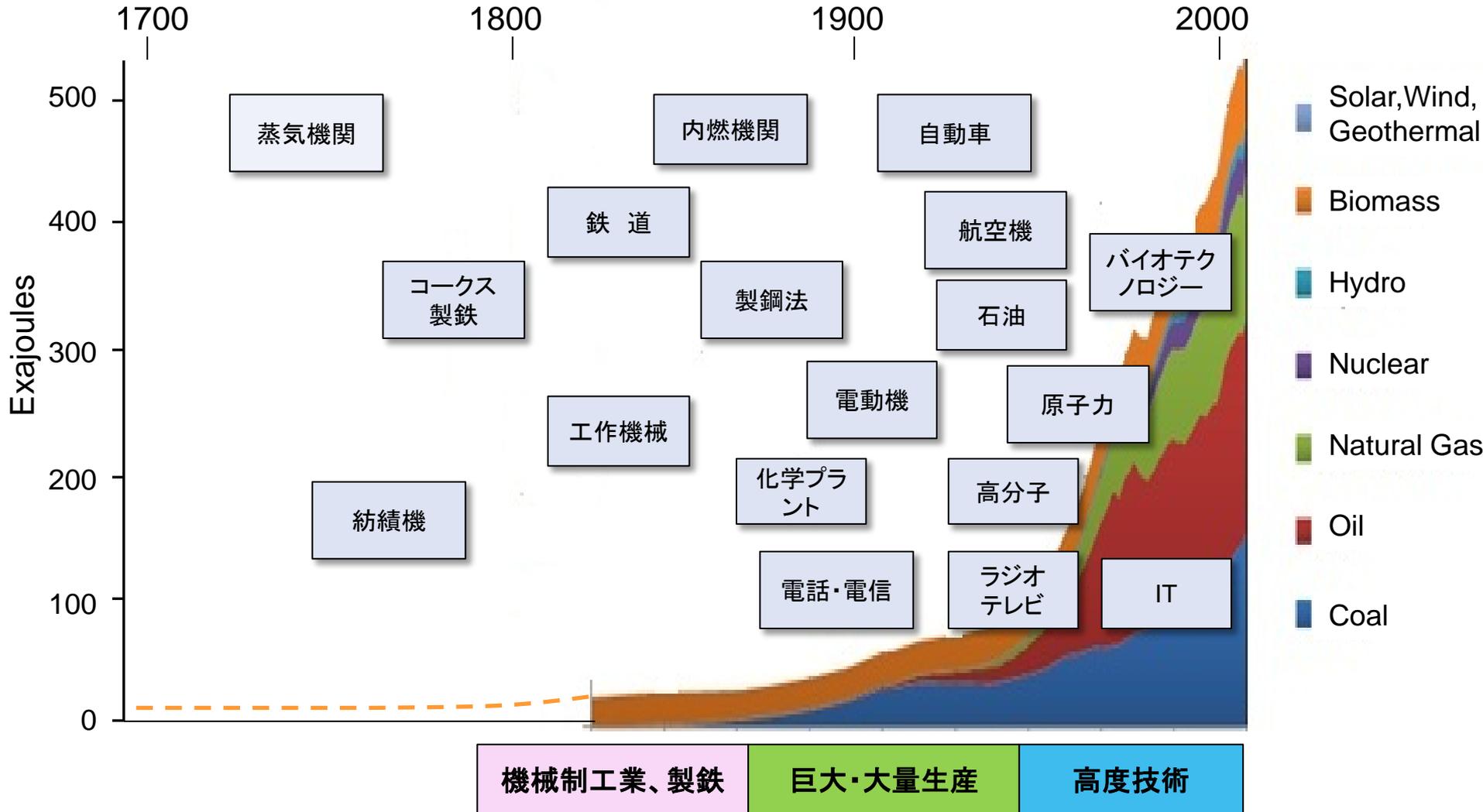
準商業レベルのプラントによる実証運転を通じた普及基盤整備:

人材育成(共同開発、プログラム研修)

