

— 京都大学大学院 B-LIFE21寄付講座 —

1

『地球環境時代の企業市民』

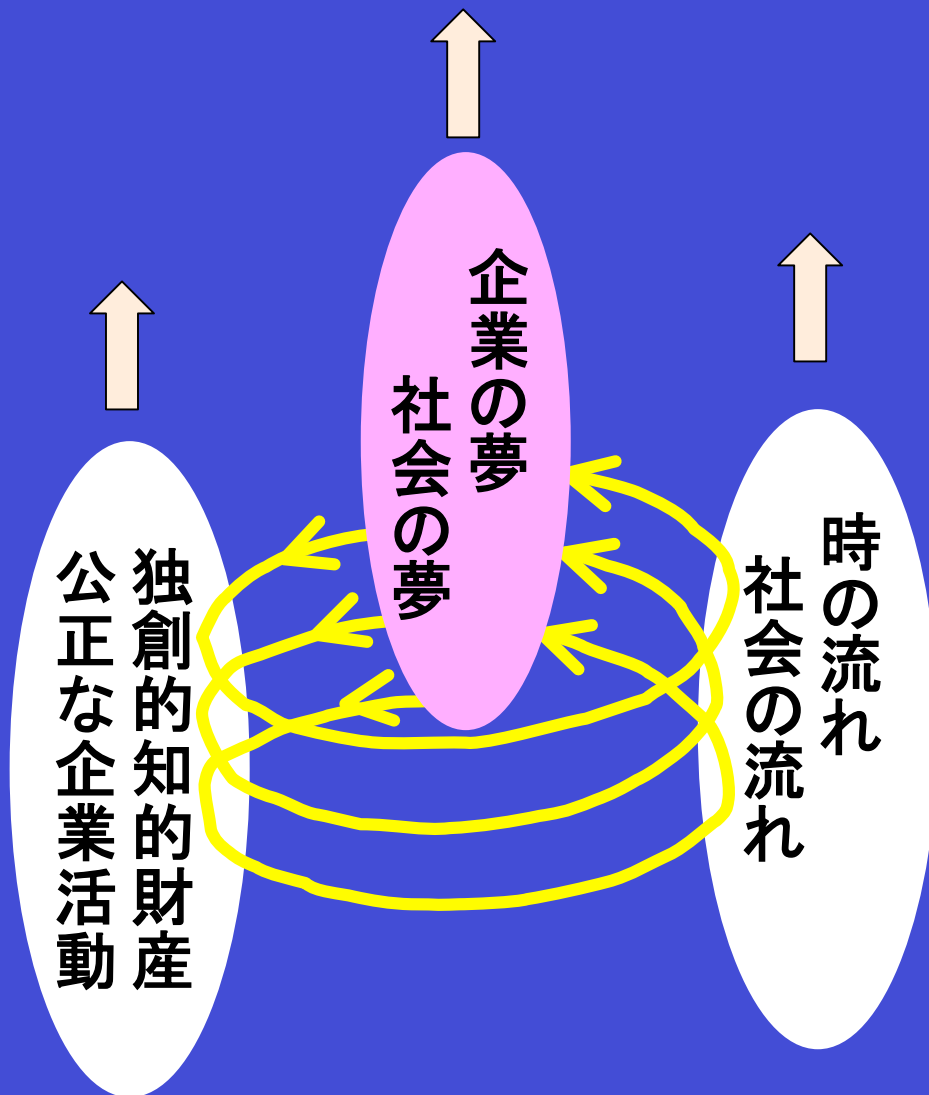
第7回

「バイオマスを資源とする
新しい社会創り」

2005年12月1日

京都大学大学院地球環境学堂
京都大学高等教育研究開発推進機構
環境を考える経済人の会 21 (B-LIFE21)

株式会社 荏原製作所
名誉会長 藤村宏幸



理想的な企業経営とは、

①夢への挑戦



②独創的知的財産
公正な企業活動に基づく



③時代の流れを作る



再度①への循環

グローバルトリレンマ

* 資源、エネルギー枯渇

* 人口問題 淡水・食糧不足

* 貧富の差拡大

* 経済難民

経済成長

* 自然災害

* 伝染病

* 環境難民

* 都市のスラム化

人類の危機

資源
エネルギー
の枯渇

環境保全

* 地球温暖化

* 森林破壊

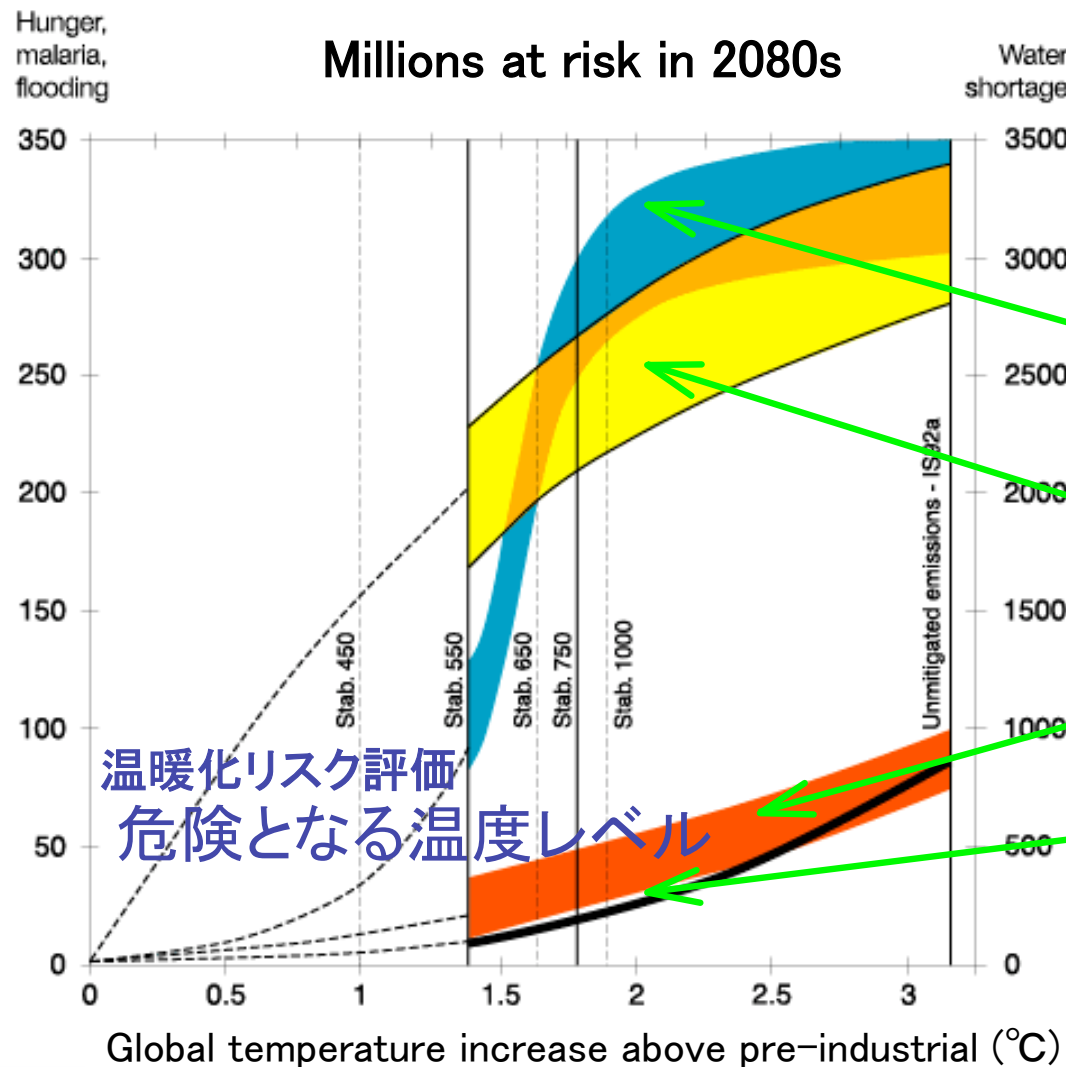
* オゾン層破壊

* 酸性雨

* 海洋汚染

Millions at Risk (Parry et al, 2001)

Hunger, malaria, flooding (million people at risk)

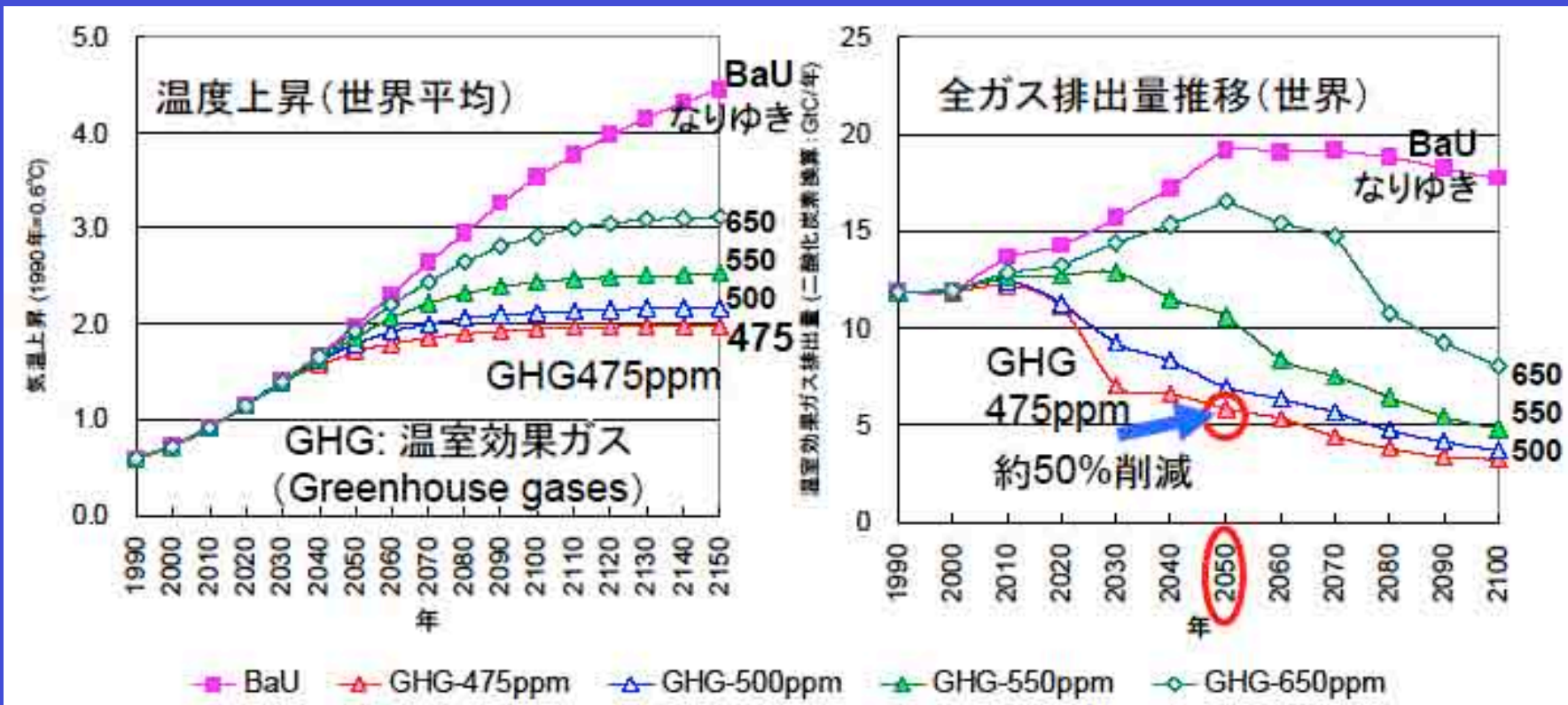


Water shortage (million people at risk)

- Risk of water shortage
- Risk of malaria
- Risk of hunger
- Risk of coastal flooding

Parryが指揮をとり、全球平均気温上昇が、水不足リスク、マラリアリスク、飢餓リスク、沿岸洪水リスクにさらされる人口にどのような影響を与えるかを調べた。1.5°C~2.0°C付近で、急激にリスク人口が増加することが見て取れる。

気温上昇を2°C以下に抑えるには



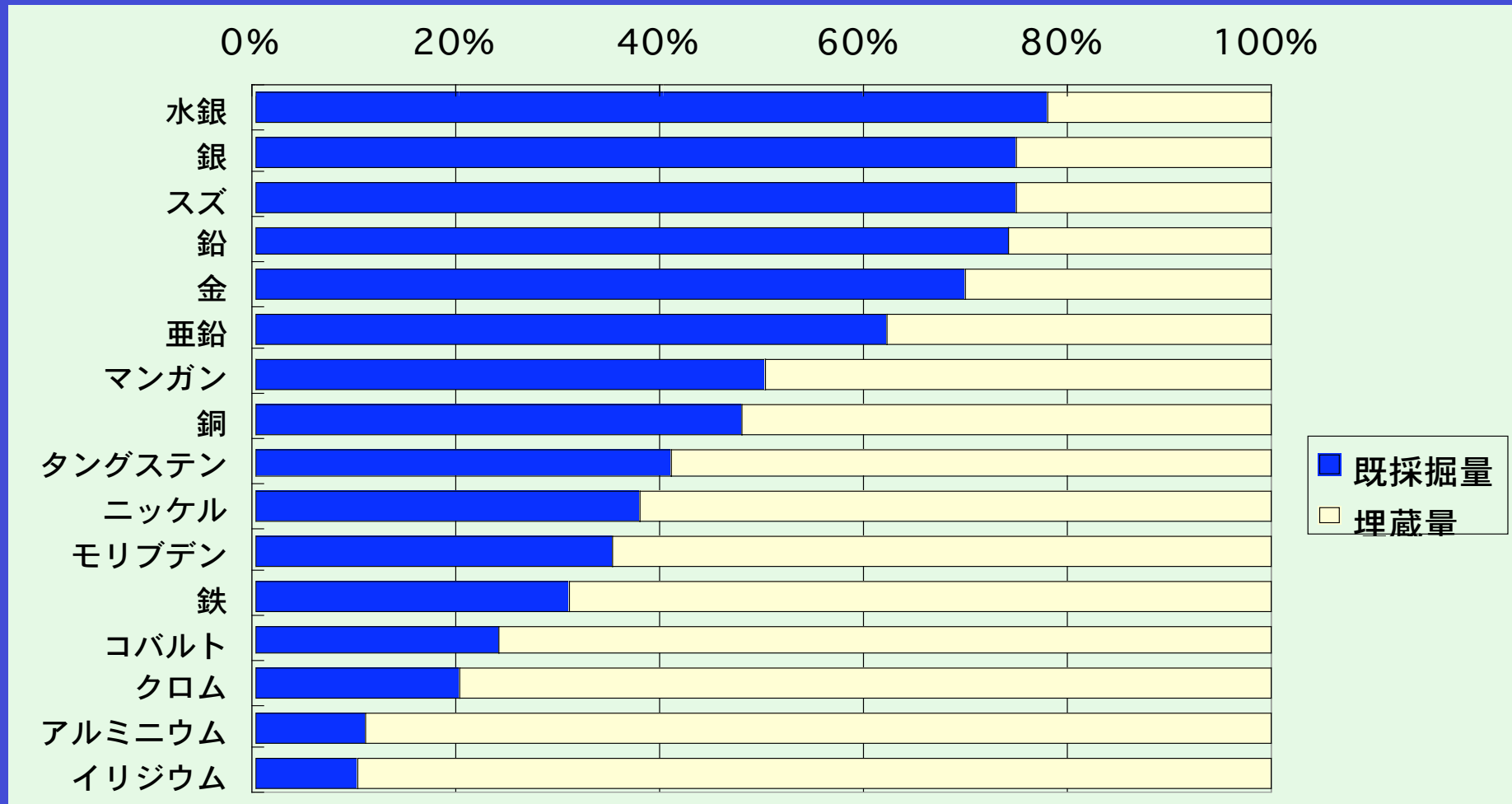
Greenhouse gasesとは
温室効果をひき起こす
ガス:CO₂以外にはメタン、
亜酸化窒素、フロンなど

