

バイオ燃料は環境・エネルギー 問題に有効か？

松 田 智
静岡大学工学部

1973年・79年の「**石油危機**」以降

石油代替エネルギー開発の隆盛

その中の一つが「**バイオマスエネルギー**」

松田の博士論文「バイオマスのエネルギー利用に関する
実用可能性評価」(1983東京工業大学)

内容：世界・日本のバイオマス一次生産量分布推算
森林資源利用の条件

燃料用アルコール(バイオエタノール)の評価*

メタン発酵のエネルギー収支分析

国内バイオマス資源の利用可能量評価

Asia, *成果は "The Feasibility of National Fuel-alcohol Programs in Southeast

by S. Matsuda and H. Kubota, *Biomass* 4(1984) 161-182

久保田宏 編：「**選択のエネルギー**」 日刊工業新聞社 1987年

久保田宏・松田 智：「**幻想のバイオ燃料**」 日刊工業新聞社

2,009年4月

《バイオエタノールの背景》

温暖化問題・石油価格の高騰などへの対策

代替燃料としてバイオエタノールへの期待



農作物系

セルロース系



とうもろこし



さとうきび

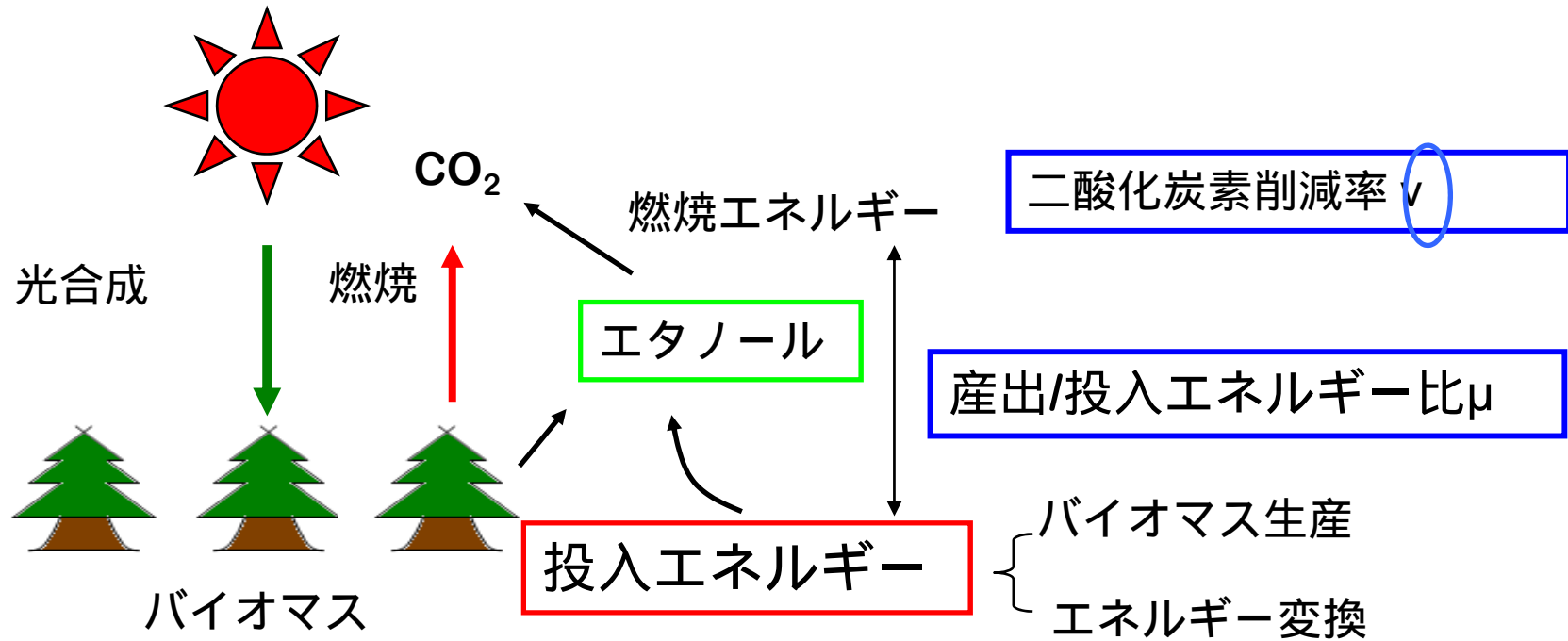


廃木材等

バイオエタノール

問題意識

「カーボンニュートラル」は、本当に成立するのか？



産出/投入エネルギー比 =

$$\mu = Q_a / H$$

この概念だけでは
判断が難しい(後述)