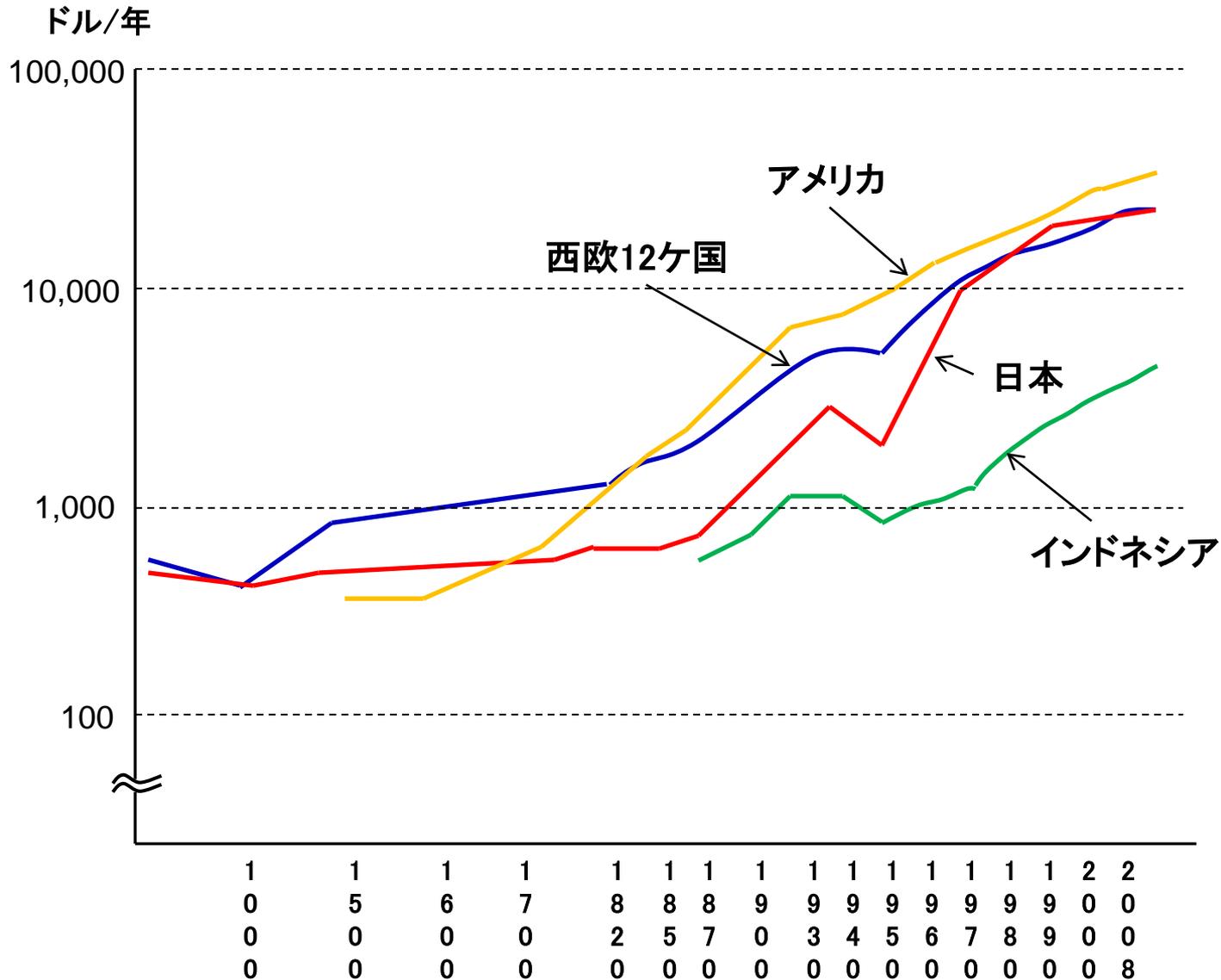
ネットワーク形成(セミナー等)

