

九州地域におけるバイオ燃料製造事業の拡大に向けて

バイオマス燃料製造技術の開発 と利活用の推進

“農林バイオマス3号機”による実証

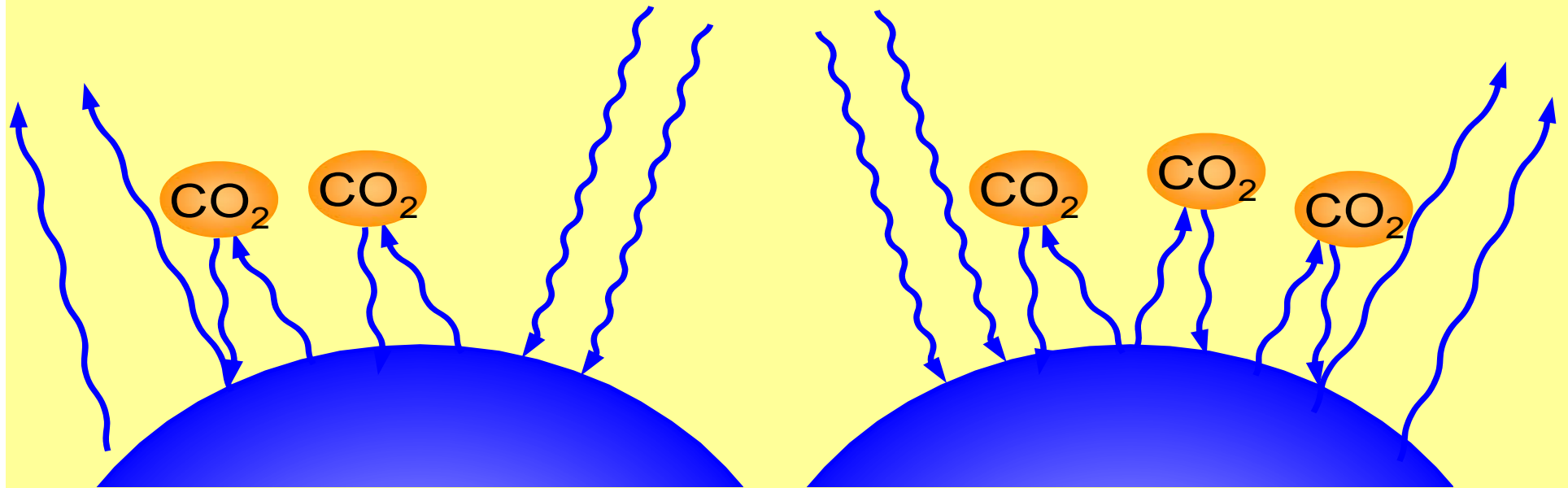
平成21年10月21日

長崎総合科学大学 特任教授 坂井正康

地球温暖化

地球温暖化現象

太陽



地球
現 状

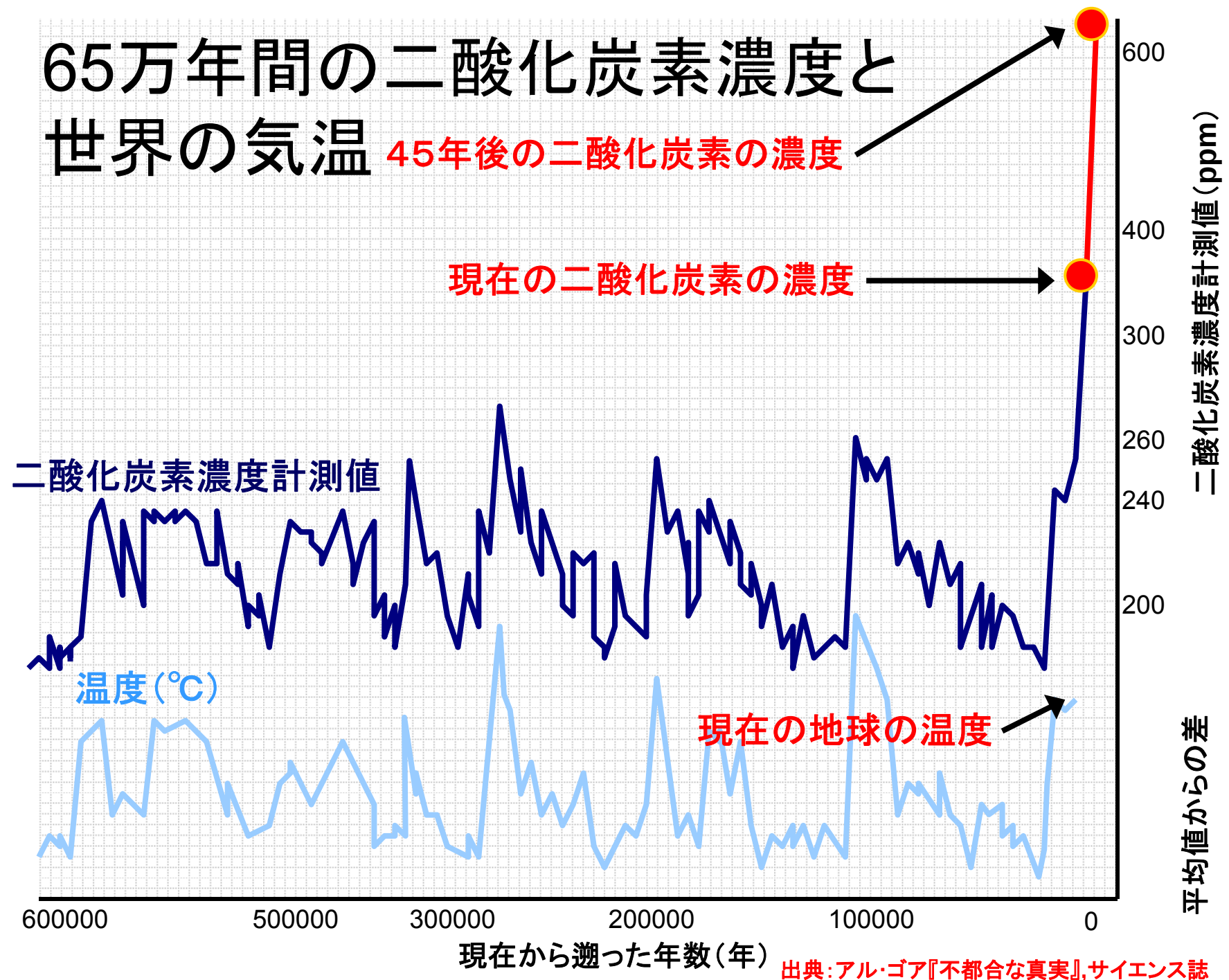
地球
CO₂などの温室効果
ガスの増加

地球温暖化と温室効果ガス主犯はCO₂

温室効果ガス		分子式又は略号	寿命 ^{a)}	温暖化への影響度 ^{b)}	発生源
二酸化炭素		CO ₂	疑問 (5～200年)	90.7%	化石燃料消費
メタン		CH ₄	12年	2.6%	家畜の消化管内発酵、稲作、廃棄物埋立、排水処理
亜酸化窒素		N ₂ O	114年	2.6%	家畜排泄物、農用地
代替フロン等	ハイドロフルオロカーボン類	HFC	260年	4.1%	フロンガスの製造、消費 (モントリオール議定書で全廃される)
	パーフルオロカーボン類	PFC	—		
	六ふっ化硫黄	SF ₆	—		

a)気象庁2002年 b)環境庁2007年, 京都議定書基準年

65万年間の二酸化炭素濃度と世界の気温



出典: アル・ゴア『不都合な真実』, サイエンス誌

地球温暖化対策



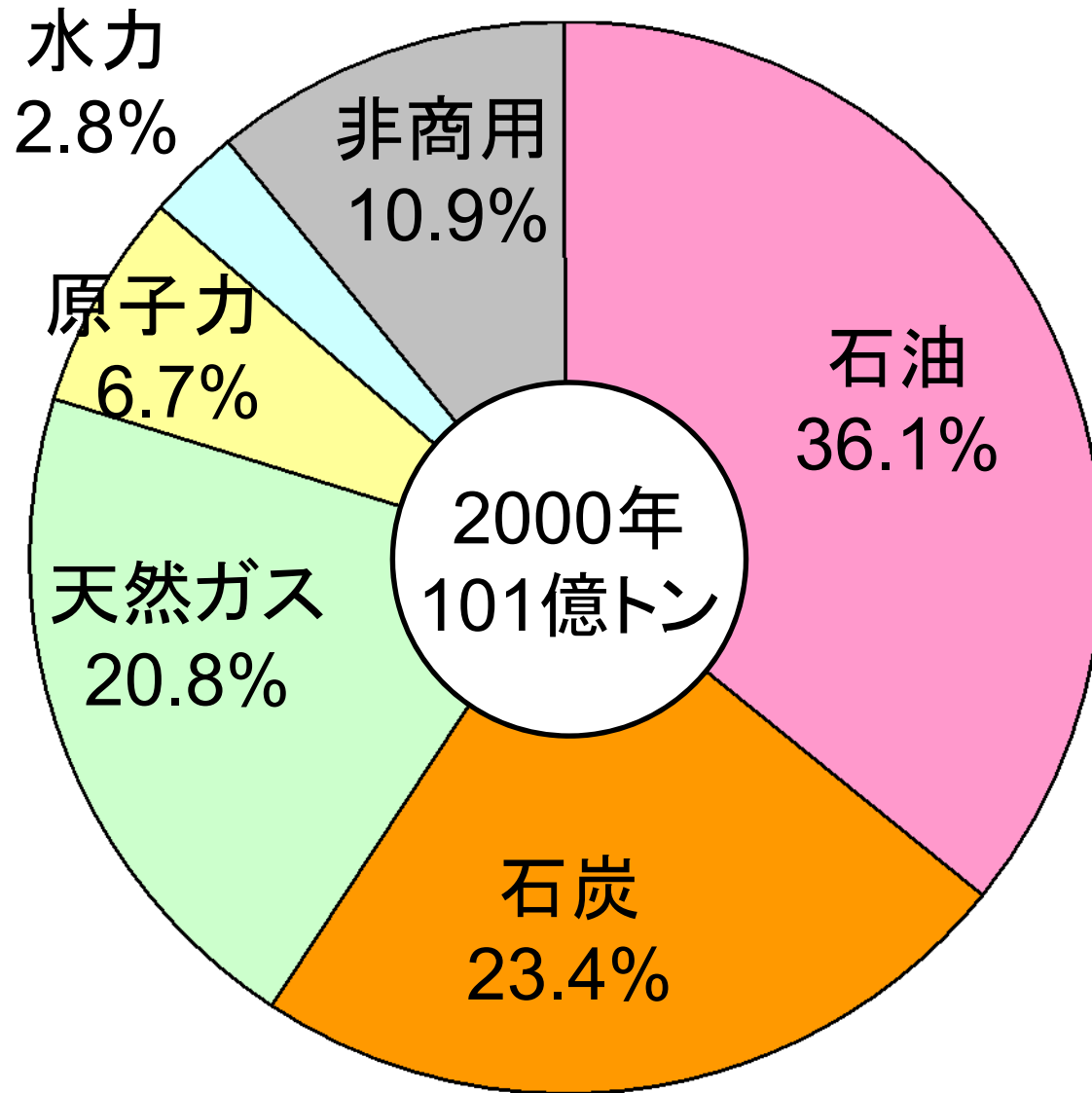
化石燃料消費の削減
(年3%減)



