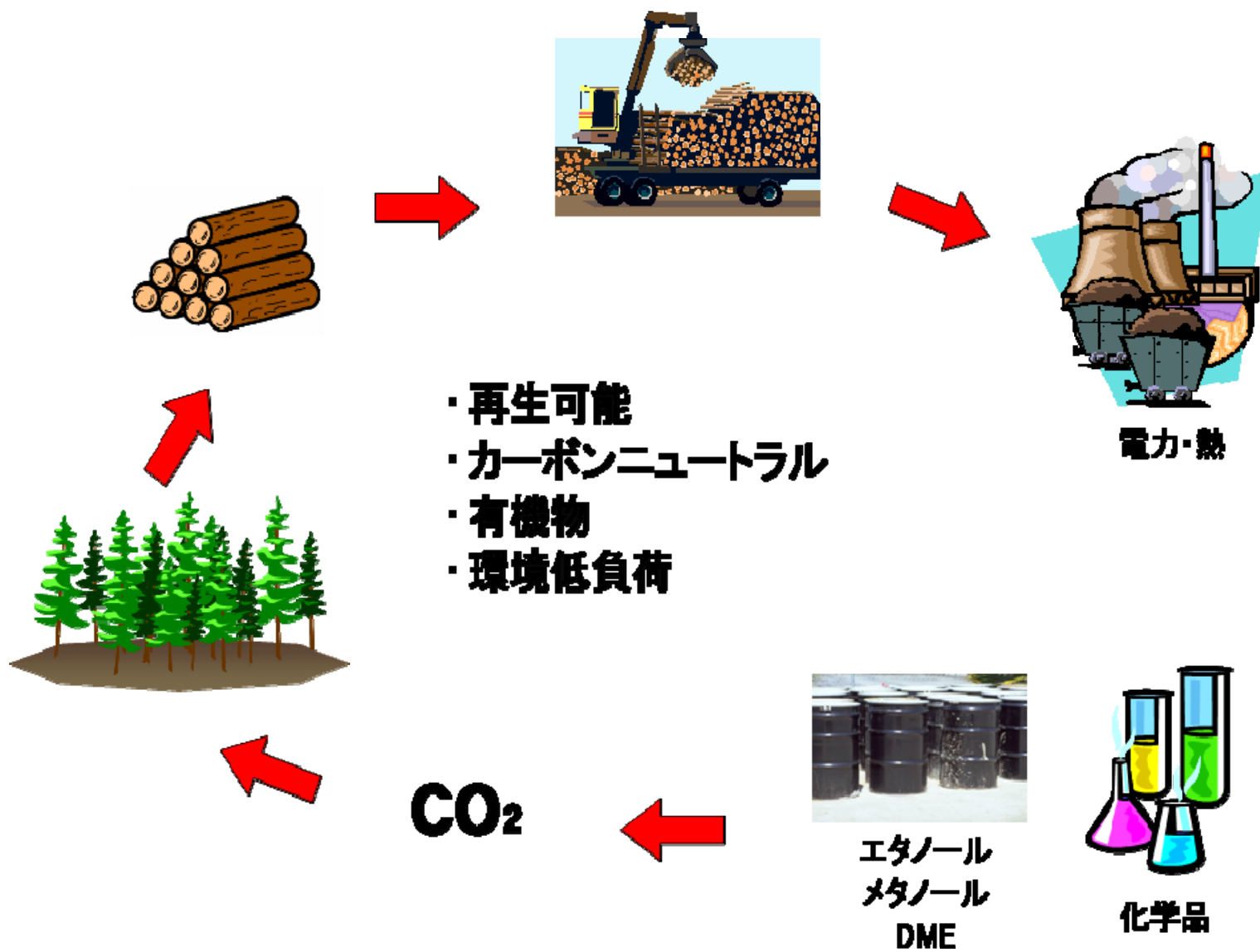


バイオマスエネルギー変換技術の 将来展望

東京大学大学院農学生命科学研究科

横山 伸也



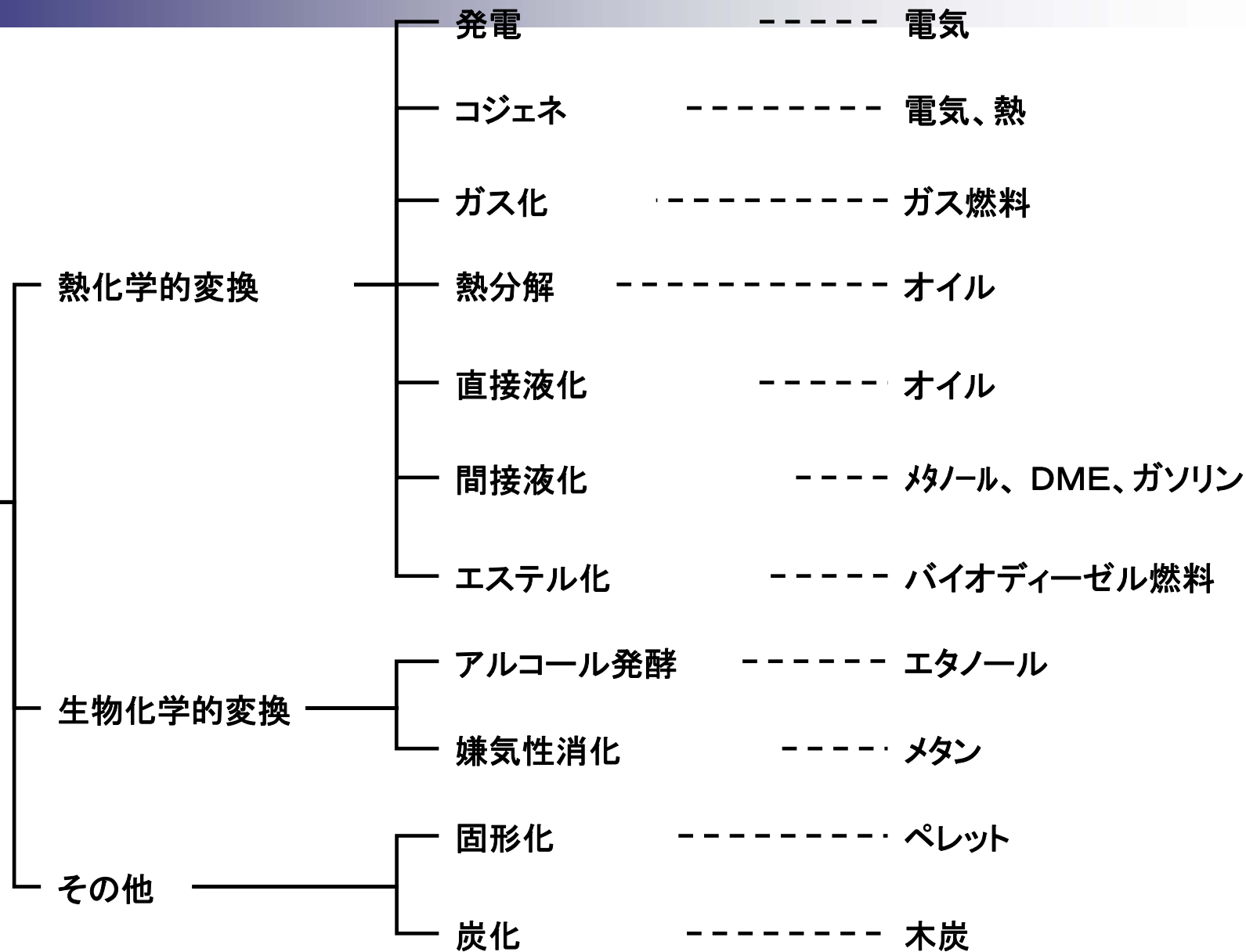


バイオマス関連の国内施策動向

- 新エネルギー促進法の政令改正
新エネルギーの利用等の促進に関する特別措置法(平成14年1月)
- NEDO平成13年度「バイオマスエネルギー高効率転換技術開発プロジェクト」
- 「バイオマス・ニッポン総合戦略」策定 平成14年12月
- 電気事業者による新エネ利用制度(RPS)平成15年4月
- NEDOバイオマスエネルギー地域システム化実験事業
(平成17年1月)
- 「バイオマス・ニッポン総合戦略」見直し 平成18年3月
- 新・国家エネルギーへ戦略 平成18年5月
- バイオエタノール600万kl構想 平成18年11月
- バイオ燃料技術革新協議会 平成19年11月

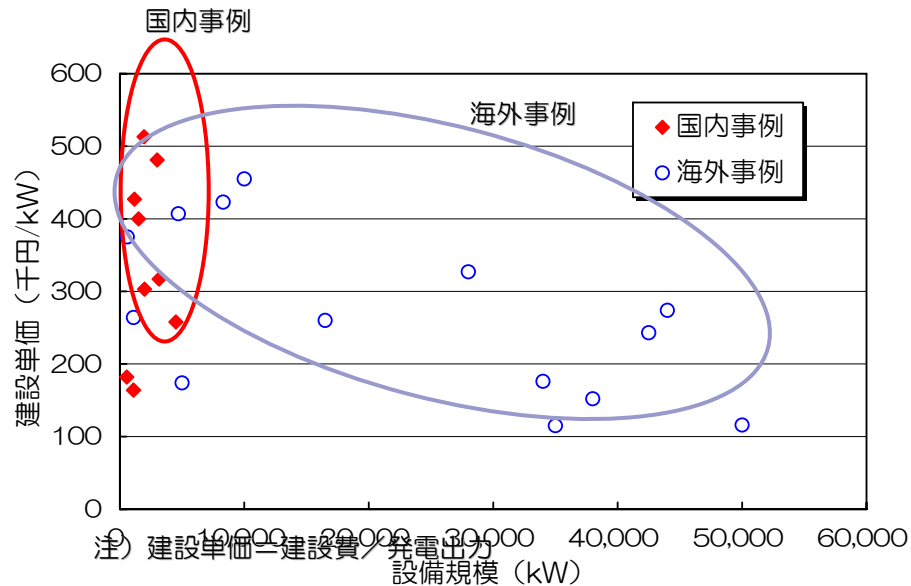


バイオマス



利用技術の効率、経済性(木質系バイオマス)