4.適正技術の今日的意義

近代技術の発展と世界のエネルギー消費

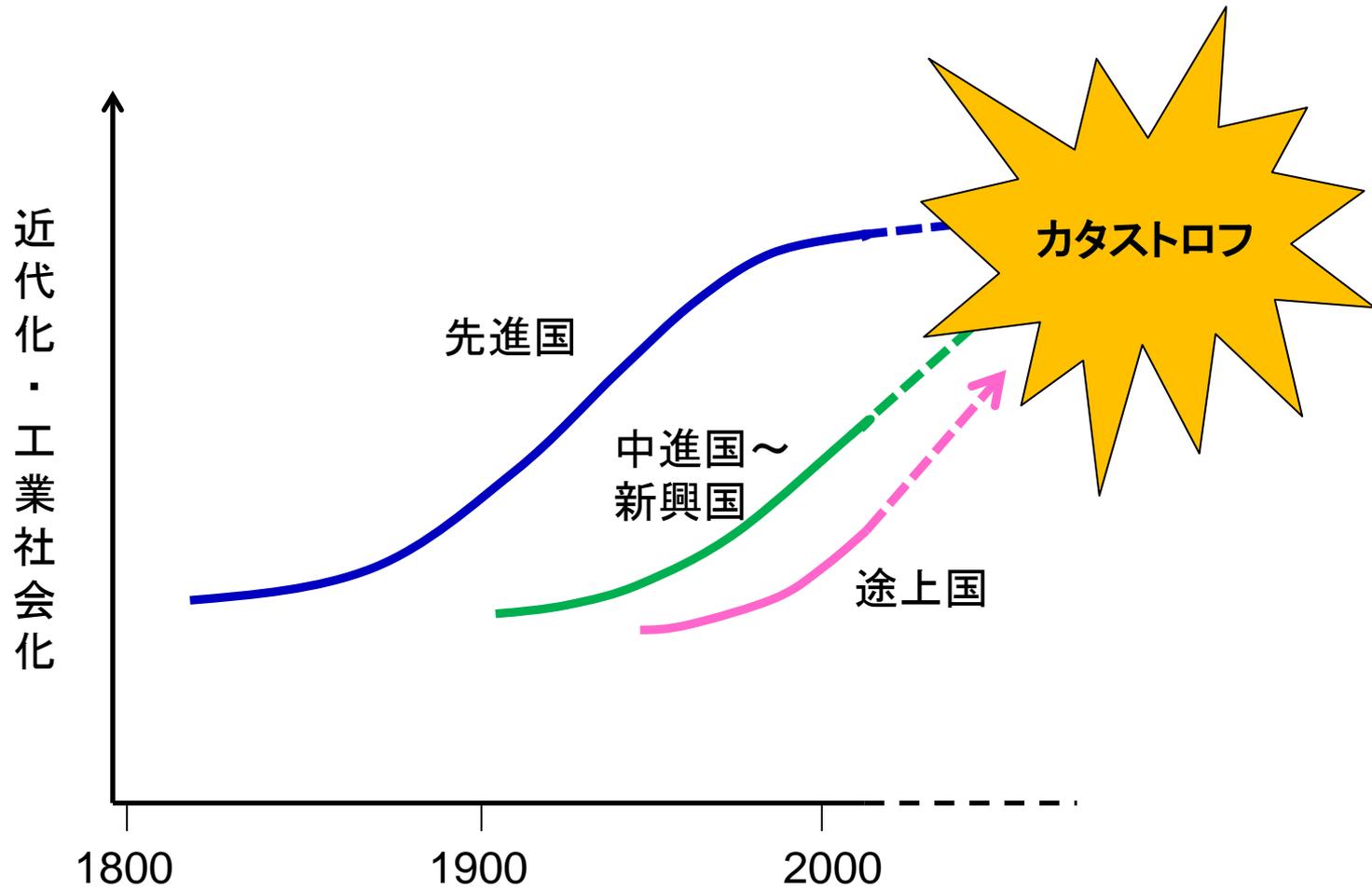


一人当たりGDPの長期的推移



出所:佐藤百合「経済
大国インドネシア」を
元に作成

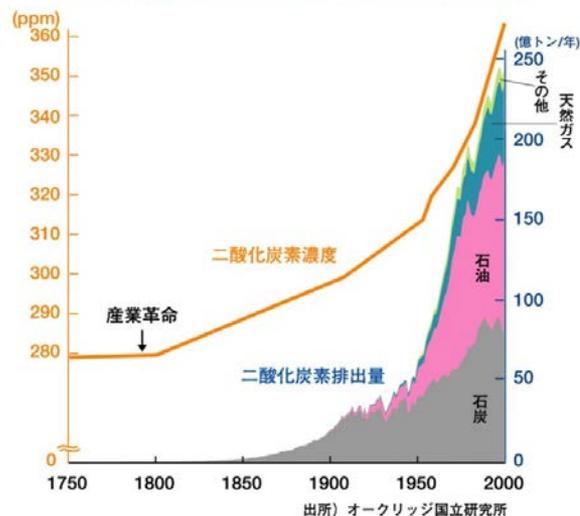
リニアな近代化史観とその限界



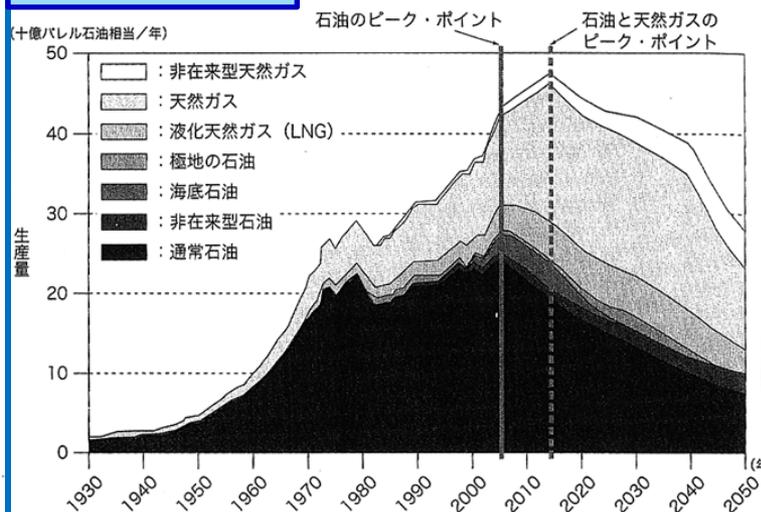
近代科学技術/近代産業社会の問題群

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



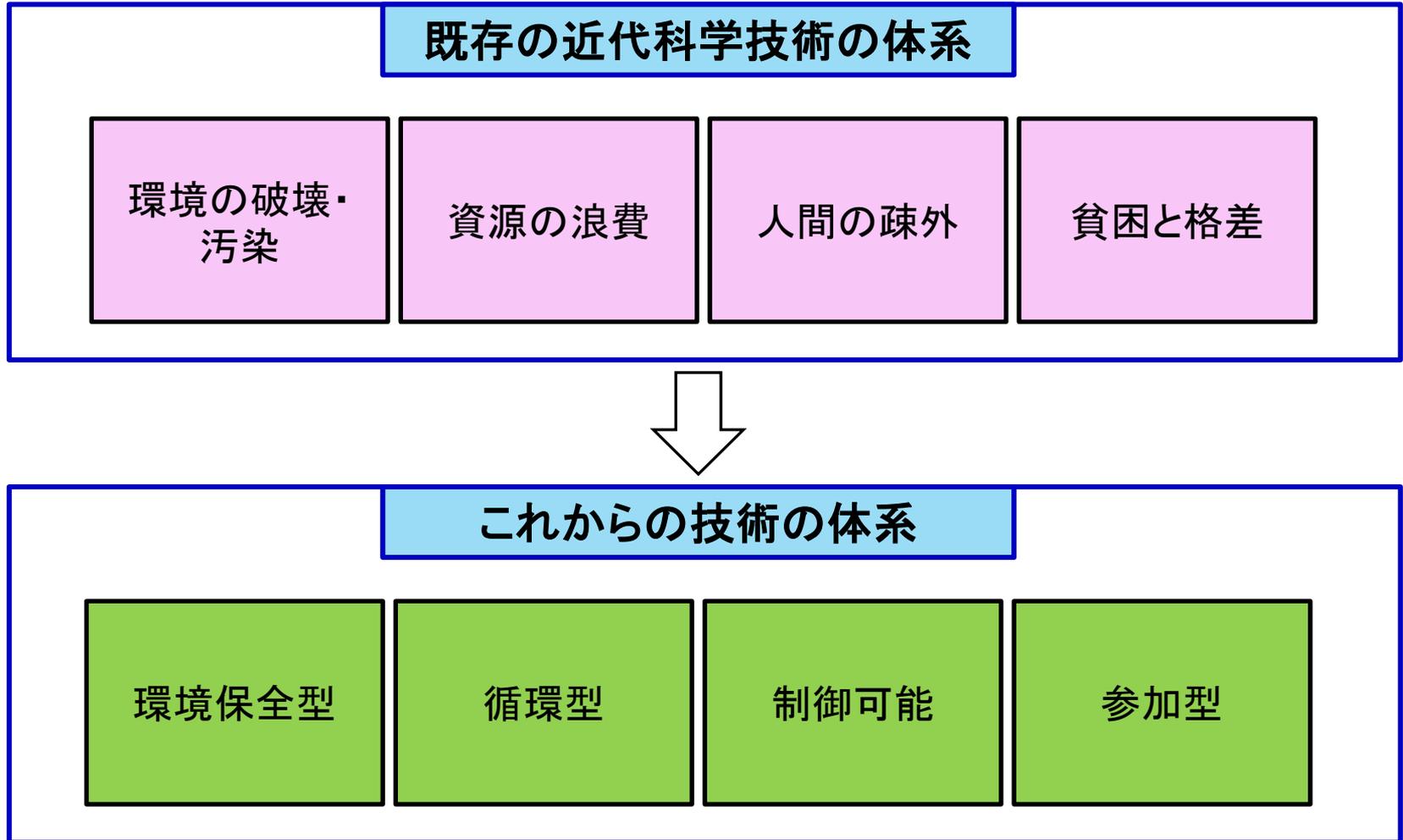
人間の疎外