再生可能エネルギーへの代替

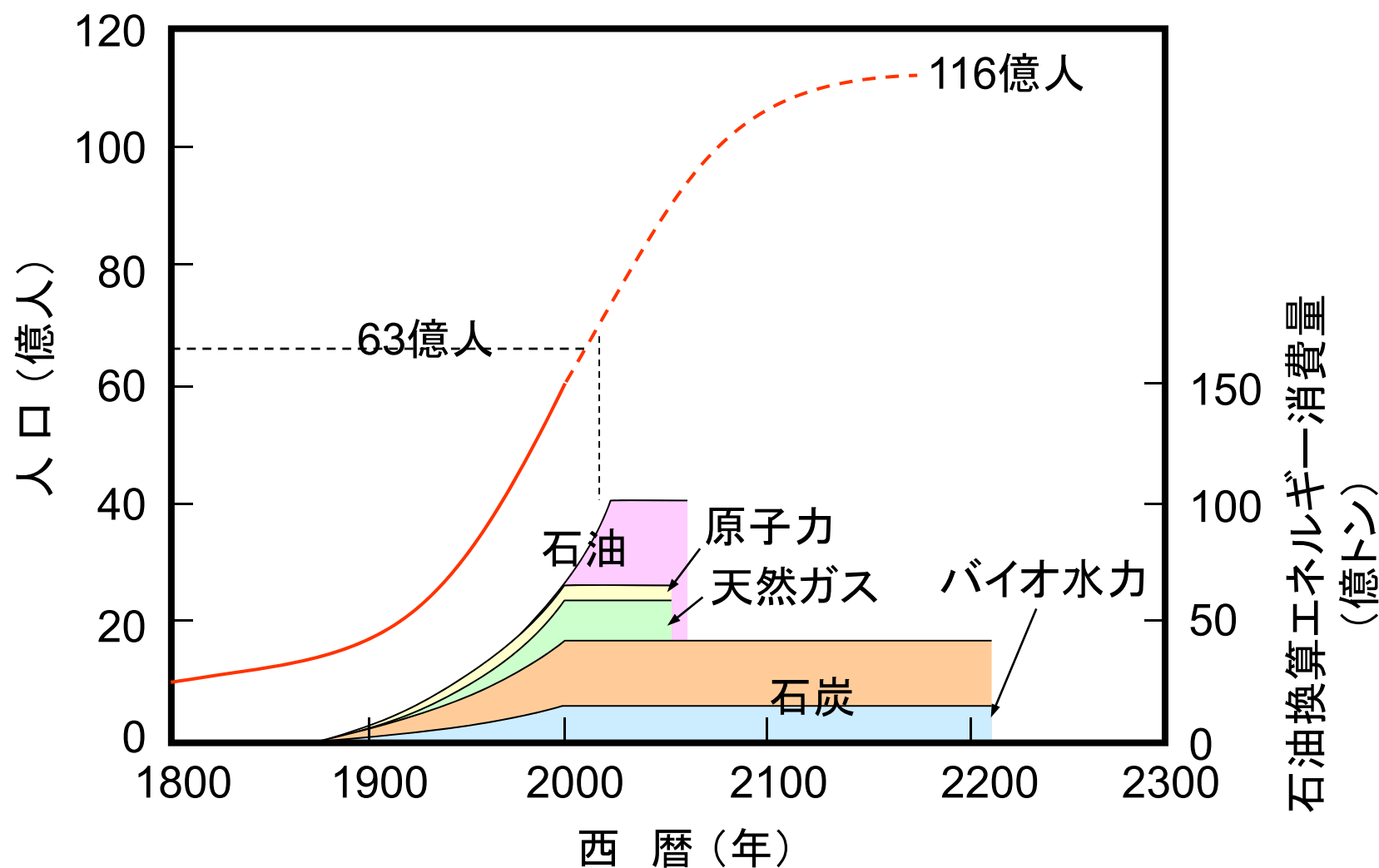
化石燃料の枯渇

世界のエネルギー消費構成



〈出典〉 茅陽一監修 環境年表2004/2005オーム社より作成

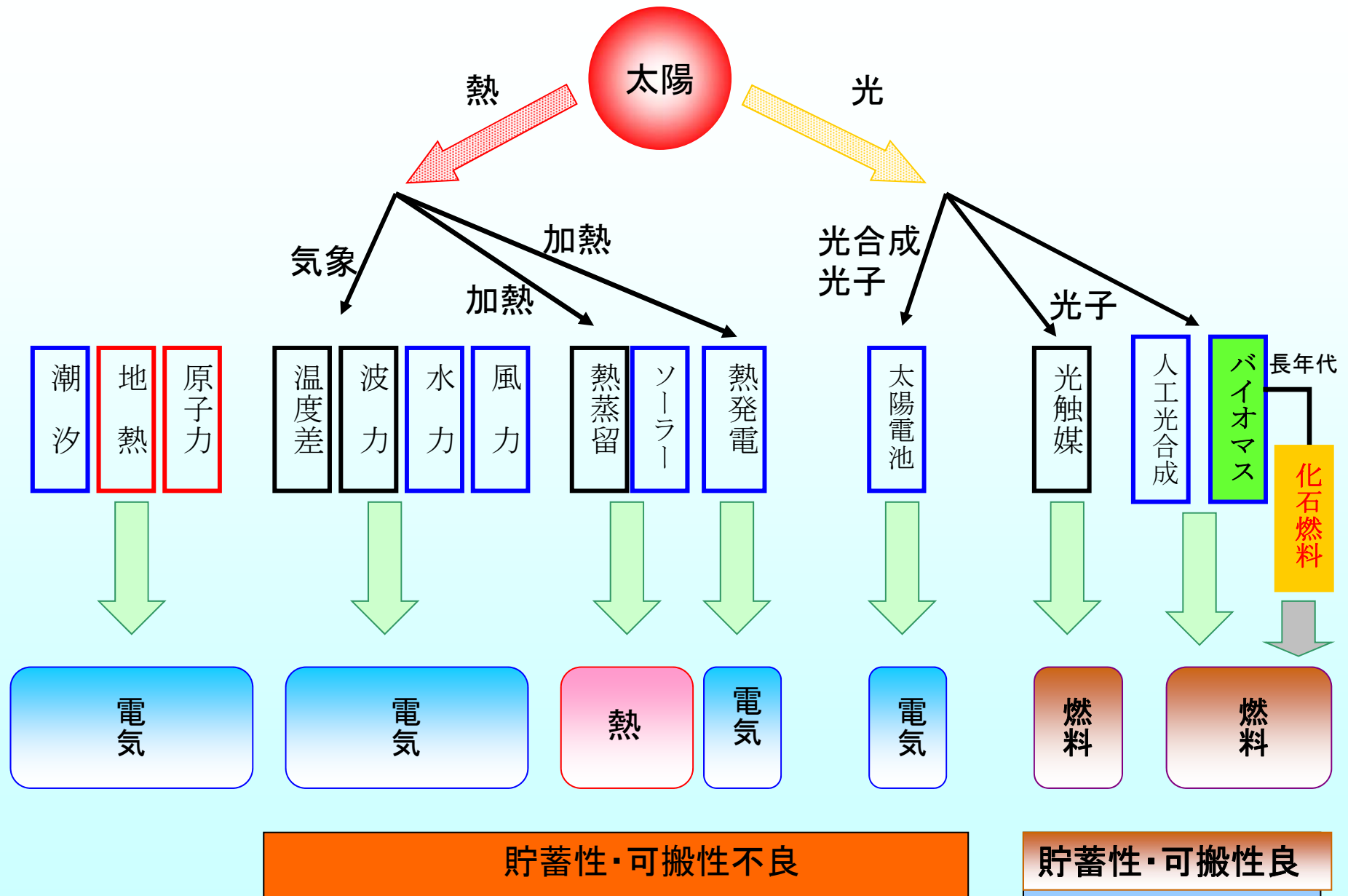
世界人口増加とエネルギーの需要



化石燃料ゼロを目指せ！

再生可能エネルギー

太陽エネルギーの利用形態



再生可能エネルギー

水力発電

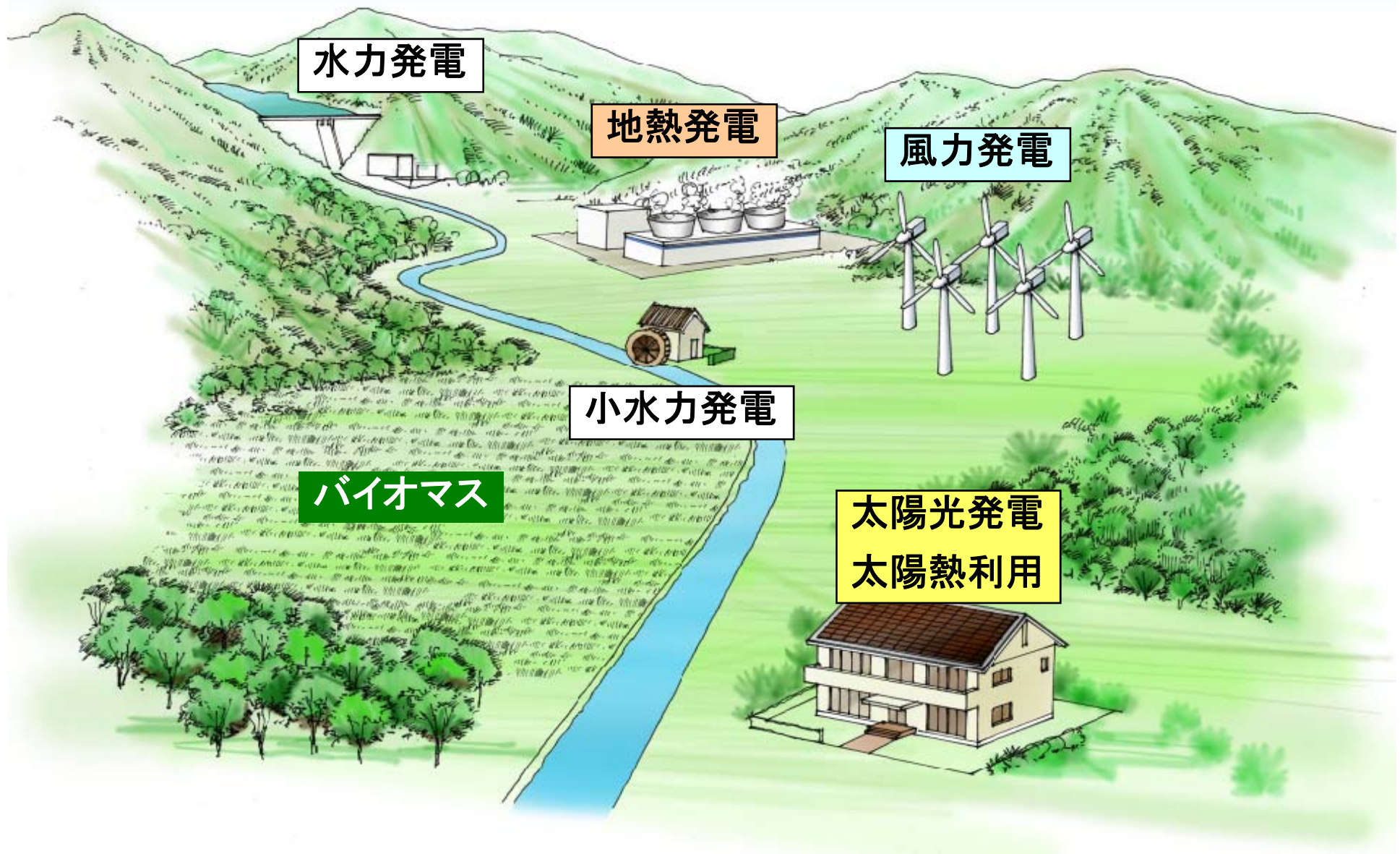
地熱発電

風力発電

小水力発電

バイオマス

太陽光発電
太陽熱利用



主な再生可能エネルギーの形態

主な再生可能エネルギー	エネルギー形態
風力発電 水力発電 太陽光発電 地熱発電	電力 電力 電力 電力
バイオマス	電力・燃料・化学品

再生可能3代表エネルギーの特徴

バイオマス250kW発電は太陽光2000kW発電に相当



太陽光発電

電力

稼働率
10～12%

大気移動
風



風力発電

電力

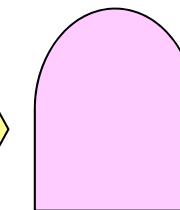
稼働率
18～22%



草木

原料化

ガス化



生成ガス

発電
液体燃料
化学原料

稼働率
80～90%

バイオマスとは？

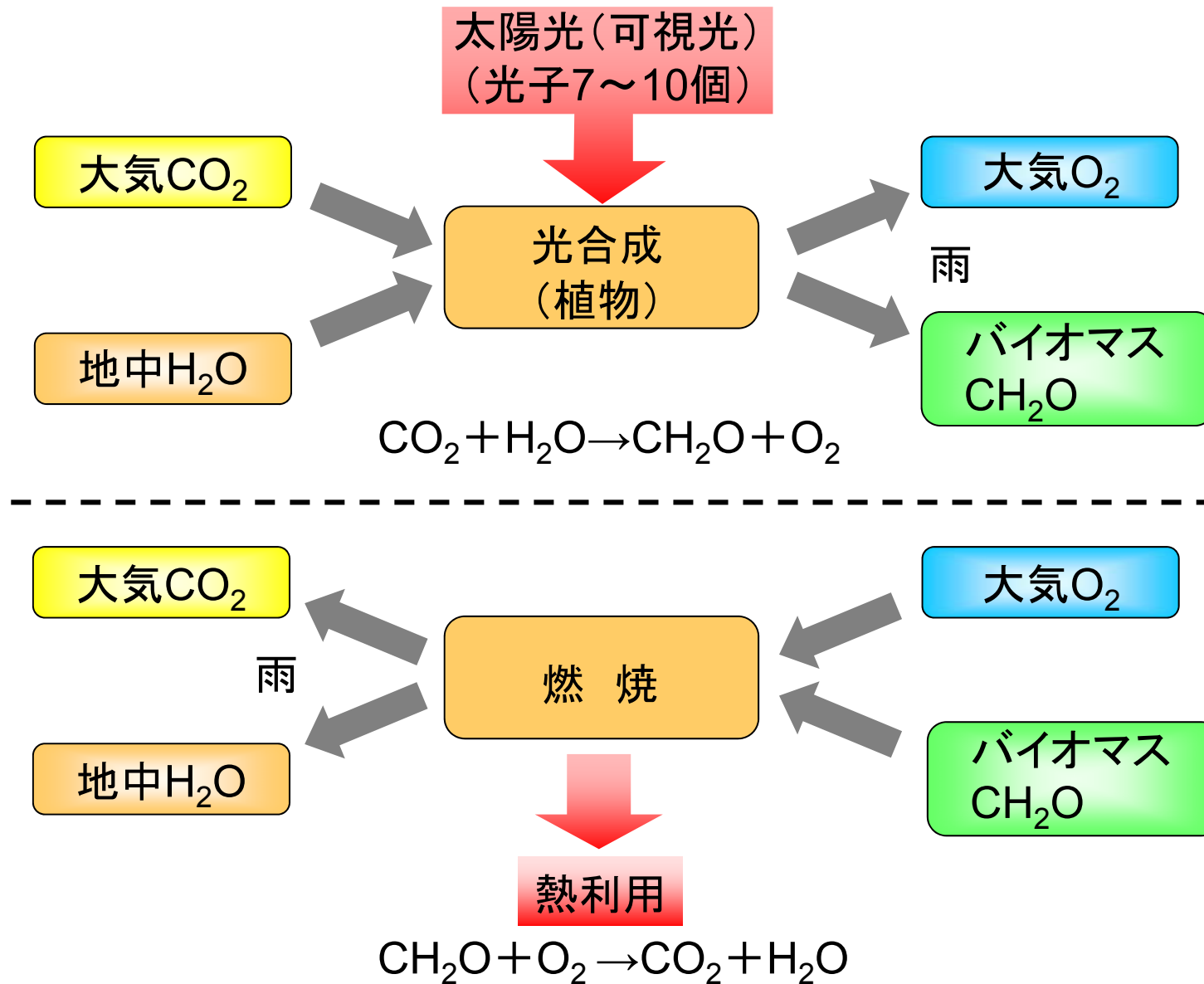
Bio mass

生物資源(化石燃料を除く)