Q_a : エタノール発熱量(5057kcal/L)

H : エタノール生産に必要な投入エネルギー消費量[kcal/L-ethanol]

エタノールのガソリン代替使用でのCO₂ 排出削減量原単位についての誤り

しばしば用いられる

1.54 kg-CO₂ / -エタノール

は製造時の投入エネルギーを無視した原単位

$$1.54 \text{ kg-CO}_2 / \text{-エタノール} = 2.554 * 0.602$$

エタノールのガソリン等価値 **0.602** (= 5057 / 8400)

エタノールの発熱量 5057 kcal/ (熱力学データ)

ガソリンの平均発熱量 8400 kcal/ の比

ガソリン1 燃焼のCO₂発生量**2.554** kg/

(原油の採掘、輸入に伴う輸送のエネルギーまで含んだLCI値)

ここにエタノールが1 あり、これをガソリンの代りに使えば、**1.54kg**のCO₂が排出されずに済む、という値

エネルギー産出/投入比 μ

製造したバイオ燃料の発熱量(kcal/)

=

生産に必要な全エネルギー投入量 (kcal/)

農作物原料からのエタノールの生産に必要な投入エネルギー：

1) 原料農作物の生産工程

耕作用機械、肥料や農薬の製造、場合により灌漑用、また輸送用等のすべての燃料、電力等のエネルギー換算値 + 道路・倉庫等

2) 農作物からのエタノール製造工程

糖化(澱粉質原料)、蔗糖の発酵、蒸留(発酵液からのエタノール濃縮)、脱水等の精製工程での所要エネルギーの積算値 + 廃水処理

両工程における人力、畜力（農業用）等のエネルギー換算値は、通常含まない。

エタノール製造工程において発酵原料とならない作物遺体（例えばさとうきびの搾りかす、バガス）を工場内で焼却して熱エネルギー源として利用する場合は、これを投入エネルギーから差し引く。

米国におけるとうもろこし生産での 耕地 1 ha 当たりの投入エネルギー

とうもろこし単収； 8,655 kg/ha (Pimentel ら⁶⁾ のデータから)

	エネルギー	kg	コスト \$	備考 *1	
労働力	11.4 h	462	148.2		
機械	55 kg	1018	103.21	18.5 kcal/kg、	1.88 \$/kg
ディーゼル油	88	1033	34.76	11,740 kcal/	0.395 \$/kg
ガソリン	40	405	20.80	10,125 kcal/	0.52 \$/kg
窒素肥料	153 kg	2448	94.86	16,000 kcal/kg、	0.62 \$/kg
リン酸肥料	65 kg	270	40.30	4,150 kcal/kg、	0.62 \$/kg
加肥料	77 kg	251	28.87	3,260 kcal/kg、	0.31 \$/kg
石灰	1120 kg	315	11.00	281 kcal/kg、	0.0098 \$/kg
種子	21 kg	520	4.81	24,760 kcal/kg、	3.56 \$/kg
灌漑	8.1 cm	320	123.00	1.000 cm のコスト	1,000 \$
除草剤	6.2 kg	620	124.00	100,000 kcal/kg、	20 \$/kg
殺虫剤	2.8 kg	280	56.00	100.000 kcal/kg、	20 \$/kg
電力	13.2 kWh	34	0.92	2,580 kcal/kWh、	0.07 \$/kWh
輸送	204 kg	169	61.2	1,000 km 輸送で 0.83 kcal/kg、	0.3 \$/kg
合計		8115	916.9		

注 *1 : 備考のエネルギー原単位、単価等は、原報の表の注として与えられた値、および、表中のデータから計算される著者らによる推定値を示した。

CO₂発生削減率を計算してみる

ガソリン代替エタノール使用量当たりの CO₂ 削減量[kg/ -イタノール]

$$\text{CO}_2\text{削減率 } v = \left(\text{エタノール使用によるCO}_2\text{の正味の削減量} \right) \div \left(\text{イタノールのガソリン代替使用での見かけのCO}_2\text{削減量} \right) \quad (2)$$