木質系バイオマス発電（既設設備）の設備規模／建設単価

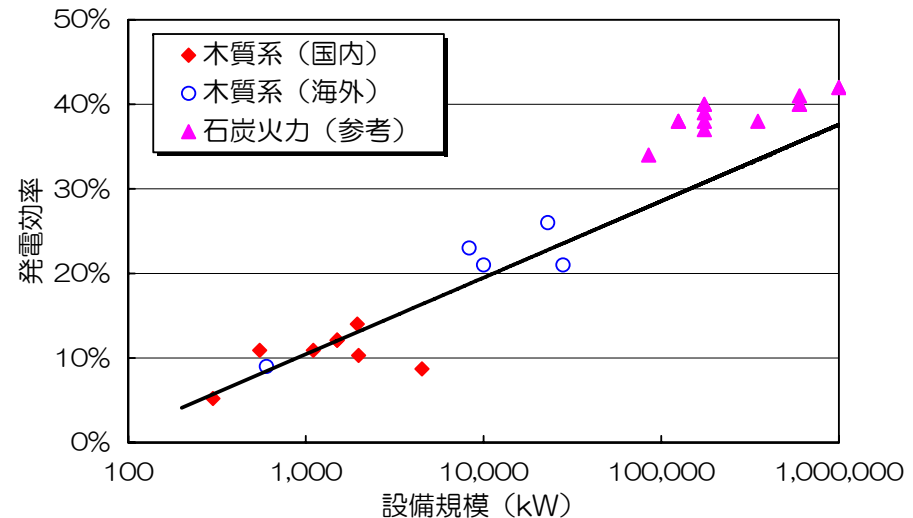


規模と発電効率についても強い相関があり、大規模化が図られている海外事例では発電効率が20%を超えている事例も多い。

海外ではコージェネとして熱を多く利用している事例が多く単純比較は出来ないが、概ねスケールメリットによるコスト低減効果が見られる。

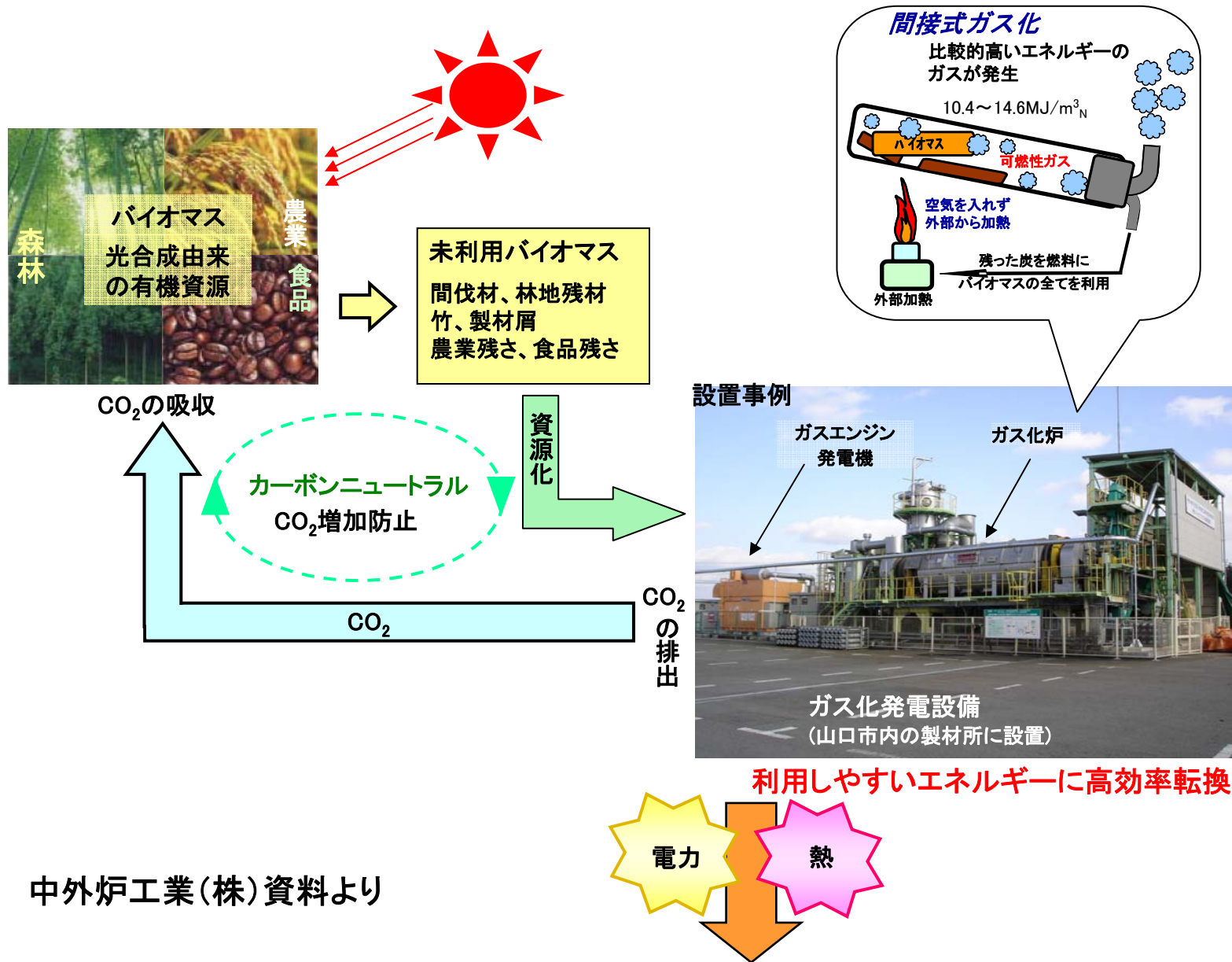
海外事例は数万kW規模の施設も多く存在し、国内事例に比して大規模なものが多い。

木質系バイオマス発電（既設設備）の設備規模／発電効率



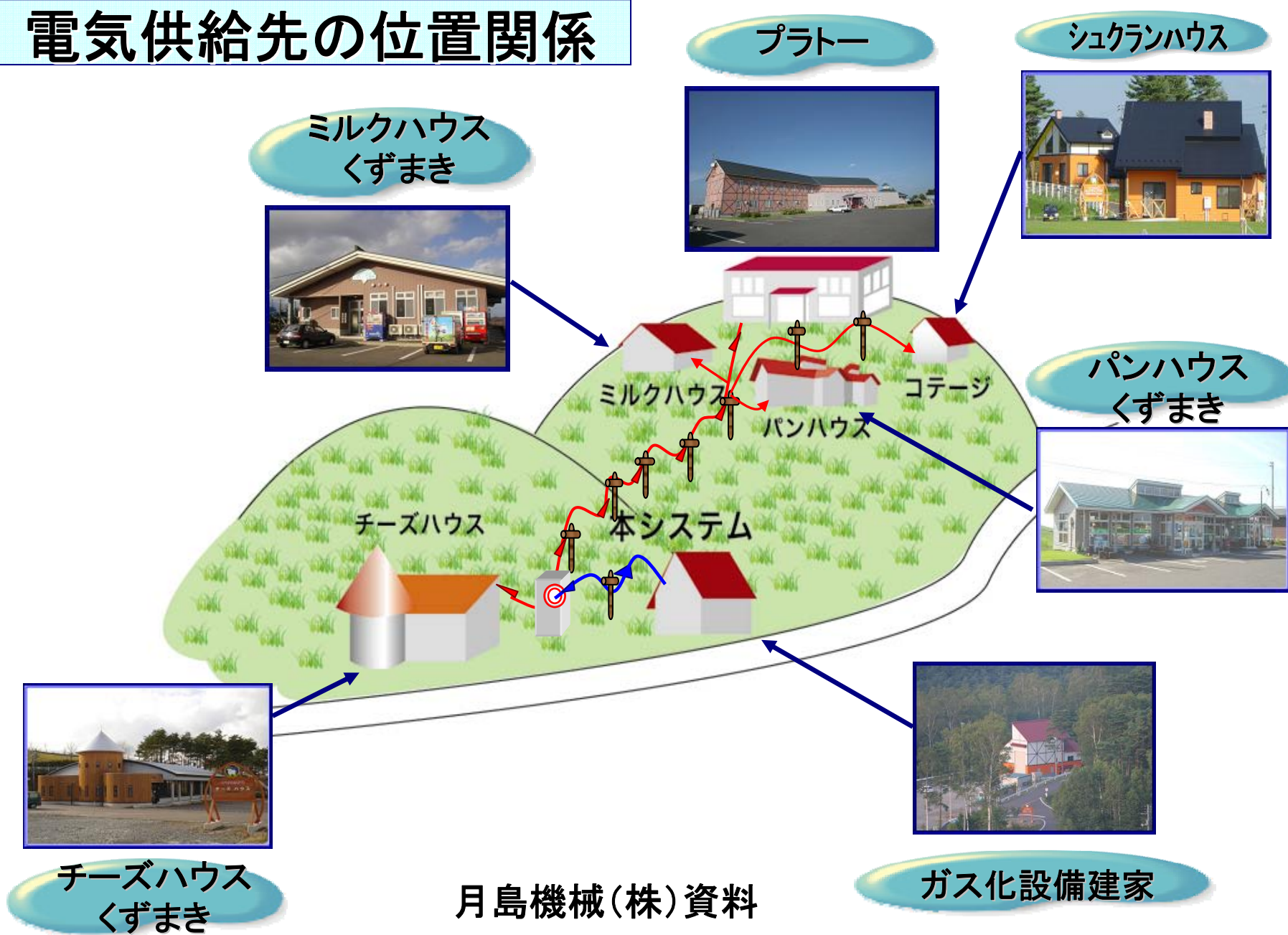
個々の発生源での資源発生量が少ない我が国においては、効率的な資源集約化システムの構築による大規模化の達成や、小規模でも高効率化が達成できるような、我が国の実情に即した技術開発の推進が望まれる。