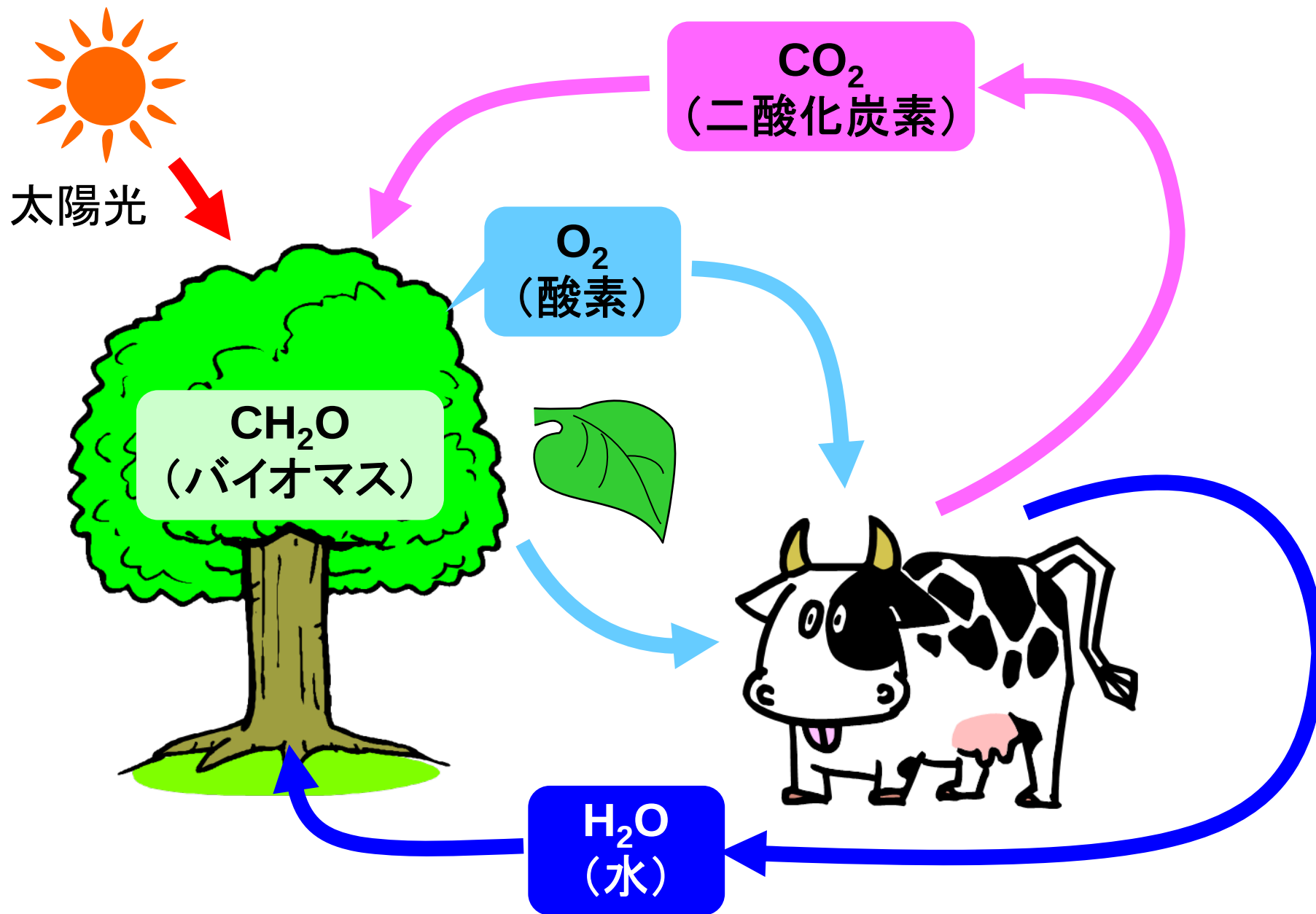
草・木・生ごみ・汚泥・糞尿

5. 再生可能エネルギー各論

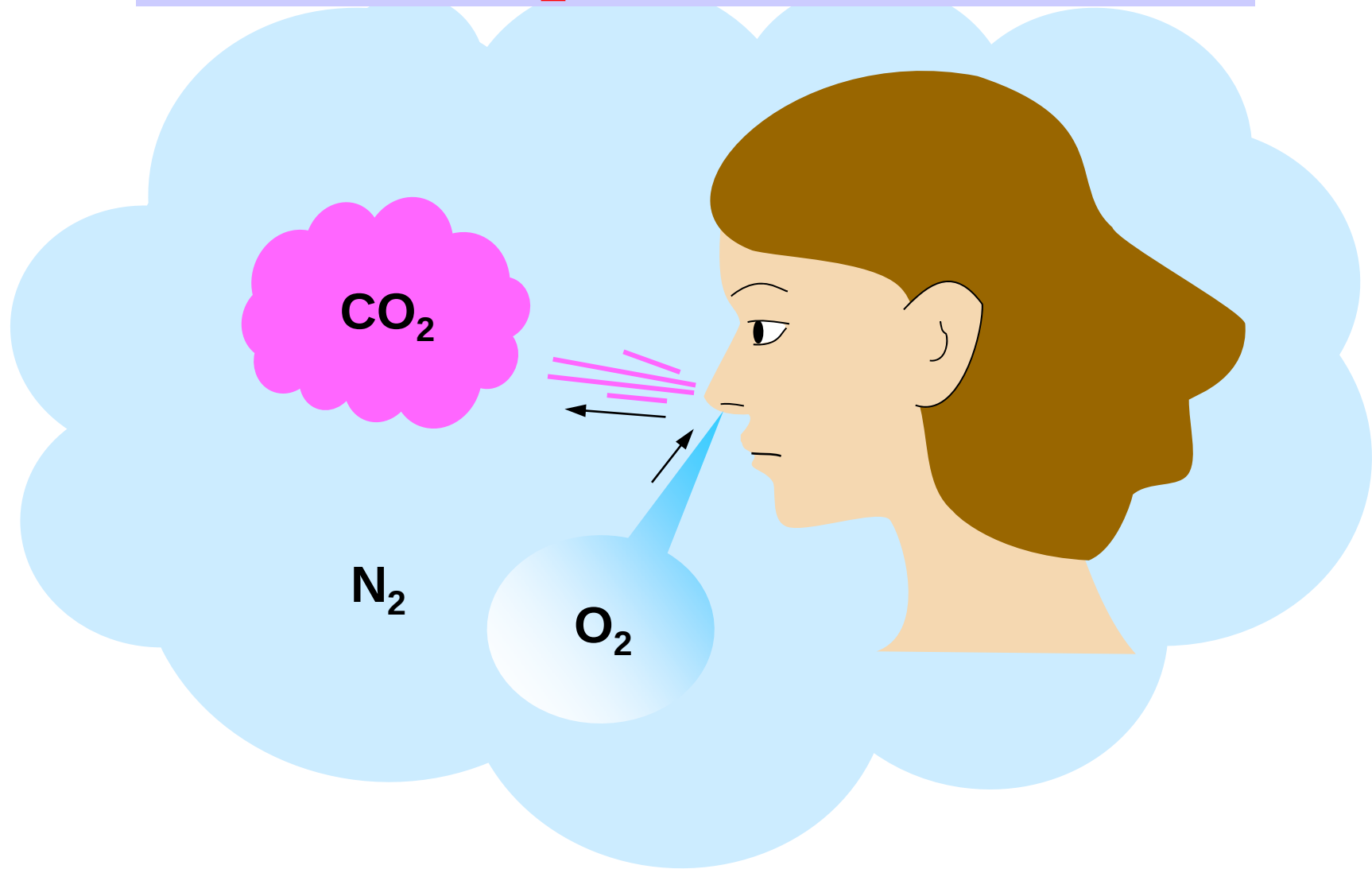
光合成と燃焼における簡略化学式



炭素の自然界循環



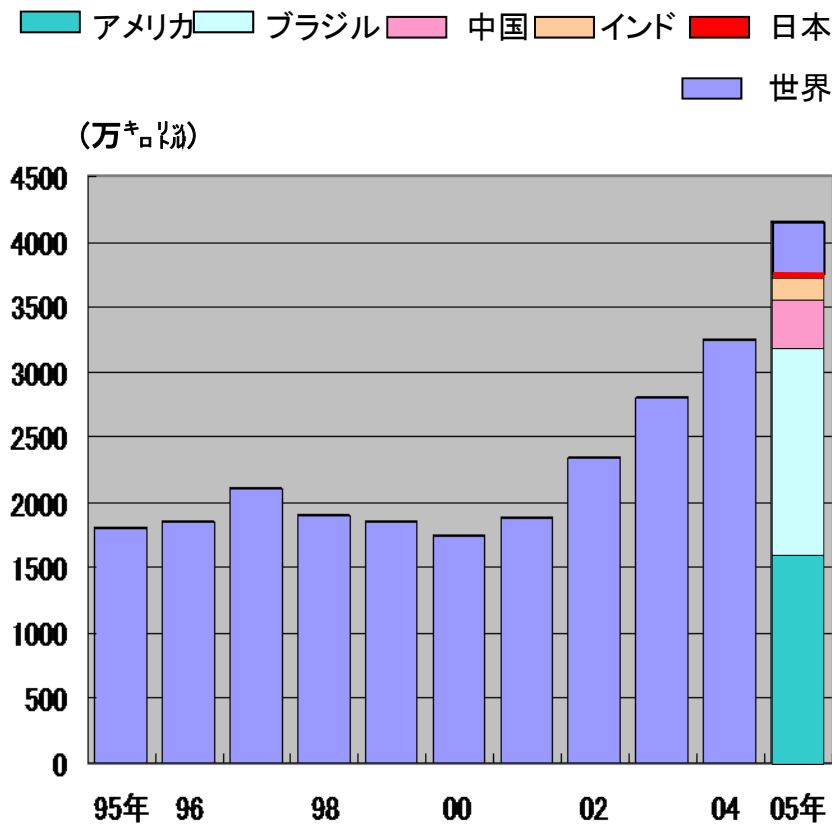
動物は大量の CO_2 を出している！
大気の CO_2 は何故増えない？



バイオマス自動車用燃料の問題点

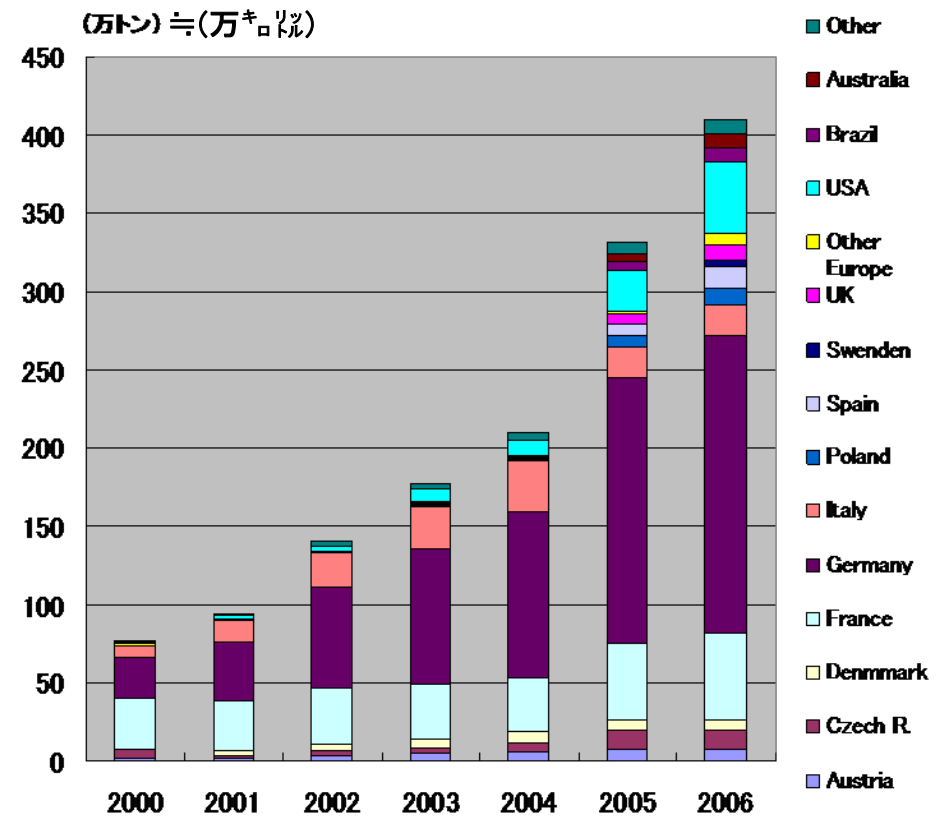
食料と競合し生産性が低い

世界のエタノール生産量



原料: サトウキビ・トウモロコシ...

世界のバイオディーゼル油生産量



原料: 菜種油・コーン油・ひまわり

<出典> (左)米国再生可能燃料協会(RFA)資料 (右) Copyright (C)2006 Rainbow Energy Corporation

食料の燃料化は人類に対する犯罪

「農地をバイオ燃料のために捧げることは、人類に対する犯罪だと言える。

一刻も早く、世界中で起こっている飢餓による大量虐殺を阻止しなければならない」

ジュネーブ大学教授ジーグラー

国連人権委員会(2007.10.26)発言

農林バイオマス3号機の機能

非食料バイオマス原料

浮遊外熱式高カロリーガス化

ガス燃料(合成ガス)

エンジン
発電

化学合成

液体燃料
(メタノール、
炭化水素)

化学合成

化学原料
(エチレン、
プロピレン)

新しい展開

浮遊外熱式
高カロリーガス化法

多種のバイオマスが原料(木質最適)