分子：投入エネルギーによる寄与を考慮した実際の CO₂ 削減量

分母：投入エネルギーによる寄与を考慮しない CO₂ 削減量(無条件カーボンニュートラル)

$$v = (A - B) / A = 1 - B / A = 1 - (Qt/Qa)(Es/Ef) \quad (3)$$

ここで、

A ; エタノールのガソリン代替使用での見かけの CO₂削減量 / -イタノール

B ; 投入エネルギー使用での CO₂排出量、 kg/ -イタノール

$$A = Qa Ef \quad , \quad B = Qt Es \quad (4)$$

ただし、

Qa ; エタノールの発熱量、 kcal/ -イタノール

Qt ; 投入エネルギー量、 kcal/ -イタノール

Ef ; 単位エネルギー当たりのガソリンの燃焼による CO₂排出量、 kg/kcal

Es ; 単位投入エネルギー量当たりの CO₂排出量、 kg/kcal

Es ; エタノール生産工程で投入される各種エネルギー源別の CO₂ 排出量の和

$$E_s = \sum x_i E_{si} \quad (5)$$

E_{si} ; 投入エネルギー源 i の単位エネルギー量当たりの CO₂排出量、 kcal/kcal

x_i ; 各種投入エネルギー源 i 別のエネルギー分配比率

ε ; 投入エネルギー源の単位消費量当たりの CO₂排出量を表す係数(kg/kcal)

$$\varepsilon = E_s / E_f = \sum \varepsilon_i * x_i \quad (6)$$

ε_i ; 投入エネルギーとして使用されるエネルギー源の種類別の CO₂発生特性指数
各種投入エネルギー源種類別の $\varepsilon_i = E_{si} / E_f$ (表 1)

(1) 式で定義される産出/投入エネルギー比 μ ;

$$\mu = Q_a / Q_t \quad (7)$$

(2) 式に、(3) ~ (8) 式を代入して、 v は μ 及び ε の関数として次式で求められる。

$$v = 1 - \varepsilon(1 / \mu) \quad (8)$$

表 1 エネルギー源種類別の CO₂ 発生特性を表す指標 ϵ_i の値

(国内での LCI データ、原油等の資源の採掘、輸入に伴う輸送まで波及した場合の値(*1)からの計算値)

	ガソリン	軽油	A重油	LNG	商用電力*2
エネルギー Q_i *1 kcal/	9209	9706	10106	13951	2261
CO ₂ 排出量 E_i *1 kg/	2.554	2.723	2.893	2.883	0.447
(単位エネルギー当たりのCO ₂ 排出量)					
$E_{si} = E_i / Q_i$ 10 ⁻³ kg/kcal	0.277(=Ef)	0.281	0.207	0.207	0.198
$\epsilon_i (= E_{si} / E_f)$	1.0	1.01	1.03	0.75	0.71

; *1 総合エネルギー統計(平成3年版;エネルギー庁)*2は除く。

プラスチック処理促進協会;樹脂加工におけるインベントリデータ調査報告書(2000年1月)から

*2 電源構成比による加重平均、/kWh での値

比較 : 石炭の $\epsilon_i = 1.61$ CO₂排出削減を狙うなら石炭代替が効果大

国内 1 次エネルギー源別の構成比と電源構成比

(日本エネルギー経済研究所；エネルギー経済統計要覧⁵)から)

a. 国内**1次エネルギー源**の種類別構成比；

エネルギー源種類	石炭	石油	天然ガス	原子力	水力	その他	合計
種類別構成比 xi %	21.1	47.5	13.3	15.1	1.27	1.19	100

b. 国内**電力**のエネルギー源種類別構成比；

エネルギー源種類	石炭	石油	天然ガス	原子力	水力	その他 ^{*1}	合計
種類別構成比 xi %	27.9	11.6	19.5	35.1	3.0	2.9	100

注*1 その他としては、地熱、風力、可燃再生・廃棄物等

国内の商用電力の単位投入エネルギー当たりの CO₂ 排出量Esの値を求めるための計算表

	xi (%) ^{*1}	Esi (10 ⁻⁴ kg-C/kcal)	Esi xi (10 ⁻⁴ kg-C/kcal)
石炭	27.9	1.107	0.309
石油	11.6	0.851(:石油系の平均)	0.098
天然ガス	19.5	0.716	0.140
火力発電小計:			0.547
原子力	35.1	0.04 Es	0.014 Es
水力	3.0	0.01 Es	0.0003 Es
その他	2.9	0.05 Es	0.002 Es
原子力等の合計:			0.0163 Es