バイオマスによる熱分解ガス化発電



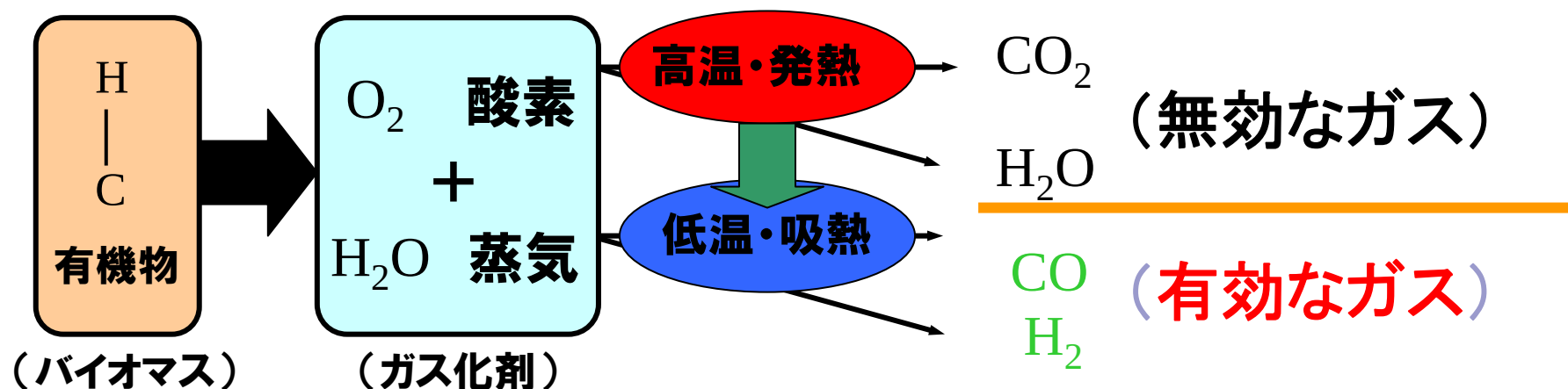
中外炉工業(株)資料より

電気供給先の位置関係

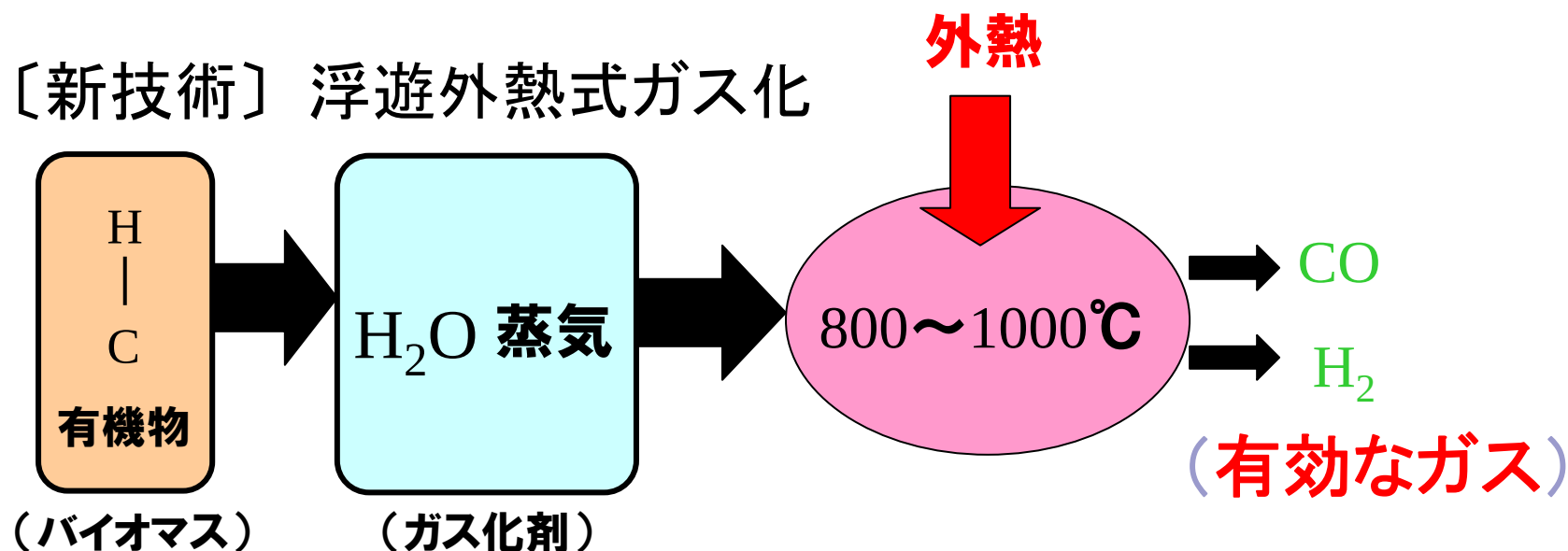


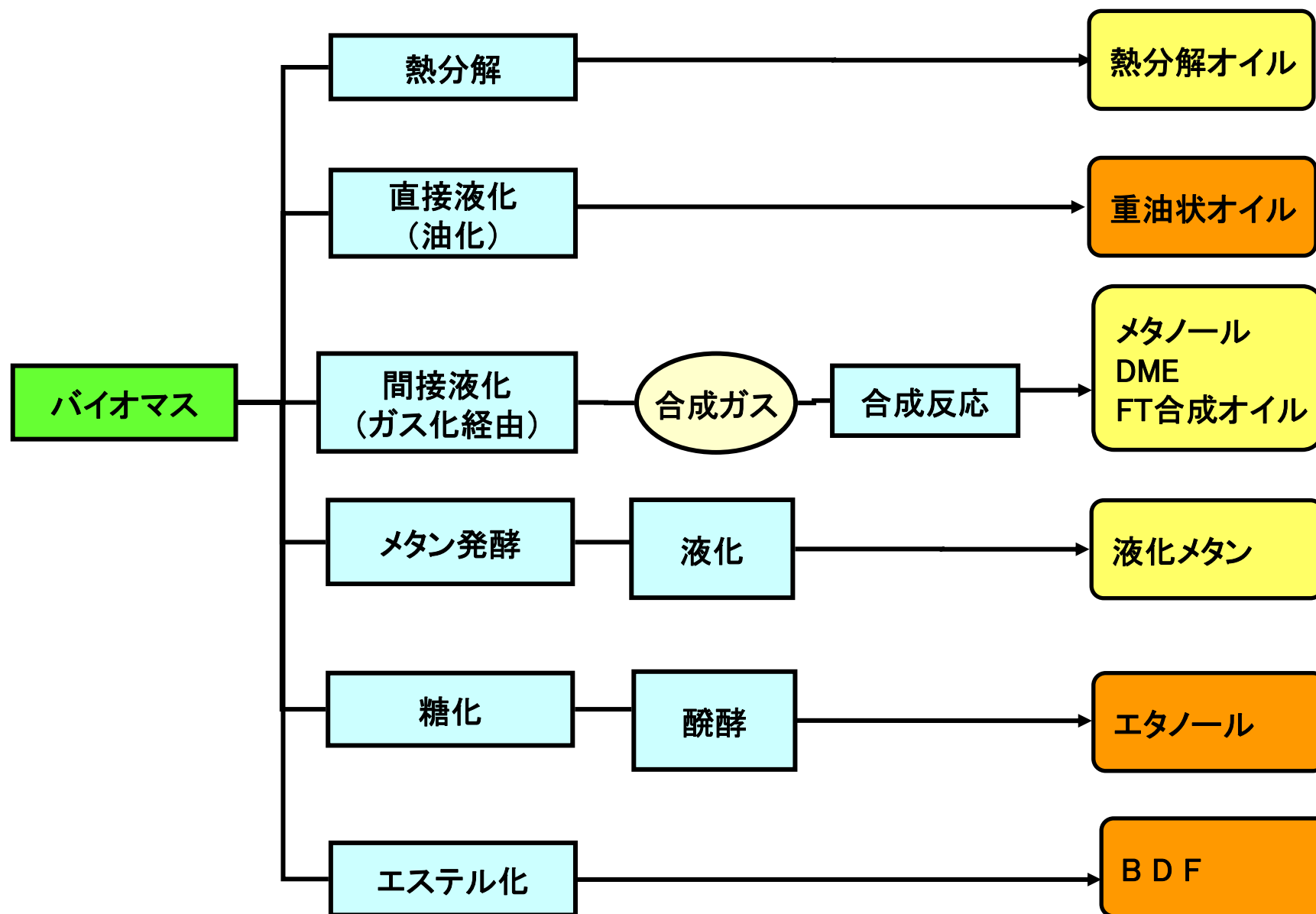
浮遊外熱式ガス化の特長

〔従来技術〕 酸素、蒸気部分燃焼ガス化



〔新技術〕 浮遊外熱式ガス化







油 化 反 応



高温・高圧
触 媒



加 水 分 解
縮 合 反 応
脱酸素反応
環 化 反 応





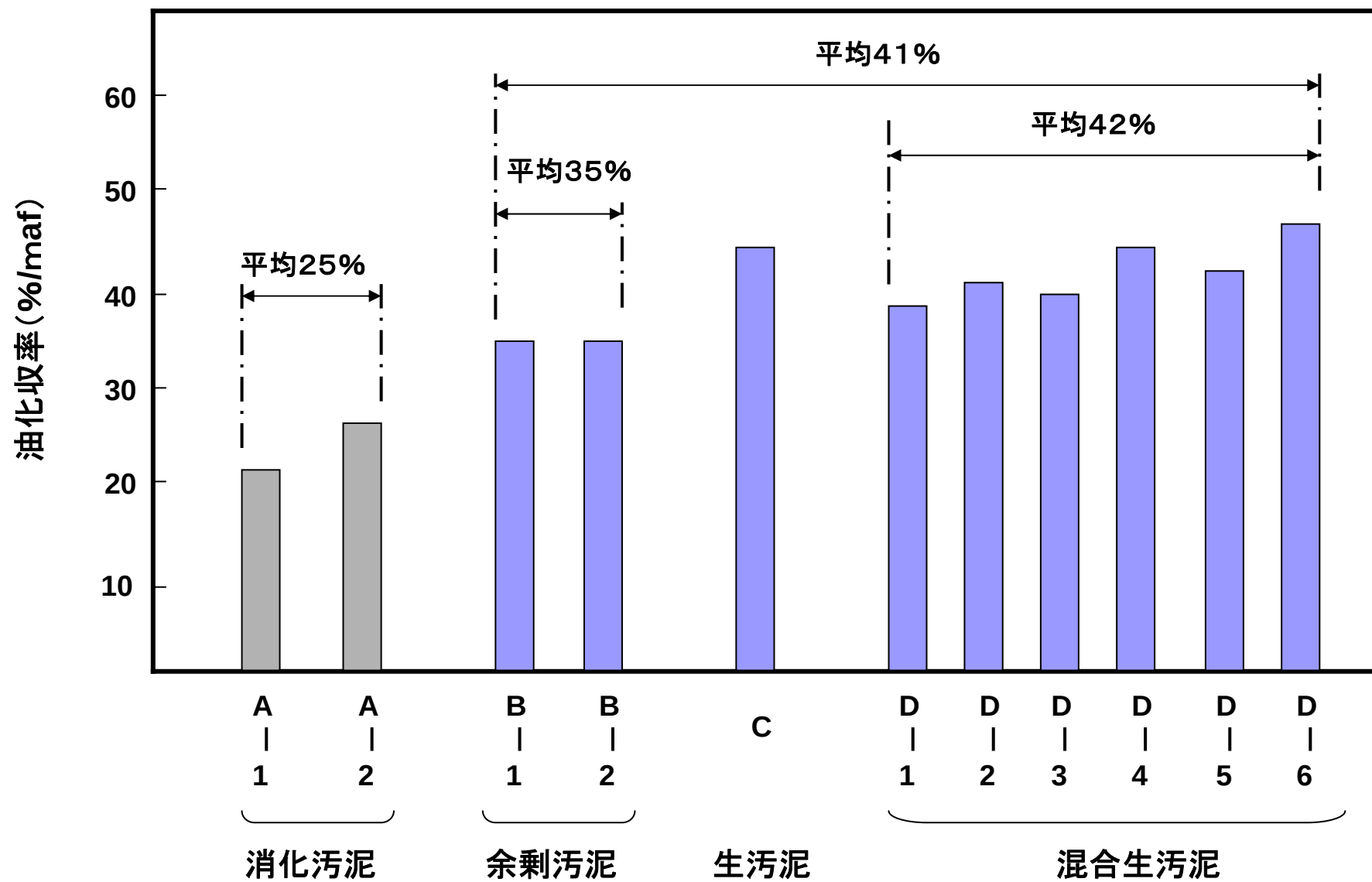
油化反応の最適条件

	反応温度	操作圧力	滞留時間	触媒添加
最適条件	約300℃	100kg/cm ²	60～120分	不必要
備考	油化反応は220℃から開始。 350℃を超えるとオイル収率が減少。	80～180 kg/cm ² の範囲では、オイル収率に影響なし。	0分でもオイル収率は同じ。ただし滞留時間があれば、水性相の負荷が軽減される。	多くの脱水汚泥の場合、触媒（炭酸ナトリウム）の添加は不必要。



生成オイルの分析

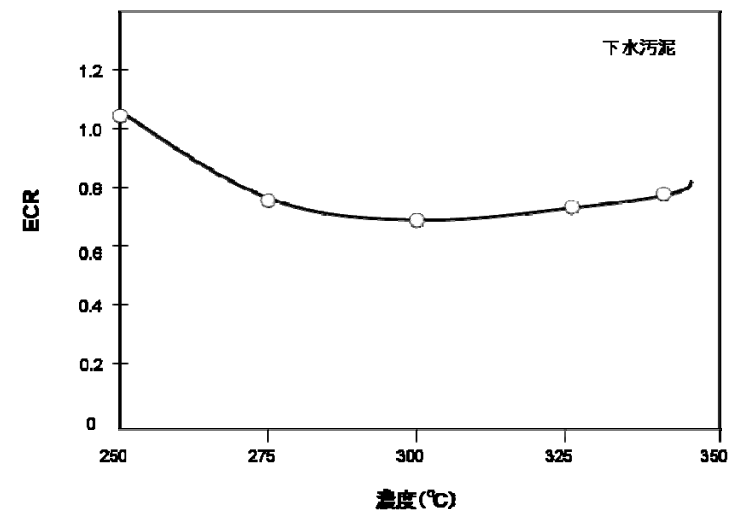
操 作 条 件	C (%)	H (%)	N (%)	O (%)	発熱量 (kcal/kg)
250℃－0分	70.6	9.8	5.1	14.5	8470
275℃－0分	68.5	9.3	5.5	16.7	8040
300℃－0分	69.9	9.2	6.1	14.8	8180
250℃－0分	68.3	9.1	5.6	17.0	7920
270℃－0分	71.1	9.2	5.9	13.8	8350
300℃－0分	72.2	9.4	5.8	12.6	8540



ECRの定義

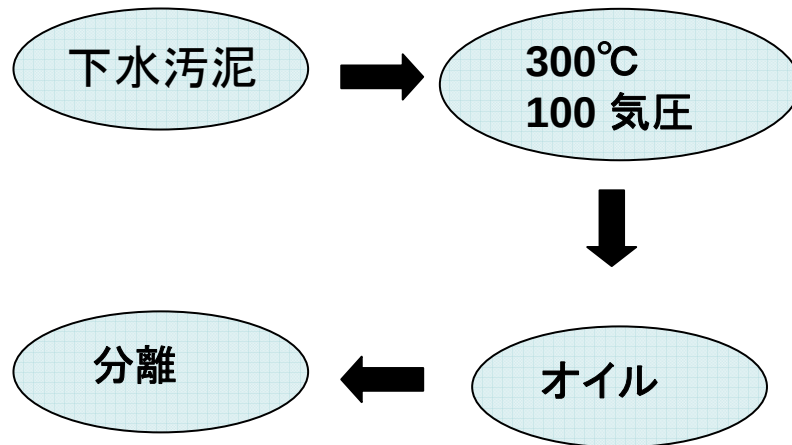
$$ECR = \frac{\Delta Q}{\gamma \times P_0 \times H_0}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta Q = W \times \int_{20}^T C_{pw} dT + (1-W) \times \int_{20}^T C_{ps} dT \\ P_0 = Y_0 \times VS \times (1-W) \end{array} \right.$$

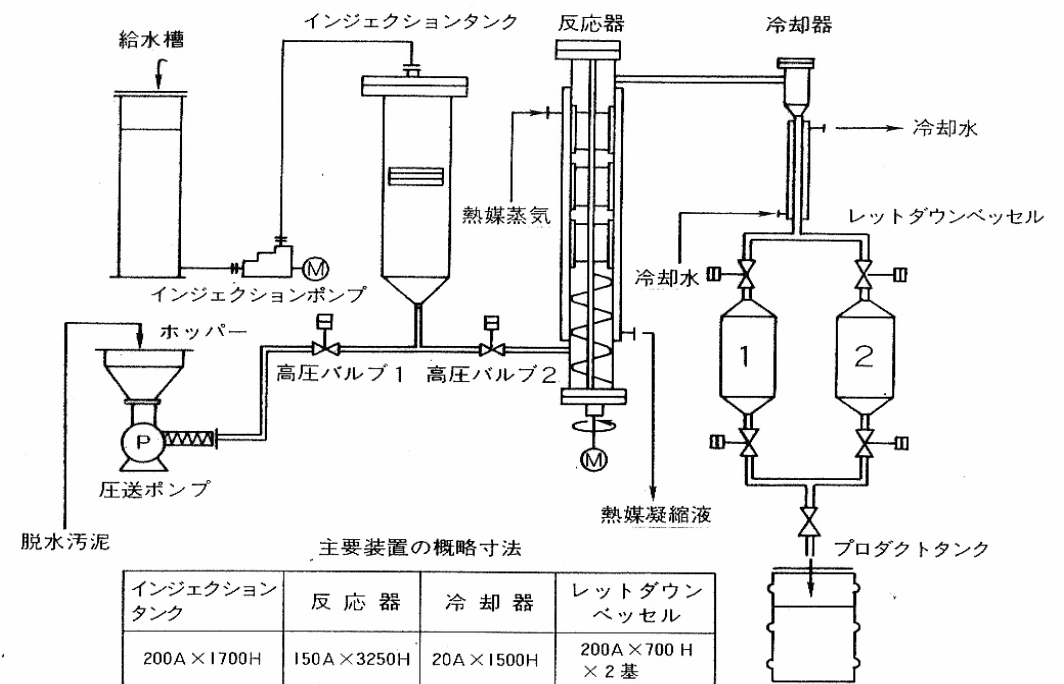


ECR > 1 → エネルギー消費型
ECR < 1 → エネルギー生産型

パイロットプラント



- ・オイル収率：40～50%
- ・オイル熱量：8,000～10,000kcal/kg



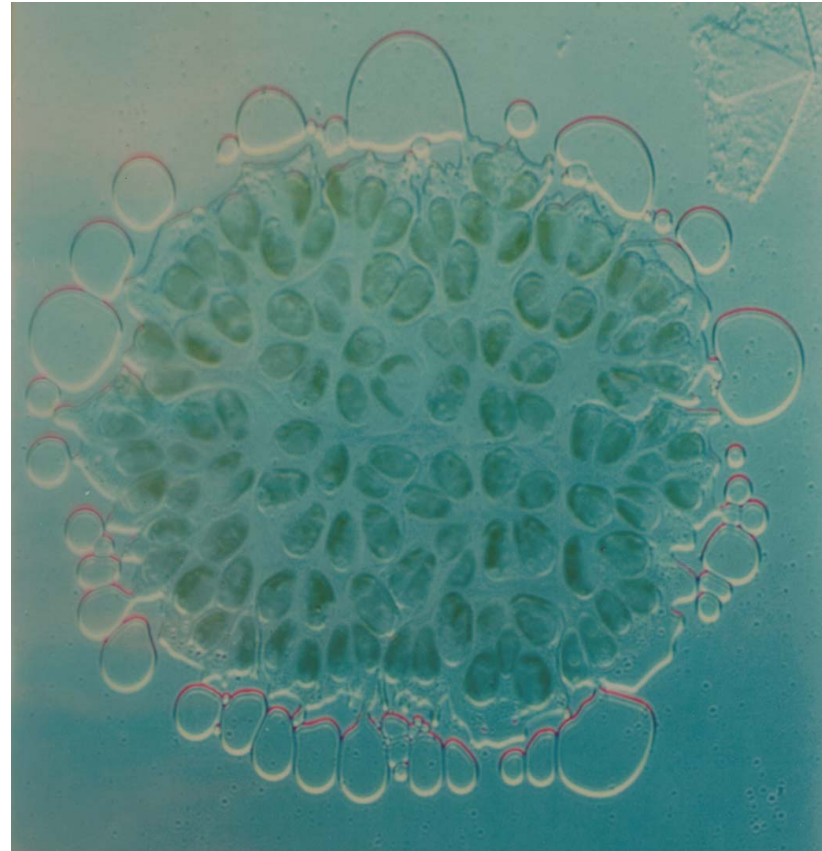
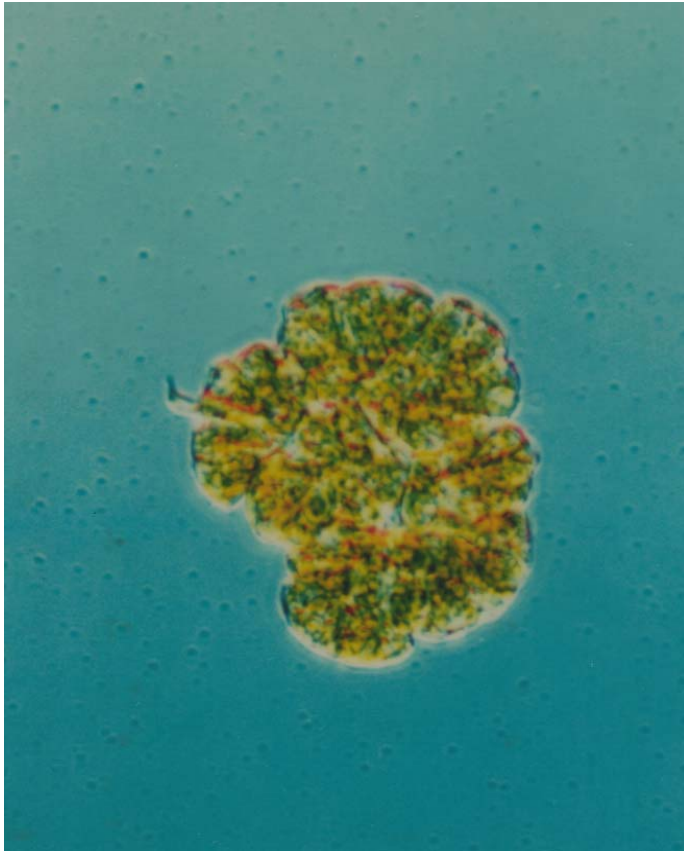
容量：0.5トン/日