ネピアグラス



サトウキビ



スギ



稲わら



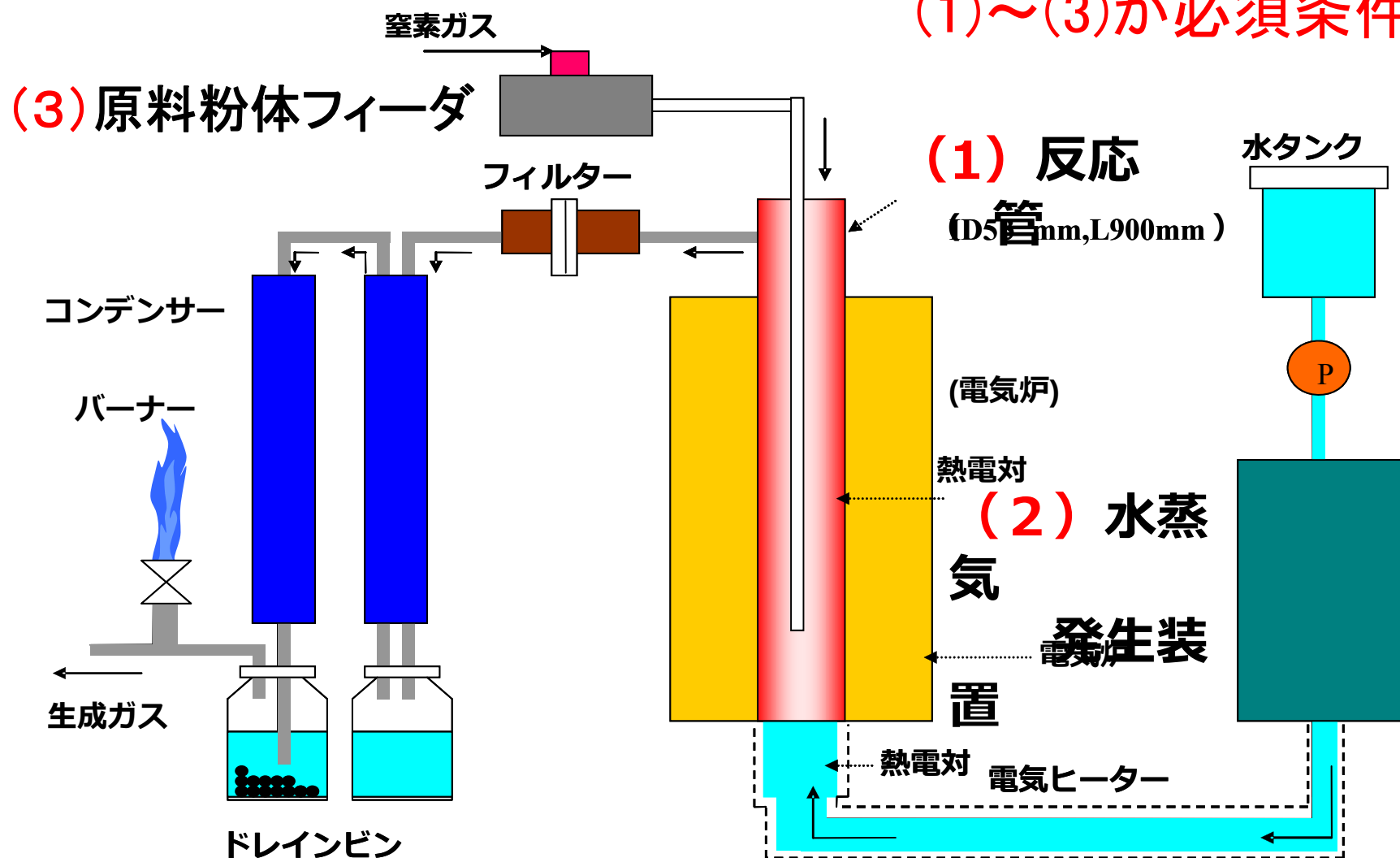
竹

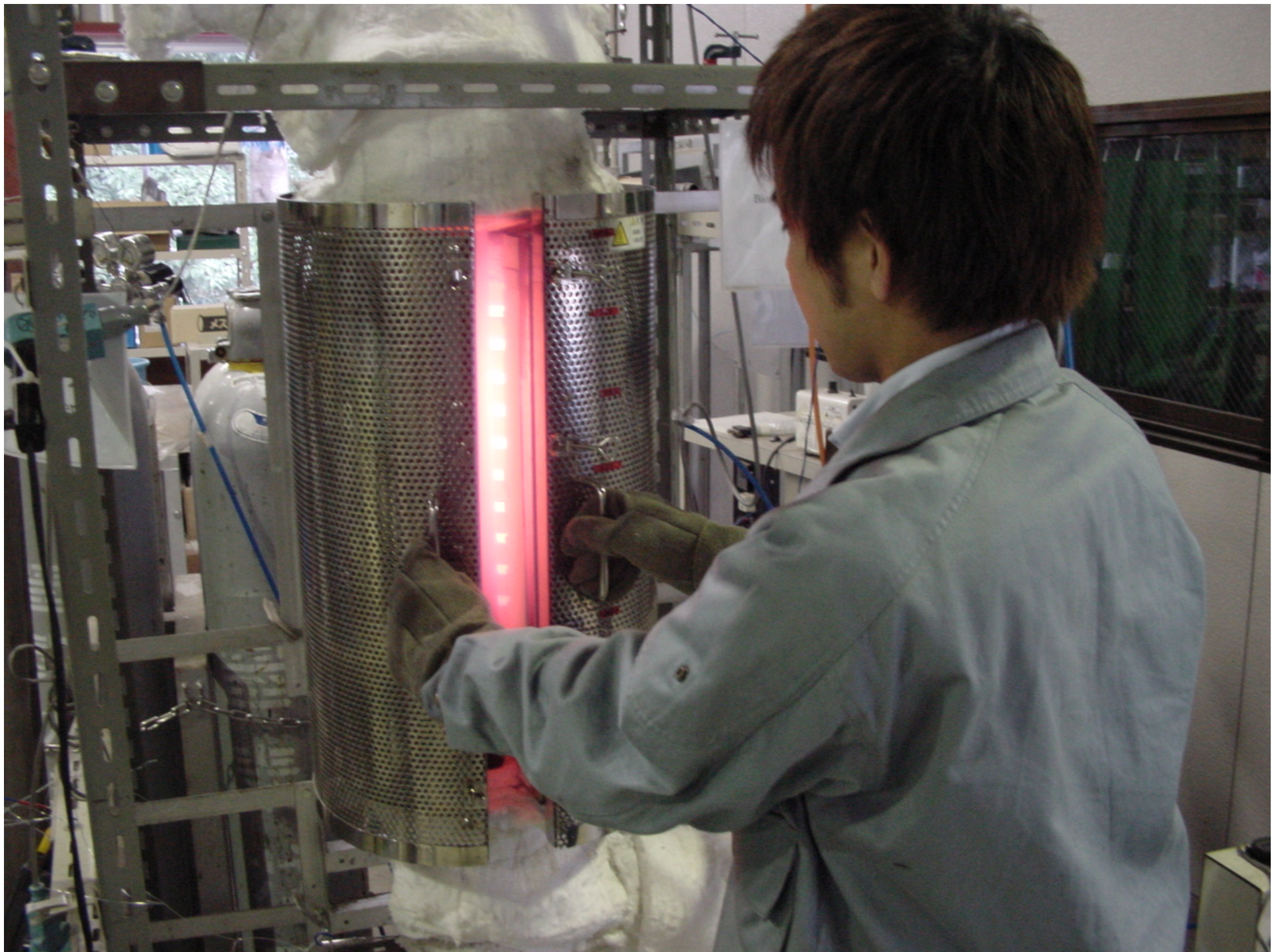


バーク

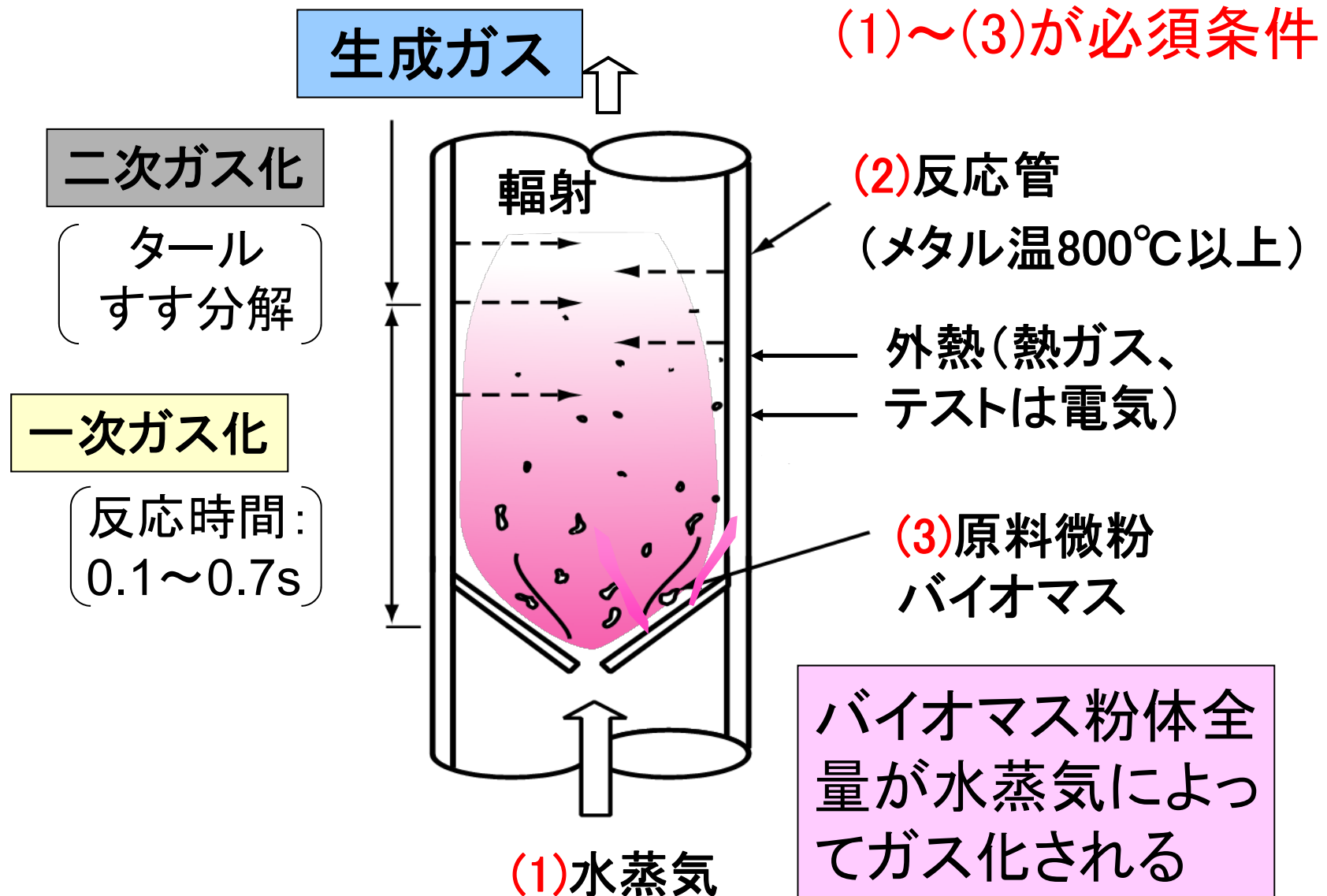
バイオマスガス化基礎実験装置

(1)～(3)が必須条件

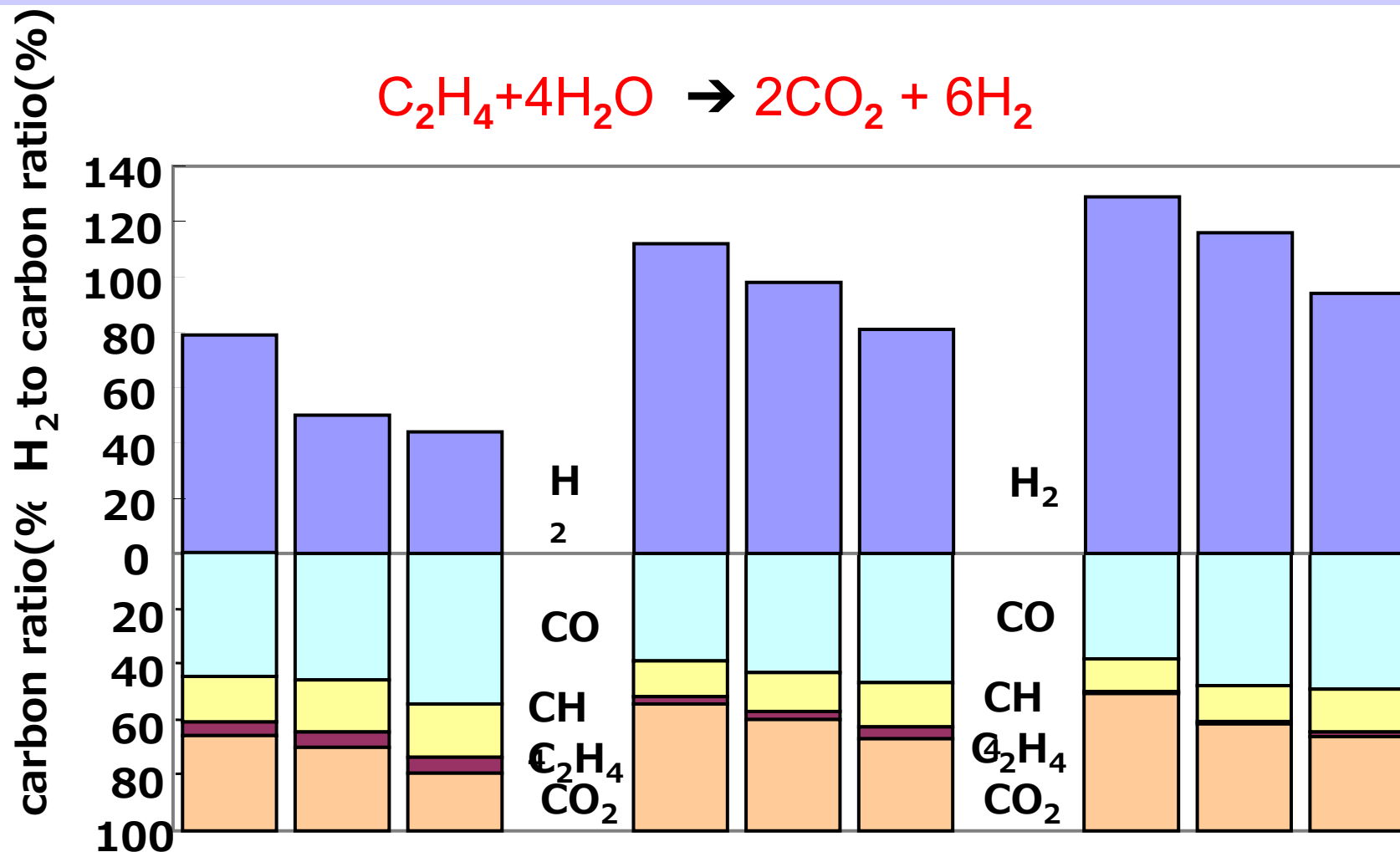




ガス化反応管内部模式図



反応温度・粒径・反応時間によってH₂量を変化できる



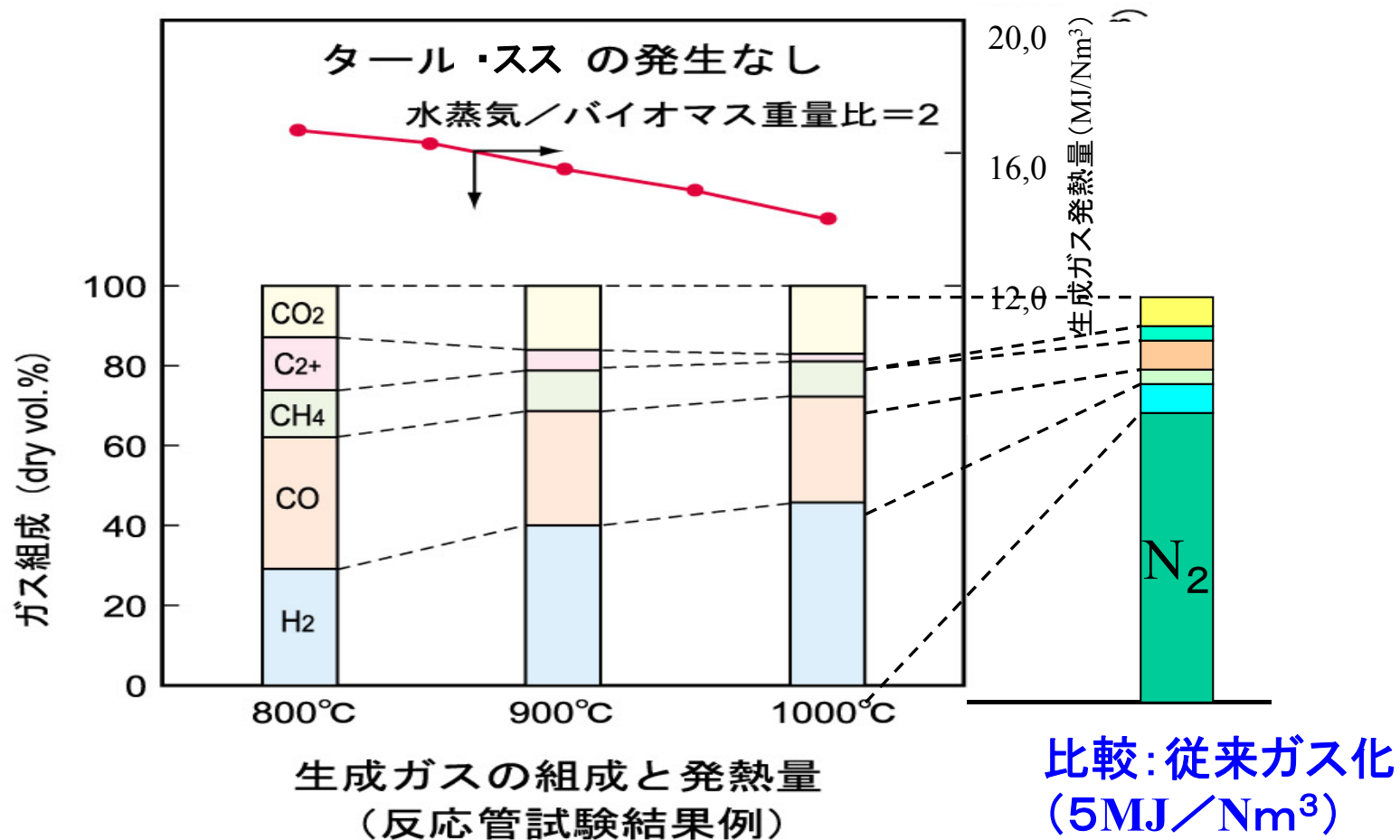
粒径.(μm)	105	600	2000	105	600	2000	105	600	2000
温度.(°C)	800			900			1000		

杉木粉ガス化

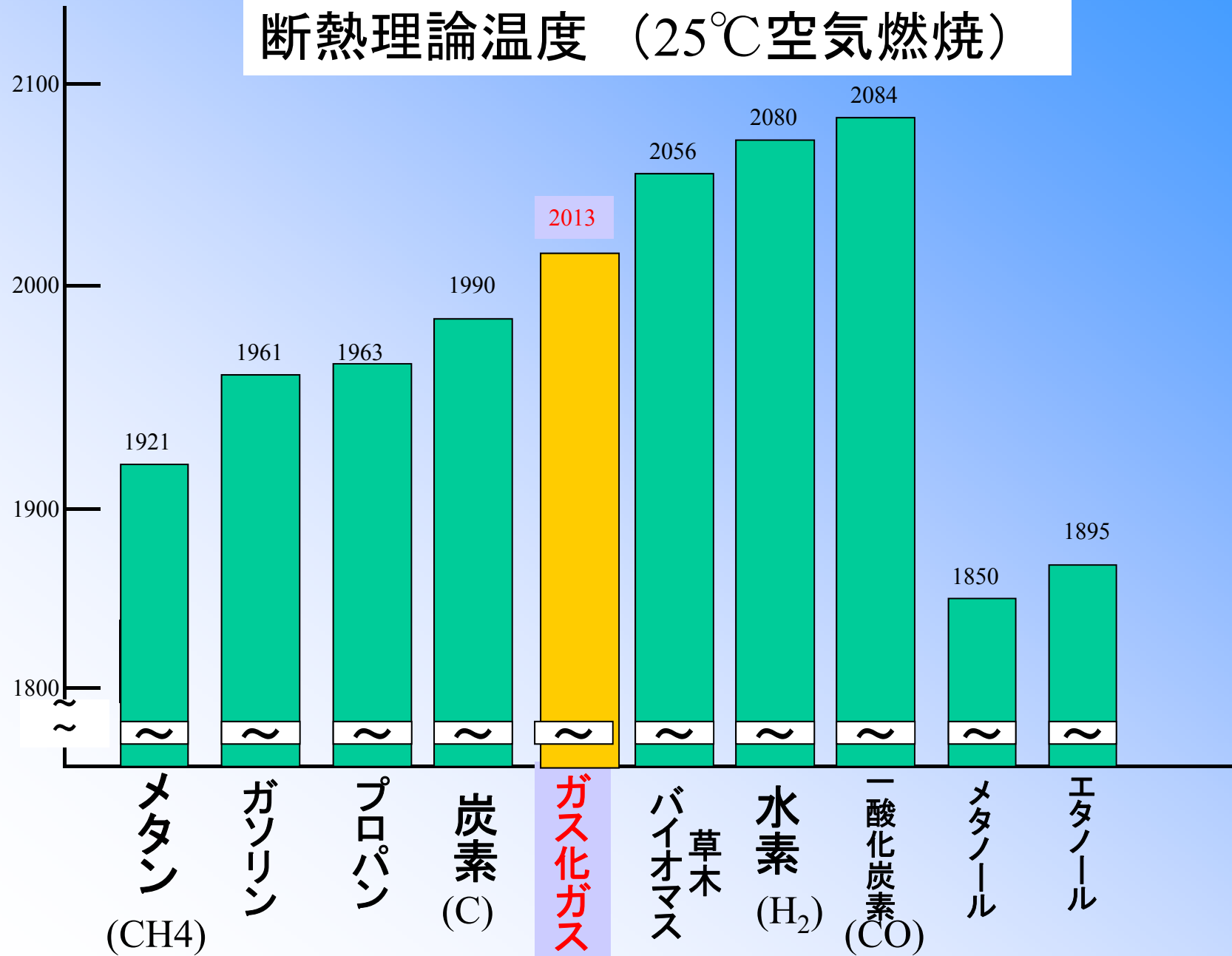


バイオマスサンプル			杉木粉
高位発熱量		kcal/kg	4570
元素分析	C	%	51.1
	H	%	5.9
	O	%	42.5
	N	%	0.12
	T-CL	%	0.01
	T-S	%	0.02
灰分		%	0.5

H ₂	CO	CH ₄	C ₂ H ₄	CO ₂	Total
53.1	24.8	5.3	0.1	16.7	100vol%

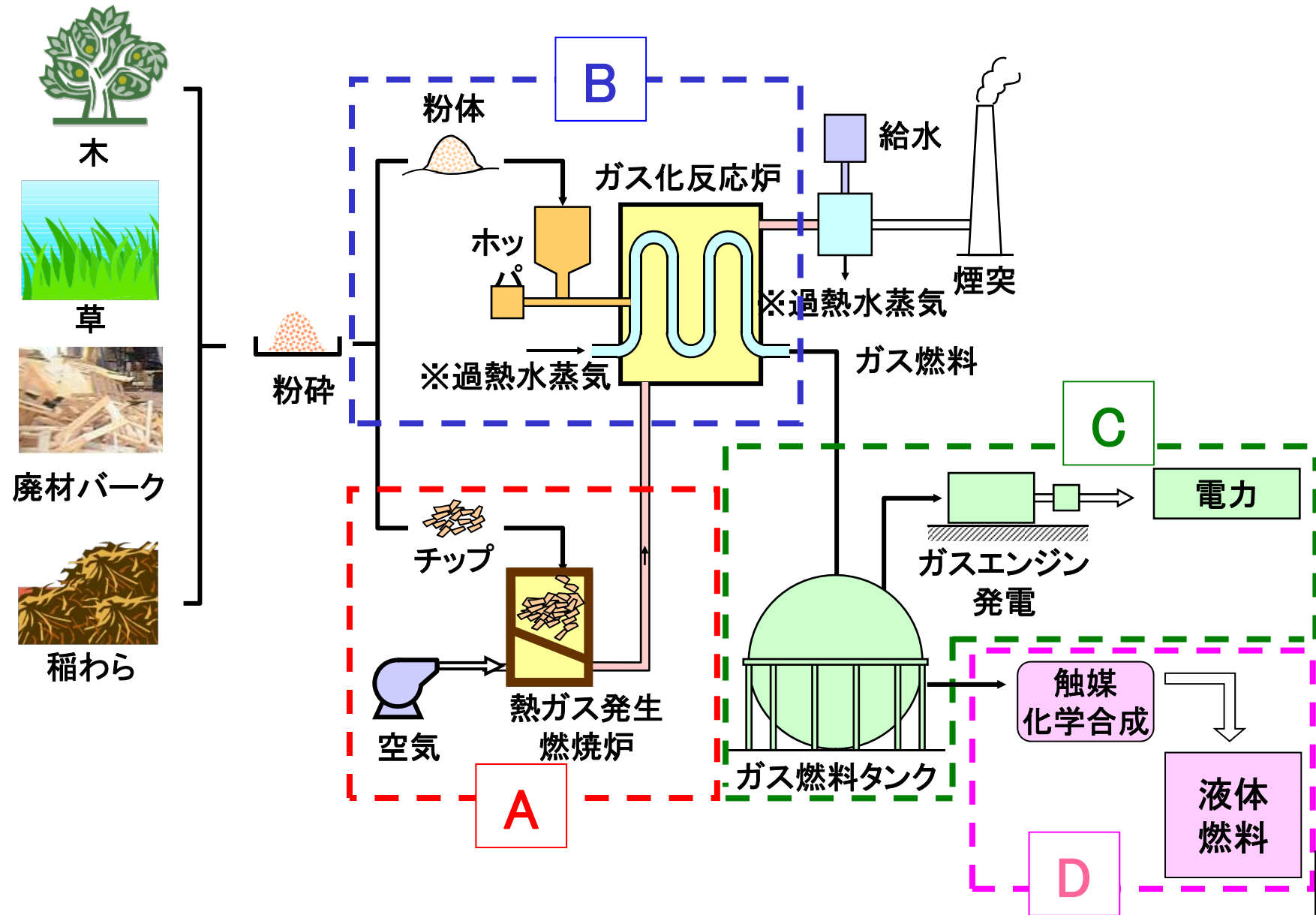


断熱理論温度 (25°C空気燃焼)



システムの構成と特長

本システムはA,B,C,Dパーツより構成される



草木バイオマスガス化 ガスエンジン発電実証プラント

農林バイオマス3号機

(A + B + C)

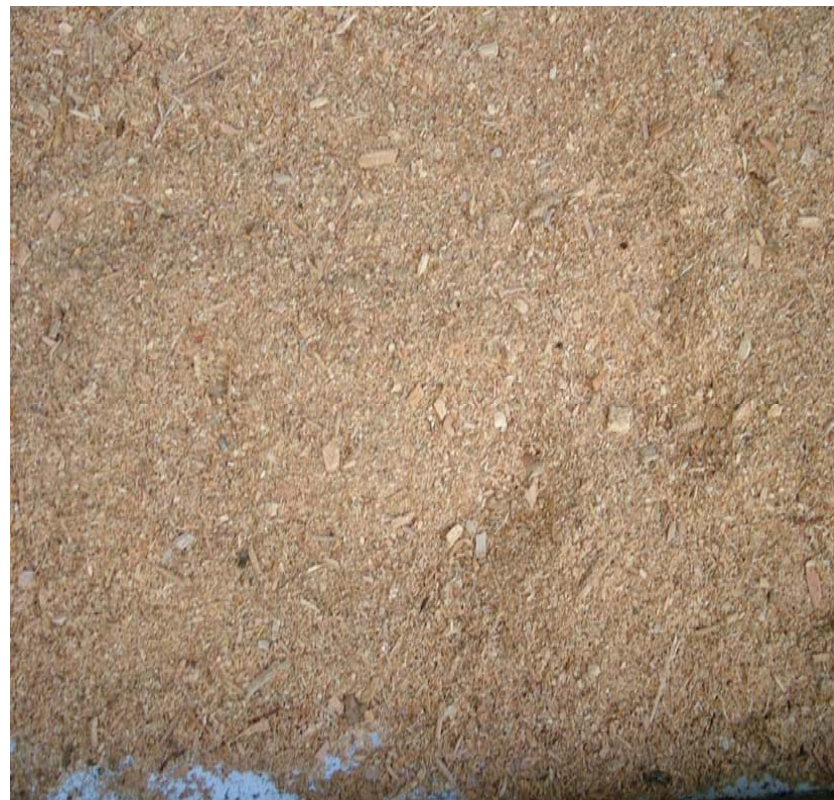
50kWバイオマス・ガスエンジン発電システム試験機 主要仕様

出力	: 50kW	ガス化原料バイオ量	: 31kg/h
エンジン出力	: 30%	外熱バイオ量	: 20kg/h
ガス化効率	: 75%	ガス化剤:H ₂ O量	: 113kg/h
総合発電効率	: 21%	生成ガス量	: 45.6m ³ /h