中央環境審議会地球環境部会気候変動に
関する国際戦略専門委員会:「気候変動
問題に関する今後の国際的な対応について
(長期目標をめぐって)第2次中間報告」
(平成17年5月)に情報提供

- ・気温上昇を2°C以下に抑えるには、大気中GHG濃度を475ppm以下にする必要がある。
- ・2050年のGHG排出量を世界全体で、1990年レベルの50%以下に削減する必要がある。
- ・日本はそれ以上(60-80%)の削減が求められる可能性。欧州諸国(英国60%削減、ドイツ80%削減、フランス75%削減)でも検討。

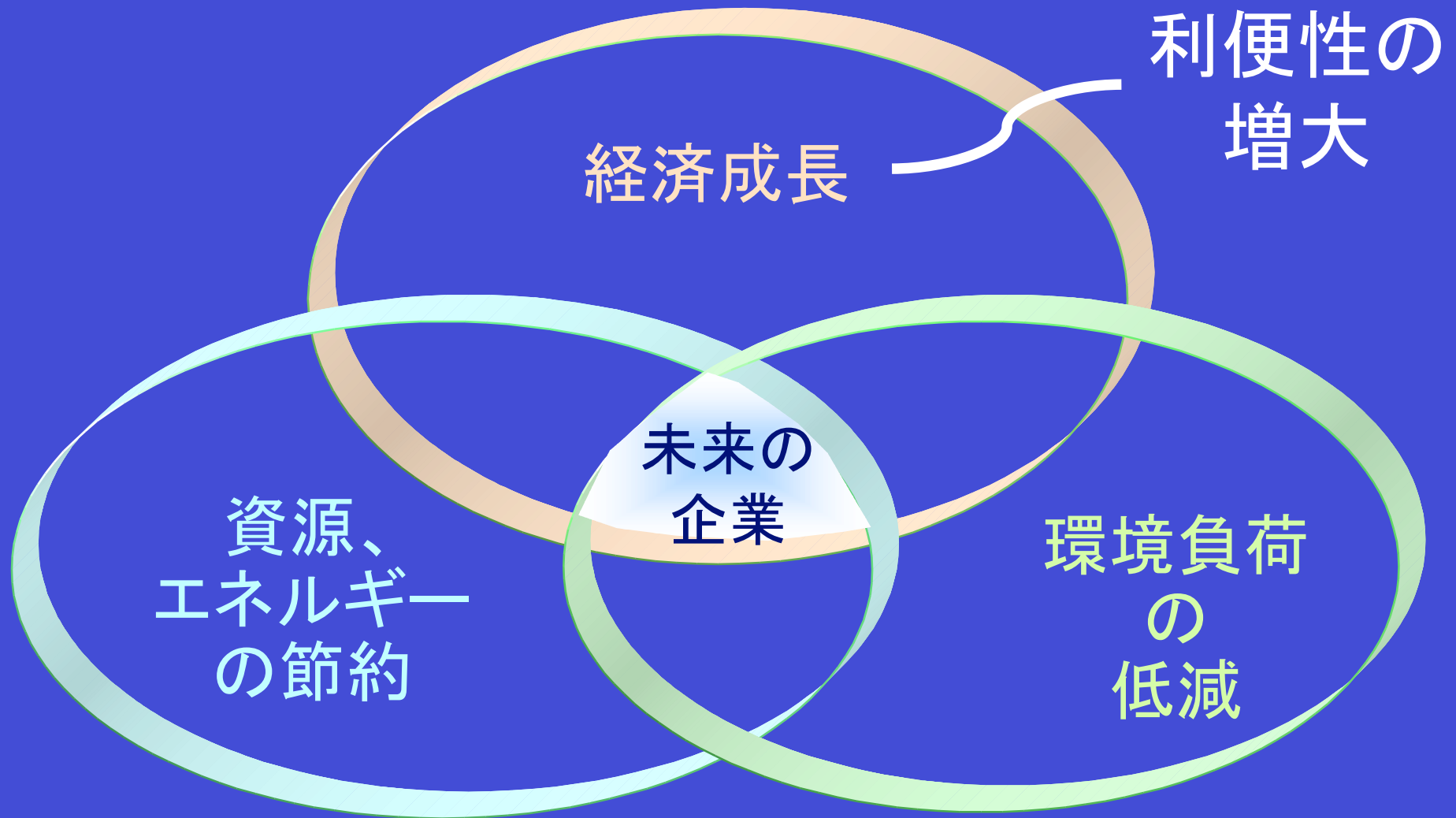
グローバルリレンマ

鉱物資源の枯渇



グローバルトリレンマを同時に
解決できる企業、システム

7



グローバルトリレンマを同時に 解決できる企業、システム

持続可能な量でのバイオマス資源
地下資源と自然エネルギー資源

幸せの増大

未来の企業・経営の姿

グローバル展開
高度知的集団

NPO的
地域の雇用増大
地場企業
地域再生資源・
自然エネルギー活用
福祉・厚生分野

●日本の例

資源、
エネルギーの
節約

環境負荷の
低減

パラダイムの展開

資源の有効利用
循環利用を図り
廃棄物をゼロに
近づける
ゼロエミッション

資源効率を10倍に
環境効率向上
ファクター10

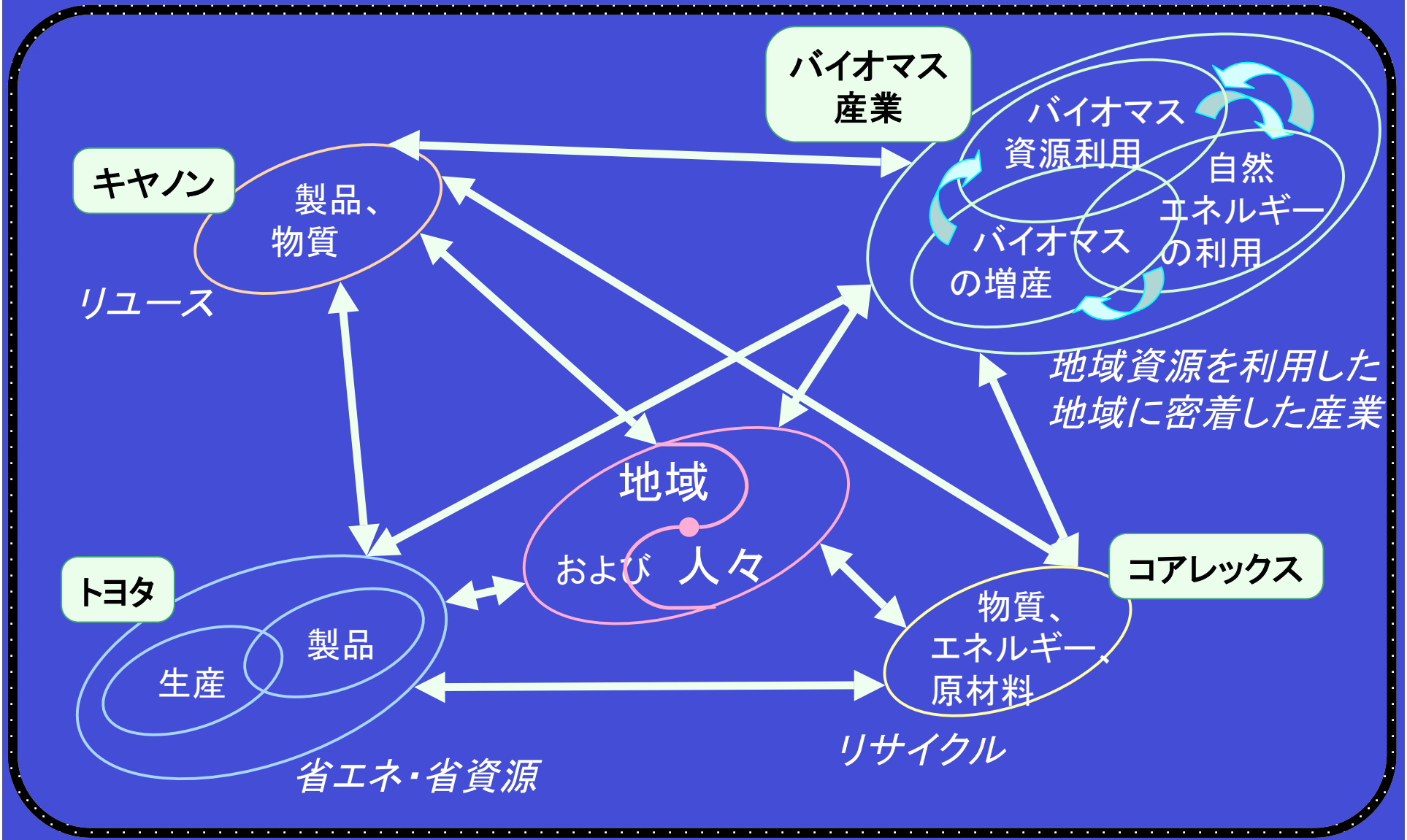
新しい文明
新しいリビングスタイル

ファクター4
豊かさを2倍に
環境負荷を1/2に
環境効率を向上

バックキャスト

未来の理想的な社会
を描き、それを実現
するために必要な
技術を抽出する

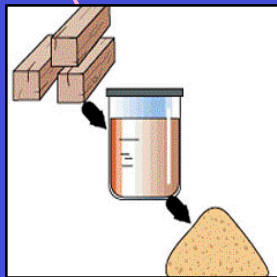
グローバルトリレンマを同時に 解決できる企業の例



究極のゼロエミッション

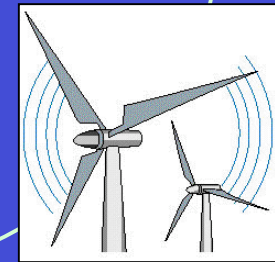
バイオマス資源の利用

生産原材料とエネルギーを
バイオマス資源由来と
するように転換



自然エネルギーの利用

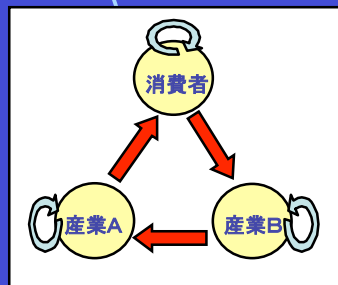
風力発電
太陽光発電
燃料電池 等



究極のゼロエミッション

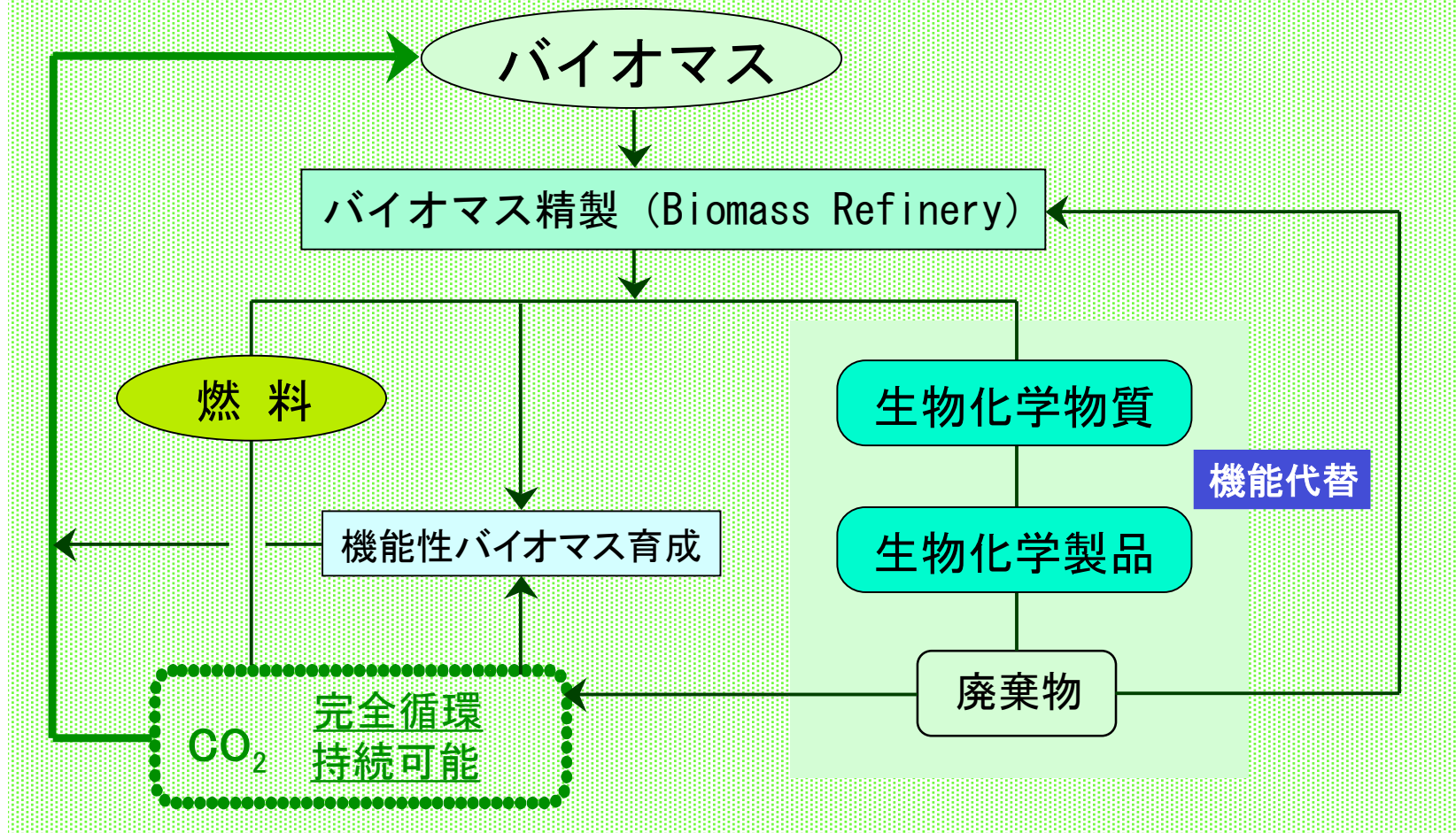
各種技術による達成

ゼロエミッション技術の開発



バイオマス利用を基盤とする ゼロエミッションの実現

(b) バイオマスを基盤とする物質フロー

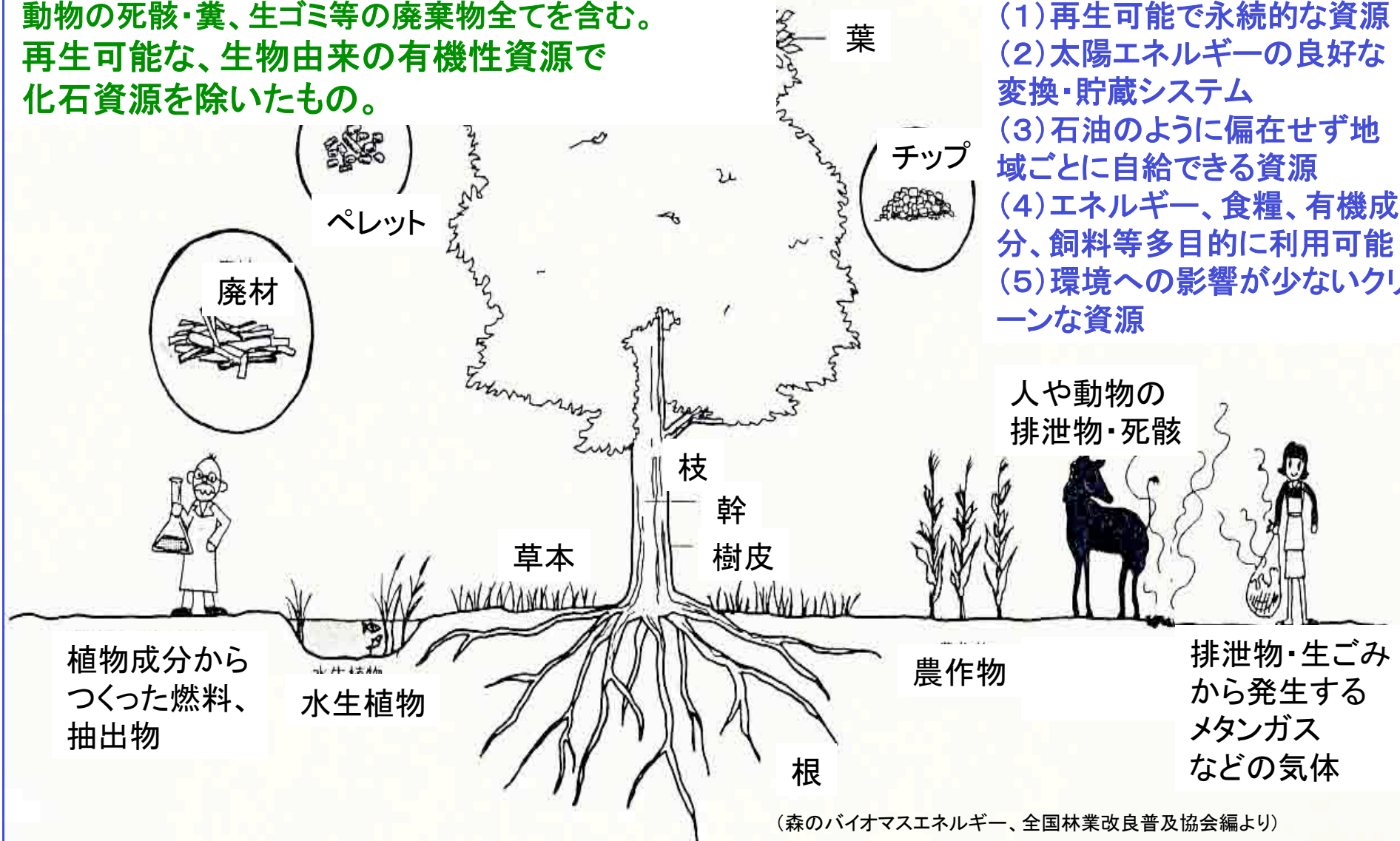


バイオマスの概念