アリゾナ州フェニックスのレッドホーク発電所の藻類培養施設

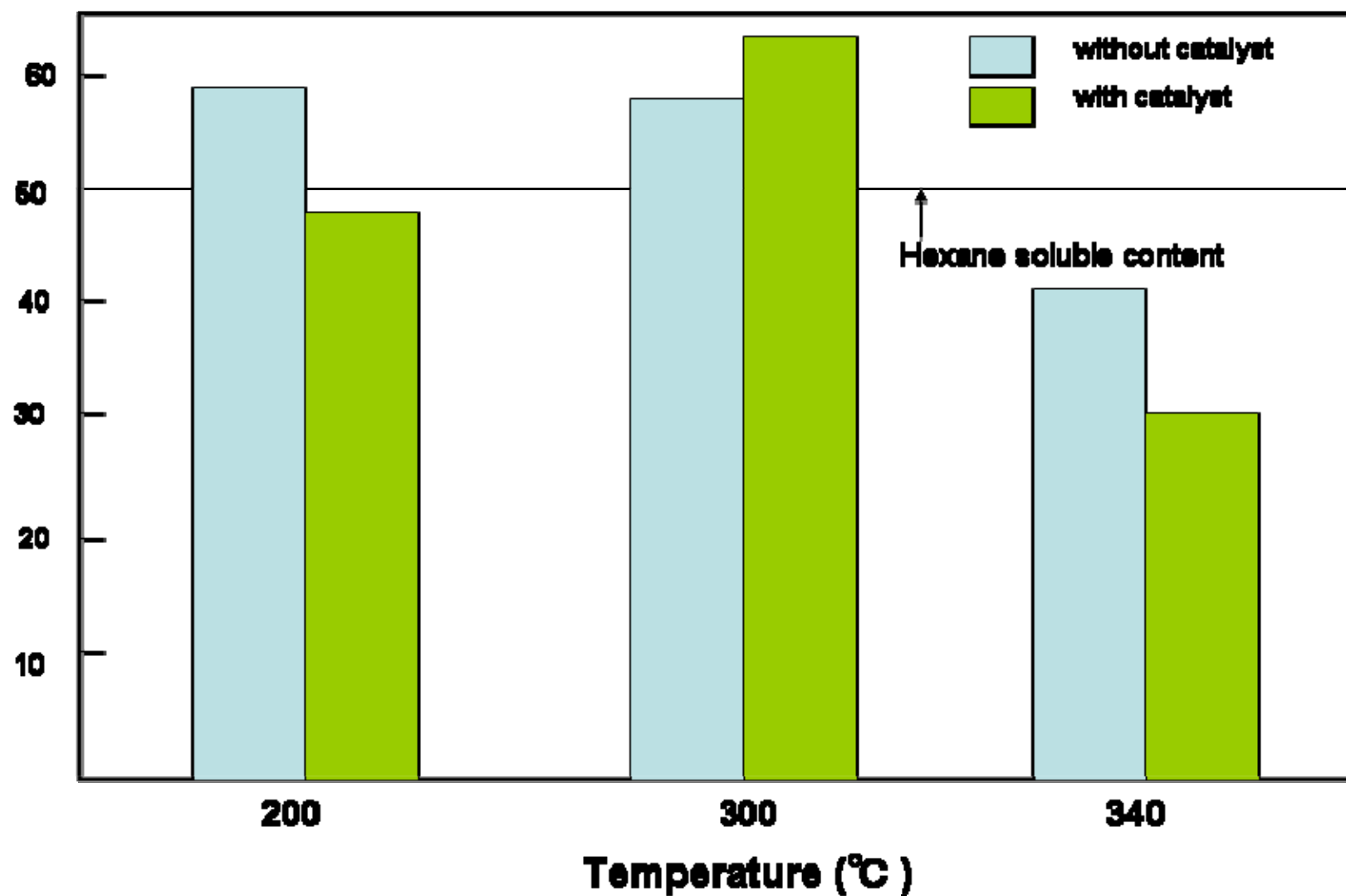


ナショナル・ジオグラフィック(日本版)2007年10月号

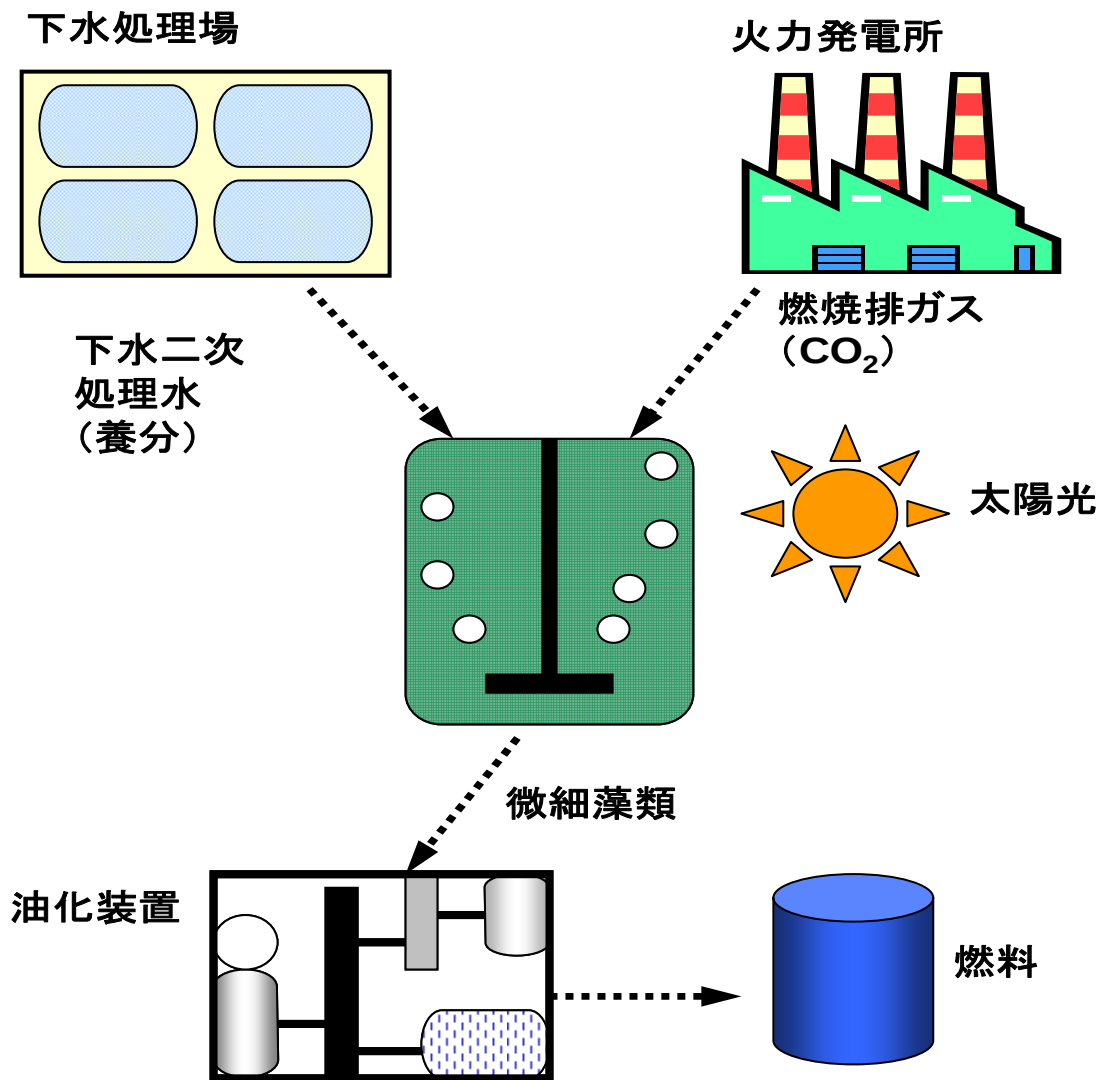
Botriococcus braunii



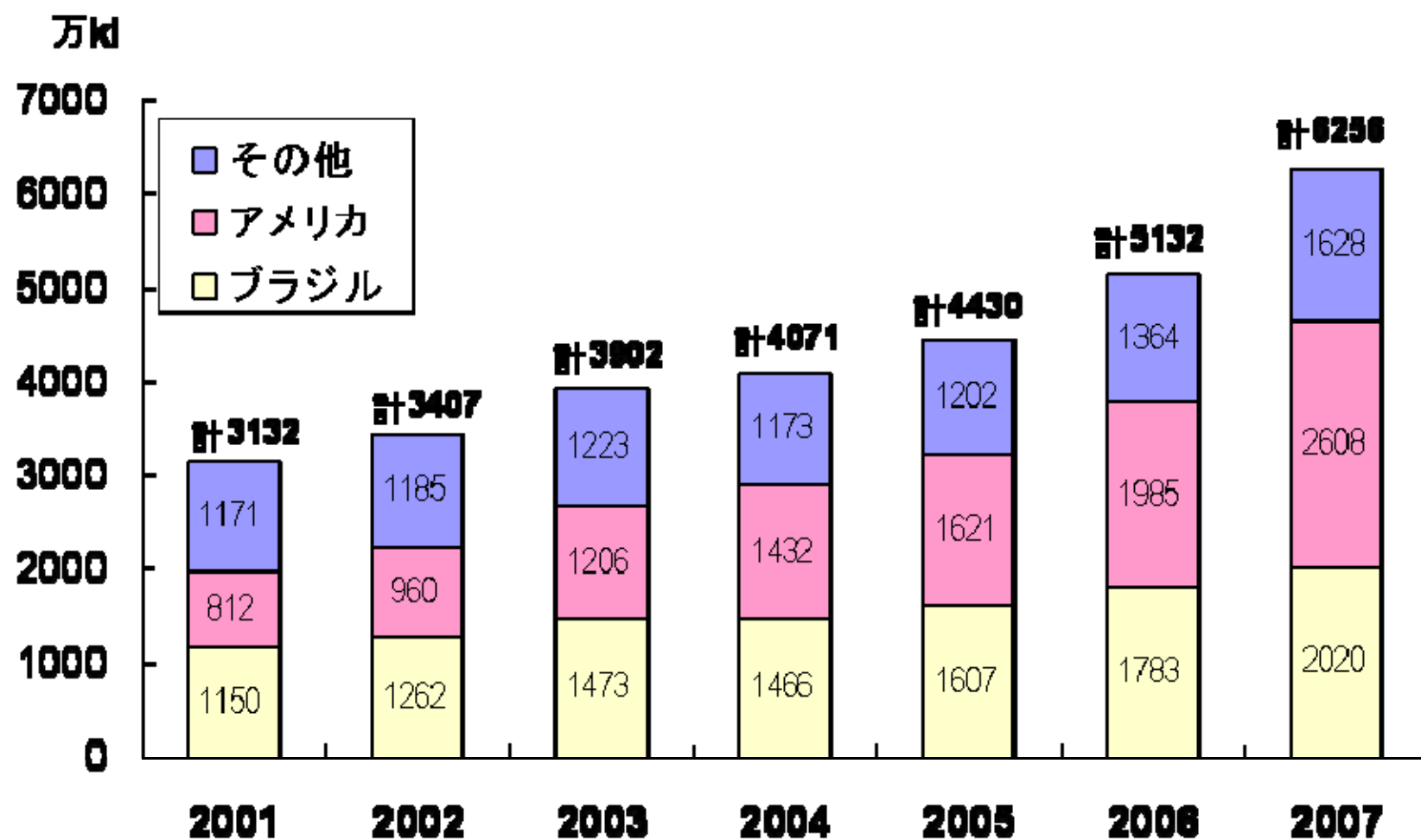
オイル収率に及ぼす温度、触媒の影響



微細藻類による環境浄化型燃料生産システム



バイオエタノール等の生産量の推移



資料: F. O. Licht's, World Ethanol & Biofuels Report (2007年は推計)