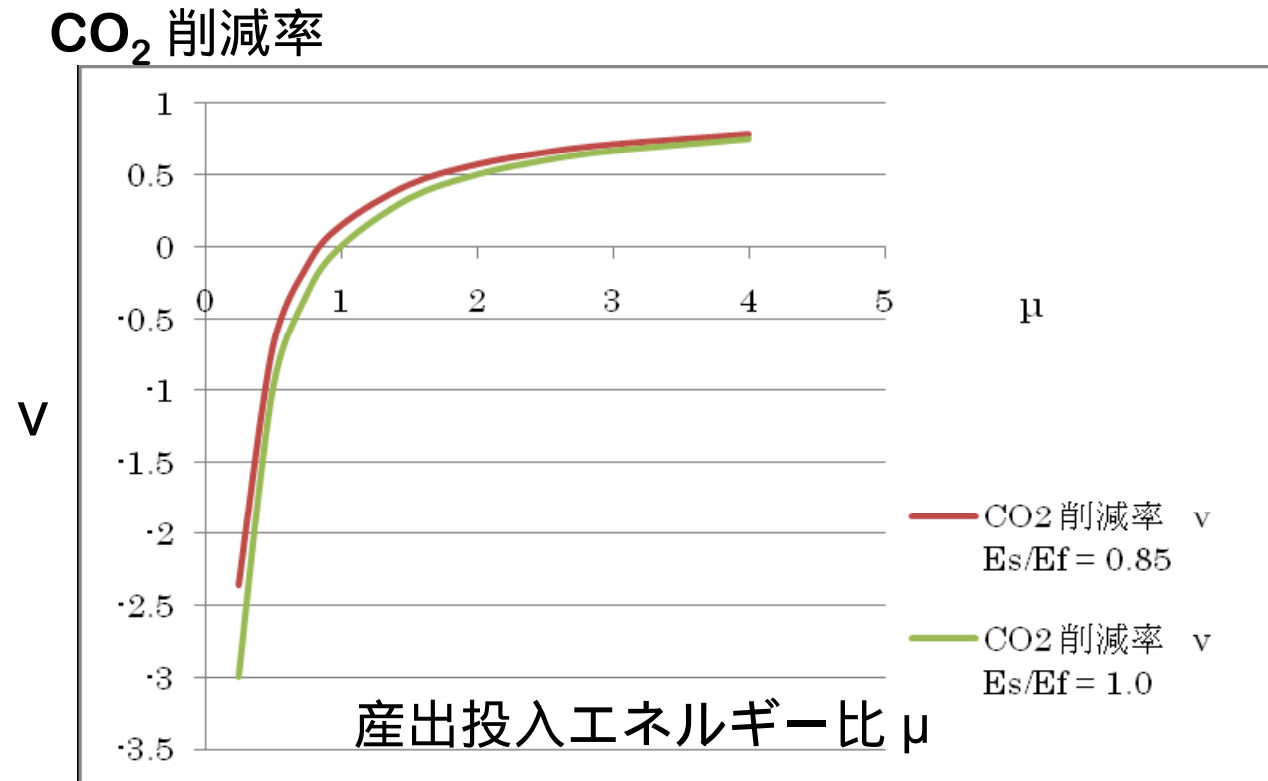
火力発電での発電効率 40.8 % に送電効率86 % を乗じた総合効率を35.1 % として、
 1次エネルギー当たりの火力発電のCO₂排出量を求め、これと1次エネルギーと
 2次エネルギーの区別のない原子力等のエネルギーを加えて、CO₂排出量の
 バランスをとると、 $(0.547 / 0.351) + 0.0163 \text{ Es} = \text{Es}$
 から、投入1次エネルギーとしての電力のEs = $1.59 * 10^{-4} \text{ kg-C/kcal}$ と得られる。

国内の1次エネルギーのCO₂排出の特性値εの計算のための表

	x_i (%)	ϵ_i (10 ⁻⁴ kg-C/kcal)	$\epsilon_i x_i$ (10 ⁻⁴ kg-C/kcal)
石炭	21.1	1.315	0.278
石油	47.5	1.010 (石油系燃料の平均)	0.480
天然ガス	13.3	0.716	0.095
原子力	15.1	1.59 * 0.04	0.0096
水力	1.27	1.59 * 0.01	0.0002
その他	1.19	1.59 * 0.05	0.0009
合計			0.87

cf. バイオディーゼル油の軽油代替：同様にしてε = 0.85

産出投入エネルギー比 μ と CO_2 削減率 v の関係



産出投入エネルギー比 μ と CO_2 削減率 v の関係
(縦軸 v 、横軸 μ : 両者の関係は ϵ_i の値の影響を受けにくい
代替対象が何であっても μ と v の関係には差がない)