太陽エネルギーにより生産された植物や、それを食べる動物の死骸・糞、生ゴミ等の廃棄物全てを含む。再生可能な、生物由来の有機性資源で化石資源を除いたもの。

バイオマスの特徴

- (1)再生可能で持続的な資源
- (2)太陽エネルギーの良好な変換・貯蔵システム
- (3)石油のように偏在せず地域ごとに自給できる資源
- (4)エネルギー、食糧、有機成分、飼料等多目的に利用可能
- (5)環境への影響が少ないクリーンな資源



(森のバイオマスエネルギー、全国林業改良普及協会編より)

バイオマス産業の将来可能性

- ・持続可能で再生可能
- ・地域偏在せず、
大量に賦存する
- ・人手による栽培、
植林が行える
- ・エネルギー資源、物質資源
- ・廃棄、処理後も
有害物質がほとんどない
- ・炭酸ガスの吸収、
固定、排出面で優位

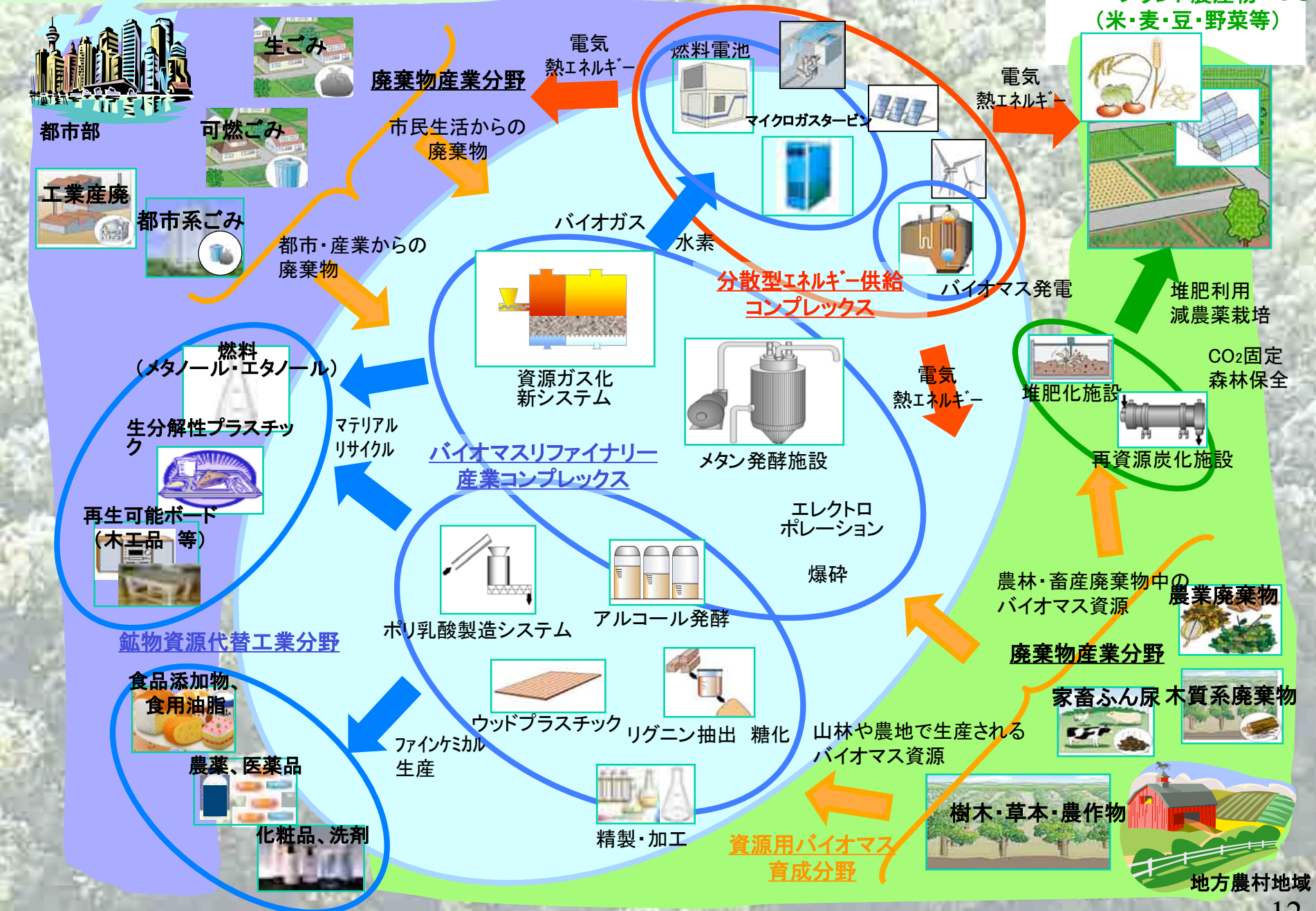
サステナビリティ

環境

- ・新しい産業、雇用の拡大
- ・ローカルな産業、
都市と農村の一体化
- ・地方の活性化、
地方分権の基盤作り

地方の活性化

バイオマス産業コンプレックス



日本のバイオマスエネルギーのポテンシャル

16

種類	貯存量(万t/年)	活用余地量(万t/年)	送電能力(万kW)	水素FC車(万台/年)
森林バイオマス	9000	2100	390	1700
農・林・産廃系バイオマス	4000	1700	320	1400
育成系バイオマス	1000	1000	190	800
一般廃棄物	5000	5000	400	1700
合計	19000	9800	1200	5600

森林量: 34億8000万 $m^3 \times 0.4 =$ 約14億ton。森林生産力: 0.9億ton/年。
新たに採取可能な量: 2100万ton/年

地球のエネルギー代謝量

記; 1EJ=1×10¹⁸ joule

地表に届く太陽エネルギー	2,600,000 EJ/年(100%)
地球表面の運動エネルギー(風波)	11,000 EJ/年(0.4%)
バイオマスの潜在エネルギー	2,600 EJ/年(0.1%)
人類が消費するエネルギー	410 EJ/年(0.016%)
米国DOE戦略	2010年; バイオマスと都市ごみのガス化で 0.2EJ/年の水素導入 2025年; 同10EJ/年の水素導入

出展; バイオエネルギー, 山地憲治(2000)/地球生態学, 竹内均(1984)

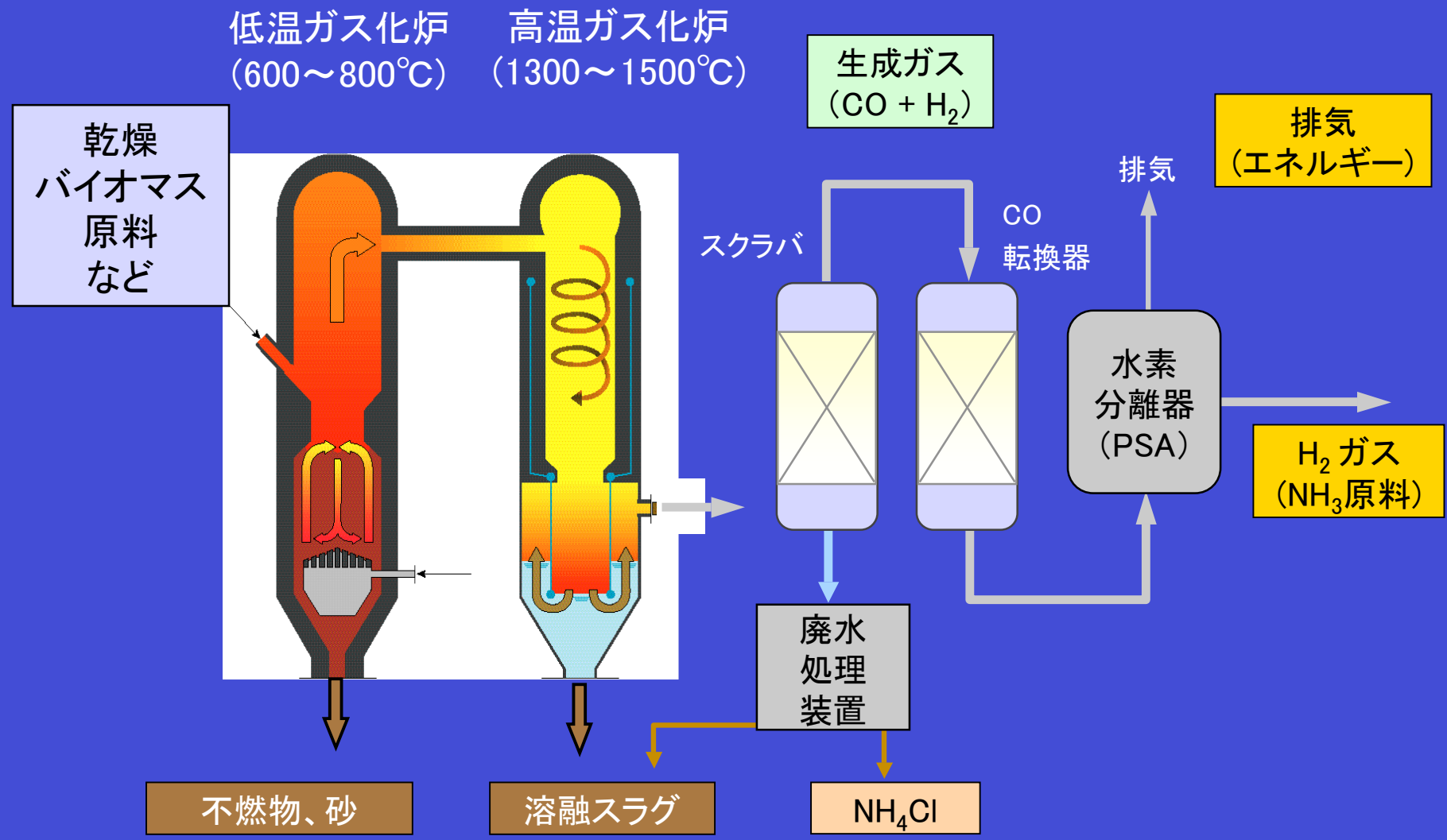
人類が消費するエネルギー(熱放出)が、地球表面の運動エネルギー(風波)に近づくほど異常気象をもたらす(竹内均)。現状でも約4%/年に達しており、蓄熱を含めるとかなり危険領域に入っているかもしれない。