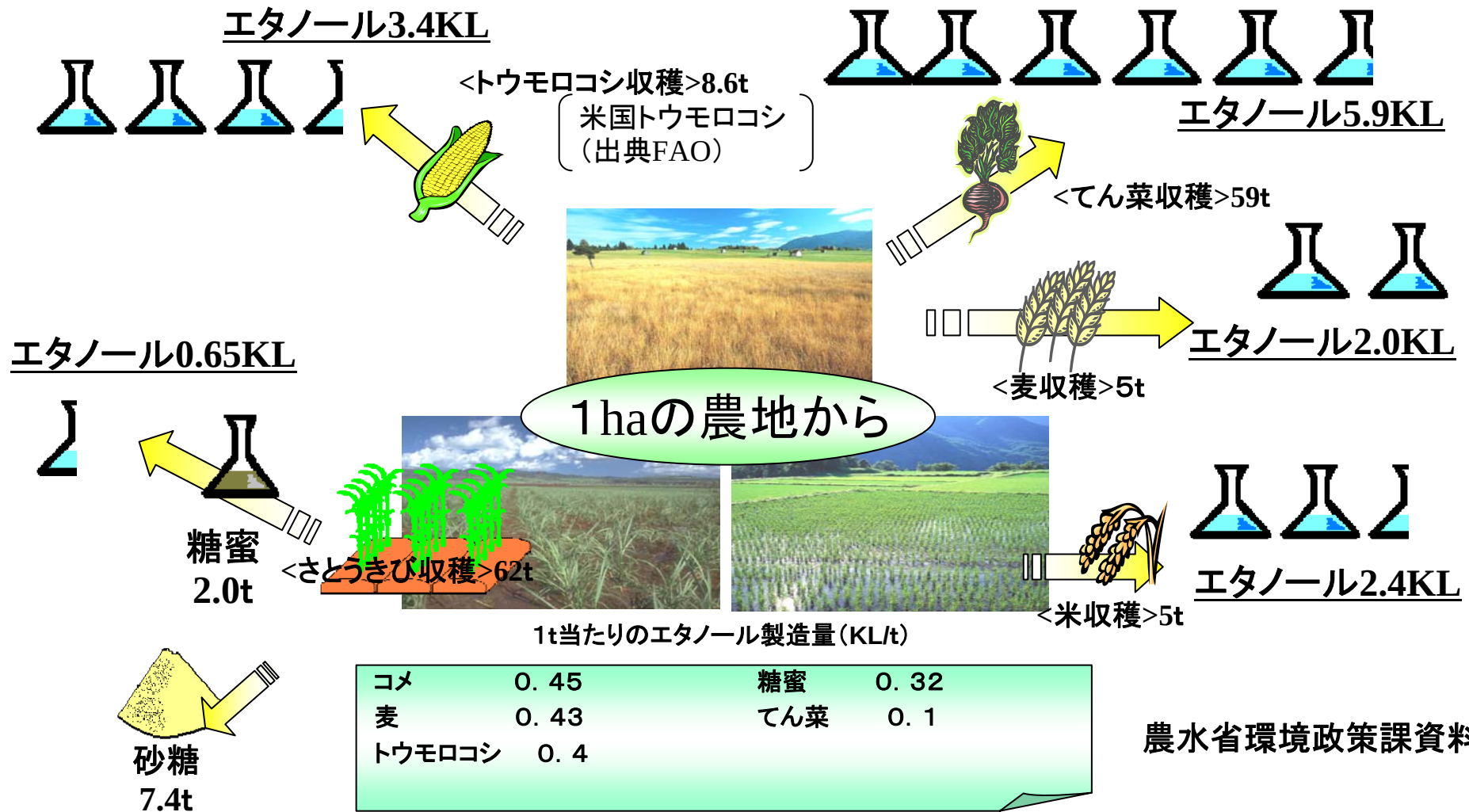


諸外国と日本のバイオエタノール導入の取り組み

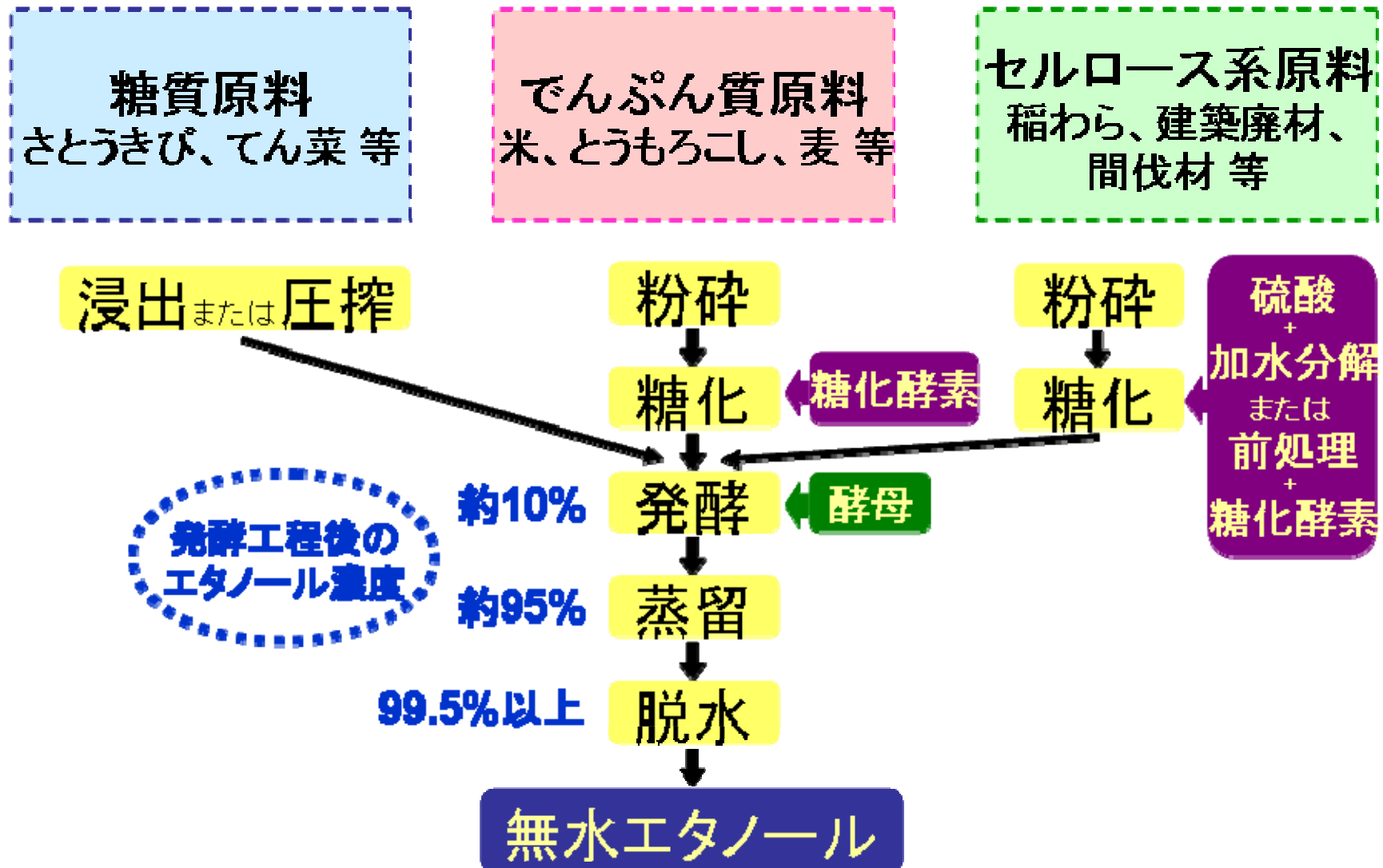
	ブラジル	米 国	日 本
導入方法	直接混合	直接混合	直接混合、ETBE
生産量	2020万kl	2608万kl	30kl
原 料	サトウキビ	トウモロコシ	糖蜜、建設廃材等
混合率	20～25%で義務化 E100も一部で実施	10%、一部でE85	上限3%
税制優遇措置	約15円/リットル	約16円/リットル	53.8円/リットル
導入目標 義務	混合率20%を基本 20～25%で変更可能	2005年エネルギー政策法 再生可能燃料2012年 に2800万kl	

種々の原料からバイオエタノールへの変換

- 原料によって製造できるエタノールの量は異なる。
- 面積当たり製造量が高いのはてん菜、重量当たり製造量が高いのはコメ、麦。



バイオエタノール製造方法



DOEプロセス



バイオマス分解

糖類

形質転換
大腸菌等

増殖

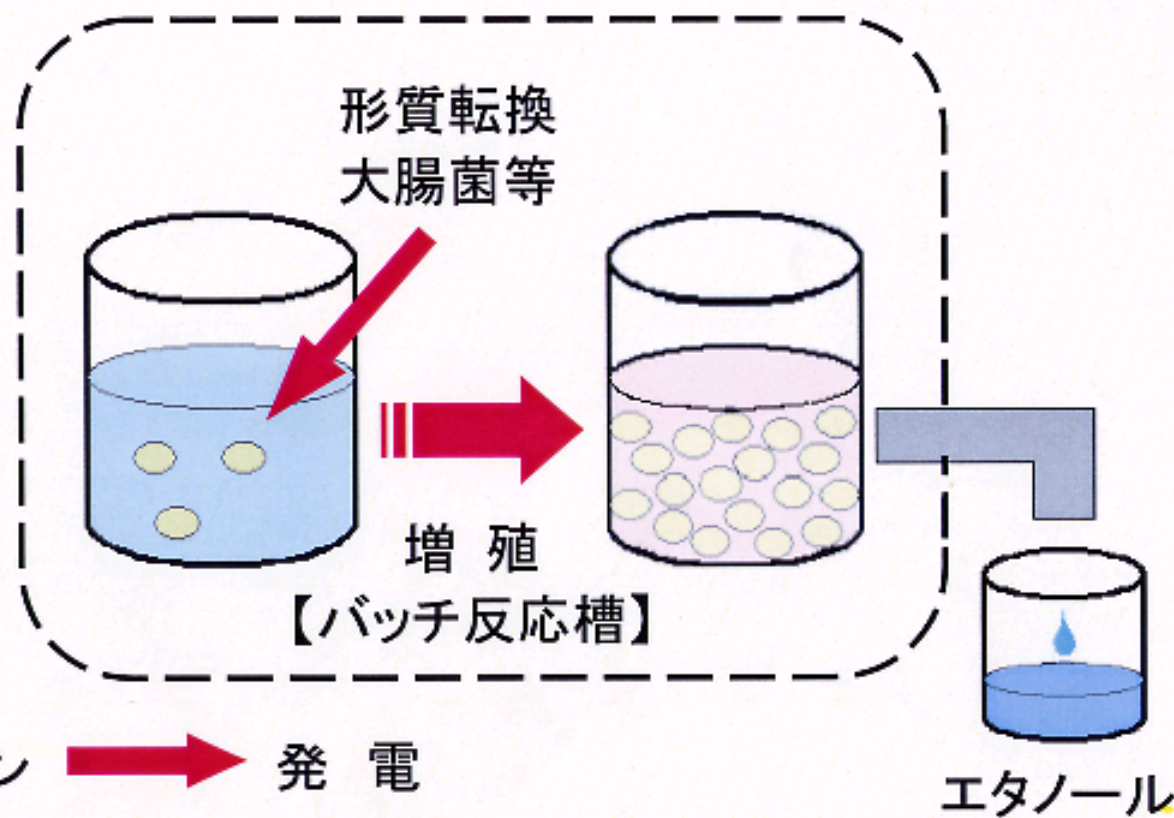
【バッチ反応槽】

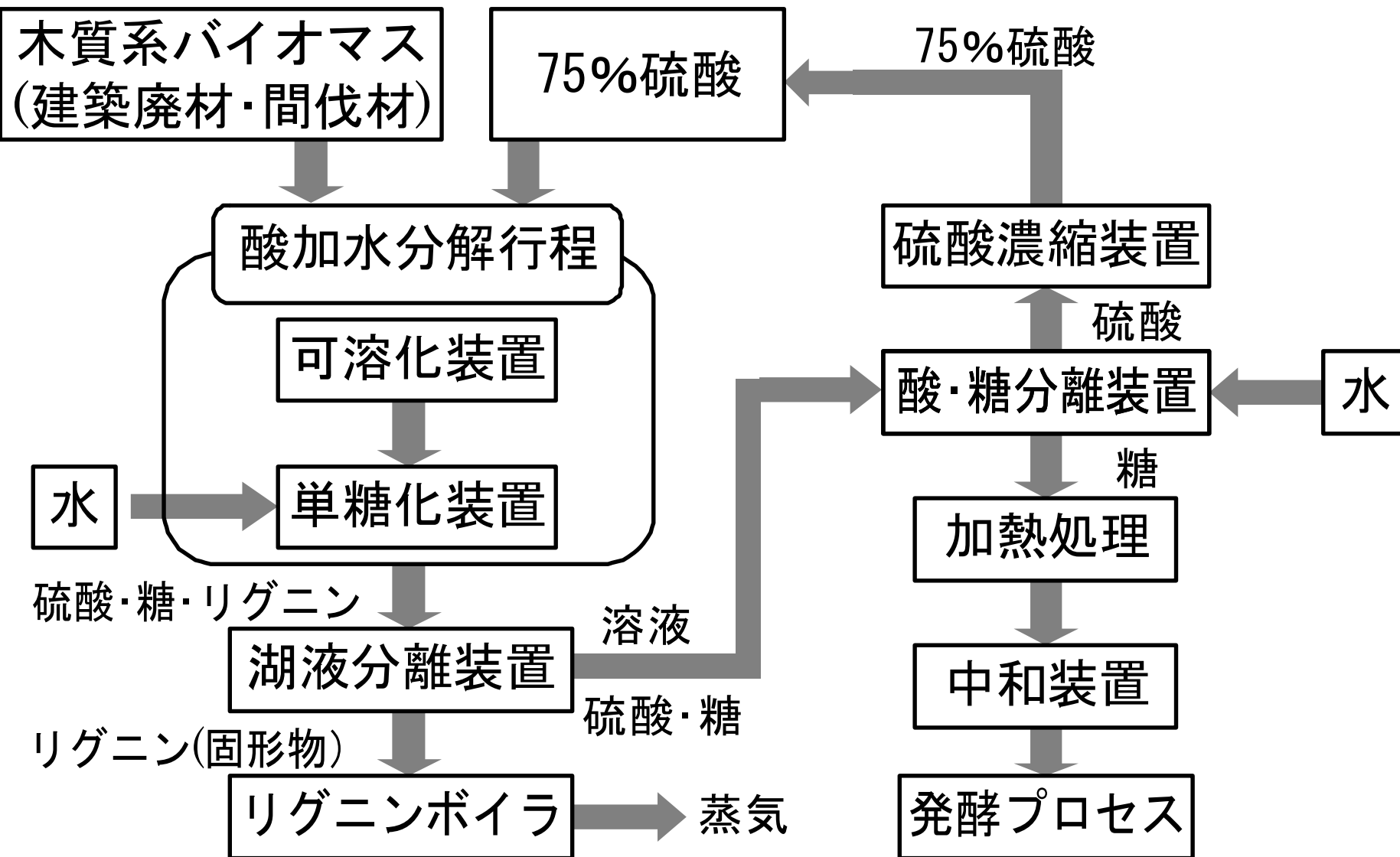
リグニン → 発電

● 低菌体濃度

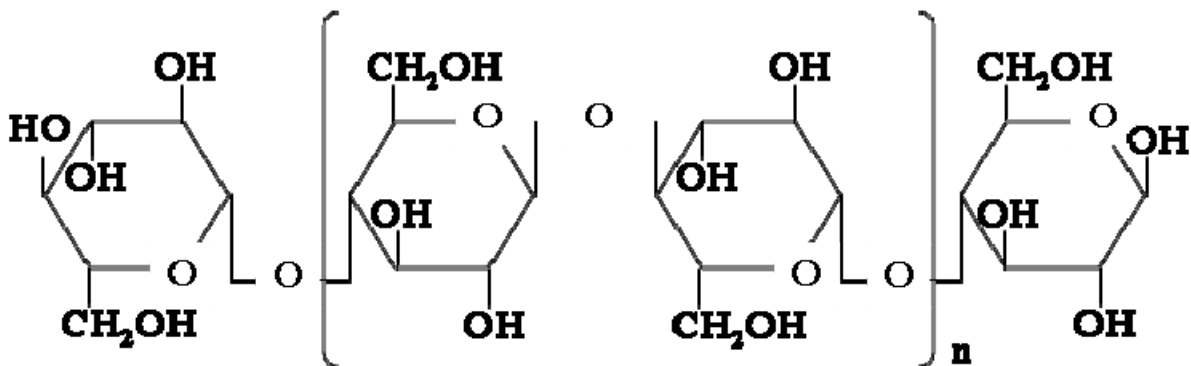
● バッチ反応

エタノール

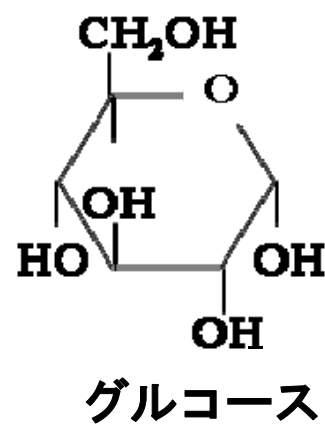




バイオエタノール製造プロセス(日揮株式会社)