50kW発電で実験使用の原料バイオマス

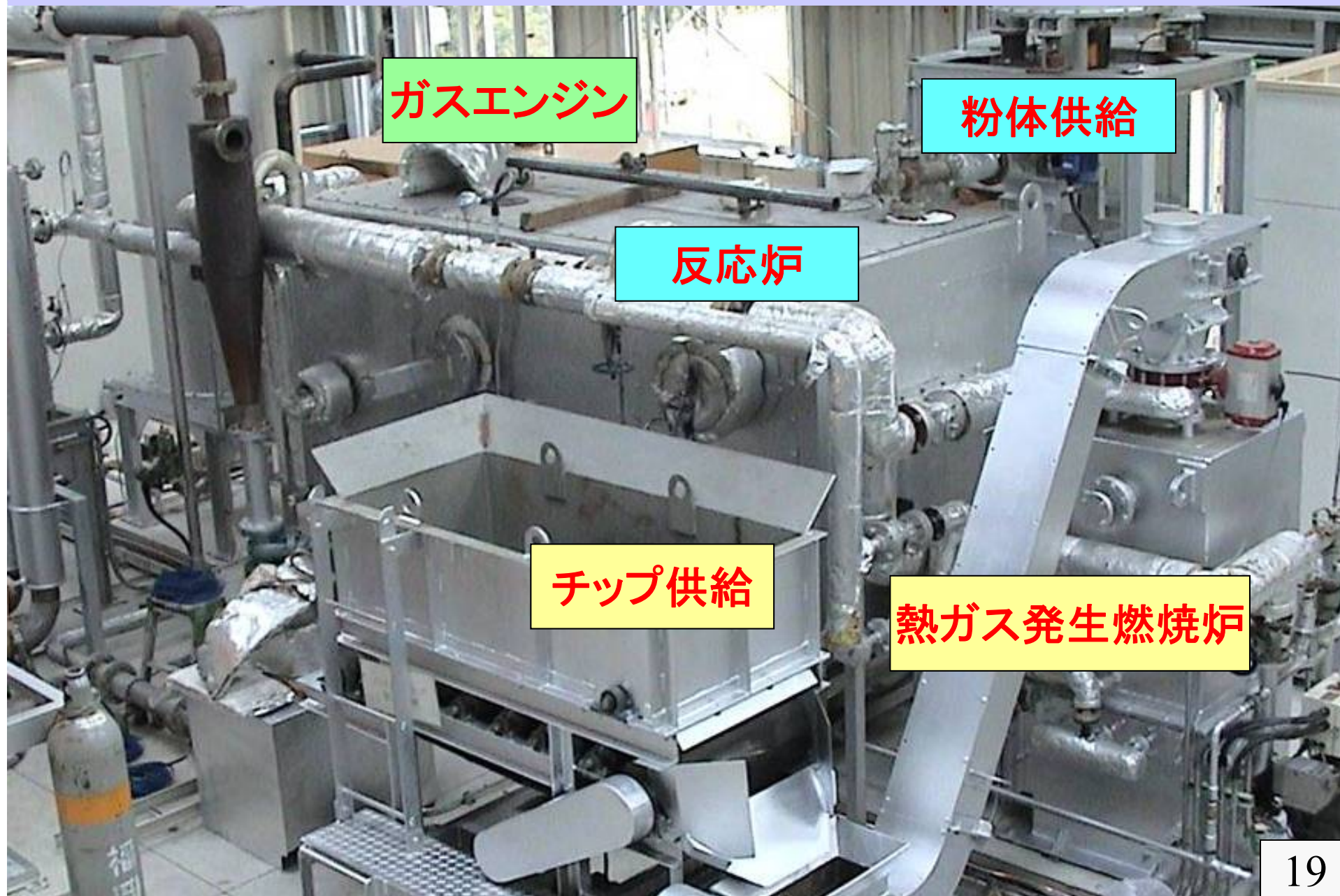


チップ

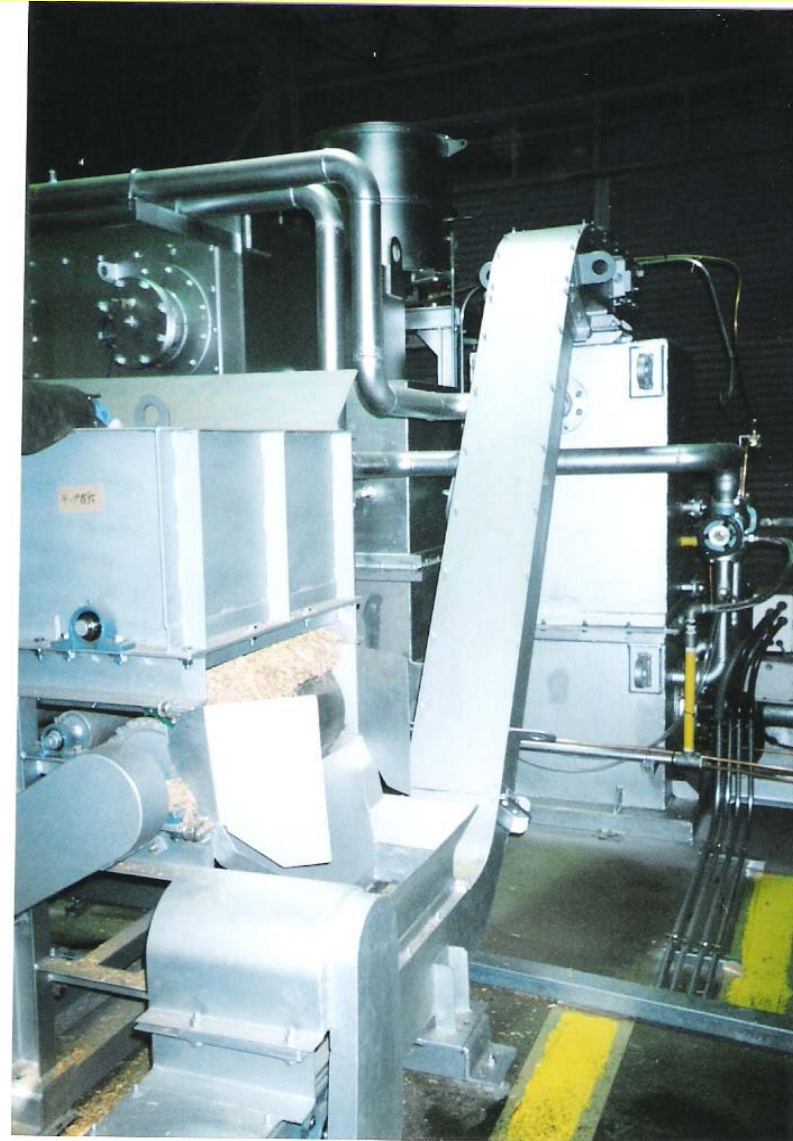


粉体

コンパクトな50kWガス化反応炉外観

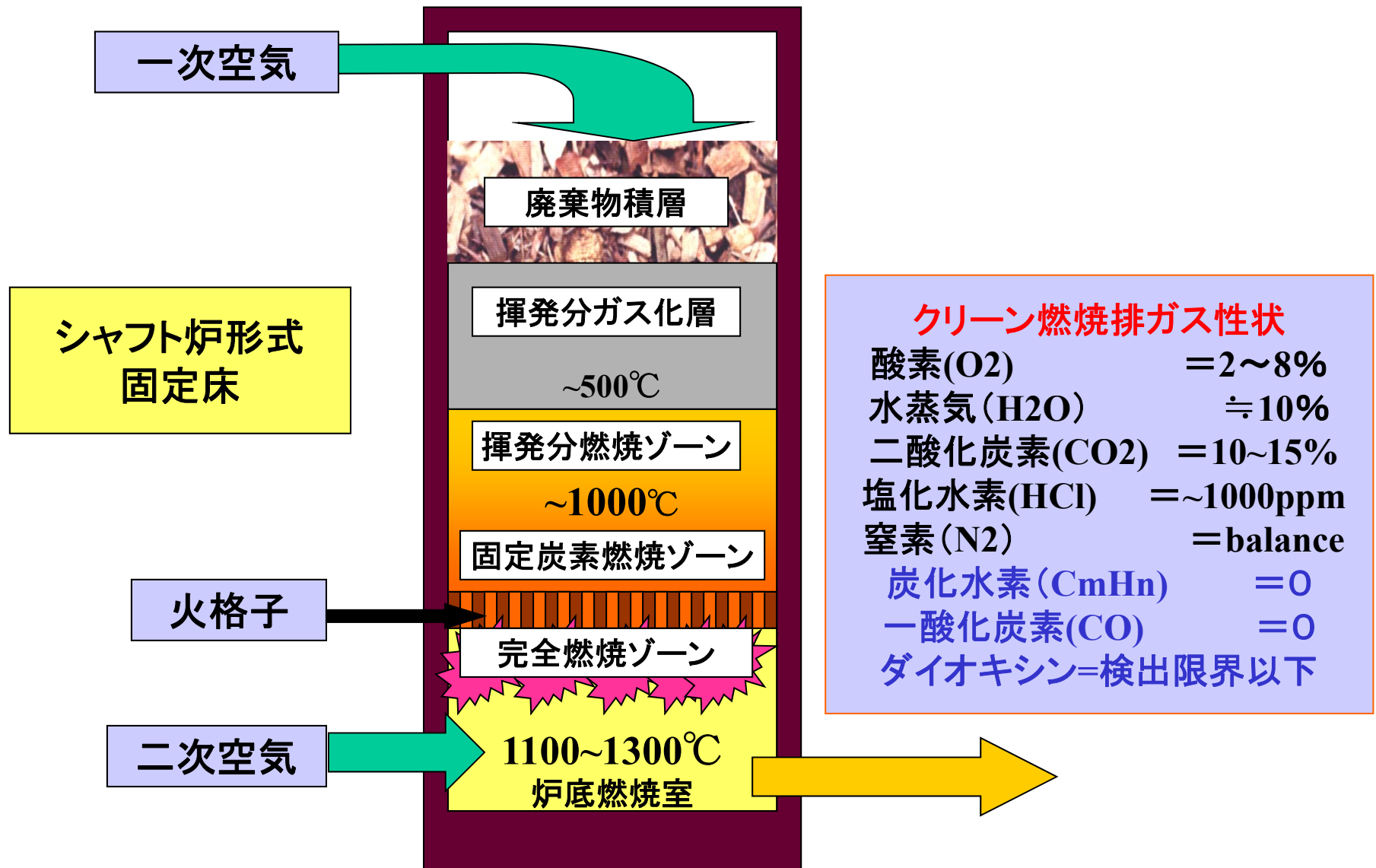


チップ供給装置及び燃焼器



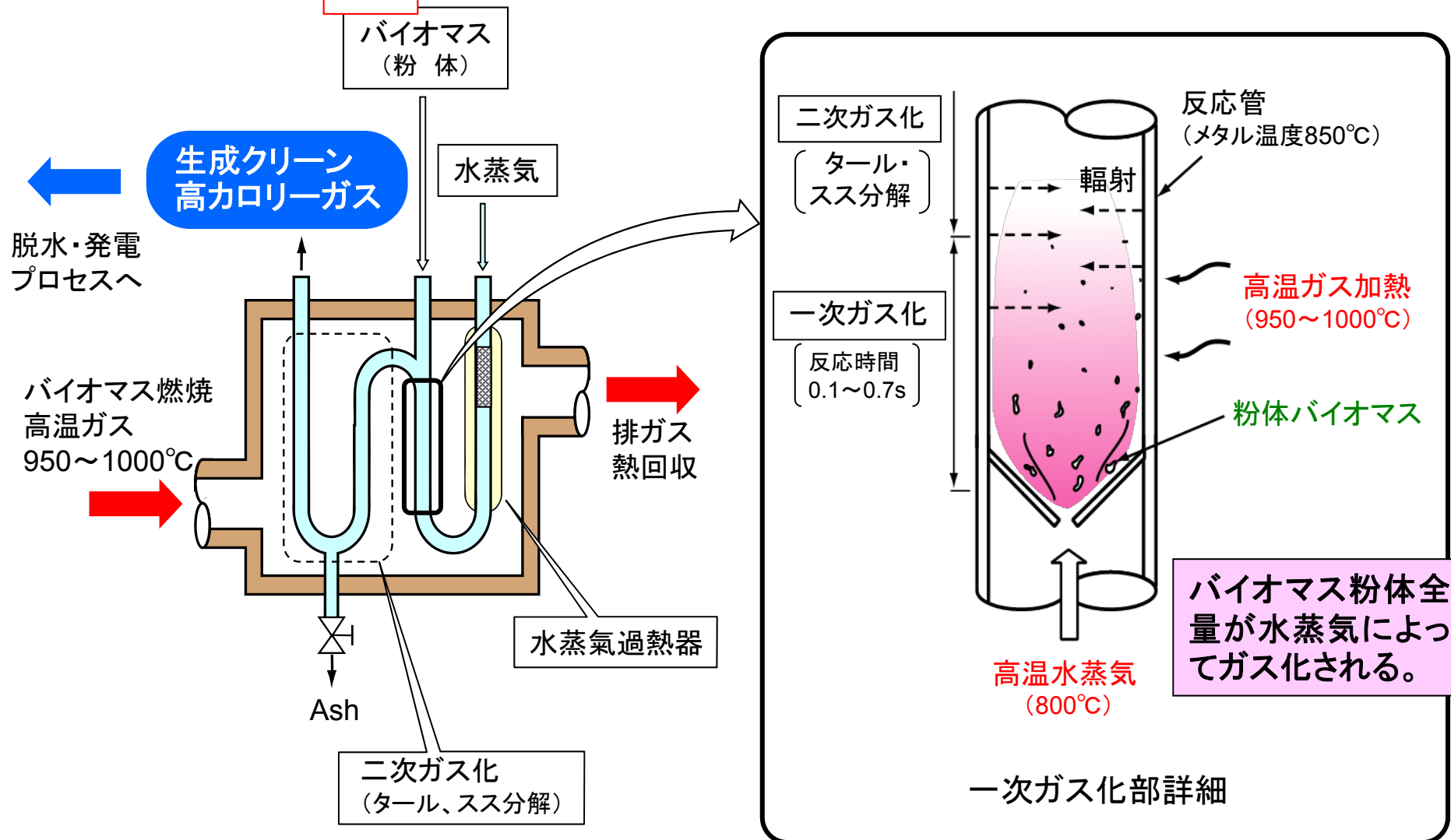
ダウンドラフト方式低公害焼却炉

原理模式図



B 浮遊・外熱式高カロリーガス化反応炉

A の高温熱ガスで反応管を加熱



生成ガス貯蔵タンク及びガス化ガス火炎





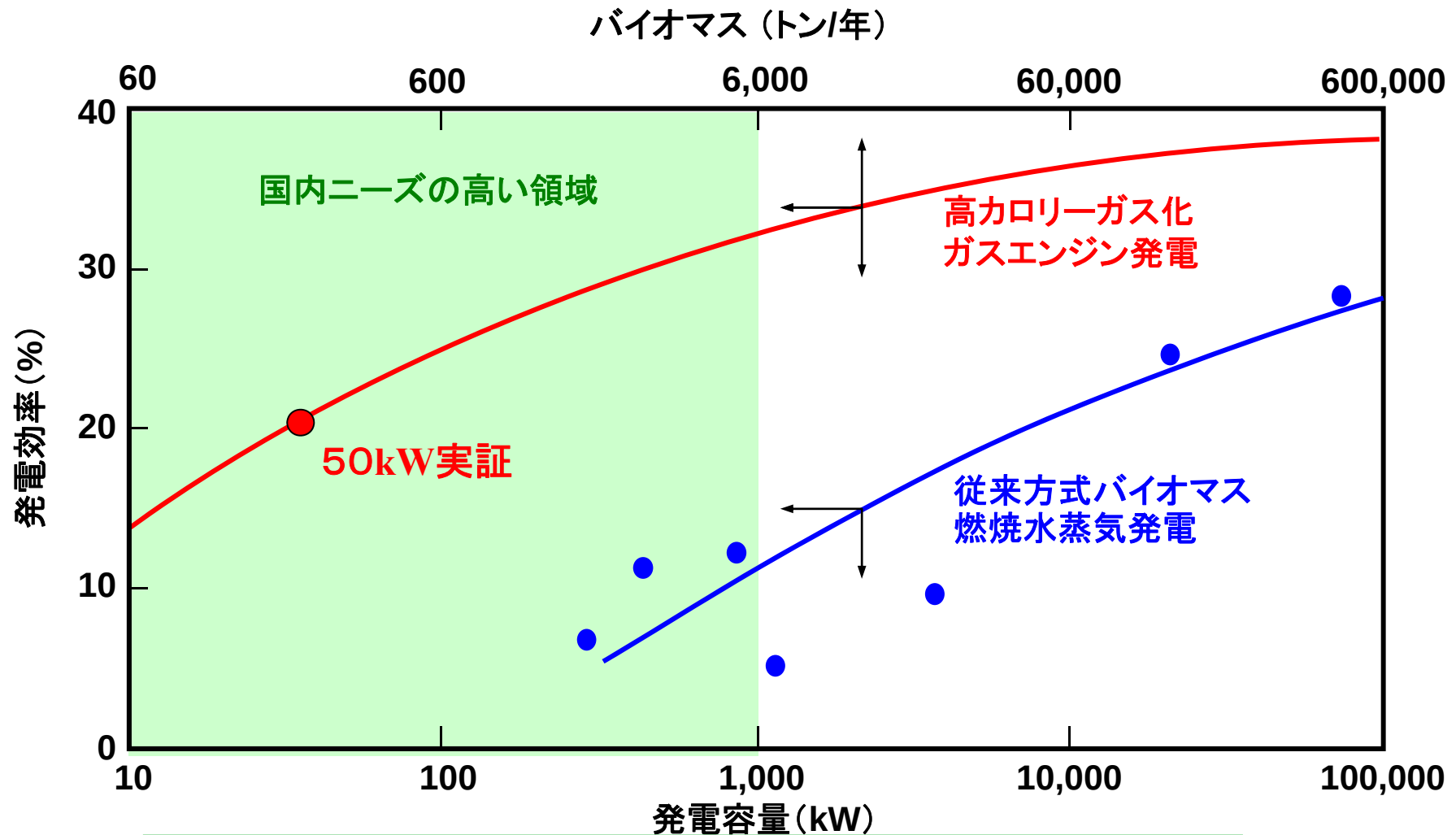
ライト出力

50kWガスエンジン発電



小容量プラントでも高い発電効率が得られる

高カロリーガス化発電と従来方式の発電効率比較



特にバイオマス資源が分散している我国において
、ニーズが高い小規模設備で極めて有効

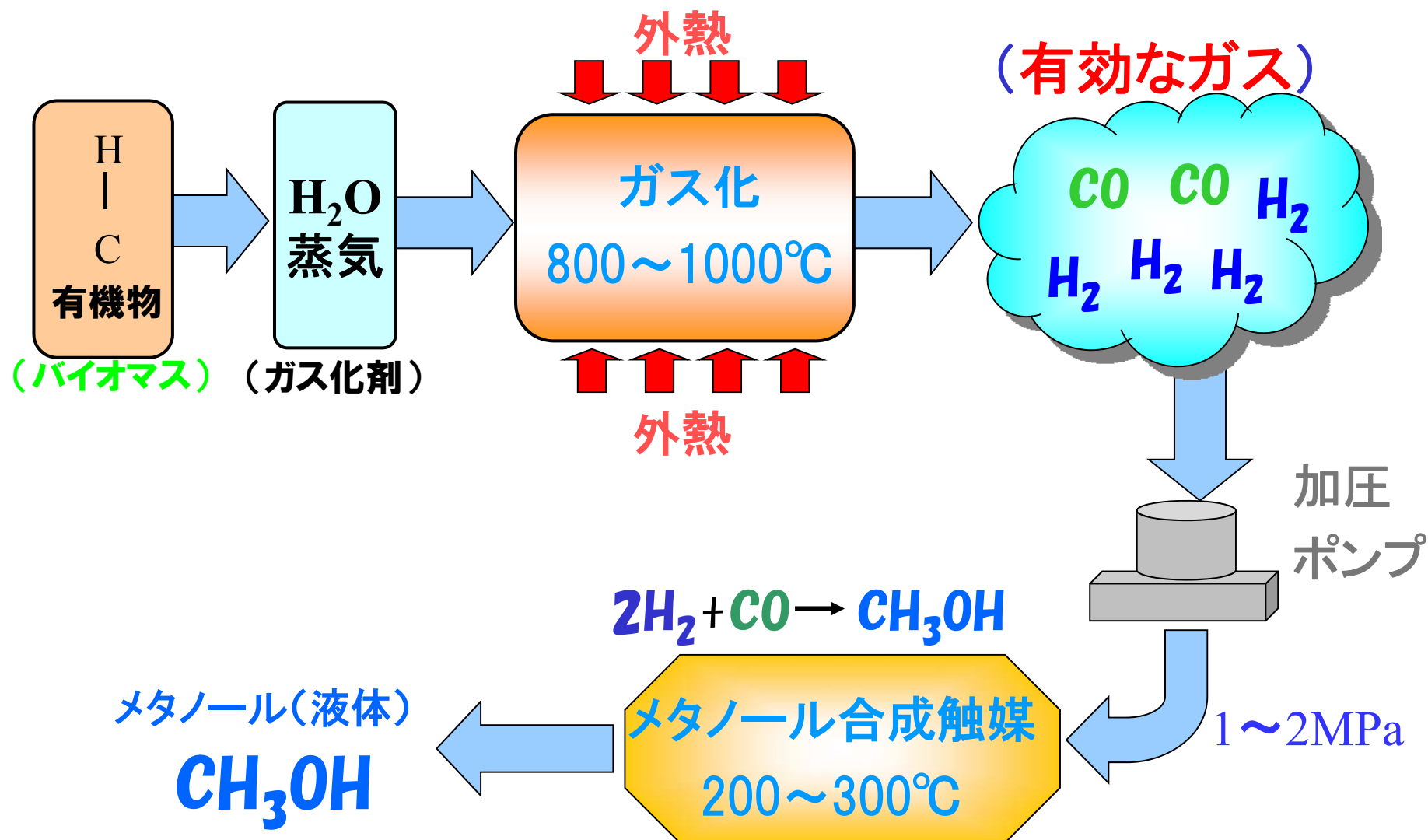


液体燃料メタノール合成

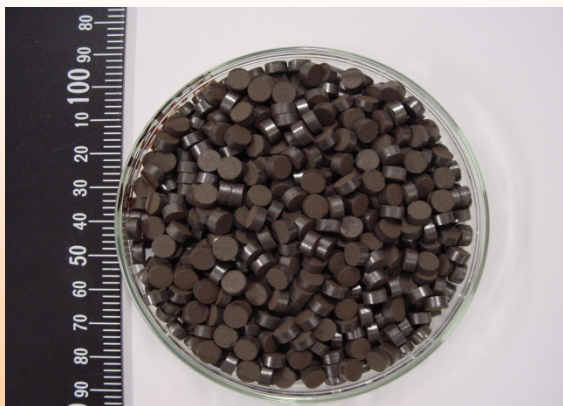
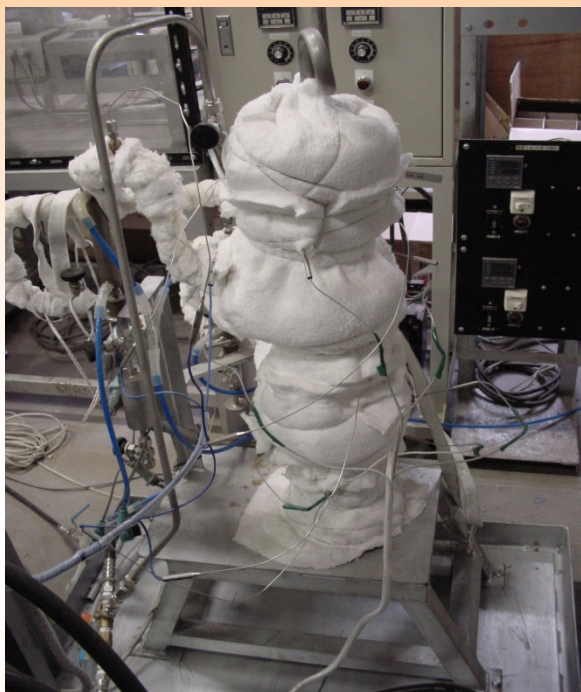
小規模多段式メタノール合成装置