地球環境問題は、単に炭酸ガスによる温室効果だけではなく、人類が消費するエネルギー量(熱量)が問題になってくる。

究極的には、再生可能エネルギー、自然エネルギーに頼らざるを得なくなる可能性がある。

バイオマスの潜在エネルギーは人類が消費するエネルギーの約6倍

ガス化炉によるケミカルリサイクル (高カロリーバイオマス)

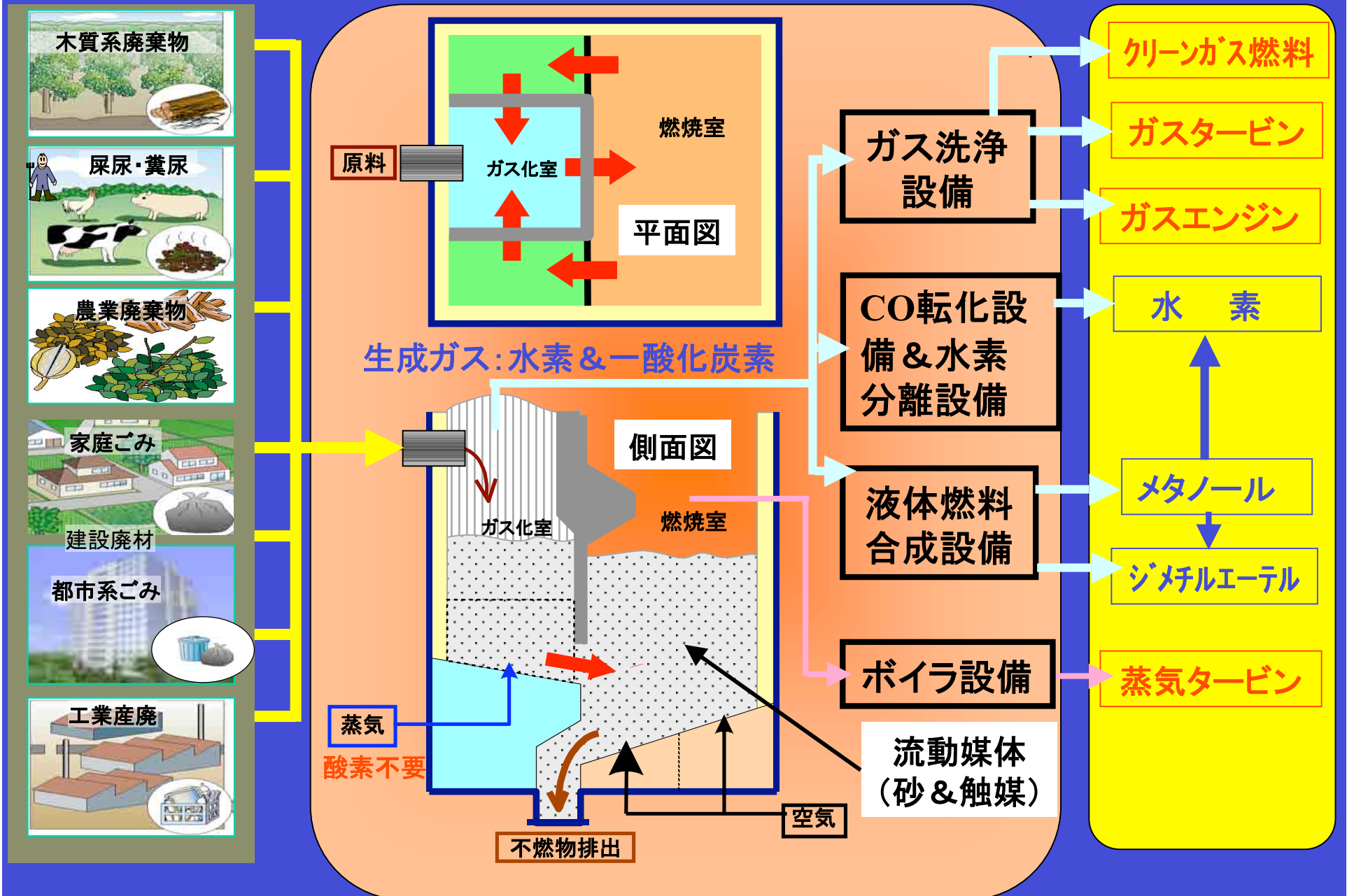


ガス化炉によるケミカルリサイクル (高カロリーバイオマスから水素)

19



ガス化炉によるケミカルリサイクル(低カロリーバイオマス)



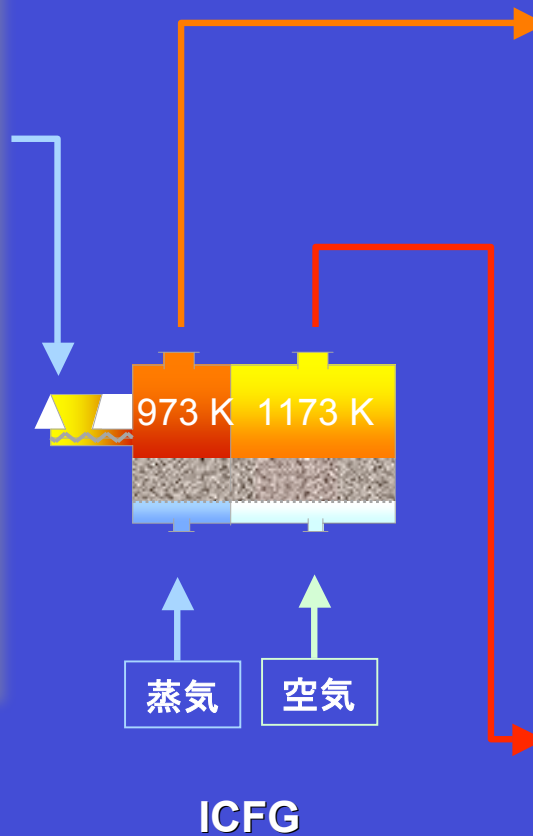
試験設備概観(低カロリーバイオマスから水素)



原料バイオマス及び生成ガス、燃焼ガスの性状 22

原料(木質系バイオマス)

原料処理量	100 t/d
水分	4.8 %W.B.
可燃分	95.0 %W.B.
灰分	0.2 W.B.
C	49.0 %D.B.
H	6.7 %D.B.
O	44.1 %D.B.
N	0.0 %D.B.
S	0.0 %D.B.
Cl	0.0 %D.B.
HHV (W.B.)	17.6 MJ/kg 4195 kcal/kg
LHV (W.B.)	16.1 MJ/kg 3834 kcal/kg



生成ガス

流量	5637 m ³ _N /h W.B. 4833 m ³ _N /h D.B.
H ₂	57.0 %D.B.
CO	26.4 %D.B.
CH ₄	1.7 %D.B.
CO ₂	12.3 %D.B.
N ₂	2.7 %D.B.
HHV (W.B.)	11.3 MJ/m ³ _N 2691 kcal/m ³ _N
LHV (W.B.)	10.1 MJ/m ³ _N 2412 kcal/m ³ _N
冷ガス効率	74.4 % (HHV basis) 73.0 % (LHV basis)

燃焼ガス

流量	10040 m ³ _N /h W.B. 9482 m ³ _N /h D.B.
CO ₂	17.1 %D.B.
O ₂	3.5 %D.B.
N ₂	2.7 %D.B.

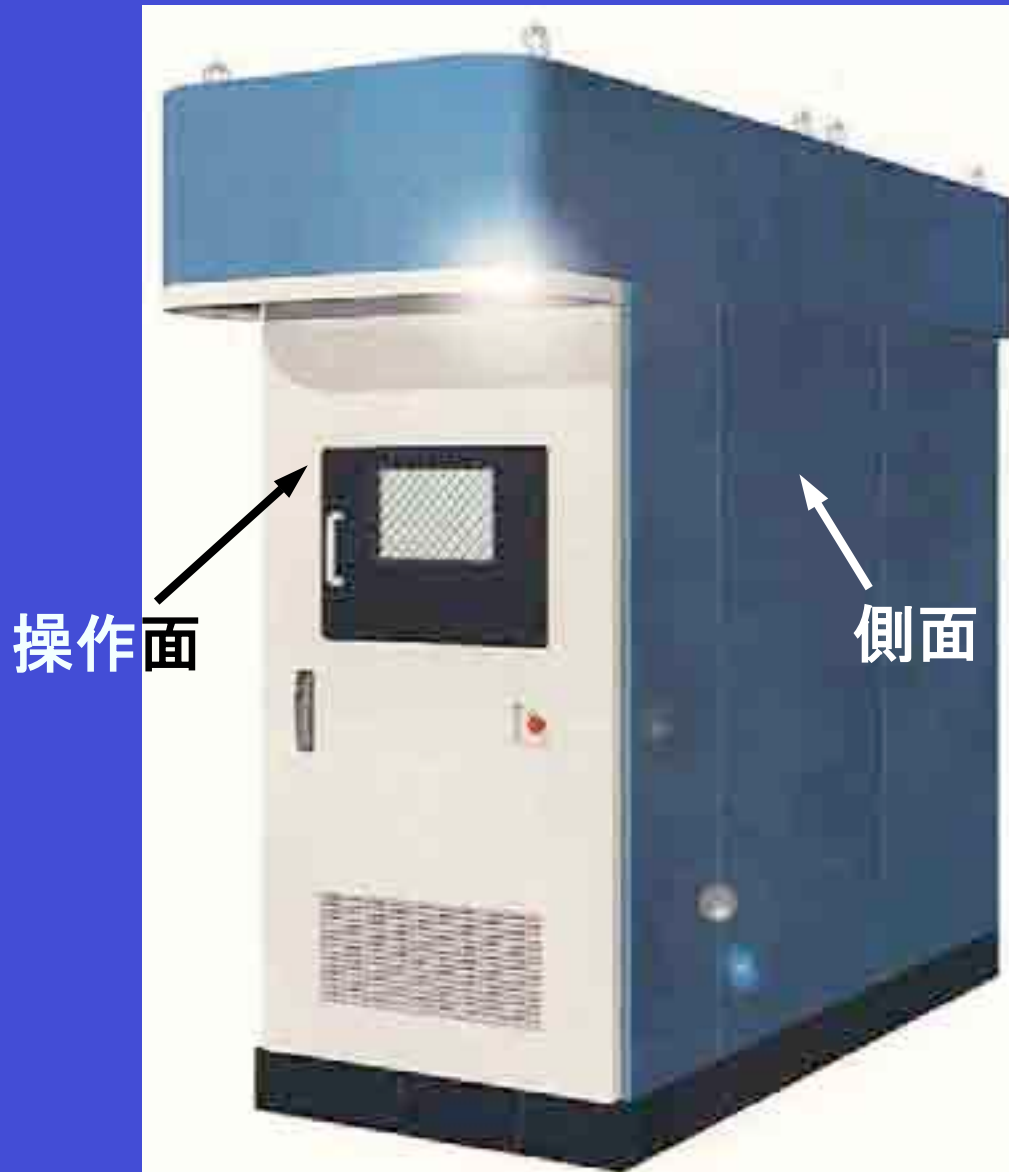
新エネルギー財団 調布サイト(東京都)



荏原バラード製 固体高分子形燃料電池コージェネレーション
(燃料電池ユニット)

TA80温水コージェネパッケージ

25

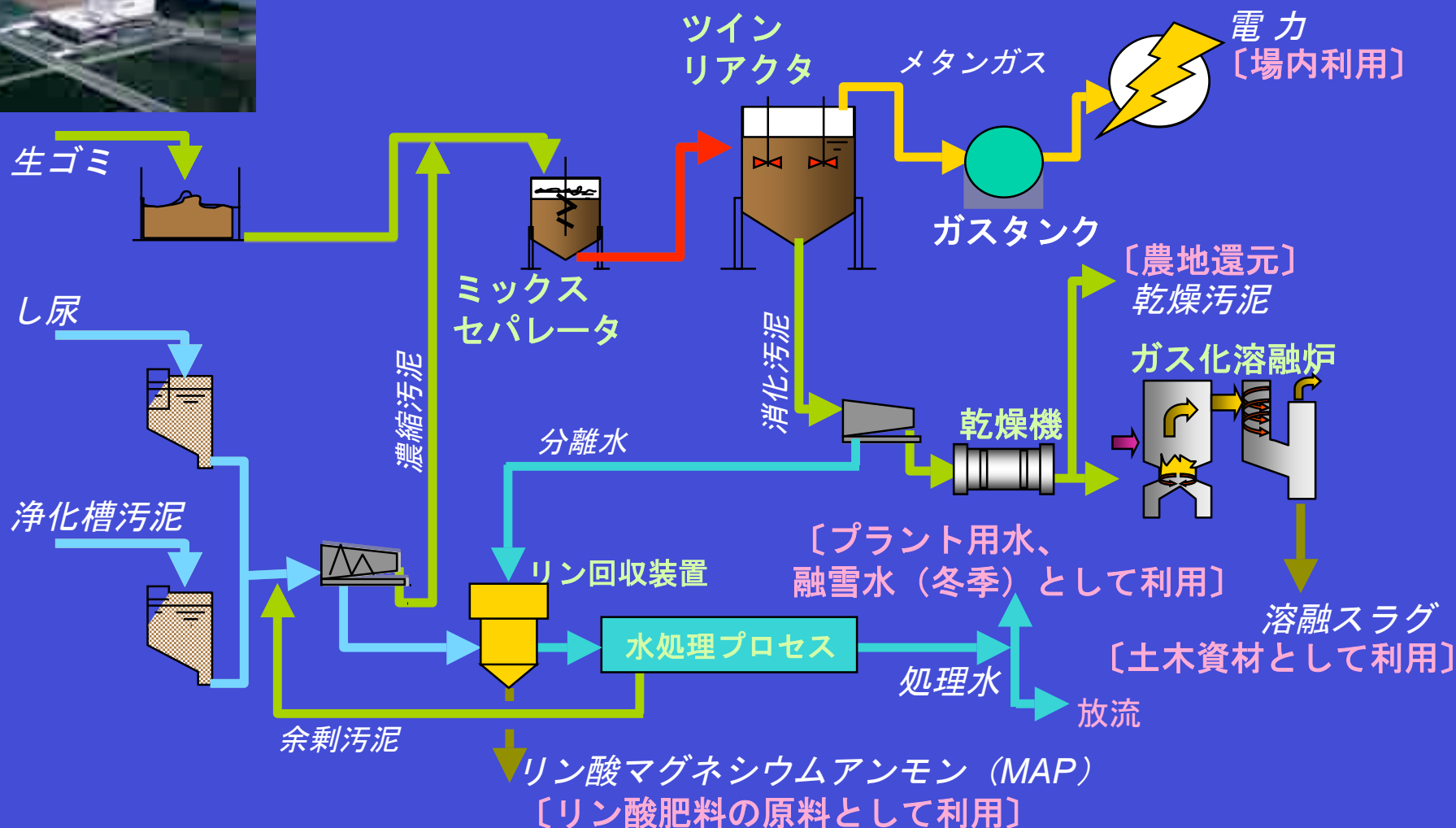


概略寸法

	L (mm)	W (mm)	H (mm)
TA80	2700*	1150	2650

* :設置面長さ

ゼロエミッションを目指して 汚泥処理施設からリサイクルセンターへ



–バイオマス廃棄物からのエタノール合成–

C5糖分解菌により
バイオマス廃棄物
をアルコール発酵

-アルコール合成の比較-

ガス化と発酵法の比較

28

木材・木質系、草本系
建設廃材、古紙

バイオマス原料

木材・木質系、草本系

ガス化

発酵法

木材100t/日含水率5%の場合

前処理

破碎; 粒度の大きな破碎で可
水分; 特に必要無し(低水分の方が良)