- 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

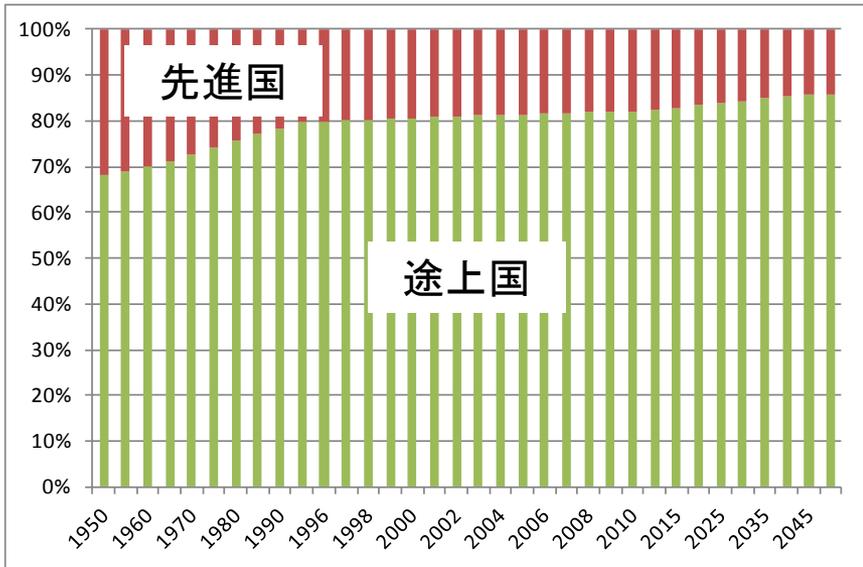
- 資本と高度な技術を持つものだけが優位に立つ
- 工業と農業の格差
- 資源供給者と資源利用者の格差
- 先進国と途上国の格差

これからの技術の方向性

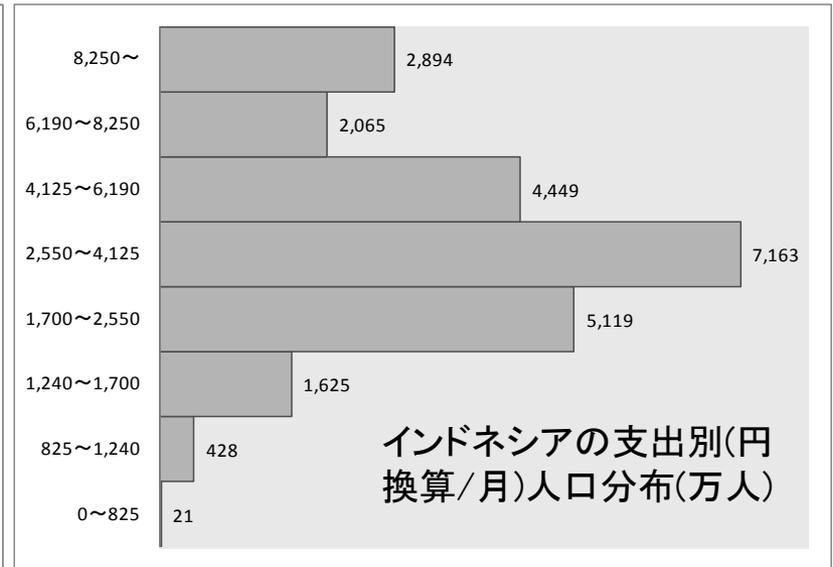


技術開発の大胆な重点シフトが必要

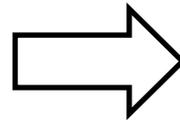
世界の人口の大部分は「途上国」の人々



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



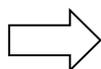
大多数の人々のための技術開発

適正技術の今日的意義

途上国開発の文脈

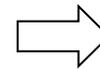
シュマツハーの
第1の定義
(中間技術)

(60年代中盤)



一時活性化、
UNIDO, ILO等
の適正技術論

(70年代)



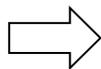
一面で定着
一面で衰退

(80年代中盤)

近代科学技術批判の文脈

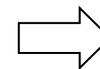
シュマツハーの
第2の定義
(中間技術)