(A + B + D)

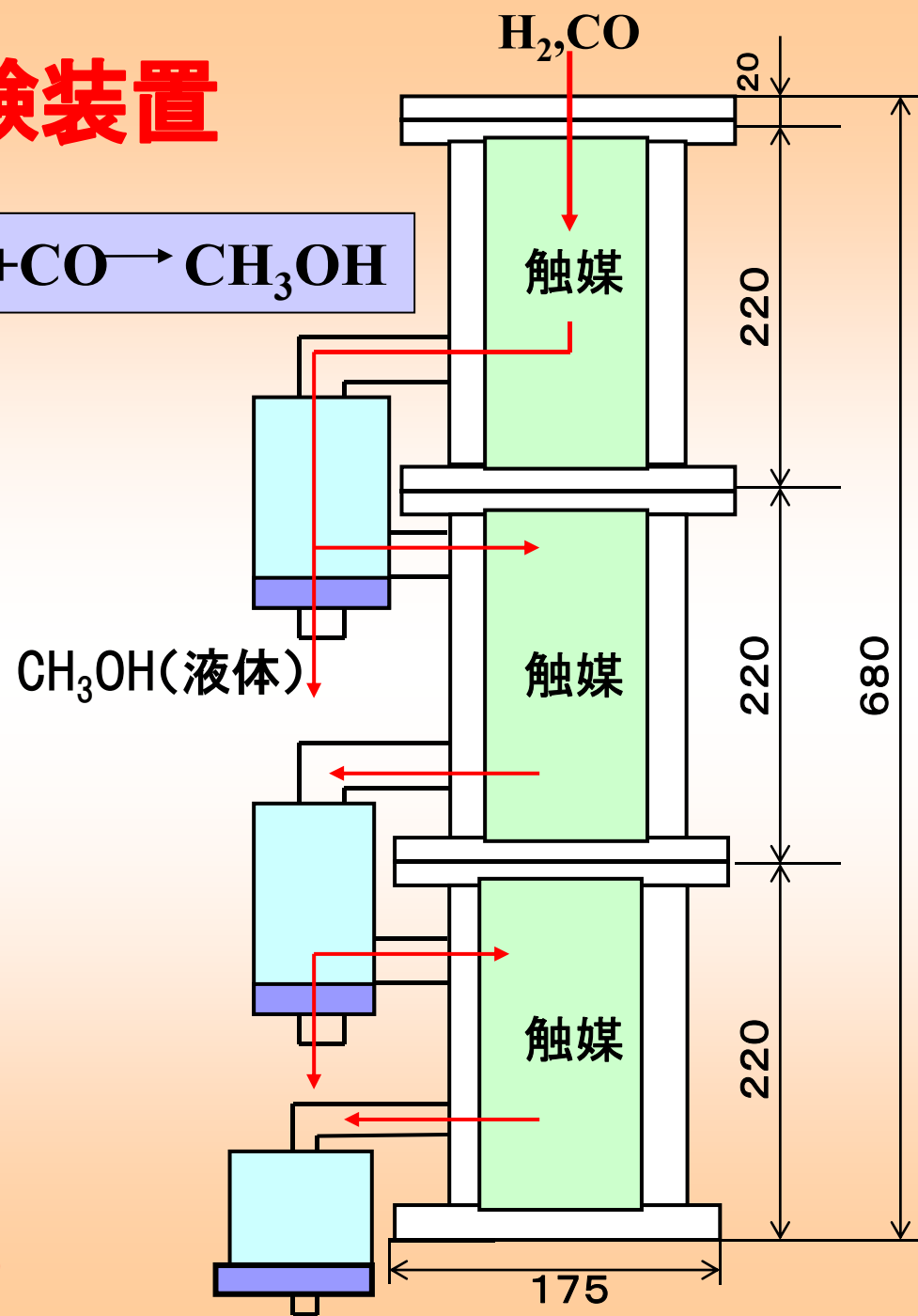
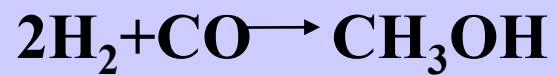
バイオマス生成ガスからのメタノール製造



メタノール合成実験装置



メタノール合成触媒 CuO・ZnO



稲わらから作った メタノール燃料

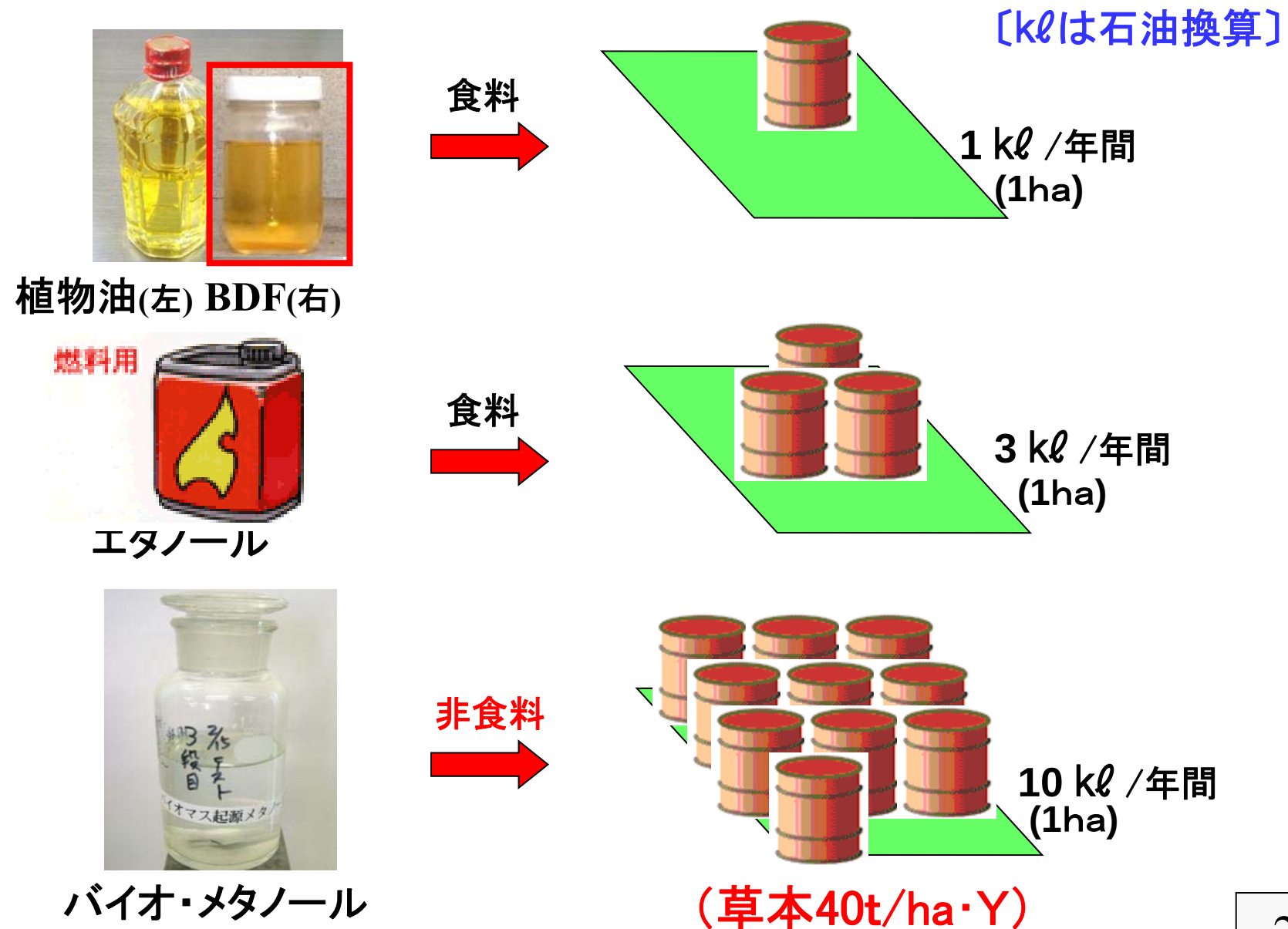


農林バイオマス3号機付設 30ℓ/d メタノール合成(製造)装置



バイオマスからの液体燃料 生産性比較

本方式では非食料から液体燃料が得られ,収率も高い



バイオメタノールの用途(1)

自動車用燃料:メタノール車(M85)
燃料電池車
FFV

バイオメタノール燃料を使用したマイクロ自動車学生実験



メタノール自動車の種類とメタノールスタンド



ガソリンエンジンベース
タイプ(キャブレッタタイプ)

ガソリンエンジンをメタノール仕様に変更した車両。低温始動性を向上させるため、始動時にはガソリンを燃料とするシステムを装備。



ディーゼルエンジンベース
タイプ(インフュージョンタイプ)

ディーゼルエンジンをメタノールエンジンに置き換えた車両。このメタノールエンジンはスパークアシスト方式と呼ばれ、ディーゼルエンジンをベースに点火装置を装備、着火性の向上を図っている。

板橋区に設置されたメタノールスタンド



日本メタノール自動車株式会社を通じ開発・普及が進められているメタノール自動車

メタノールトラック(いすゞエルフ)



公害パトロール車(三菱デリカバン)



メタノールごみ収集車



東京・平和島に設置されたメタノールスタンド



(略称・PEC) 財石油産業活性化センターが自動車メーカーの協力を得て開発を進めている(ガソリン混合)メタノール自動車

レジャーツーリングワゴン(富士重工)



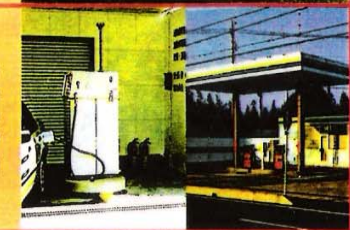
ダイナ(トヨタ自動車)



メタノールバス



PECが試験中の燃料供給設備



INDY JAPAN('03, 4)スピード300km/hを超える



燃料はメタノール

自動車の燃料と言えばガソリンが普通だが、インディカーはなんとアルコールを燃料にして走っている。正確に言えばアルコールの一種の「メタノール(メチルアルコール)」を使っているが、お酒のアルコールとは違って飲むことはできない。

同じように見えるレースカーでもF1マシンとインディカーは大きく違っている。さらに昨年までツインリンクもてぎでレースをしていたチャンプカーと比べると、エンジンパワーはチャンプカーの900馬力に対して650馬力と若干低い。しかし、車体自体の安定性はインディカーの方が高くコーナリング速度は速くなっているのが特徴である。



シャシー・コンストラクター: ダラーラ、Gフォース、ファルコン

シャシー: カーボン/ケブラー・コンポジット
及び
アルミニウム・ハニカム製
グラブ・エフェクト・アンダーボディ

トランスミッション: XTRAC製6速シーケンシャル

トラクション・コントロール: 使用不可

燃料タンク容量: 最大35USガロン(約132.5リットル)

シャシー価格: 最高309,000USドル
(約3,860万円 1ドル=125円)

ホイールベース: 2,997mm~3,099mm

最低重量: 691.74kg(ドライバー含まず)

全長: 4,877mm

全高: 965mm

全幅: 1,969~1,994mm

タイヤ: スリック
ファイアストーン・ファイアホーク
前 直径×幅: 635~
660×284mm
後 直径×幅: 673~
699×381mm

最高速度: 375km/h以上

FFV

フォード・モーターが
発売した新型
FFV

GM社も販売を
行っている。

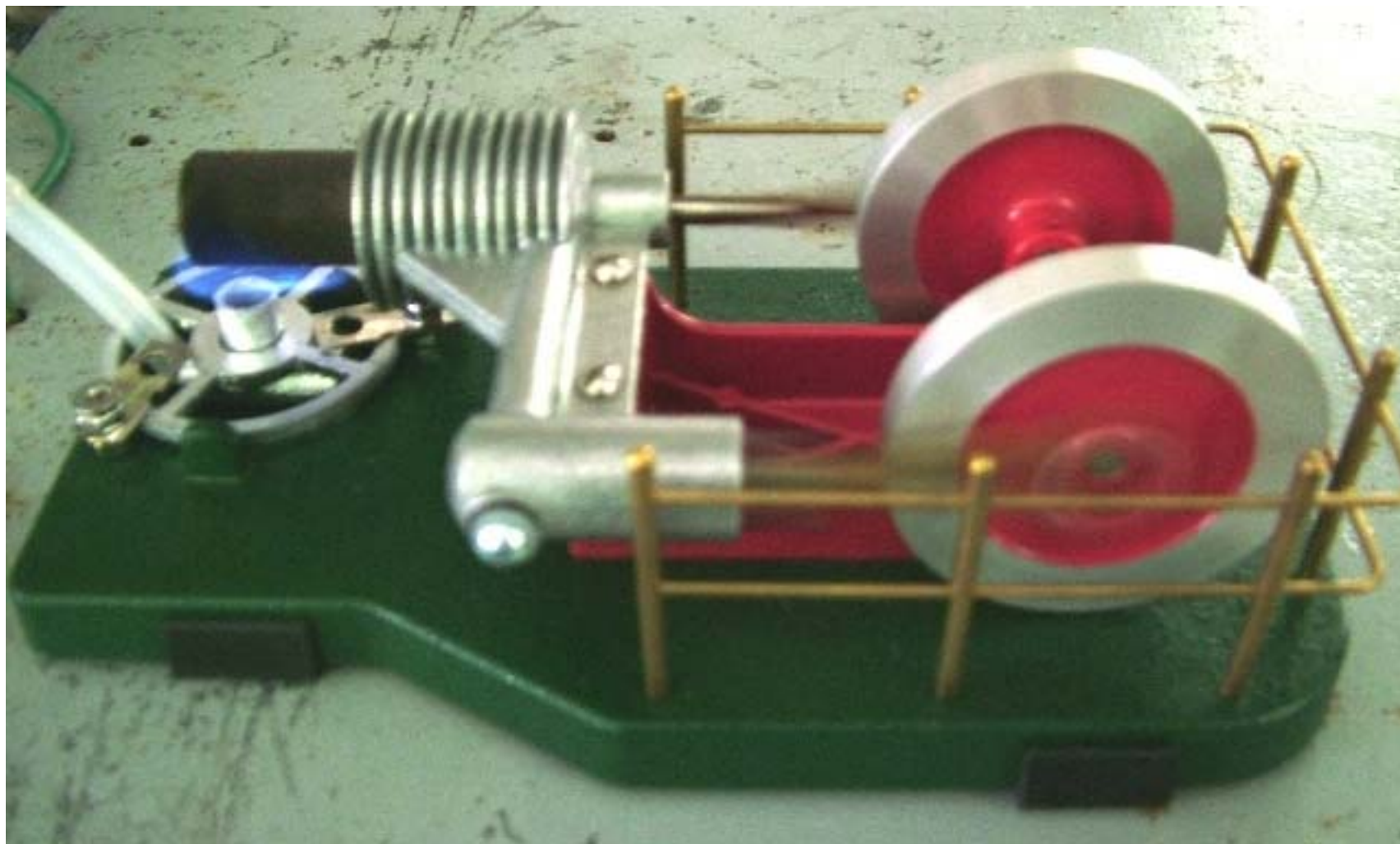


<http://www.carview.co.jp/news/2/id5569>

バイオメタノールの用途(2)

スターリングエンジン

シンプルなスターリングエンジン





PPS 16, Whisper GEN (New Zealand)

バイオメタノールの用途(3)

バイオディーゼル用
メチルエステル化剤

BDF

(Bio Diesel Fuel)

EUで実用化が進んでいる
バイオディーゼル油



原料は植物性と動物性油

- ✦ 菜種油・ひまわり油
(主にヨーロッパ)
- ✦ 大豆油(主にアメリカ)
- ✦ 廃食用油(日本)



精製前・エステル化

精製後(BDF)

BDFの製法

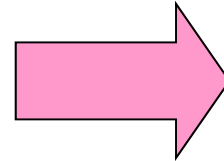
植物油



メタノール



エステル交換



BDF

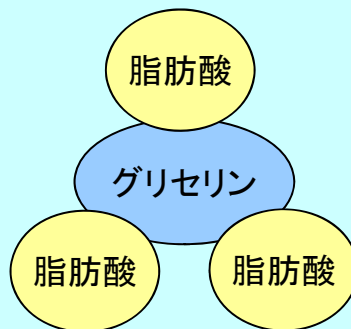


グリセリン副製物

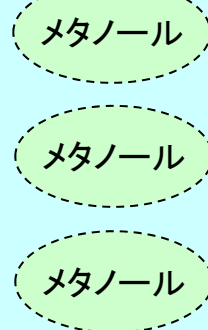


反応式

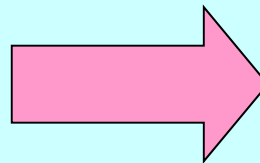
植物油(トリグリセリド)