主生産物収量

メタノール重量/木材乾重量 = 約40%
メタノール熱量/木材熱量 = 約50%

建設費; 52億円

用役費; 約8円/kgメタノール
人員数; 20人(2億円/年)

前処理

破碎; 粉碎まで必要
水分; 特に必要無し

主生産物収量

エタノール重量/木材乾重量 = 約40%
エタノール熱量/木材熱量 = 約60%

建設費; 40億円

用役費; 約45円/kgエタノール
人員数; 15人(1.5億円/年)

排ガス
スクラバ排水

メタノール
90円/kg

エタノール
95円/kg

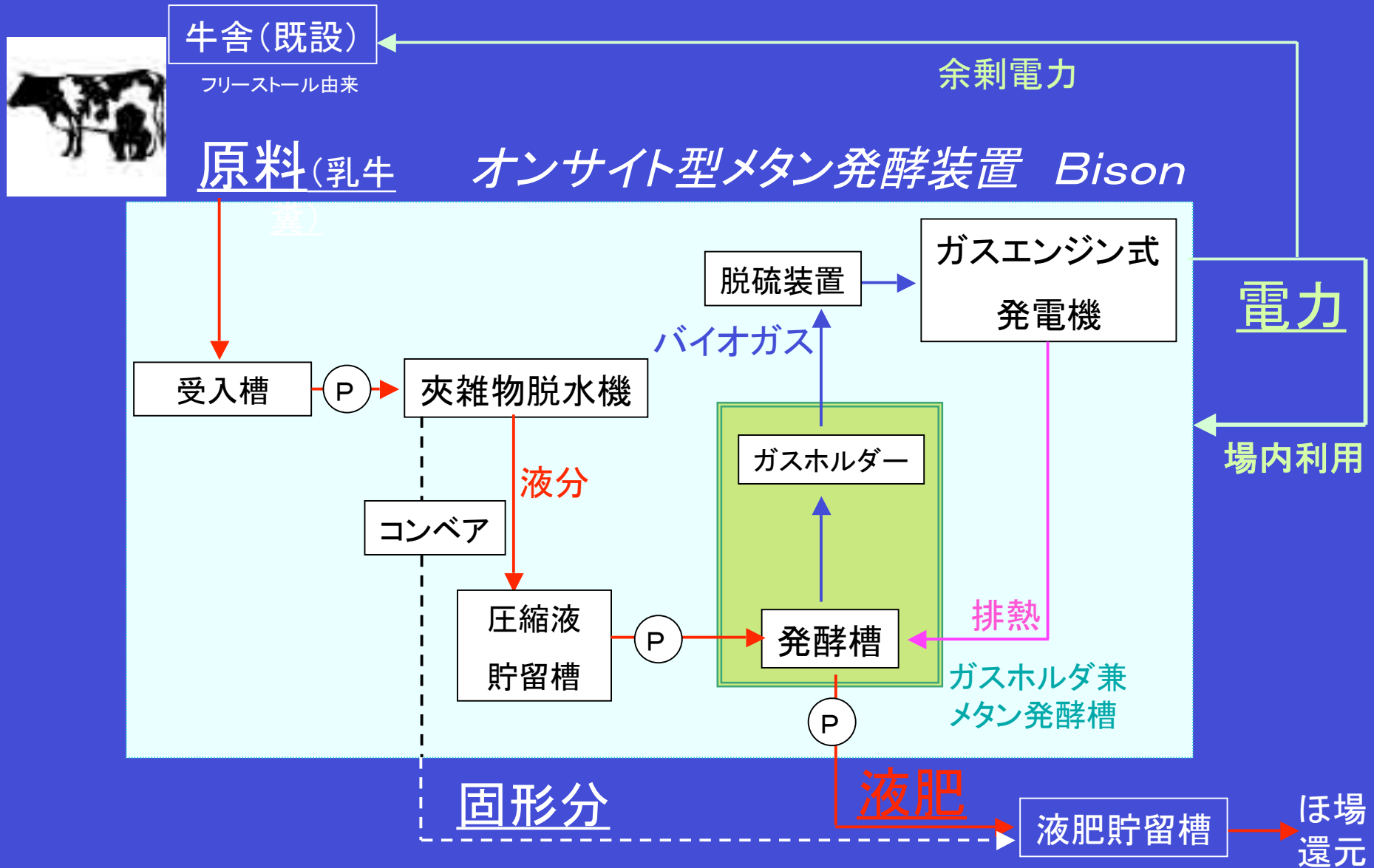
炭酸ガス
排水(多量)

オンサイト型メタン発酵装置バイソン (Biocycle System On Site) メタン発酵槽

29



オンサイト型メタン発酵装置 Bison フロー図



下水汚泥消化ガス利用 PEFCコジェネレーションシステム (苫小牧市下水処理センター)

31

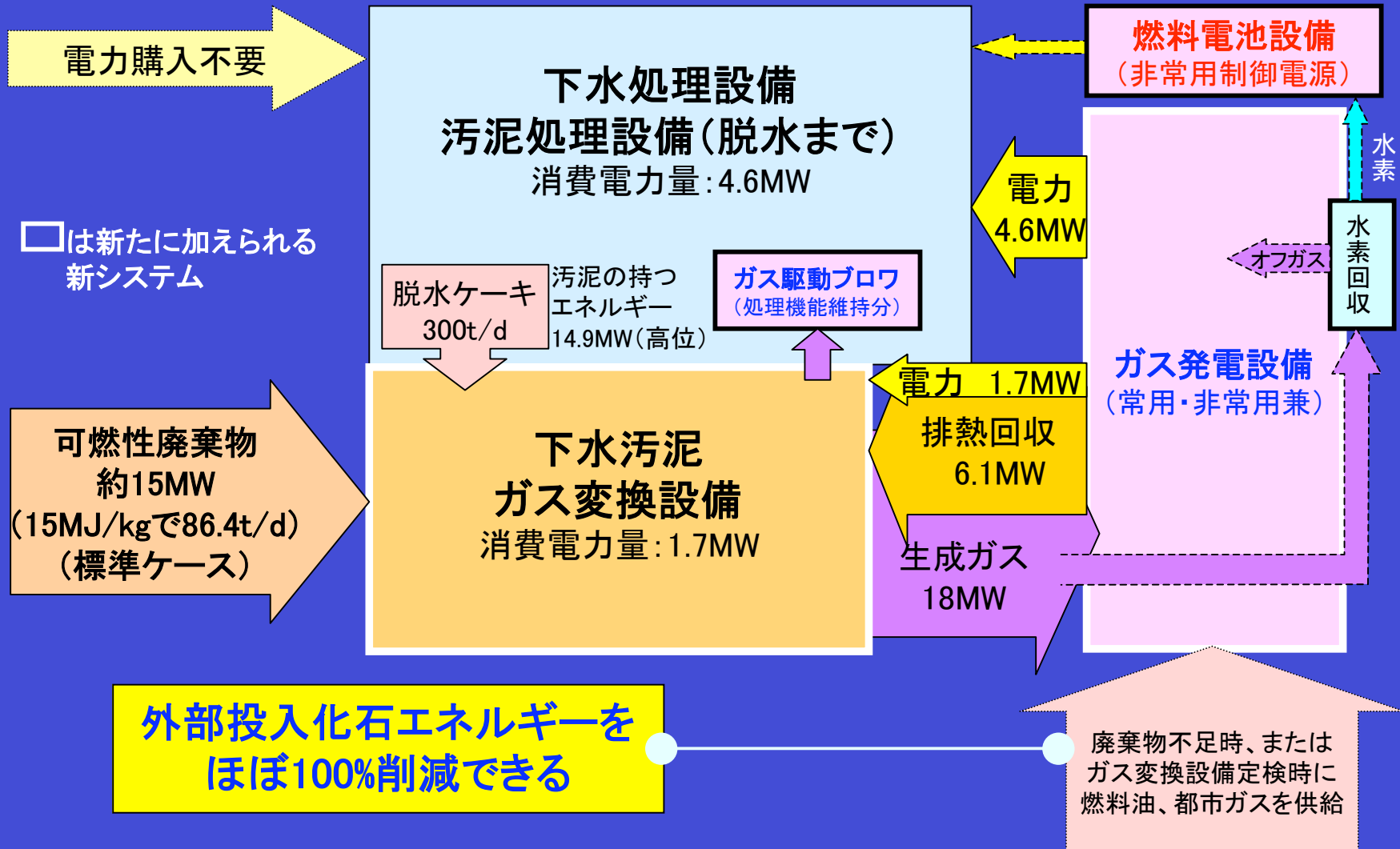
発電出力	190 kW
発電効率(LHV)	33 %
排熱利用効率(LHV)	43 %
総合効率(LHV)	76 %
精製メタン濃度	約 90%



下水処理場に新システムを組み込んだ システム構成とエネルギーフロー

※ 非常用自家発電設備不要

※ 負荷追従発電によりピークカット対策不要



下水汚泥十産廃プロセスの特長

- 経済性
 - 下水処理場の電力を全て賄うことができる
 - PFIにて運営できる
 - RPSの権利を販売できる
- 安定性
 - 下水汚泥性状が変動しても、廃棄物供給で安定操業が可能
- 災害時対応性
 - 商用電源、及び都市ガス停止時でも、下水処理場は運転できる
 - 避難民を受け入れ可能な対策本部とすることができる
 - 電力、熱、水を供給できる
- 省エネルギー教育効果
 - 脱水プロセスの操業の良否が都市ガス消費量に直に反映される



下水汚泥＋産廃プロセス実証プラント

江の島展望灯台(神奈川県)

35

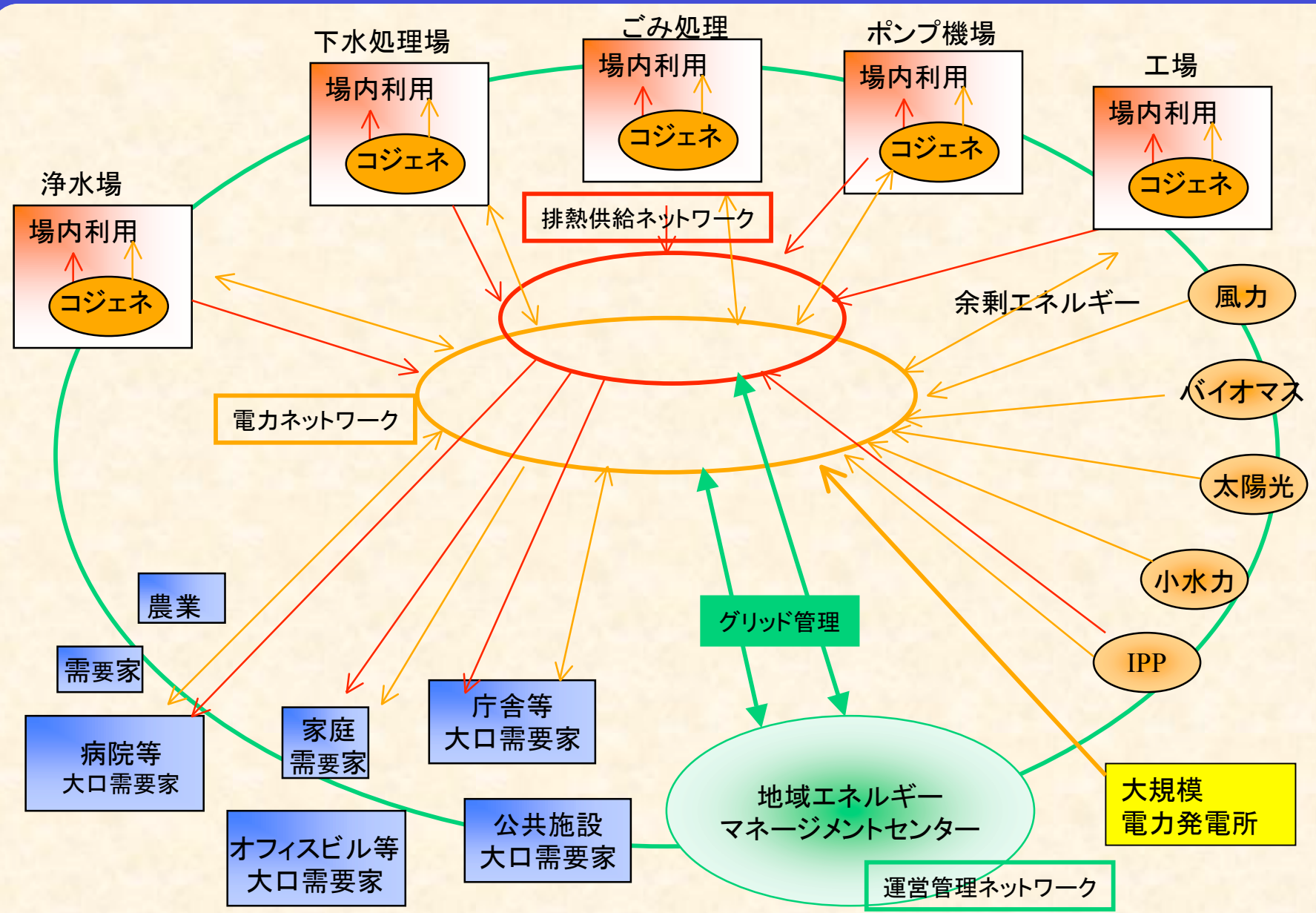


(19kWシステム)