(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

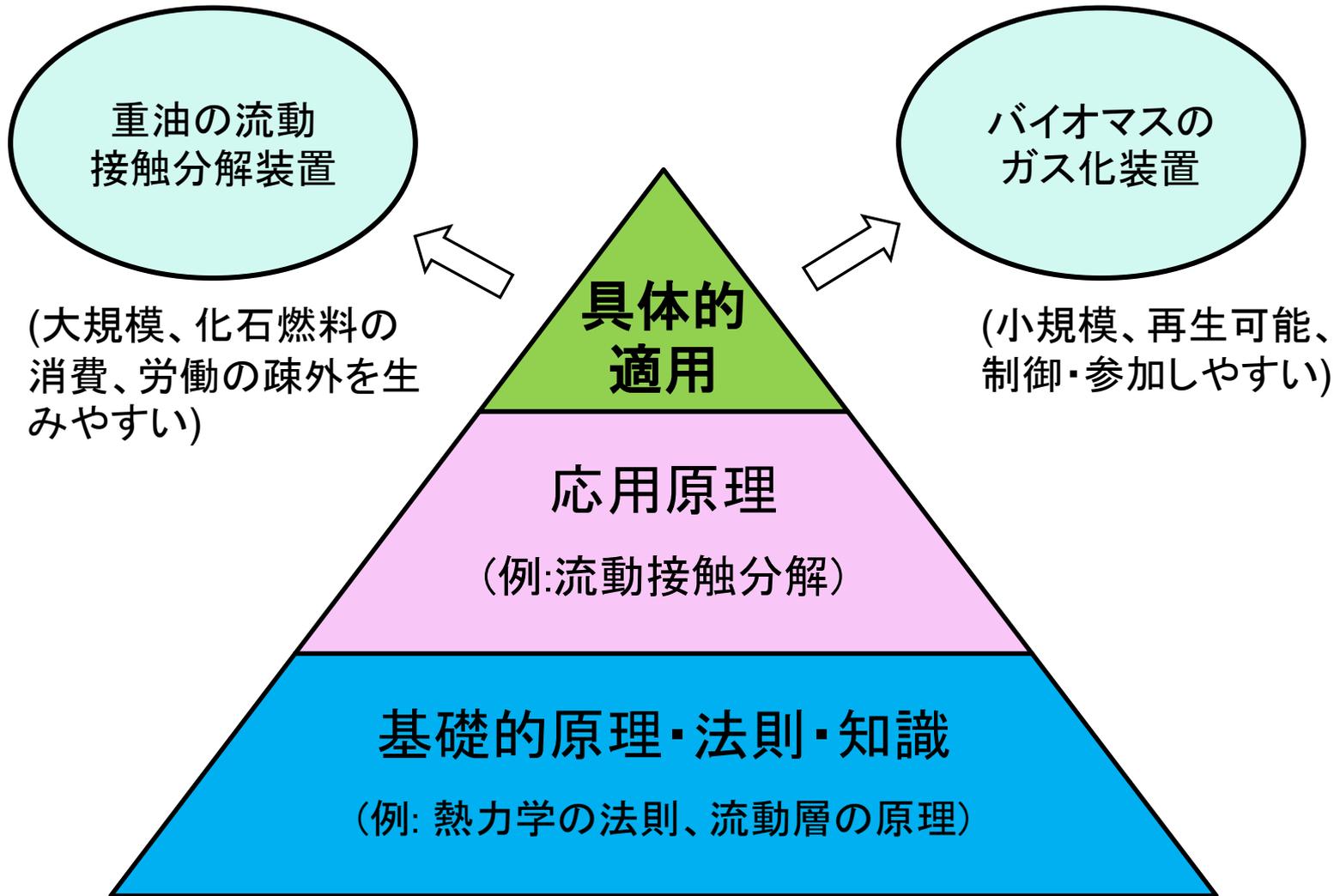
近代科学技術批判の文脈

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