バイオ燃料の化石燃料代替によるCO₂削減原単位

	バイオエタノール	バイオディーゼル油
発熱量 (低位)		
Q kcal/	5057	9000
代替対象 化石燃料	ガソリン	軽油
CO ₂ 削減量 原単位kg-C/ (kg-CO ₂ 削減/)	0.426 (1.56)	0.770 (2.82)

バイオ燃料製造原料の農業における単収、燃料収率、
両者の積として与えられる総合収率
(= 単位農地面積当たりの燃料収率) の値

(Pimentel らのデータから)

原料	農業単収(t/ha)	燃料収率 (/t)	総合(/ha)
トウモロコシ	8.665	0.272	3.22
大豆	2.688	0.180	0.480
ヒマワリ	1.500	0.255	0.389

* バイオディーゼル油の総合収率は小さい

バイオエタノール・ガソリン代替による CO₂発生量削減率の試算

生産地別の産出/投入エネルギー比 (μ) とCO₂発生削減率 (v) の試算

No	原料	生産地	投入エネルギー - (kcal/t-イタノール)			産出/投入 エネルギー比 μ	CO ₂ 発生 削減率 v
			農業	製造	合計		
1 ^{*1}	さとうきび	ブラジル	1161	250	1141	3.34	0.70
2 ^{*2}	さとうきび	ブラジル	548	134	681	7.41	0.87
3 ^{*3}	とうもろこし	米国	3700	4971	8671	0.58	-0.71
4 ^{*4}	とうもろこし	米国	1684	3427	5111	0.99	-0.01

注 *1 ; 文献 1) から 1980、バガス燃料利用

*2 ; ブラジルサンパウロ州政府の報告から; 2003、バガス燃料利用

*3 ; 文献 6) から, 2001 Pimentel

*4 ; 文献 6) から, 2002 USDA

米国におけるトウモロコシからの エタノール製造の投入エネルギー

エタノール 1000 当たり (Pimentelらのデータから)

		エネルギー - 10 ³ kcal	コスト\$ \$	備考
原料関係				
コーン	2690 kg	2522	284.25	トウモロコシ生産のエネルギー -937.6 kcal/kg
コーン輸送	2690 kg	322	1.40	144 km 往復 120 kcal/kg; 0.008 \$/kg
エタノール製造				
水	40000	90	21.16	15 /kg、 2250 kcal/t、 0.53 \$/t
ステンレス・スチール	3 kg	12	10.60	4000 kcal/kg、 5.53 \$/kg
スチール	4 kg	12	10.60	3000 kcal/kg、 2.65 \$/kg
セメント	8 kg	8	10.60	1000 kcal/kg、 1.33 \$/kg
スチーム	2,546,000kcal	2546	21.16	2550 kcal/ -エタノール、
電力	392kWh	1011	27.44	2580 kcal/kWh、 0.07 \$/kWh
精留(99.5%EtOH)	9 kcal/	9	40.00	0.009 kcal/ -エタノール、
廃水処理	20 kg-BOD	69	6.0	1.3 kWh/kg-BOD、 0.3\$/kg-BOD
合計		6597	453.21	

栽培作物を原料とするエタノール製造の問題点

- 1) 食料供給との競合起きやすい：直接・間接両面あり
(日本の場合、まず食料自給率を上げる努力を！)
- 2) 栽培のための投入エネルギーが大きくなりやすい
(日本の作物生産では大半が $\mu < 0$)
- 3) 需要量に比べて供給可能量が小さい
- 4) 作物の経済価値を下げる：食料 > マテリアル > 燃料
(エネルギーが一番安くなければならないから)

* 海藻バイオマス利用も、基本的には同じ

セルロース系バイオマスなら使い物になるのか？

国内バイオマス資源のエネルギー利用可能量推算値

バイオマス源	発生量 [10 ⁶ t-dry]	利用可能量 [10 ⁶ t-dry]
林地残材	1.13	1.13
間伐材	2.04	1.19
林産加工廃棄物	3.23	0.18
稲わら	7.87	0.24
もみ殻	2.04	0.29
麦わら	0.73	0.22

林産加工廃棄物の例

林産加工工場でのバイオマスの発生量と用途

千[m³]