風力発電システム



地域トータルエネルギーマネジメント事業のイメージ



コンポスト化施設



かくはん装置 パドル

エコベジタブルシステム温室

39



養液栽培温室

養液栽培温室



エコベジタブルシステム実施例

41



コマツナの栽培



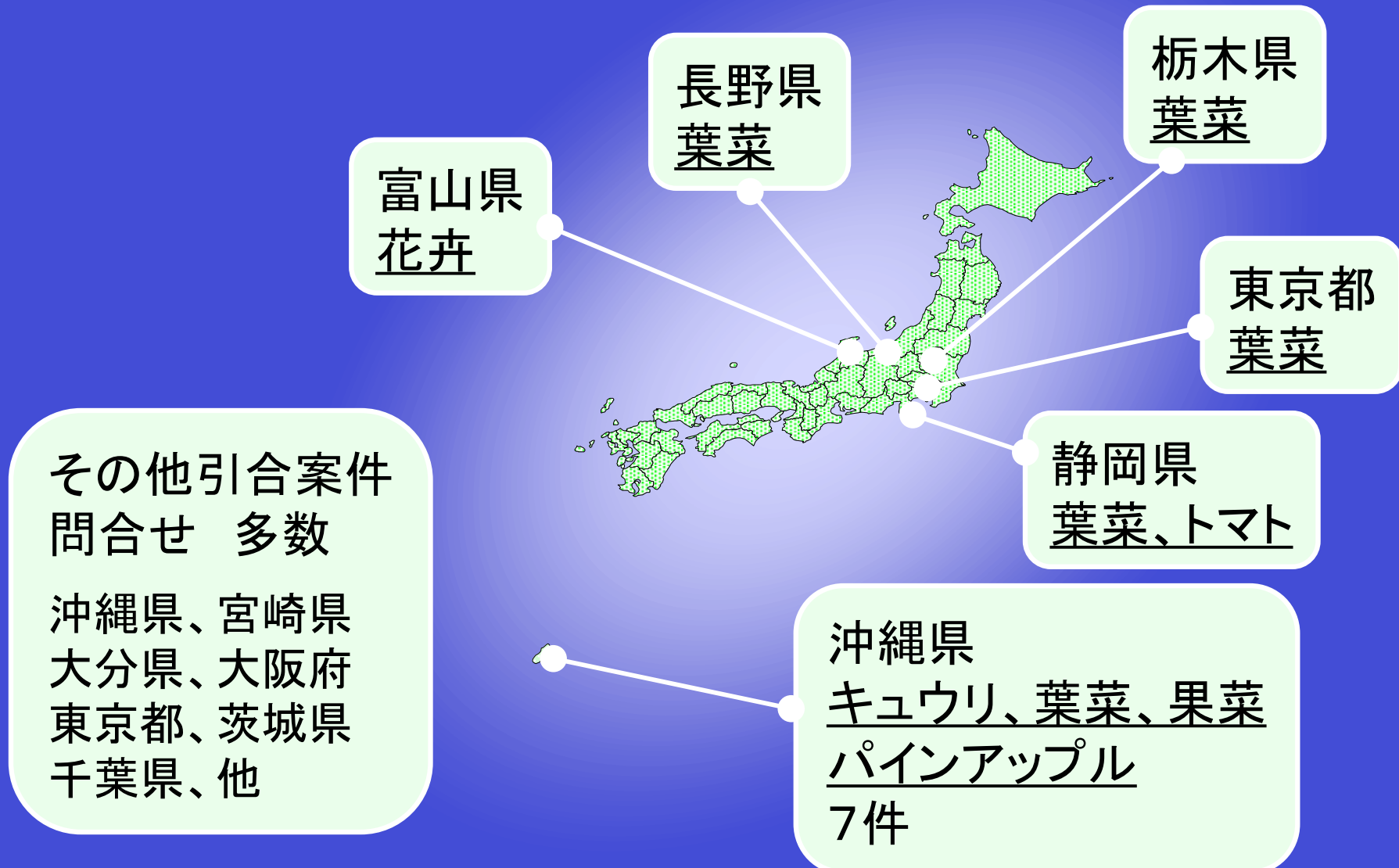
トマトの栽培



近所のスーパーに
直売されています

レタスの栽培

エコベジタブルシステム事例





装飾タイル



透水性レンガ施工例



インターロッキングブロック



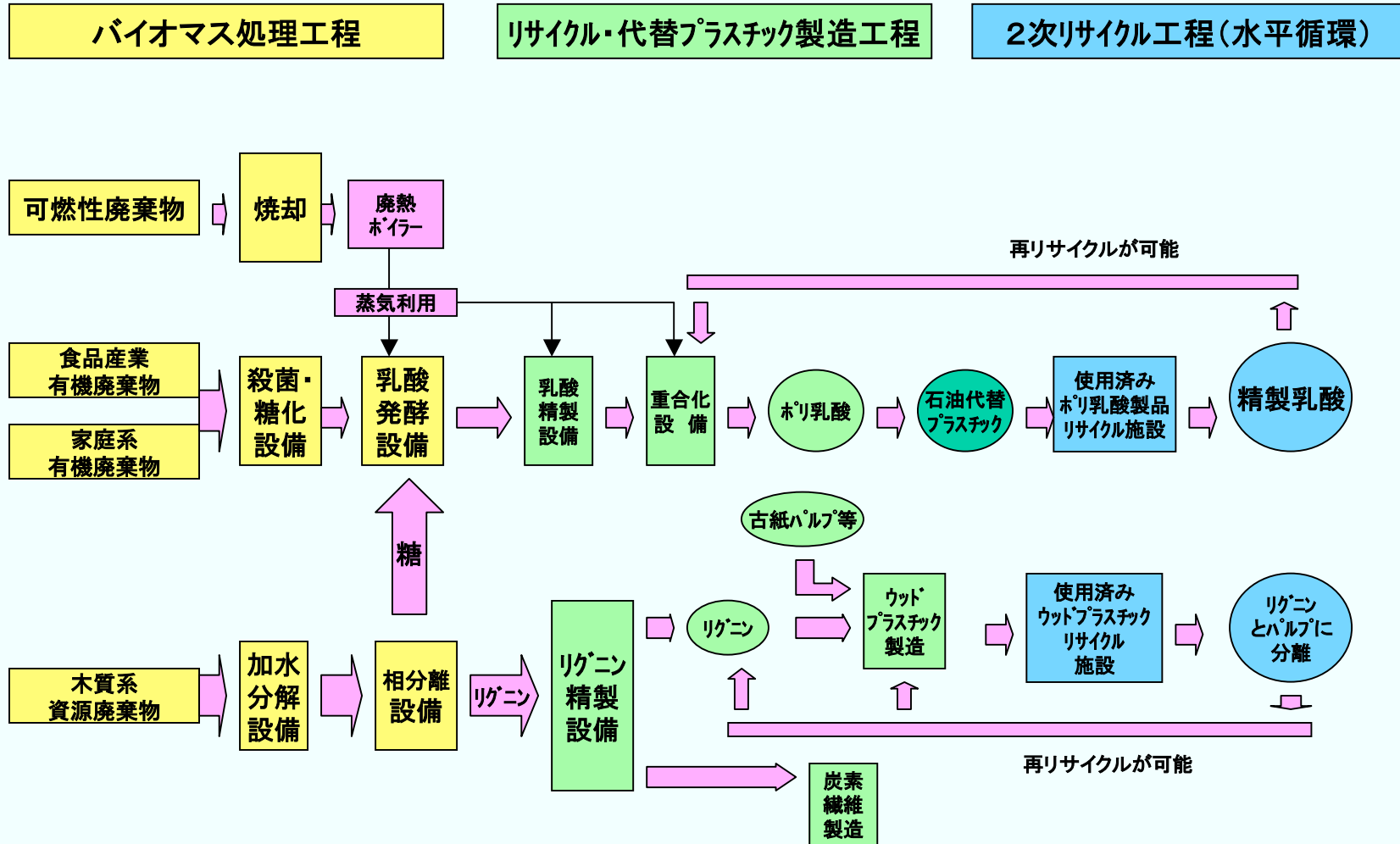
透水性レンガ

スラグを利用し製作した調度品



花瓶、灰皿

脱石油に寄与するバイオマス資源循環システム



生ごみ精製乳酸化実証施設

46



リグノフェノール抽出施設



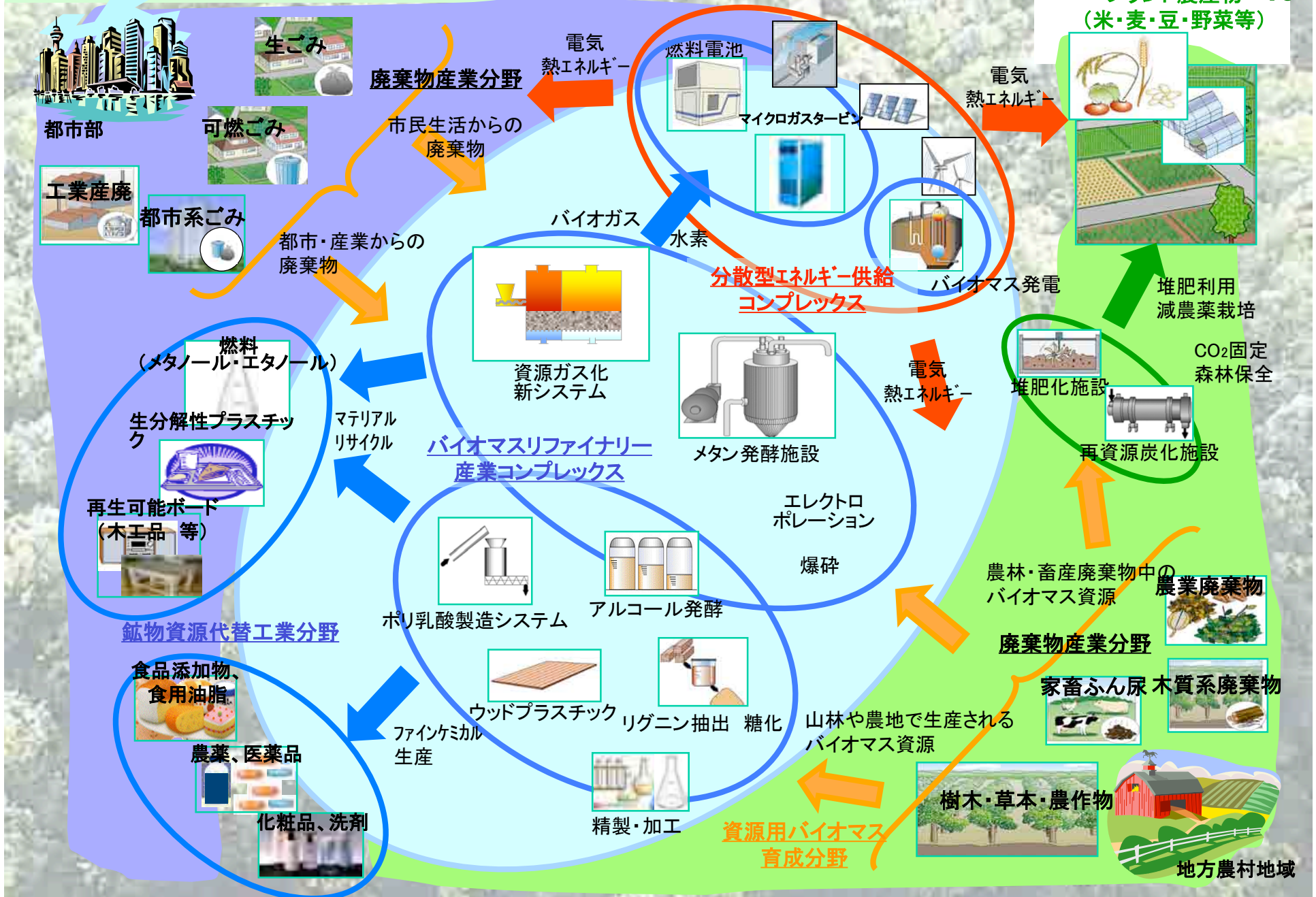
ウッドプラスチック



リグフェノールを古紙パルプに含浸

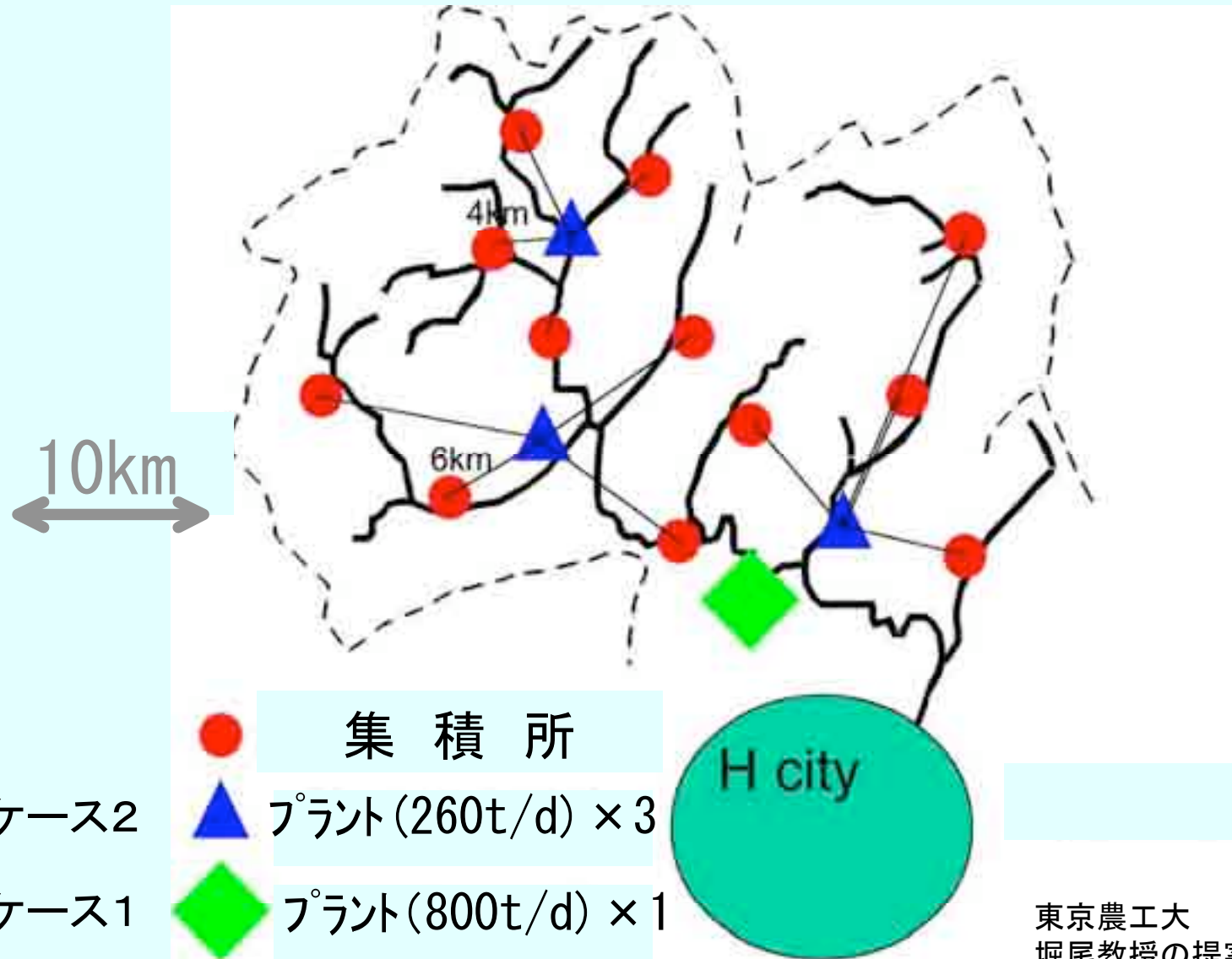
バイオマス産業コンプレックス

ブランド農産物 49
(米・麦・豆・野菜等)