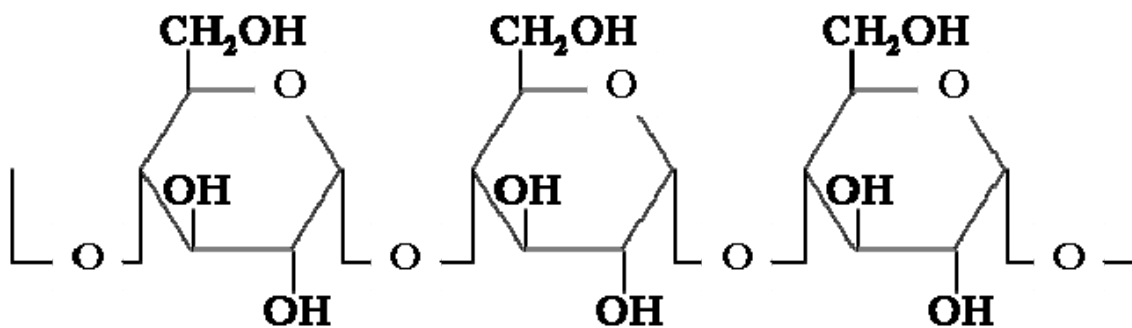
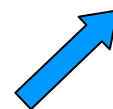


セルロース



エタノール

デンプン





わが国でのバイオエタノールの可能性

600万kl(E-10)

長期的なエネルギー政策の中で位置づけ

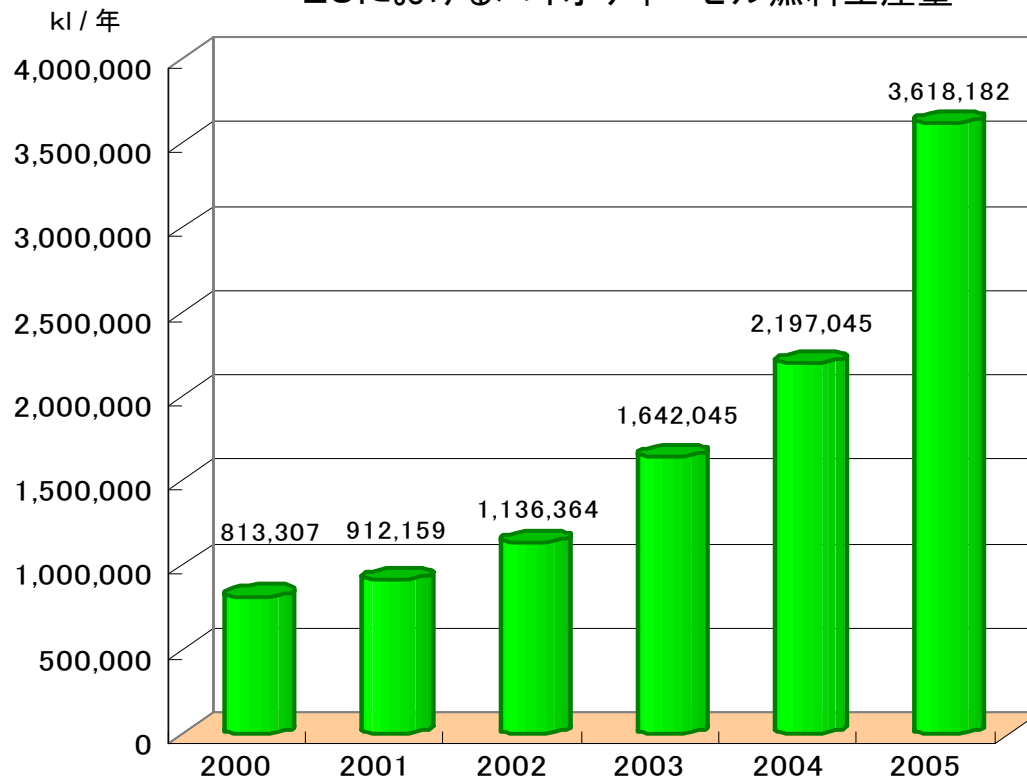
(農業や林業との強固なリンク)

- | | |
|--------|---------------------|
| (1)短期的 | 輸入エタノールの推進(京都議定書対応) |
| | 市場の形成、インフラ整備 |
| (2)中期的 | 輸入米、くず米、規格外小麦などの利用 |
| (3)長期的 | 減反した田圃の利用 |
| | 東南アジアとの連携 |
| | イナワラからのエタノール製造技術 |

世界のバイオディーゼル燃料の現状

- バイオディーゼル燃料は、欧州での生産が盛んで、全世界の生産量の約76%を占める。
- 欧州では、菜種等から直接バイオディーゼル燃料を精製し、輸送用燃料として利用されている。

EUにおけるバイオディーゼル燃料生産量



出典: BIOFUEL BAROMETER 2006
を基に農林水産省作成

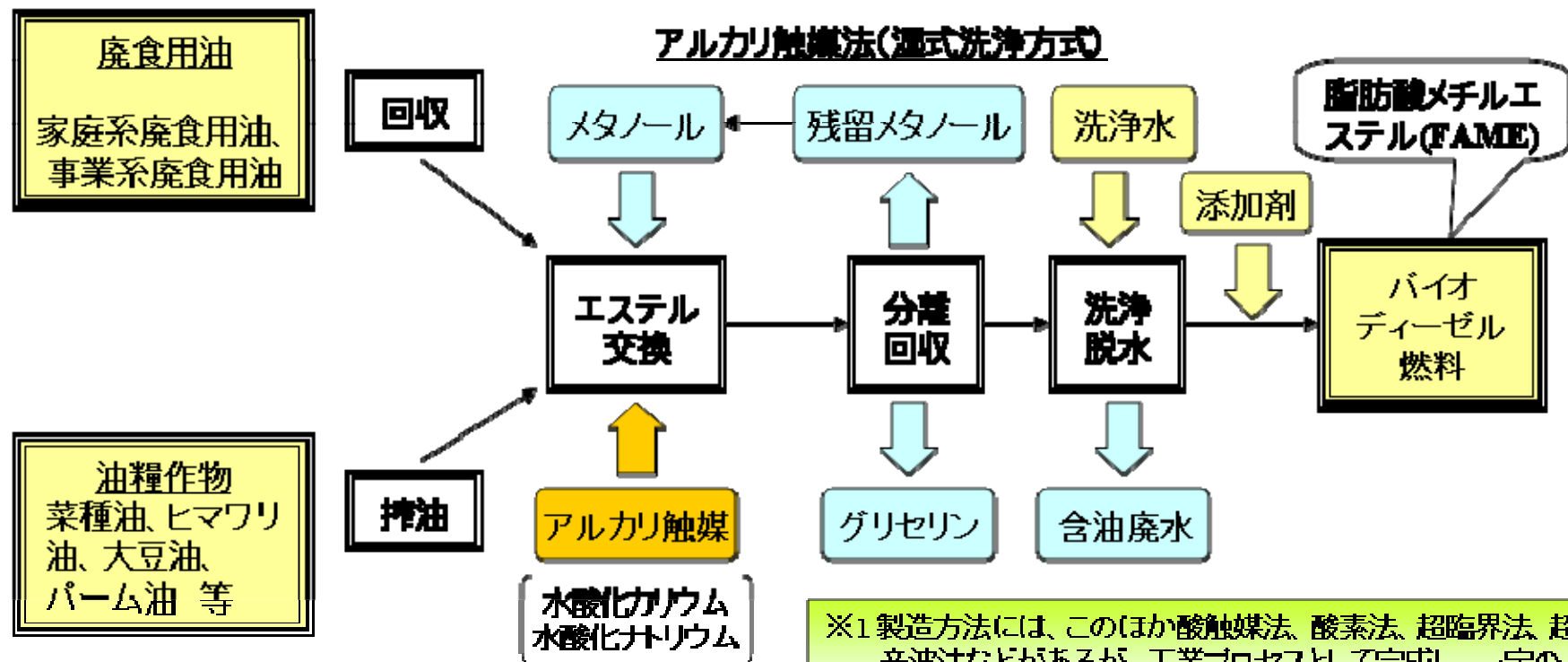
主要国におけるバイオディーゼル燃料生産量

	バイオディーゼル燃料生産量 (2005年)	原料油	バイオディーゼル燃料使用方法
EU	361.8万kl	菜種油 ひまわり油	ドイツ B5,B20,B100 フランス B5,B30
アメリカ	28.4万kl	大豆油 綿花油	B100対応車を市販、 一部B25対応車
日本	約0.4万kl ~0.5万kl	廃食用油	B100:ごみ収集車、 公用車等 B20:市バス(京都市)

出典: BIOFUEL BAROMETER2006、エコ燃料会議報告書等をもとに農林
水産省作成

バイオディーゼル燃料の製造方法

- 廃食用油を原料として粘性や引火点を低くするためにエステル化(アルカリ触媒(水酸化カリウムや水酸化ナトリウム)とメタノールを混合)させて作られる。
- バイオディーゼル燃料の製造方法は、工業プロセスとして完成し、一定の品質確保ができ、安価に製造できるアルカリ触媒法が主流となっている。



※1 製造方法には、このほか酸触媒法、酵素法、超臨界法、超音波法などがあるが、工業プロセスとして完成し、一定の品質が確保でき、安価に製造できる「アルカリ触媒法」が主流となっている。

※2 油糧作物からの直接製造は、コスト面のハードルが高く、国内ではほとんど行われていない。

バイオディーゼルの製造

植物油 + メタノール → エステル + グリセリン

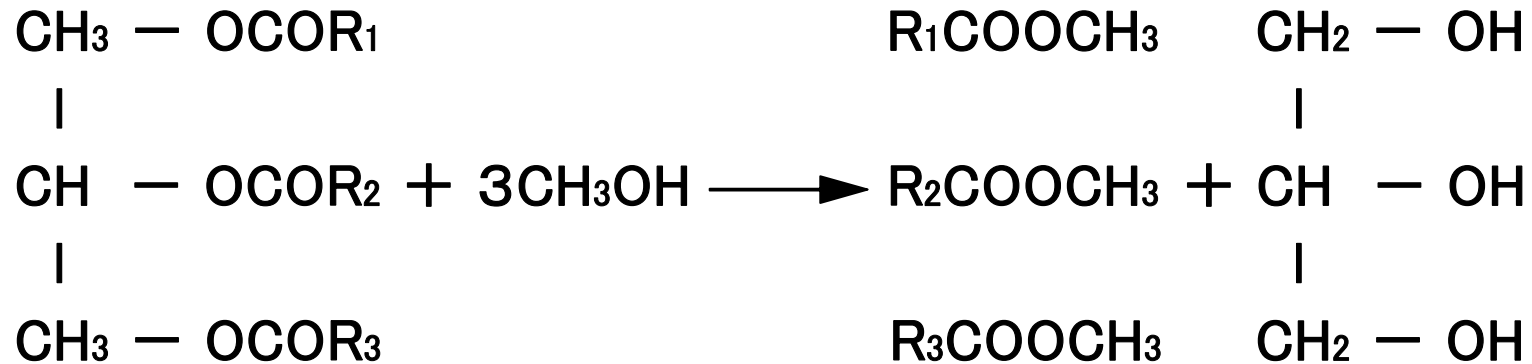
(廃食品油、パーム油、ひまわり油、
菜種油、ピーナッツ油)

(1t)