工場の種類	発生量	利用量	木材 チップ	エネルギー 利用	堆肥、土壌 改良材	畜産 敷料	木質 ボード製 造	その他	廃棄量
計	10782	10197	4408	2330	584	2256	258	361	585
製材工場	8179	7700	4014	834	539	1966	62	284	480
単板工場	1306	1304	151	977	28	1	109	38	2
普通合板工場	309	296	36	214	0	4	34	8	13
特殊合板工場	61	53	6	40	0	4	3	1	7
集成材工場	404	390	49	201	4	118	14	4	14
プレカット工場	524	454	153	68	12	163	36	22	70

(農林水産省統計 2005)

利用できる林産加工廃棄物は $0.585 \times 10^6 \text{m}^3$ のみ

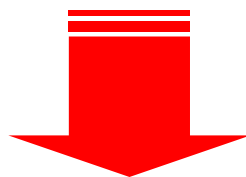
エタノール変換

木質系： $2.50 \times 10^6[\text{t}] \times 200[\text{L}/\text{t}] = 50\text{万}[\text{kL}]$

稲わら、麦わら： $0.46 \times 10^6[\text{t}] \times 0.079[\text{kL}/\text{t}] = 3.63\text{万}[\text{kL}]$

もみ殻： $0.29 \times 10^6[\text{t}] \times 0.18[\text{kL}/\text{t}] = 5.22\text{万}[\text{kL}]$

全量エタノール化すると約58.9万kL生産可能



約10%

農林水産省のバイオエタノール生産目標は600万kL

木質バイオマスからのエタノール収率

200 L-ethanol/t-木材というのは、希望的数値

スギ	530g-セルロース/kg-木	274g-エタノール/kg
ブナ	560g-セルロース/kg-木	290g-エタノール/kg

要するに、上記の収率は木材中のセルロースが全量糖化されエタノールになるときに得られる収率。

木質中のセルロースはリグニンが分子レベルで被覆されているため、微粉碎処理などでは十分なりグニンの除去は困難。

E10 で削減できる CO₂ は ガソリン使用の場合のわずか3.2%!!!