コミュニー的発想の代替案の限界

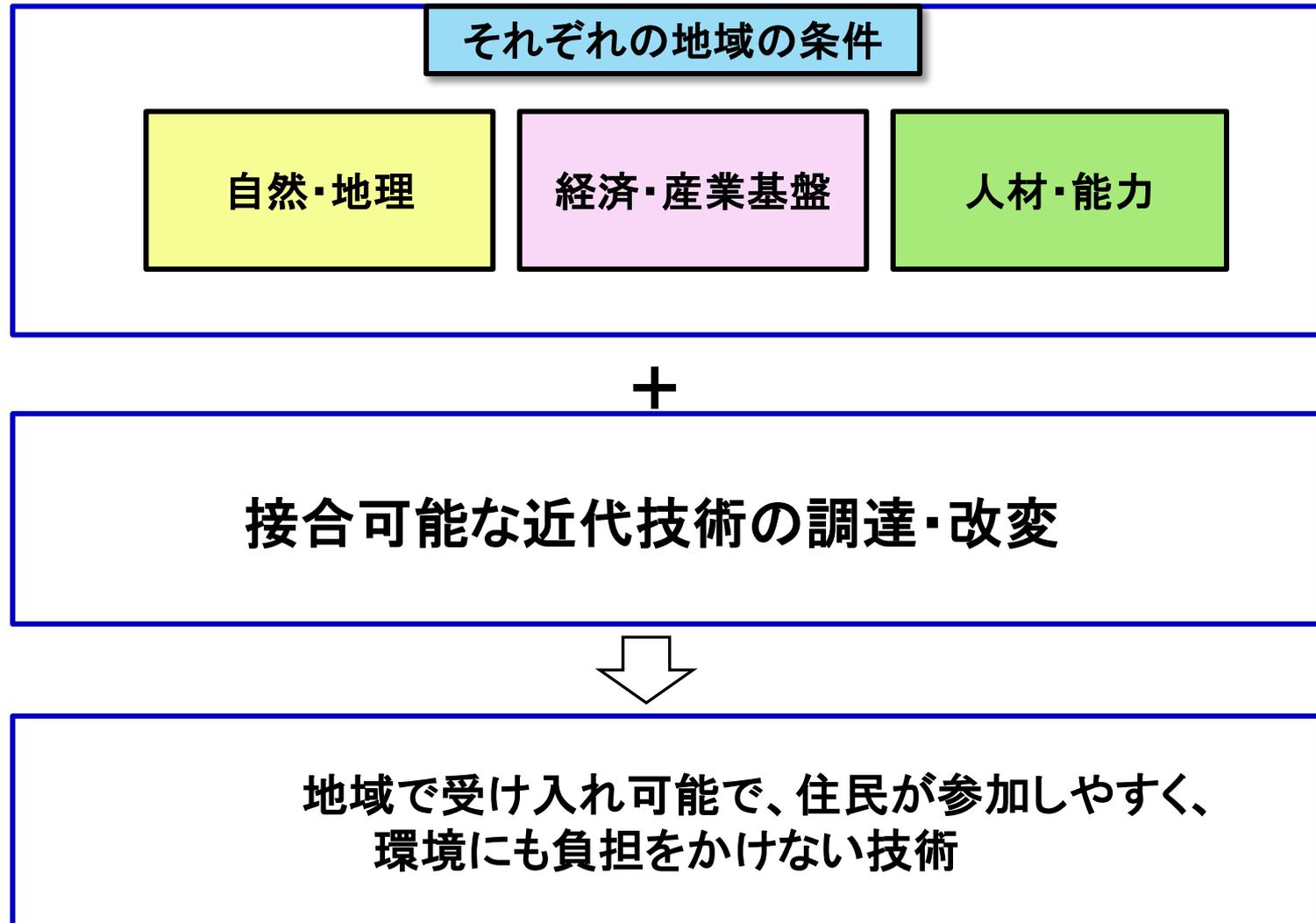
新しい今日的意義をもった適正技術へ

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