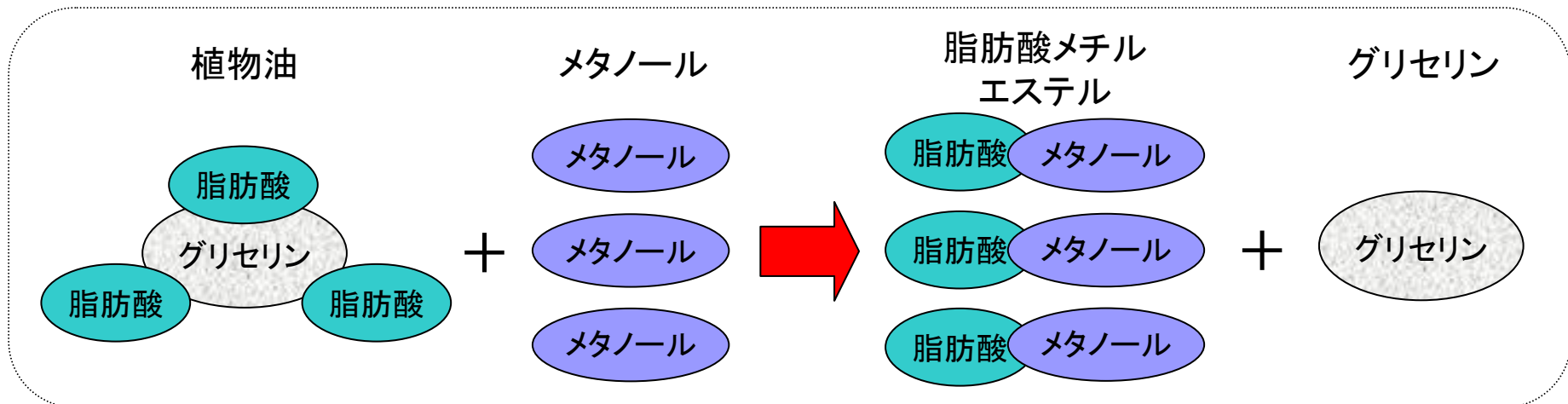
(0.1t)

(1t)

(0.1t)



R = 炭化水素、C = 11 ~ 17





Bio-Dieselを販売しているガソリンスタンド(ドイツ)

廃食用油からのBDF製造





滋賀県油藤商事

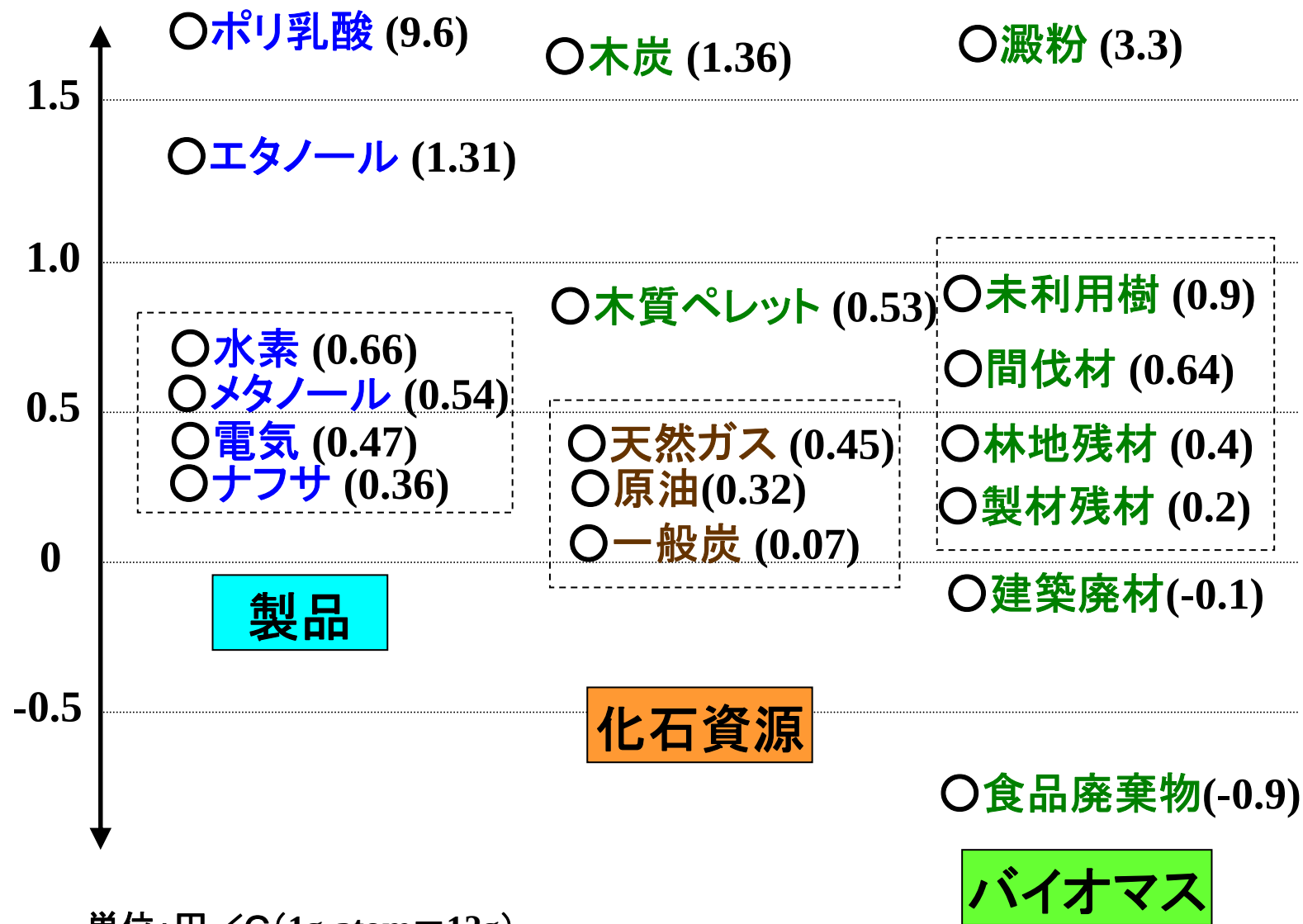
ジャトロファ (*Jatropha curcas*)の可能性

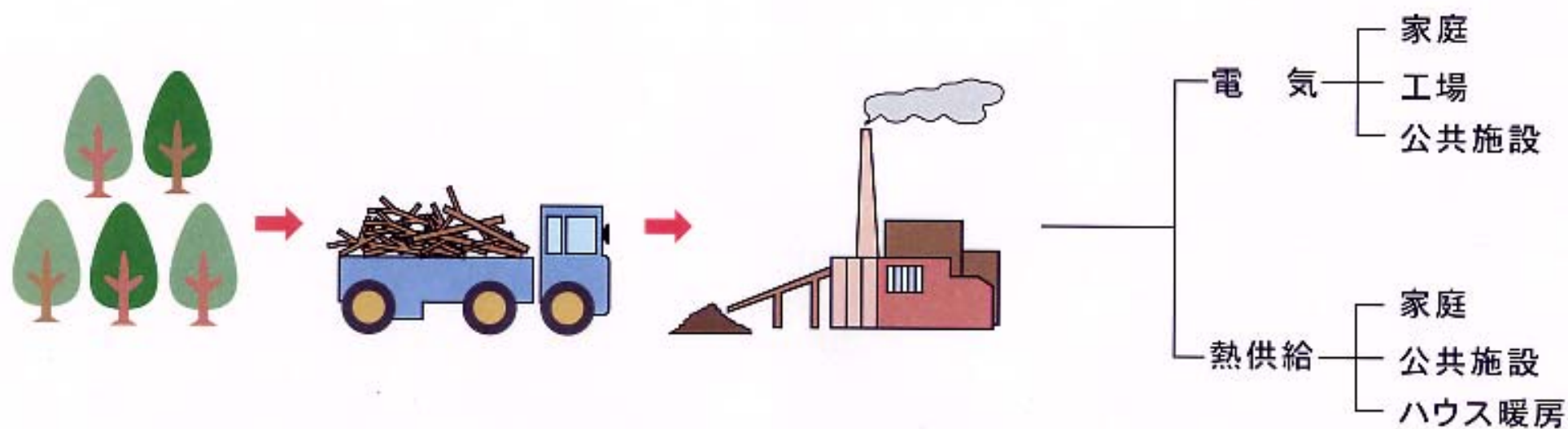


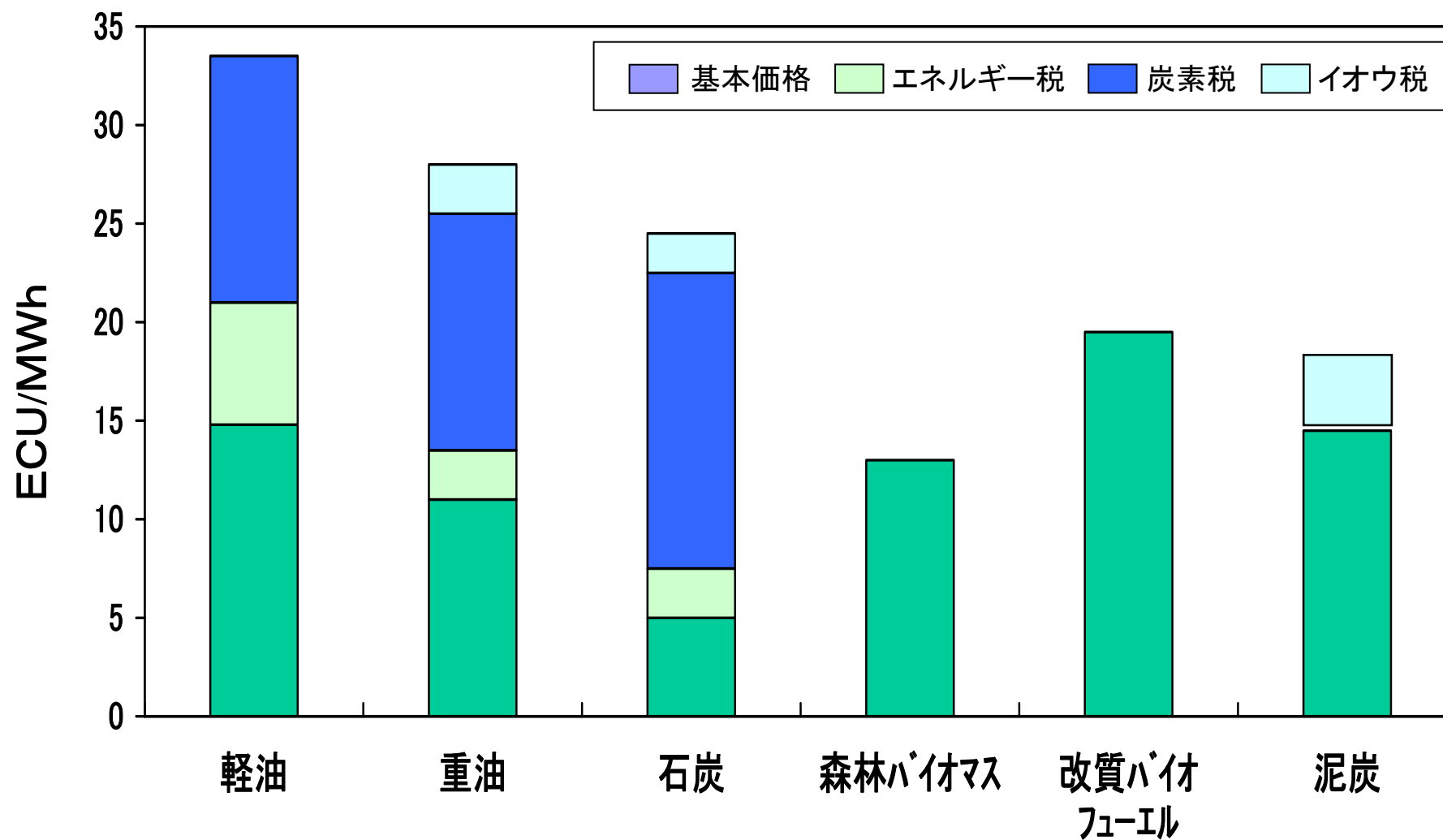
- * 毒性
- * 非食料
- * 年間で2、3回収穫
- * 劣化した土地でも生育
- * 収穫に人手が必要
- * 途上国が適地

収量: ヘクタールあたり0.7トン～5トン

各種原料、製品の炭素換算（市場）価格







スウェーデンの熱供給のためのエネルギーコスト(1996)

再生可能エネルギー源法 (EEG)による電力の最低補償額
単位：1kWhあたりユーロ・セント

EEG2000の当初の補償額

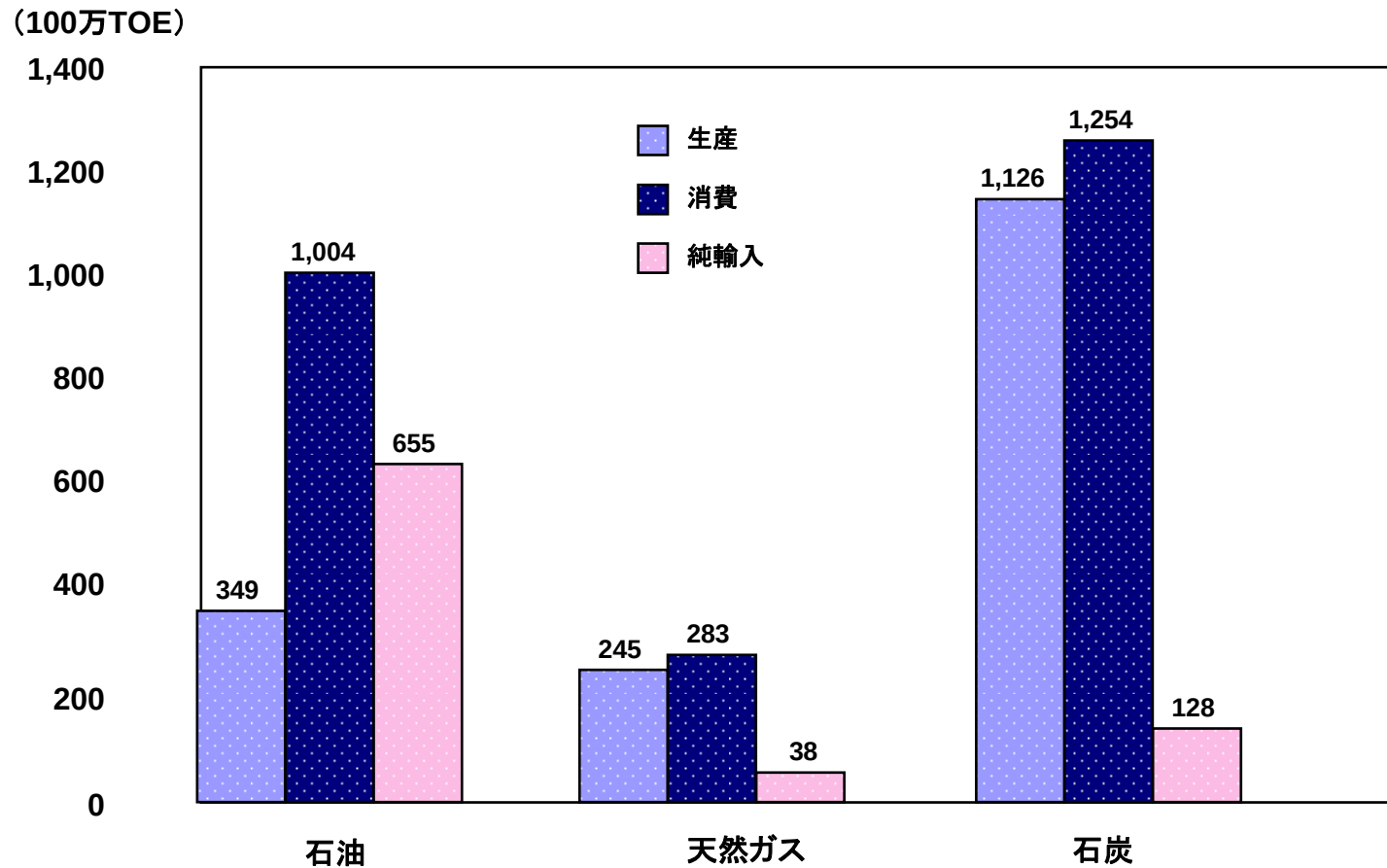
	年逓減率(%)	2000年	2001年	2002年	2003年
バイオマス<500kW	1	10.23	10.23	10.10	10.00
同 <5MW	1	9.21	9.21	9.10	9.00
同 <20MW	1	8.70	8.70	8.60	8.50