メタノール



エステル交換



脂肪酸メチルエステル



グリセリン



アルカリ触媒法によるバイオディーゼル燃料の製造プロセス

エステル交換で粘度を軽油と同等にする。(ディーゼルエンジンからの黒煙、SOxを低減)



バイオメタノールの用途(4)

DMFC : Direct Methanol Fuel Cell

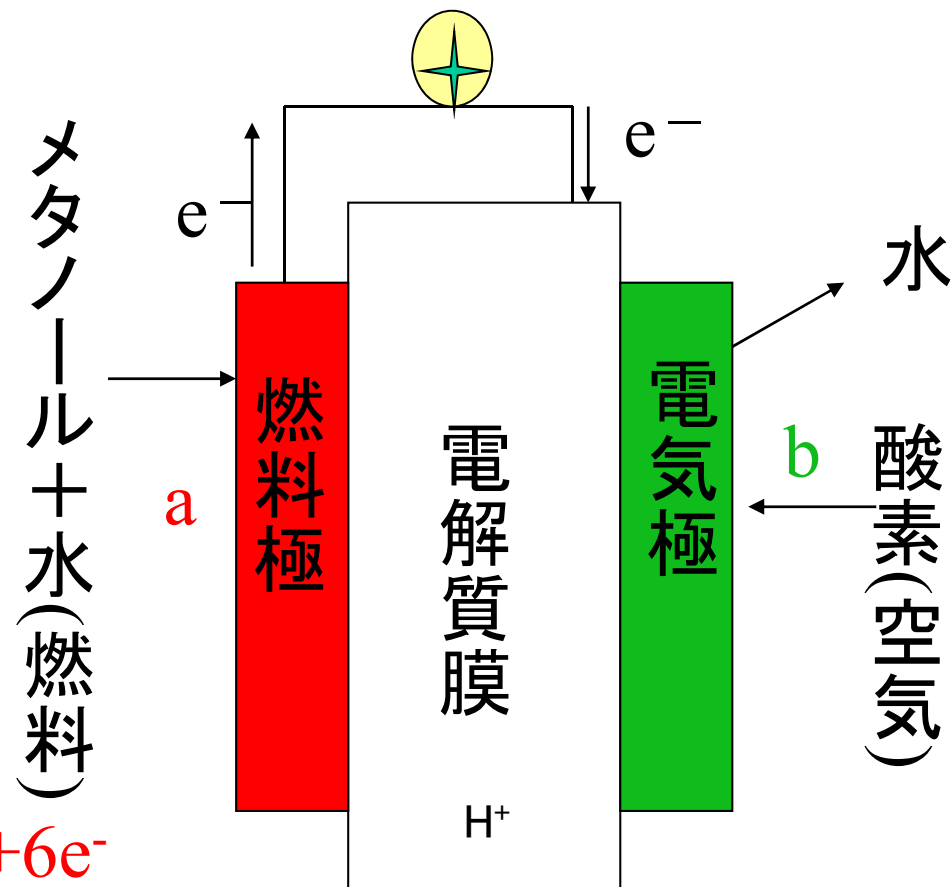
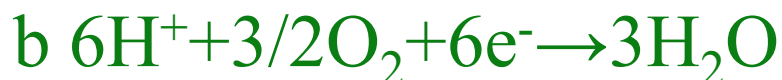
パソコン・携帯電話への利用

燃料電池

ダイレクトメタノール(DM)型

- 直接メタノールを燃料とする
- DMFC
(Direct Methanol Fuel Cell)

小型電子機器用電源



バイオメタノール用途技術実証：燃料電池燃料

携帯電話充電用DMFC



可搬電源用DMFC

- ・100V／100W
- ・非常用電源等



室内で使えるクリーン発電機

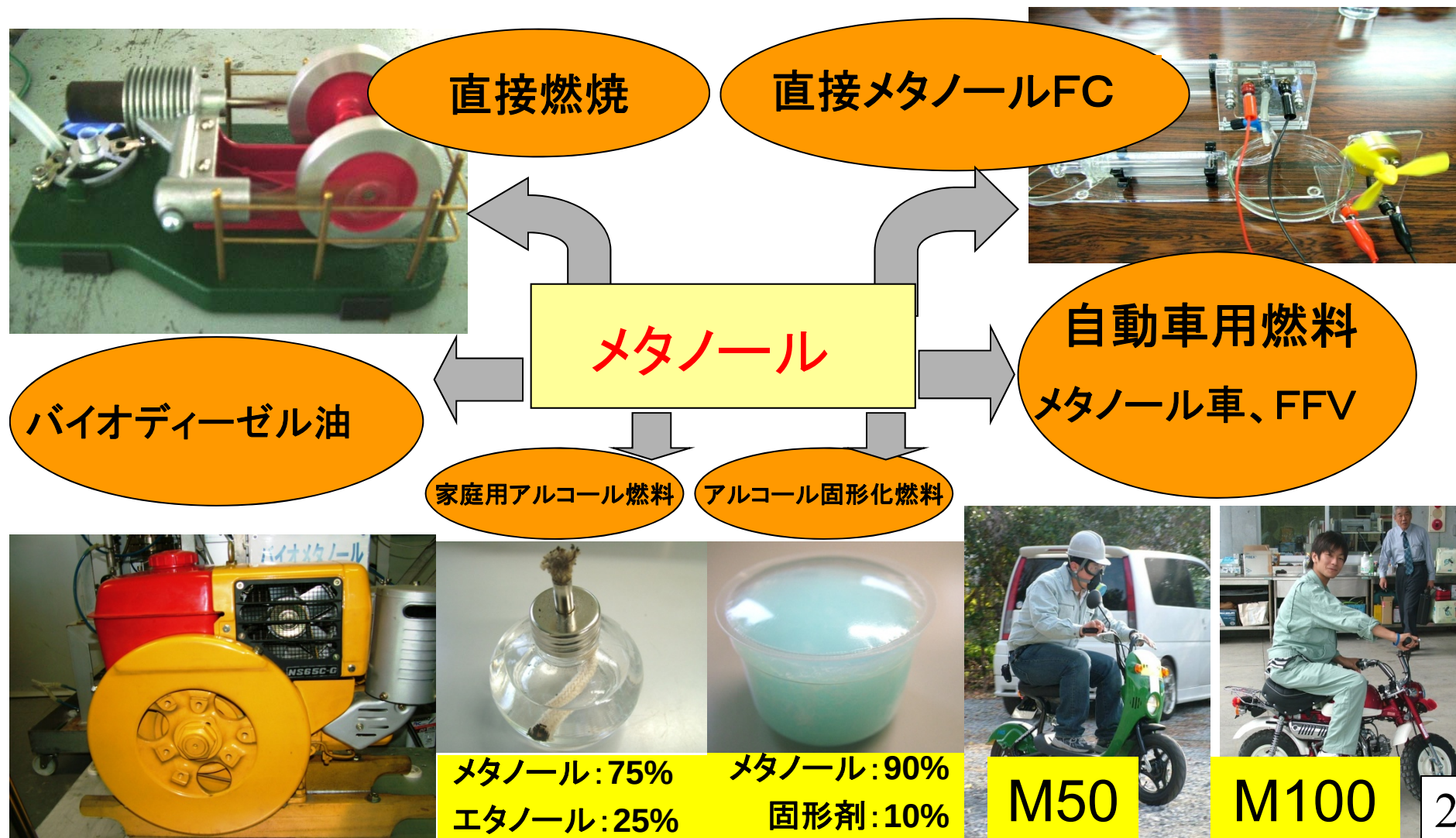
災害時に威力を発揮



メタノールの利用

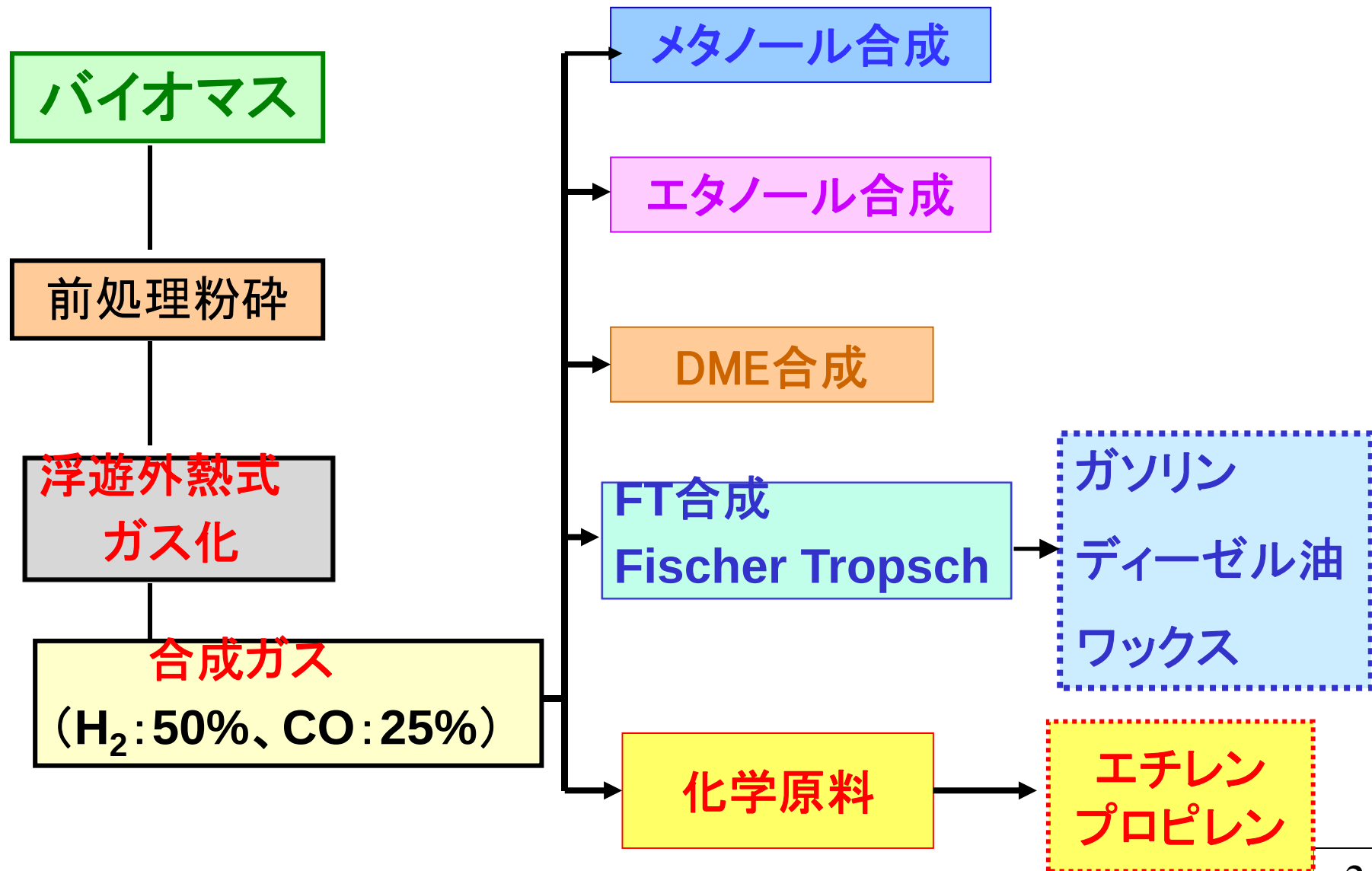
バイオメタノール燃料の多用性

石油に代替できる多用途燃料



今後の展開

生成ガスは合成ガス性状 多くの液体燃料・化学原料に活用できる



エネルギー自給の21世紀持続可能社会モデル

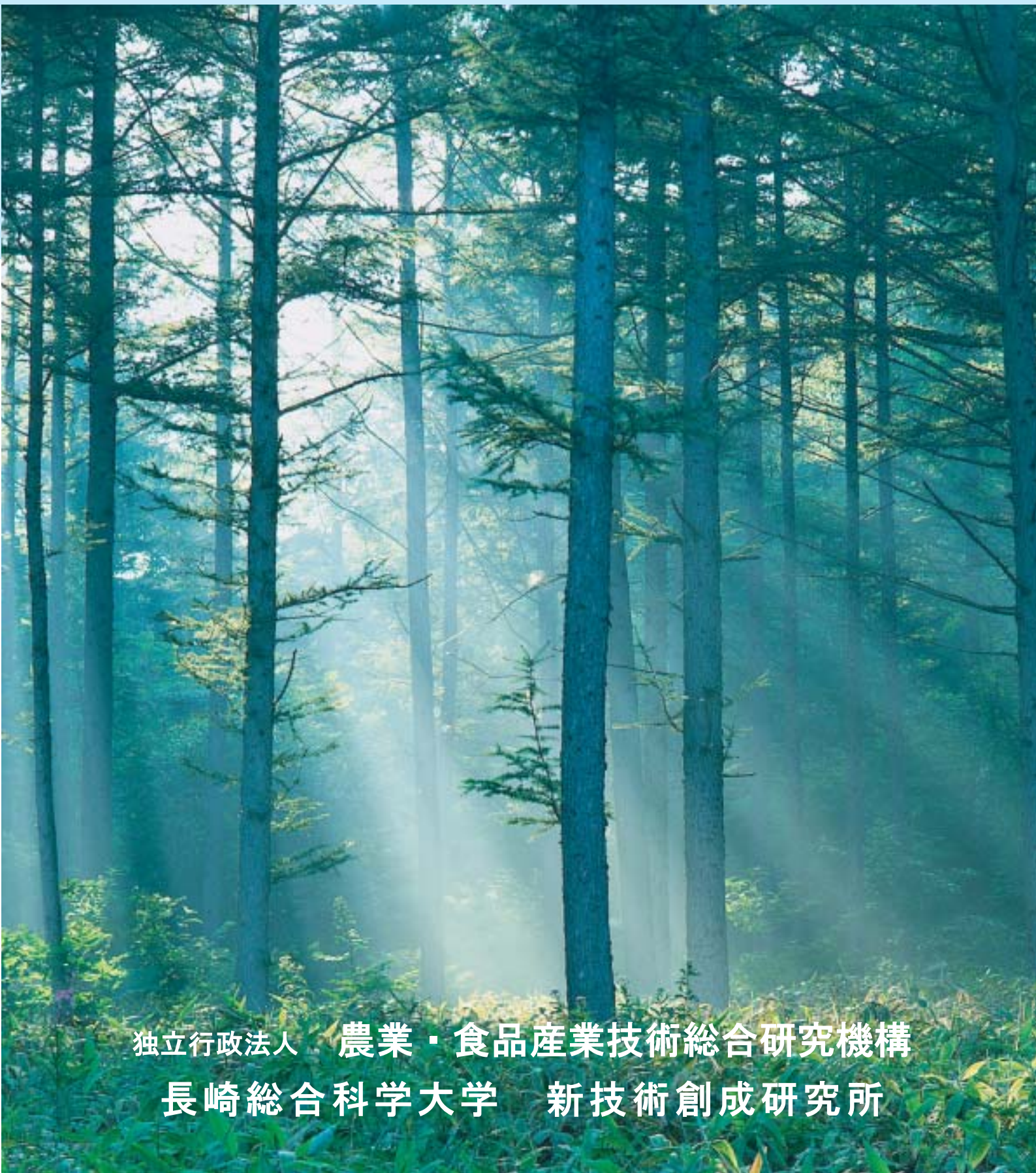


坂井正康著「バイオマスが拓く21世紀エネルギー」(森北出版、1998)より

バイオマス

ガスエンジン発電とメタノール合成併行生産システム

テストプラント「農林バイオマス3号機」で実証



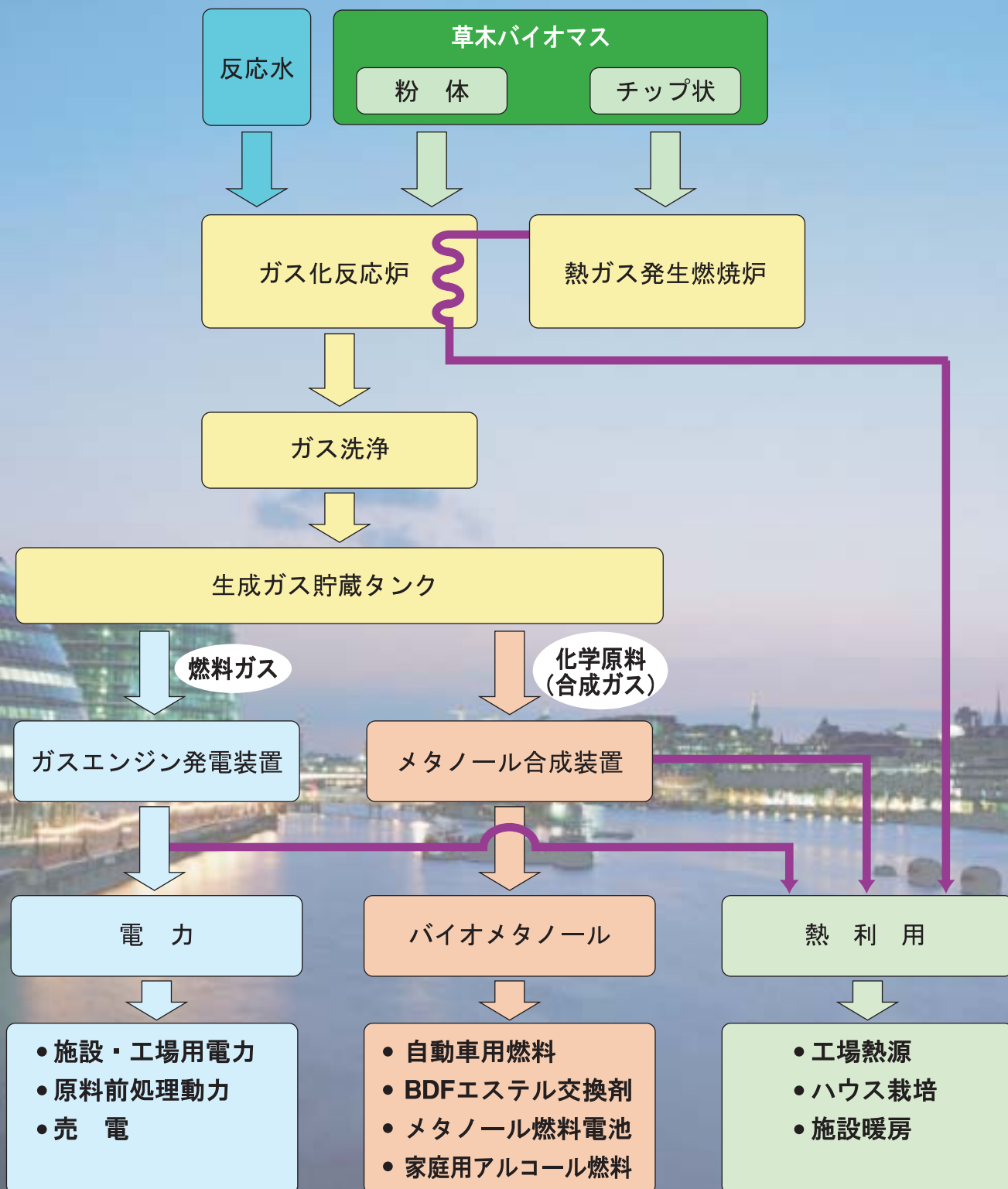
独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構
長崎総合科学大学 新技術創成研究所