E10 の使用による CO₂ 排出削減量

エタノールの使用量 583 万 k /年、 $v = 0.5$ を仮定

エタノールのガソリン代替によるCO₂ 排出原単位 1.56 t/k

$$583 * 0.5 * 1.56 = 455 \text{ 万t / 年}$$

エタノールを混合しない場合のガソリンの使用による CO₂ 排出量

E10 でのガソリン使用量

エタノールのガソリン等価値 0.602 から

$$583 * (100 - 10) / 10 + 583 * 0.602 = 5598 \text{ 万 k / 年}$$

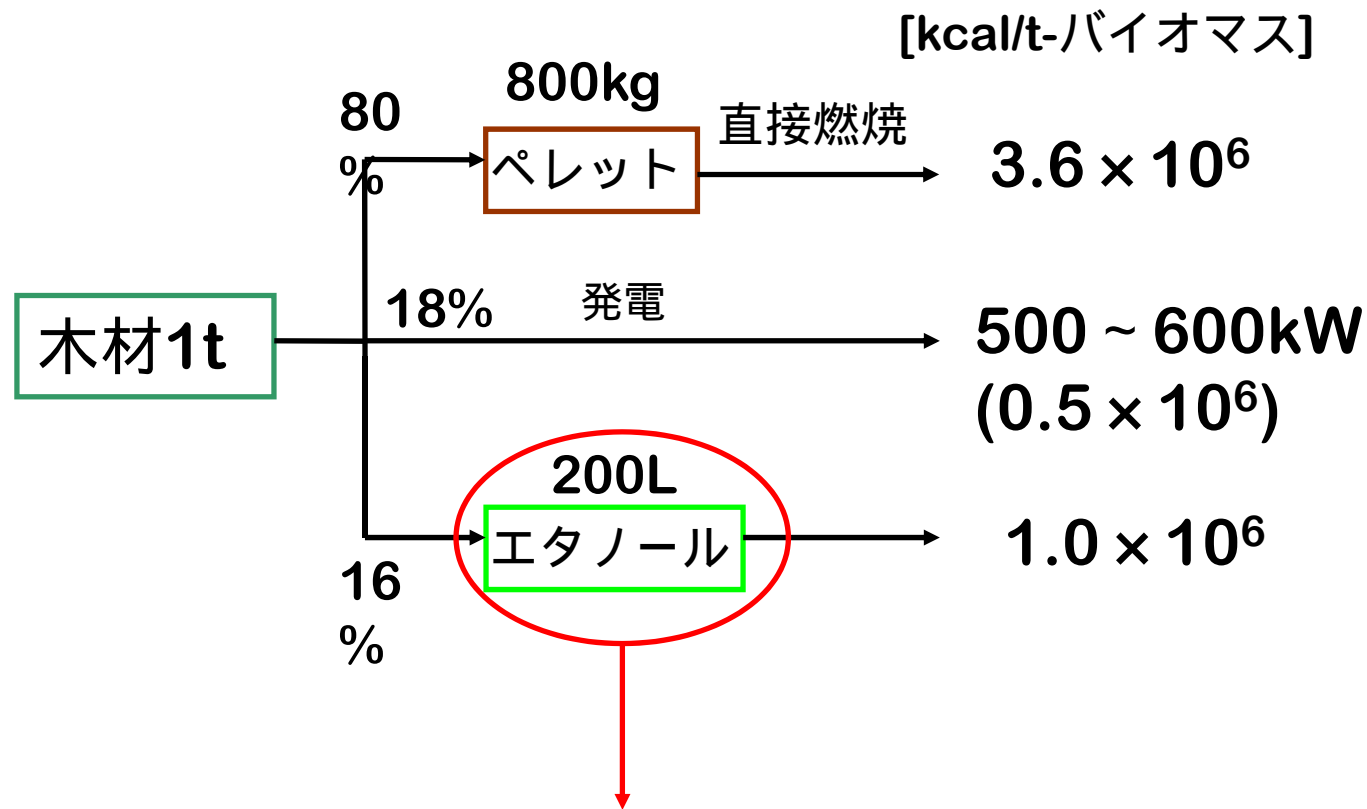
ガソリンの CO₂ 排出原単位 2.55 t/k より

$$5598 * 2.55 = 14275 \text{ 万 t / 年}$$

$$\text{削減率} = 455 / 14275 = 0.0319 = 3.2\%$$

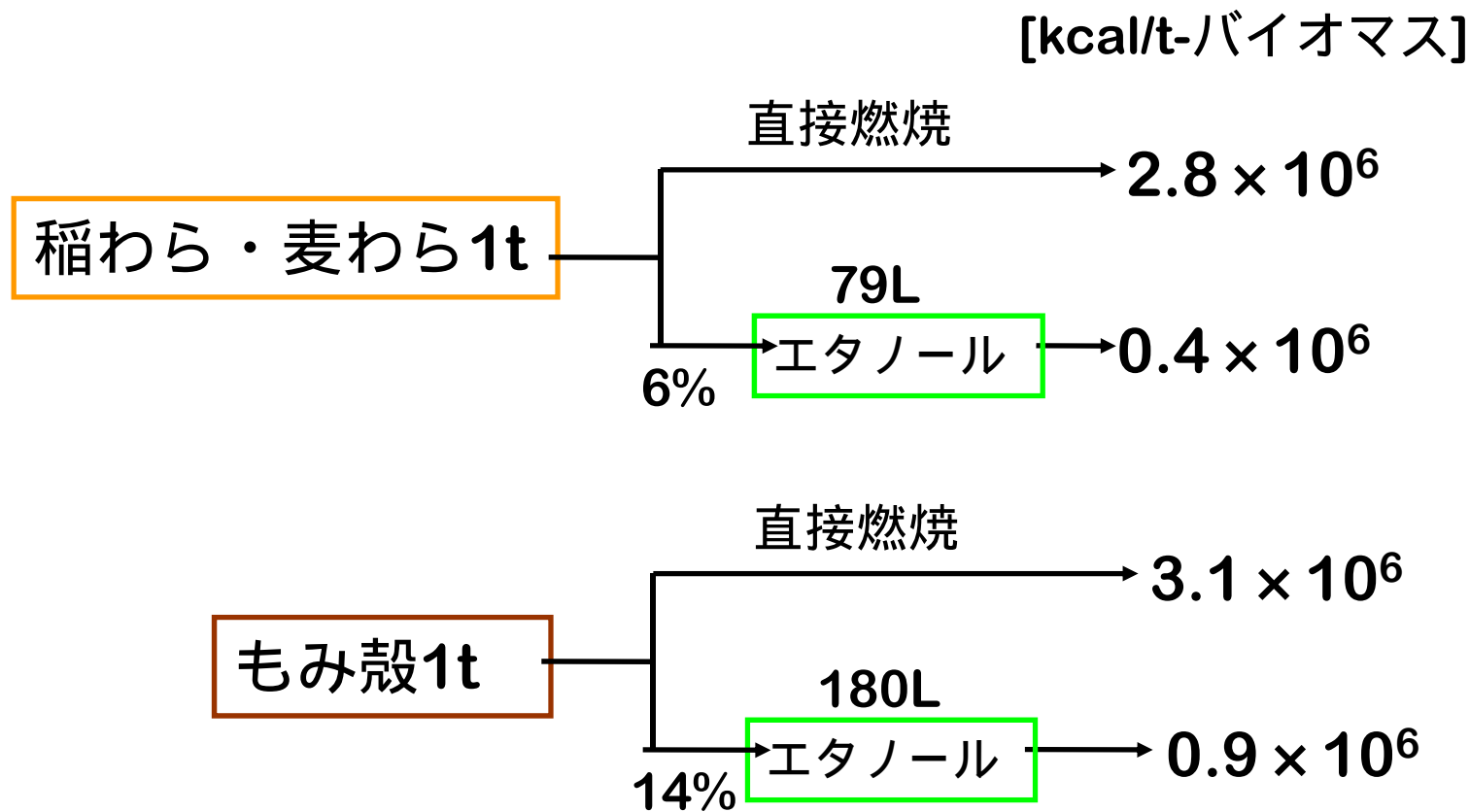
この E10 の使用計画達成のためには、セルロース系原料からのエタノールの生産の技術の実用化以前の問題として、国内セルロース系バイオマスの純生産総量の 40% 程度の原料量をどうして確保するかが、より重要な課題として存在する。しかも、その結果が、 $v = 0.5$ を仮定しても現状のガソリン使用量によるCO₂ 排出量の 3% 程度の削減のみ。