改正EEG2004による補償額

	年逓減率(%)	補償額	備考
バイオマス <150kW	2	11.50	未加工の植物とその部分だけで発電すると、2.5の割り増しがあり、先進的な技術の援用には1.0の割り増しがある
同 <500kW	2	9.90	
同 <5MW	2	8.90	
同 <20MW	2	8.40	

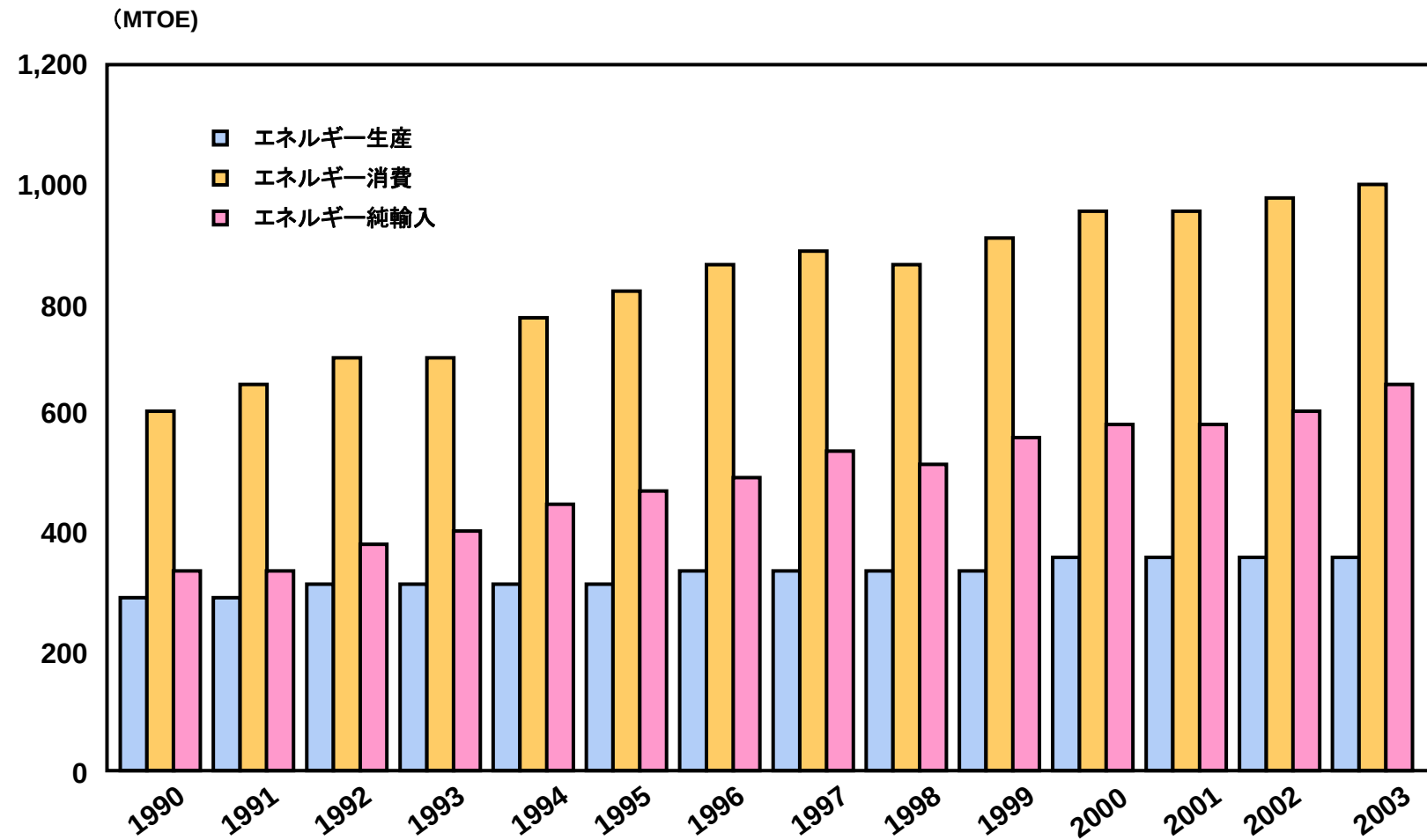
熊崎實、季刊木質エネルギー
4号、 P2～4 (2004)

アジアの石油、天然ガス、石炭の需給バランス (2003年)



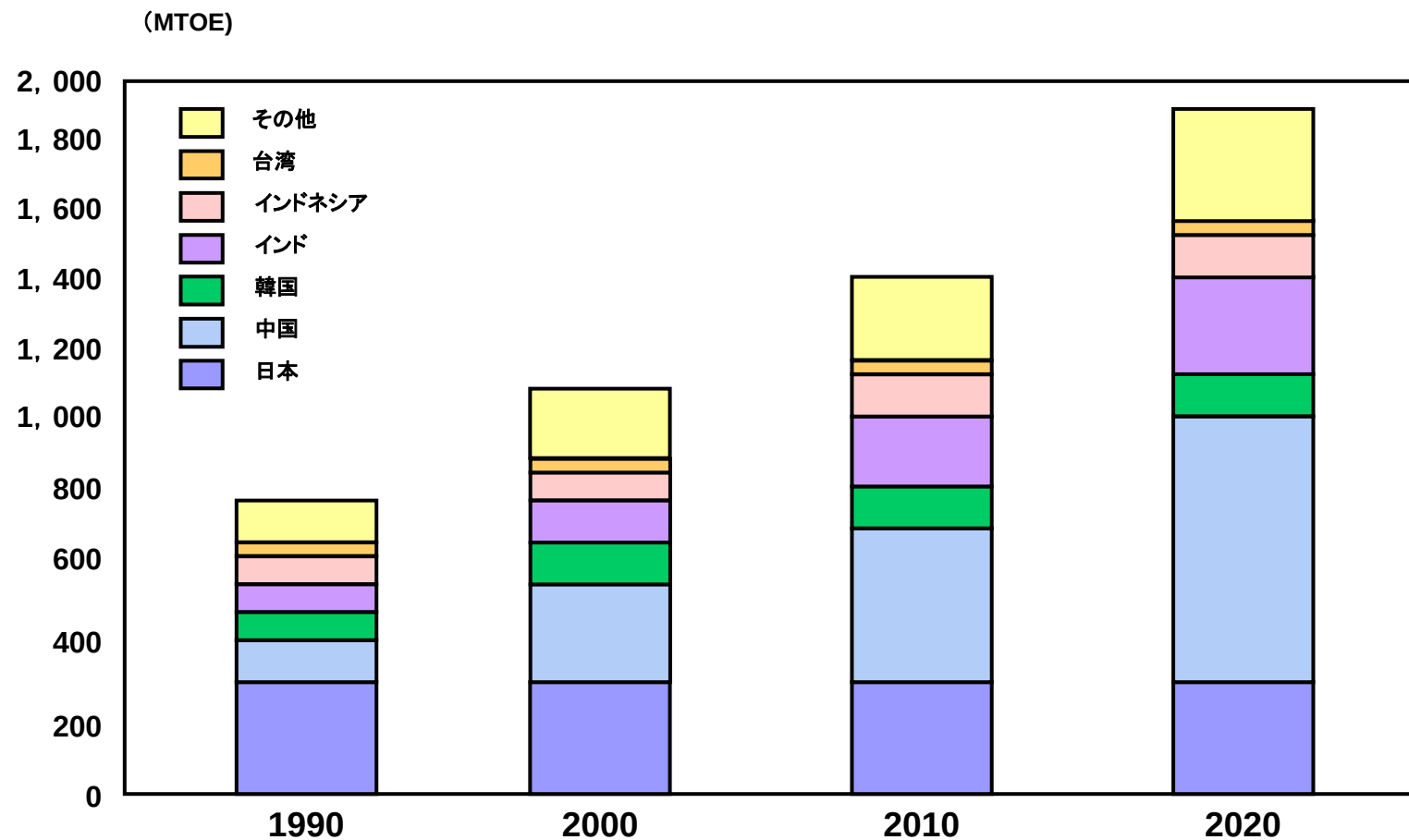
出典：田辺靖雄編著、アジアエネルギーパートナーシップ、
エネルギーフォーラム(2004)

アジアの石油需給バランスの推移



出典: 田辺靖雄編著、アジアエネルギーパートナーシップ、
エネルギーフォーラム(2004)

アジアの石油需要見通し



出典: 田辺靖雄編著、アジアエネルギーパートナーシップ、
エネルギーフォーラム(2004)

熱帯性
バイオマス

糖・デンプン
(サトウキビ、サゴヤシ、
キャッサバ)

木質系、
草本系
バイオマス

植物油
(パーム油)

要素技術

粉碎・分別等前処理技術

ガス化・液化技術
(間接液化、直接液化)

水熱・超臨界処理技術
(高温・高圧処理)

バイオマスからのクリーンガス生産
(H₂生産)

発酵技術
(エタノール高効率発酵)

酵素利用技術
(生長促進剤 etc.)

蒸留・分離技術
(高効率膜分離)

システム化技術

電力

エタノール

メタノール

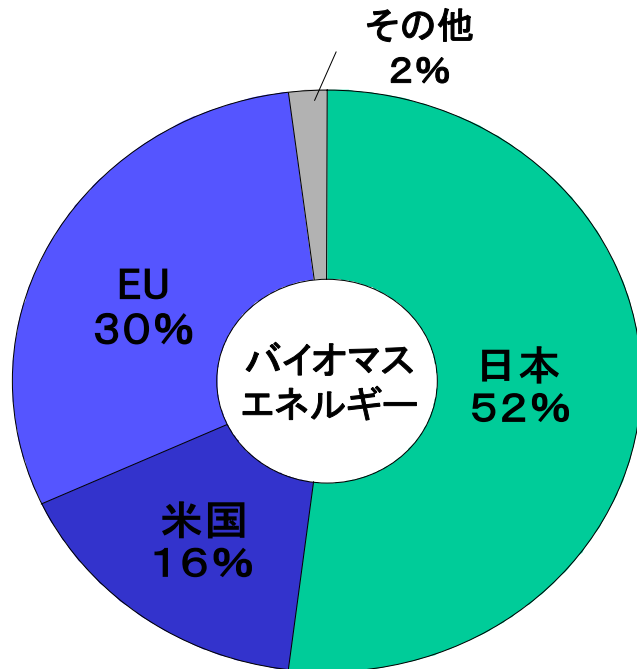
DME

BDF

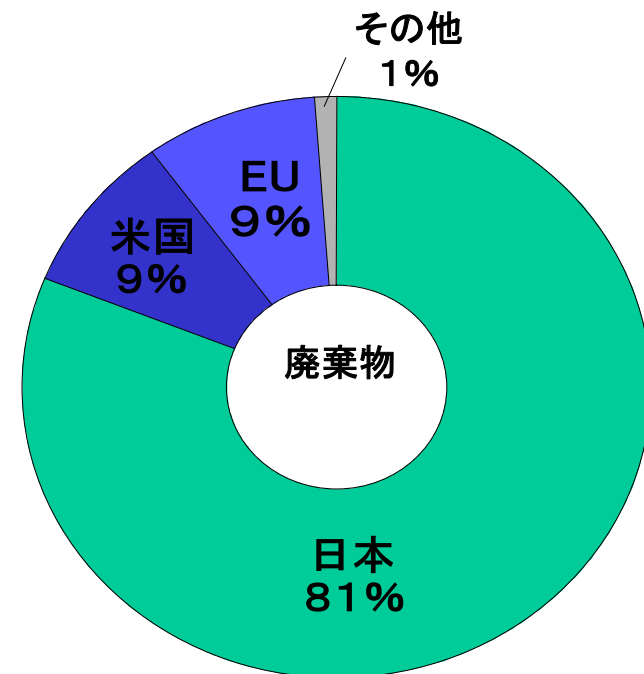
SCO

(SCO: シングルセルオイル、BDF: バイオディーゼルフューエル)

1990年から2000年におけるバイオ
エネルギー分野での特許出願動向



同期間における廃棄物エネルギー分野
での特許出願動向



大学・財団

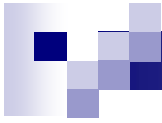


システム化、産学官連携



民間企業

国際戦略の構築



ご静聴有難うございました

東京大学大学院農学生命科学研究科
横山 伸也

syokoyama@bme.en.a.u-tokyo.ac.jp