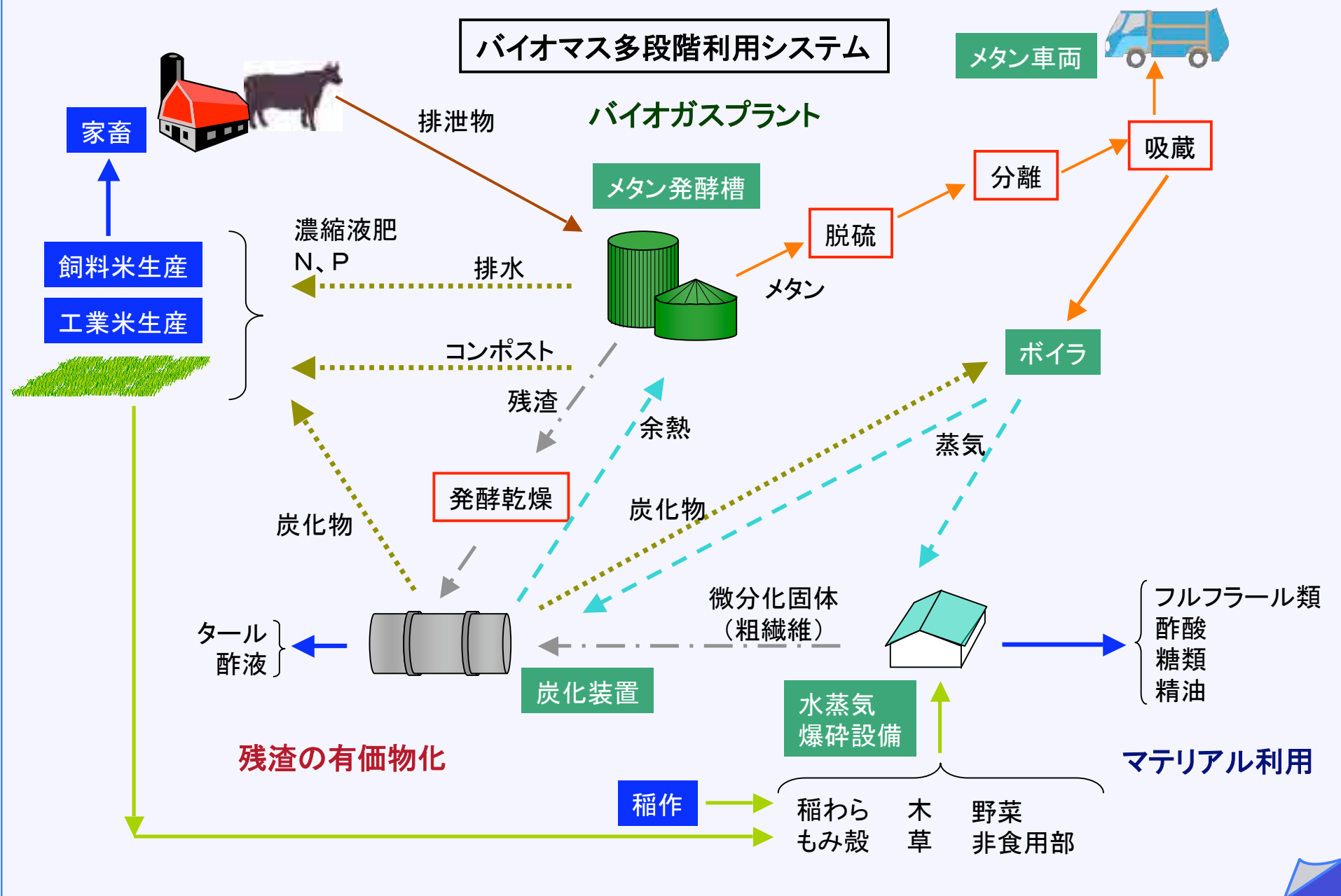
太田川流域でのケーススタディ

50



東京農工大
堀尾教授の提案

「バイオマスニッポン」プロジェクト例



「バイオマスニッポン」プロジェクト例

52



全景

メタン発酵槽



メタン
自動車



経済性評価（メタノールシステム）

• 経済性検討条件

処理能力 : 木質系バイオマス 100t/d → メタノール 36.7t/d

設備費 : 42億円 (償却年数: 10年間)

用役費 : 2,400円 / t-バイオマス (用水、薬剤他)

運転員費 : 1.6億円 / 年 (10百万円 / 人 / 年 × 16人)

補修費 : 設備費の3.0%

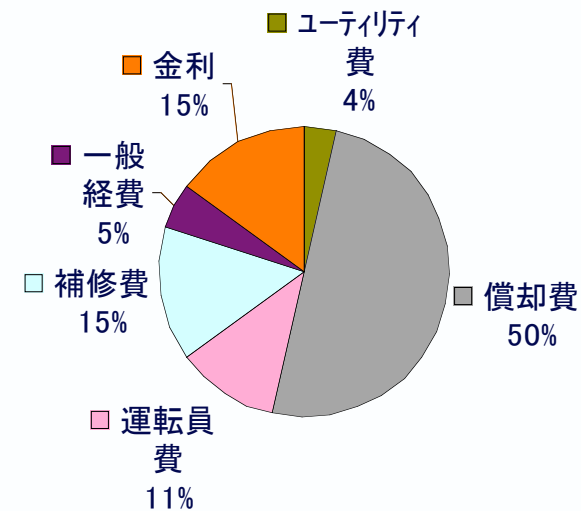
金利 : 設備費の3.0%

その他経費 : 設備費の1.0%

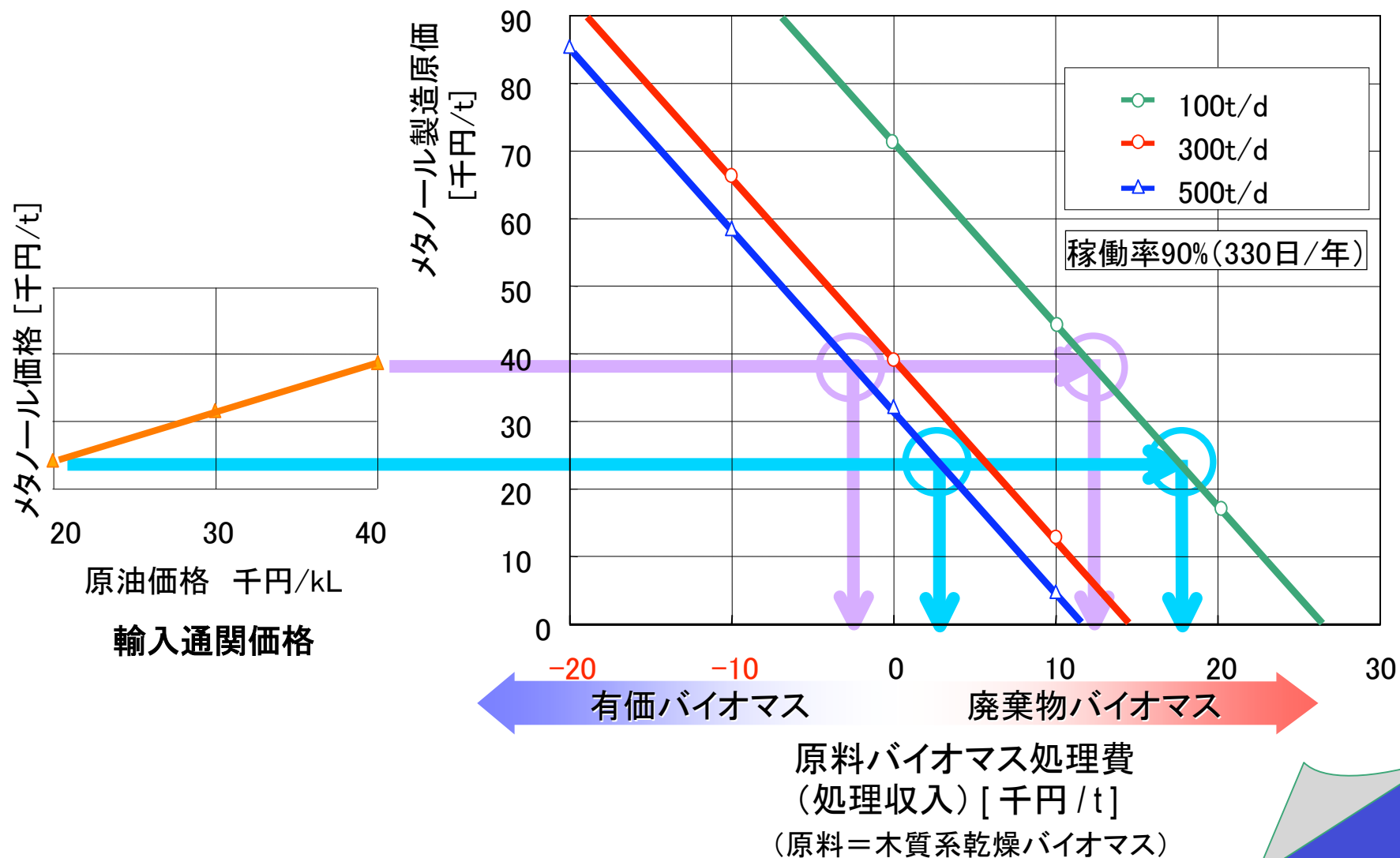
• コスト内訳

– コストの大半は設備償却費

– 用役費は比較的少ない



原料バイオマス処理費とメタノール製造原価



「循環社会度」評価の尺度

評価方法

情報公開

企業価値
社会の価値

∞

循環社会度

$$= \frac{\text{HAPPINESS}}{\text{TLCC}}$$

$$\begin{aligned} \text{TLCC} &= \text{ライフサイクルコスト} + \text{環境負荷回復費用} \\ &= \text{LCC} + \{ \text{LCAによる負荷量} \times \text{限界費用} \} \end{aligned}$$

環境負荷 資源枯渇度

ライフスタイルの転換 価値基準と教育啓蒙

TLCC, LCC 及び LCA の概念

56

Total Life Cycle Cost

Life Cycle Cost

Life Cycle Assessment

TLCC

=

LCC

+

LCA

(コスト化された
環境負荷)

¥

¥

¥

ごみ処理施設など
インフラストラクチャの例

(限界費用の考え方による)

コスト換算

例) kg-CO₂

コスト

製造
建設
運転・維持管理
補修
更新
廃棄

環境負荷

製造
建設
運転・維持管理
補修
更新
廃棄

限界費用の例

環境負荷項目	説明	限界費用〔円／ kg〕
CO ₂	炭酸ガス	7
NO _x	窒素酸化物	2,500
SO _x	硫黄酸化物	43
SPM	浮遊粒子状物質	6,700
BTOD	富栄養化物質	1,600
TCE、PCE	トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン	1,500万
重金属	重金属類	2.0万
DXN	ダイオキシン	190億
CFC	フロン	2.4万

ZESAシステムの概要

- 施設単体から地域インフラ全体のLCAへ
 - 焼却炉、下水処理場、等の施設モジュール
 - 各モジュールを画面上で接続して計画
- 施設建設・運転・解体に至るライフサイクル評価
 - 様々な施設の組み合わせプランを比較検討
 - 環境インパクト、経済性等総合的に評価可能

ZESA: Zero Emissions Systems Analysis

2つのインフラストラクチャの比較

人口 480,000人

計画年数 20年

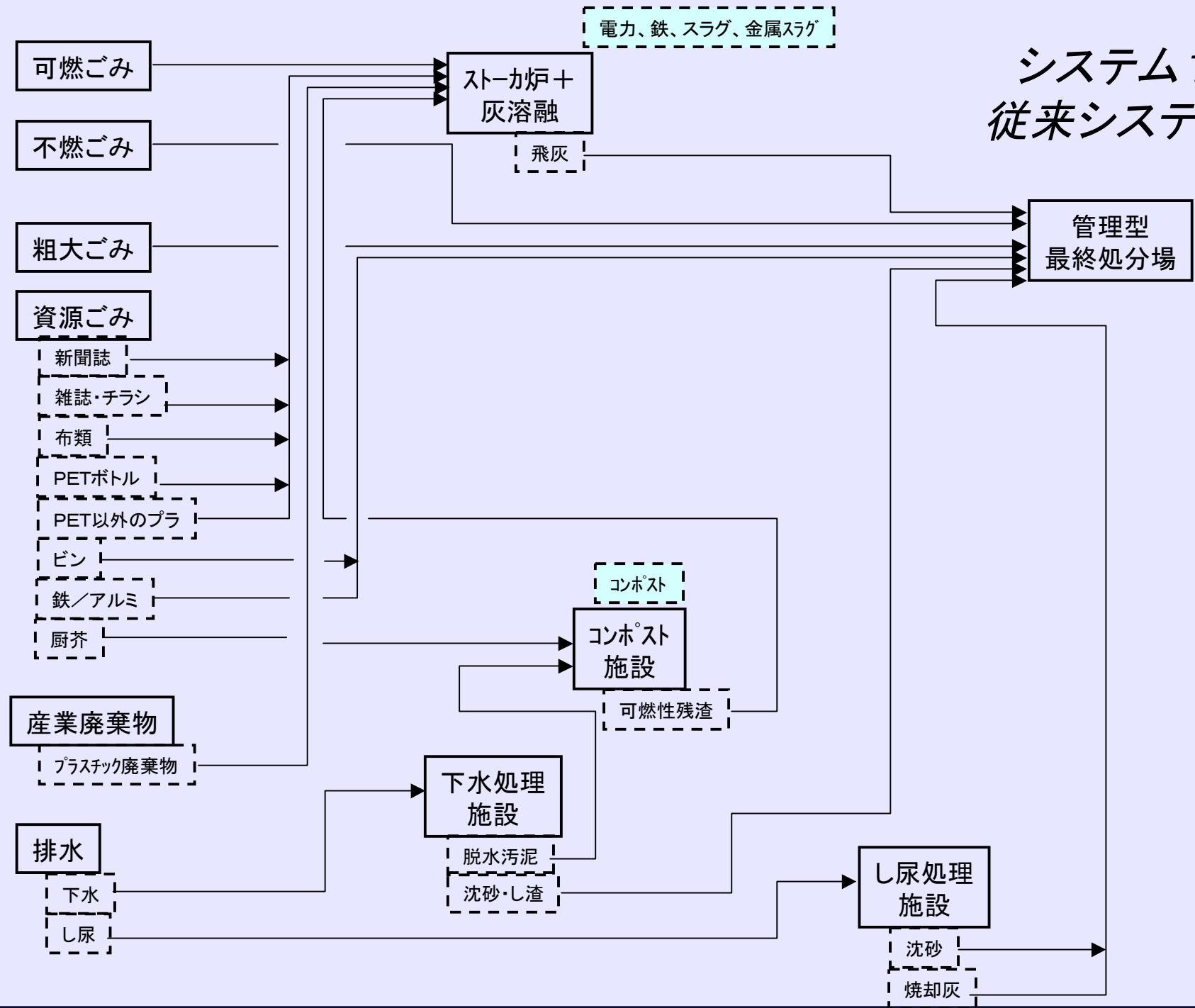
システム 1 (従来システム)