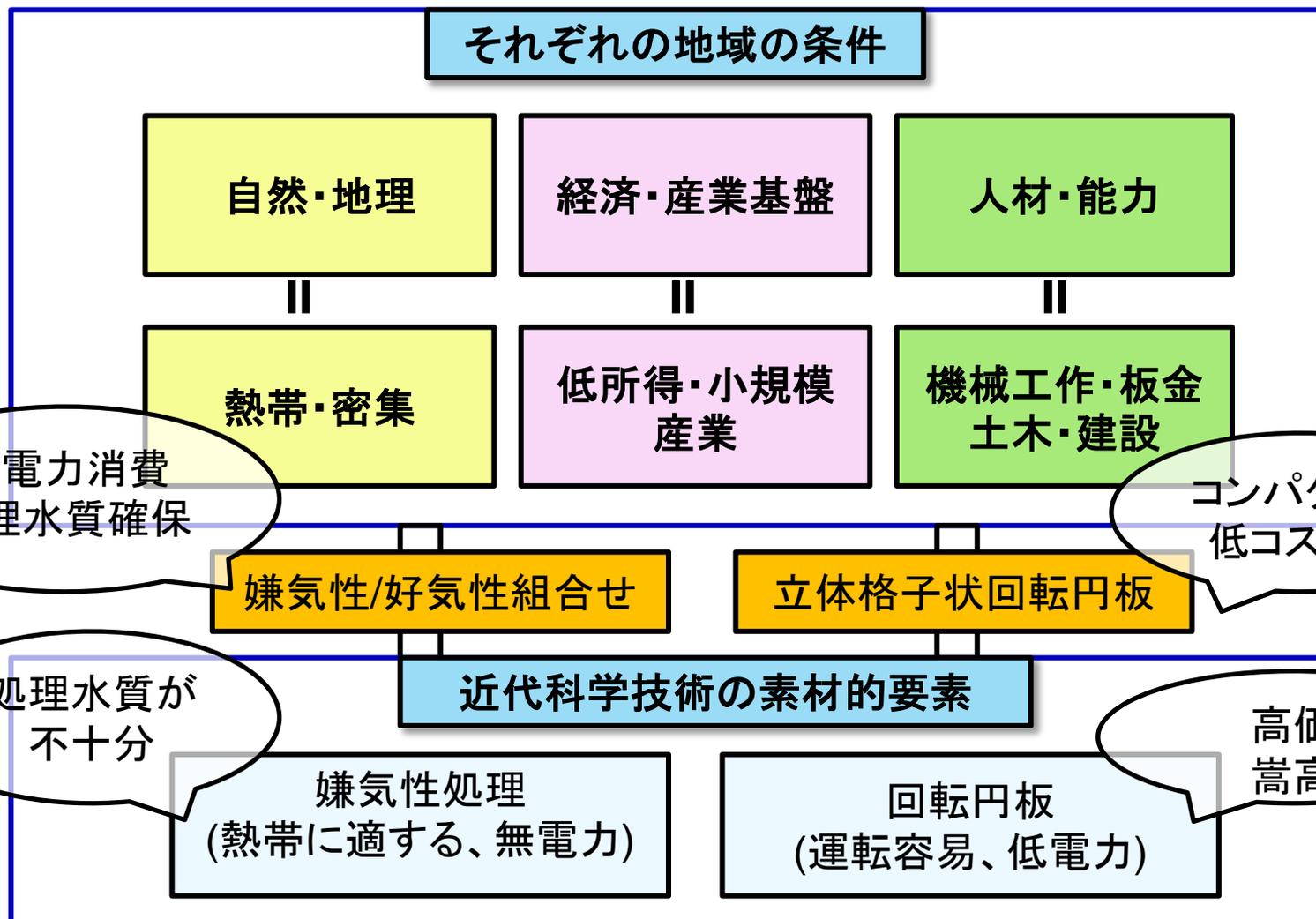
科学技術の体系の階層構造



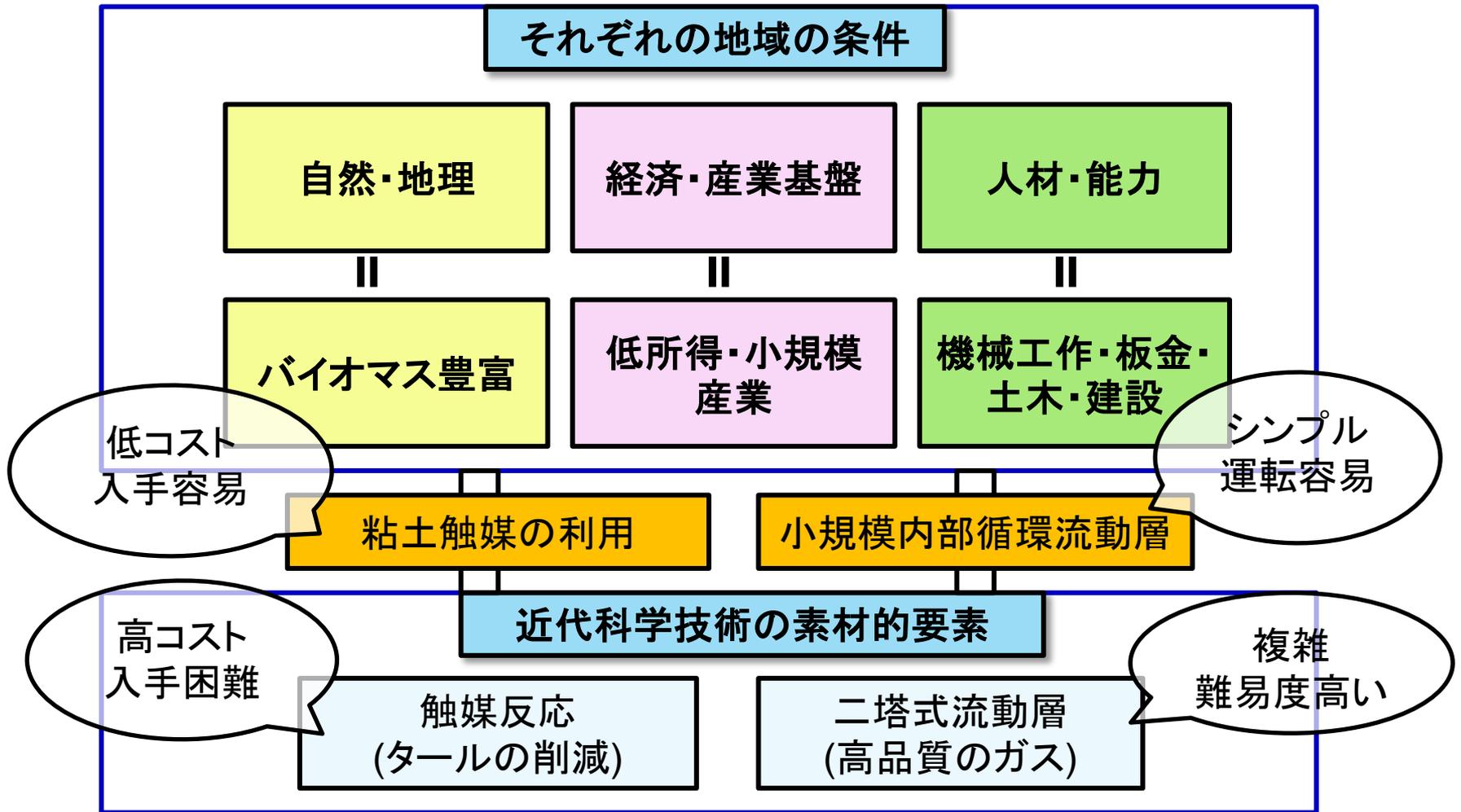
適正技術創出の現場



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