システムの構成

バイオマス水蒸気改質エネルギー変換システム (SACAI-Bio* システム)

* Steam Additive Clean-gasification for Advanced Innovation of Biomass

バイオマスガス化高効率発電にメタノール合成装置を付設し、併行運転することによって、昼間の発電と夜間のメタノール生産を行い、プラントの経済効果を倍増することができます。



バイオマス原料の例

原料の例を写真に示します。3mm以下に粉碎できることと灰の融点が1000℃以上で、灰分が少ないバイオマスが望ましい原料といえます。木質が最良の原料です。

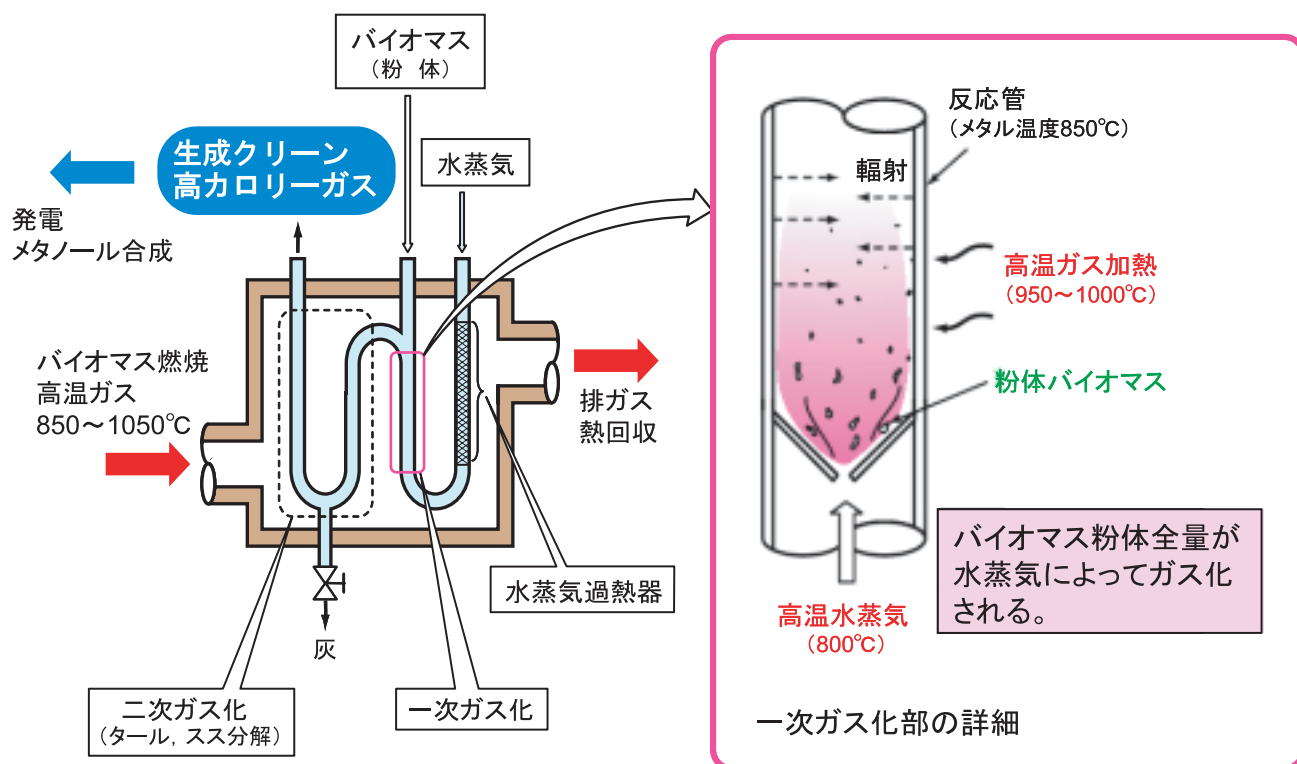
木 質	剪 定 枝	バーク
		
↓ 粉碎	↓ 粉碎	↓ 粉碎
		

サトウキビ	ネピアグラス	稲わら
		
↓ 粉碎	↓ 粉碎	↓ 粉碎
		

新技術を可能にした「浮遊外熱式高カロリーガス化法」

本システムを可能にした根幹の技術は新しく開発した「浮遊外熱式高カロリーガス化法」にあります。まず3mm程度に粉砕したバイオマスと水蒸気を反応管内で800～1,000℃雰囲気中で化学反応(水蒸気改質)させます。このとき、バイオマスチップを燃焼させた熱ガス発生燃焼炉からの高温ガスで、反応管を外部から加熱します。

供給された粉体原料は、灰分と若干のススを残すだけで、有機成分はほぼ全量が瞬時にガス化し、タールを殆んど含まないクリーンな高カロリーガス燃料(約3,000kcal/Nm³, 約13MJ/Nm³)へ変換されます。



この生成ガスは水素と一酸化炭素が主成分であることから理論燃焼温度はメタン、ガソリンより高く、高効率発電が可能であると同時に、化学原料となる合成ガスの適性をもっています。

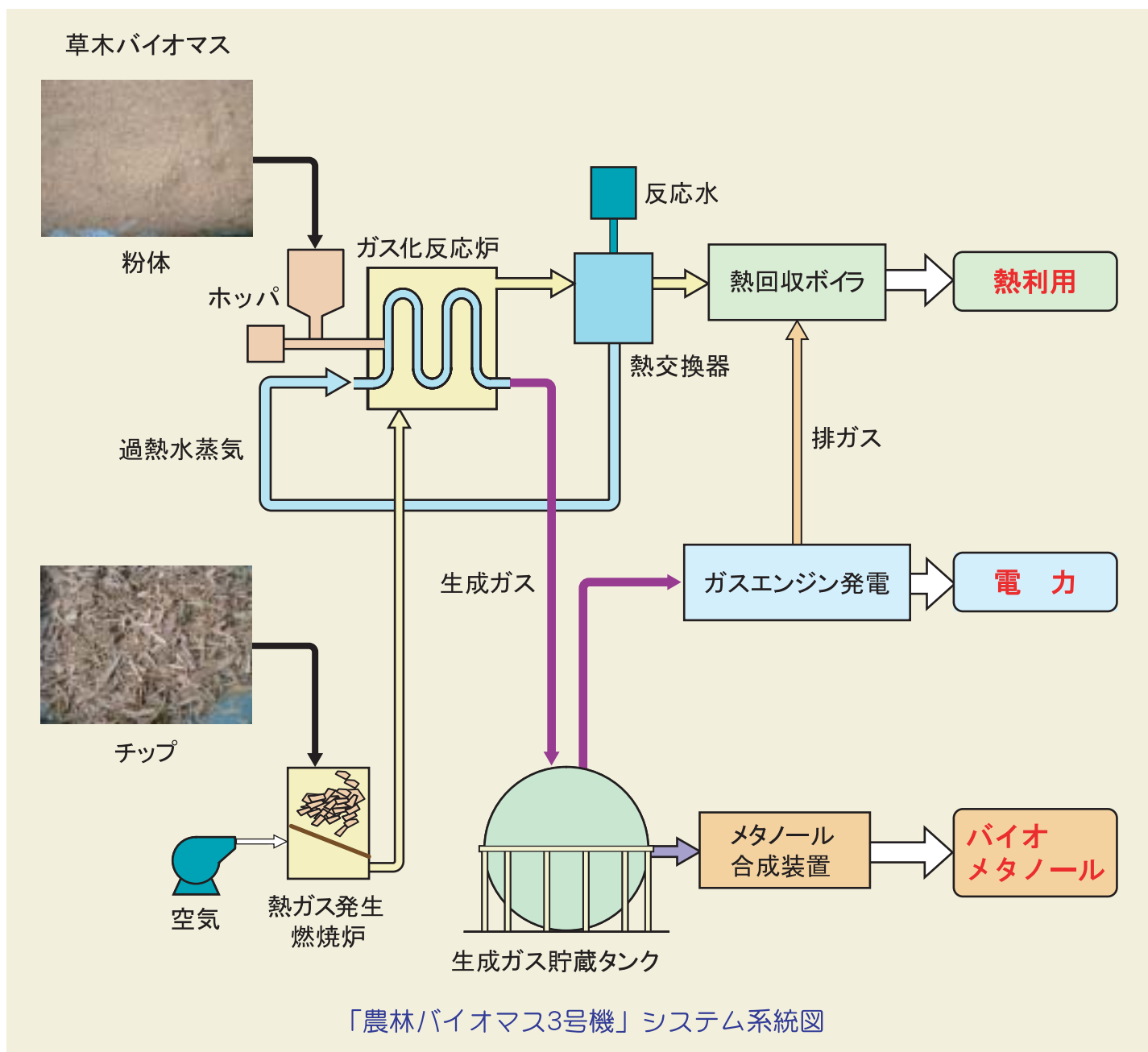
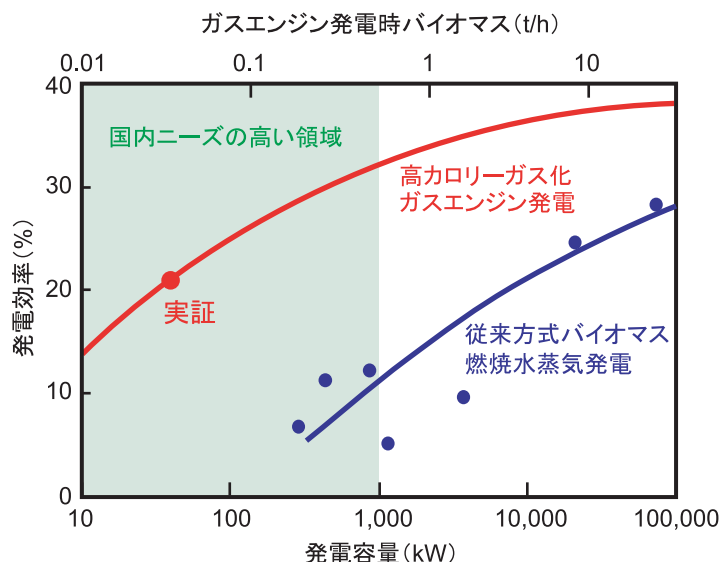
生成ガス組成の例と火炎
(杉材, 反応温度900℃)

H ₂	CO	CH ₄	C ₂ H ₄	CO ₂	Total
44.9	28.2	7.6	2.8	16.5	100vol%



高効率ガスエンジン発電の実証

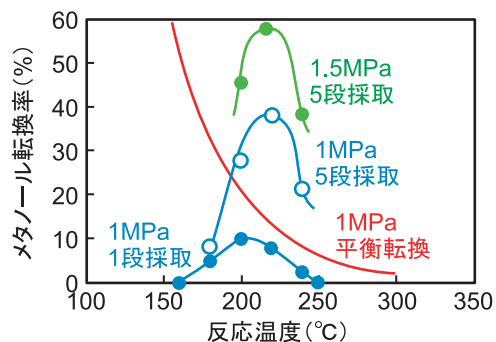
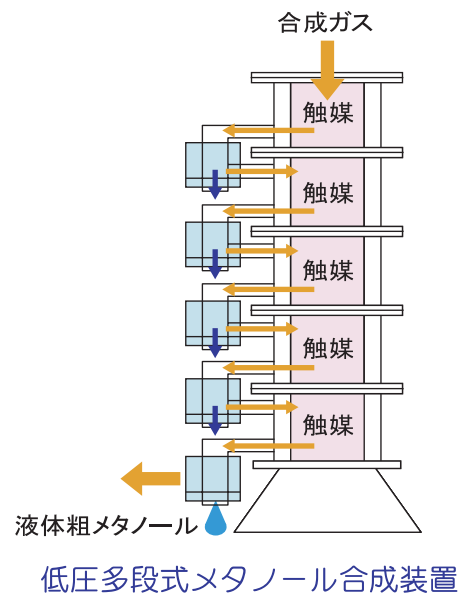
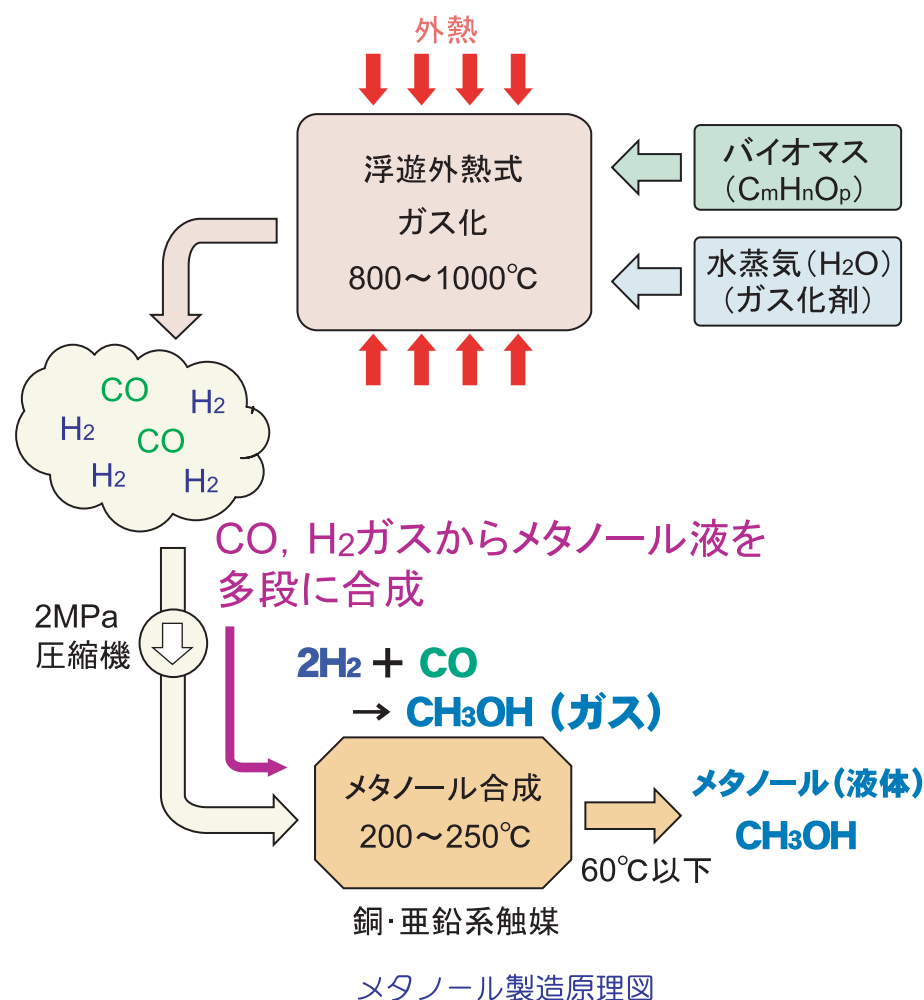
本ガス化法の生成ガスは、発電効率の高いガスエンジンに使用でき、数kW～数百kWの発電が実現できます。この技術は農林水産省委託プロジェクト研究で50kWガスエンジン発電実証プラント「農林バイオマス3号機」(写真は裏表紙)によって実証されました。この規模では最高の発電効率21%を実現しました(右図)。



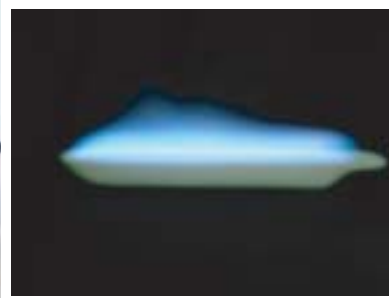
低圧多段式バイオメタノール製造

農林水産省委託プロジェクト研究において低圧多段式メタノール合成法が小規模装置に有効であることが証明され、「浮遊外熱式高カロリーガス化法」と連結することによって、小規模メタノール合成(数10L～数10kL/日)プラントが可能となりました。従来の約1/5 (2MPa)の低圧合成が可能です。

メタノール製造原理を下図に示します。



「農林バイオマス3号機」に付設された低圧多段式メタノール合成装置と採取されたバイオメタノールおよびその火炎を下に示します。



バイオメタノールの用途

バイオメタノールの合成直後は粗メタノールと呼ばれ、水分、低分子炭化水素を若干含みます。工業用メタノールはこの粗メタノールを精製して99.5%の純度としたもので現在輸入されるメタノールは全てこれに属しています。

バイオメタノールの場合、小規模生産が想定されますので、低コスト・省エネの意味でも粗メタノール状態で利用することが得策です。

バイオメタノール合成

精 製

粗メタノール

- 2燃料系メタノール車
(先行ガソリン・主燃メタノール燃料)



- BDF (バイオディーゼル油)
(エステル交換剤として使用)



- バイオディーゼルバス
(廃食用油のメチルエステル化燃料)



- スターリングエンジン
(熱源にメタノール燃焼)



純メタノール

- M85メタノール車
(ガソリン15%・メタノール85%混合燃料)



- FFV車 (Flexible Fuel Vehicle)
(ガソリン・メタノール・エタノール混合燃料)



- メタノール燃料電池 (DMFC)
(3~10%のメタノール水溶液燃料)



- 家庭用アルコール燃料
(メタノール80%・エタノール20%混合燃料)





「農林バイオマス3号機」実証プラント全景

(問い合わせ先)

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構
九州沖縄農業研究センター
九州バイオマス利用研究チーム長 薬師堂 謙一
電 話：0986-24-4272 (直通)
FAX：0986-24-4283 (代表)

長崎総合科学大学 新技術創成研究所
人間環境学部
教 授 坂 井 正 康
電 話：095-839-3111 (内6947)
FAX：095-830-2089 (学科専用)