- ・都市ゴミ ストーカ炉
- ・有機性廃棄物 コンポスト
- ・下水処理 標準活性汚泥法
- ・最終処分 管理型埋立

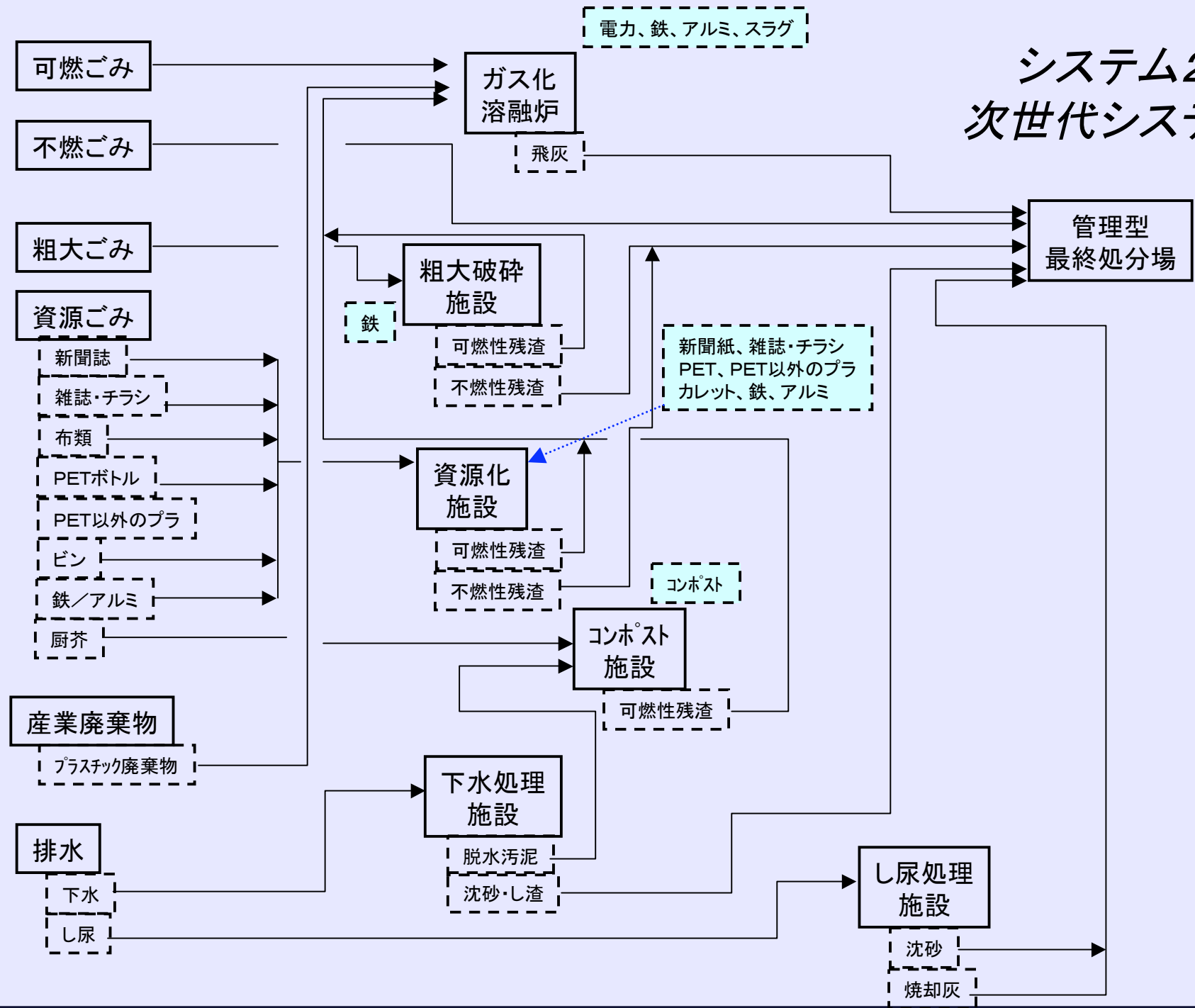
システム 2 (次世代システム)

- ・都市ゴミ ガス化溶融炉
- ・資源ゴミ 分別・回収
- ・有機性廃棄物 コンポスト
- ・下水処理 標準活性汚泥法
- ・最終処分 管理型埋立

システム1 従来システム

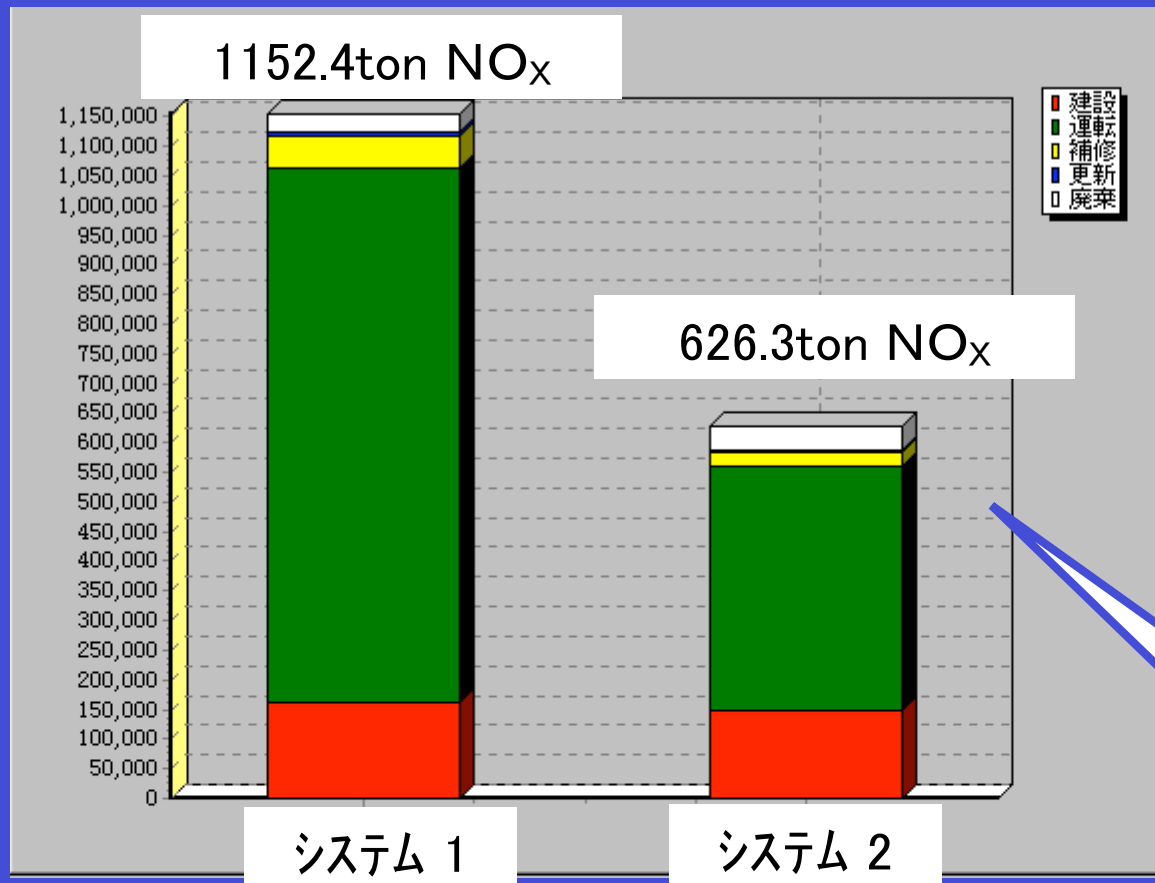


システム2 次世代システム



地域 LCA システム

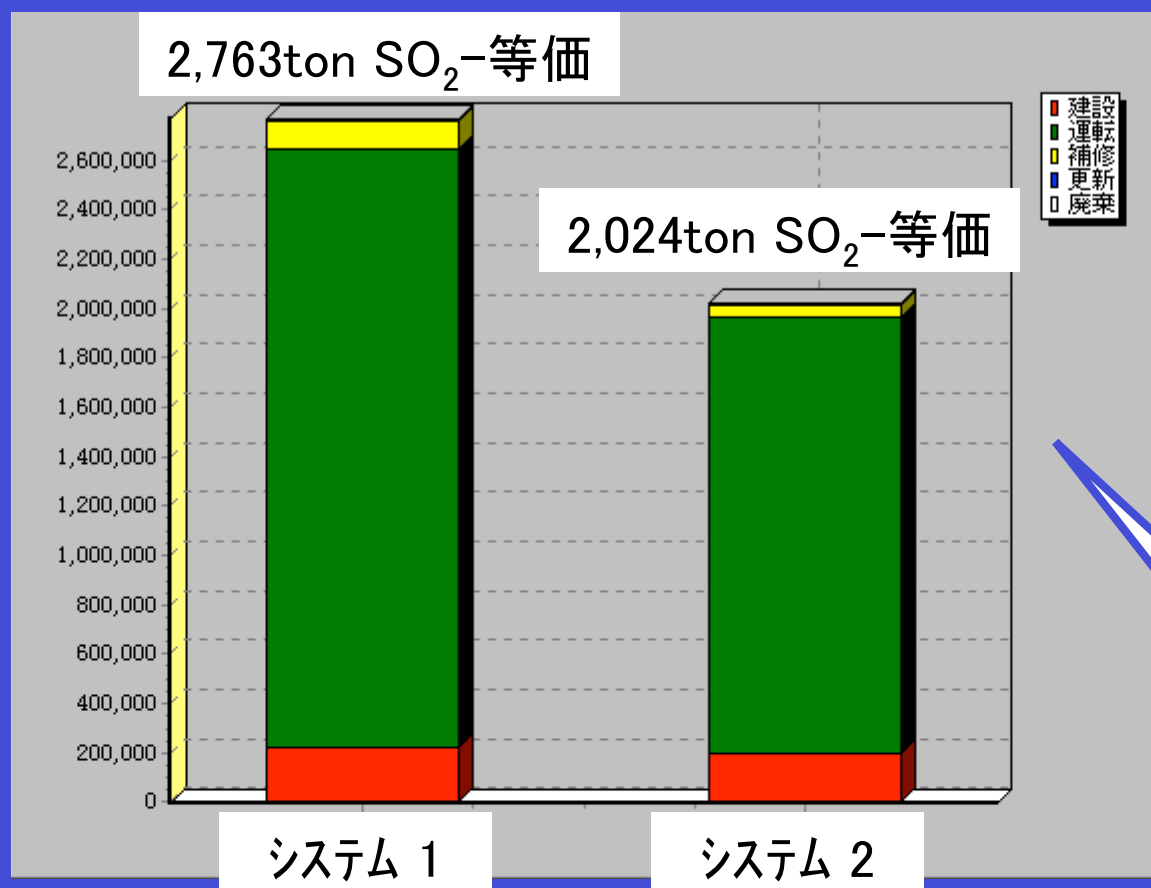
‘ZESA’ システムの概要



結果 1
LCA
インベントリ
分析

地域 LCA システム

‘ ZESA ’ システムの概要

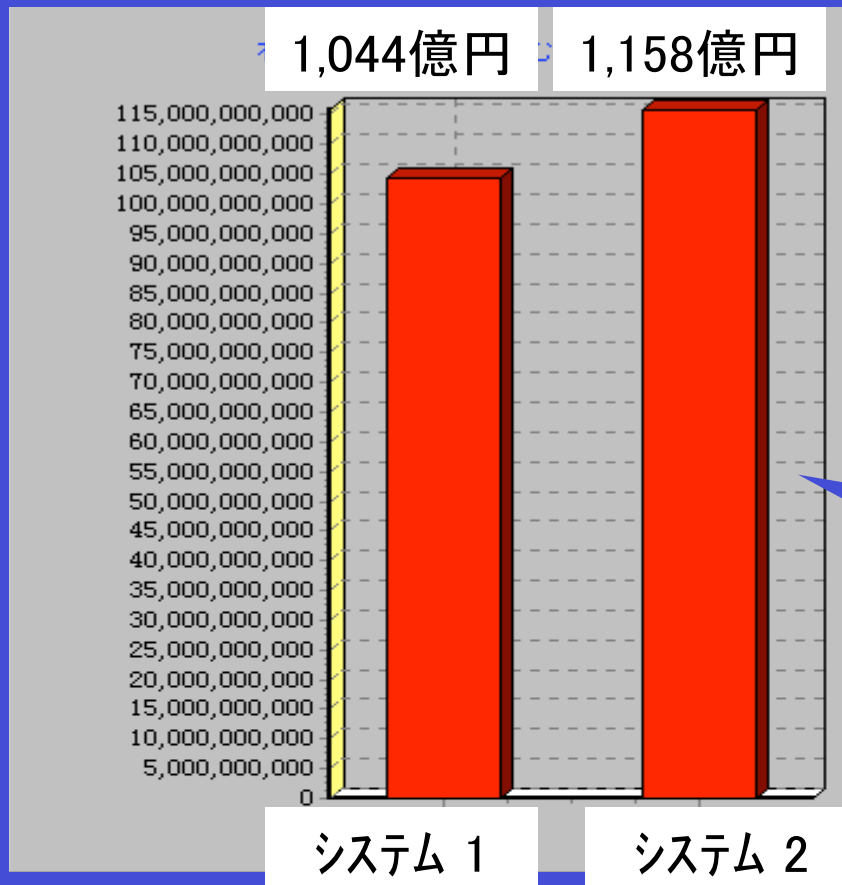


酸性化 影響物質	重み付 け係数
NOx	0.7
SOx	1
HCl	0.88
H ₂ S	1.88

結果 2
LCA
インパクト
アセスメント

地域 LCA システム

‘ ZESA ’ システムの概要



結果 3
LCC
有価物売却
による収入
を含む

地域 LCA システム

‘ZESA’ システムの概要