セルロース系バイオマスの有効利用策は直燃



実際は35L(0.2×10^6 kcal/t-バイオマス)程度。
収率はわずか3%。

エタノール変換で得られるエネルギーは 直接燃焼の1/3 ~ 1/7程度



自分で作るのはもちろん、 ブラジルから輸入するのもばかげている

日本のバイオ燃料導入目標：

2010年までに原油換算50万k (= 78万k -エタノール)
120万t の CO₂ の排出削減(排出削減原単位 = 1.54)とされている

バイオエタノールを 60 円/ でブラジルから輸入したとすると、
温室効果ガスの排出削減の費用対効果は

$$60\text{円/} \times 78\text{万k} \div 120\text{万t} - \text{CO}_2 = 39000\text{円/t} - \text{CO}_2 \quad \dots$$

EUの排出権取引の最近のデータ： 22.65ユーロ/t - CO₂
163円/ユーロで換算すると 3692円/t - CO₂ . . .
は の10倍以上

排出権取引の一般的な相場1500 ~ 2000円/t - CO₂(2兆円/10億トン)
と比較して、バイオエタノールは非常に高い買い物である
(正確には、ブラジルでのCO₂ の排出削減率 $v = 0.8$ で割るべきで、は
もっと高つく)

参考：EUでのバイオエタノール製造原価 = 0.65ユーロ/ 106円/

CO₂削減効果を費用対効果で見る

$$\text{費用対効果} = (\text{使用エタノールの生産コスト}) / (\text{CO}_2 \text{削減量})$$

表3 CO₂削減の費用対効果

生産地	原料	費用対効果	
		1-0/t-CO ₂	円/t-CO ₂ *1
ブラジル	さとうきび	72~100	11,520 ~ 16,000
米国	とうもろこし	220 ~480	35,200 ~ 76,800
EU	小麦	340 ~ 730	54,400 ~116,800
日本	ブラジルからの輸入アルコール		56,818 *2

Cf; EUにおける排出量取引値(2007年11月)は、22.65 1-0/t-CO₂ (3,692 円/t-CO₂)

注 *1 ; 株)野村総合研究所; バイオ燃料に関する報告、2007年12月から1 1-0 = 160 円として計算。ただし、この試算では、CO₂削減率 $v = 1$ として算出されている

*2 : 日本におけるブラジルからのエタノールの輸入価格を70 円/、さらに $v = 0.8$ として計算した場合の参考値

熱帯林のさとうきび畑の転換によるバイオエタノールの生産、ガソリン代替利用は、地球温暖化対策にはならない

輸入エタノールの利用とブラジルでの熱帯林

理由：純生産量の70 % に相当する現存量の増加分の約35 年分のバイオマスが蓄積されているとすると、

単位森林面積当たりの蓄積量(CO₂ 換算) = 685 t/ha

森林の農地転換に伴い、この蓄積量の 80 % が失われるとすると

損失量 = 548 t/ha

ブラジルにおける転換耕地を利用したエタノール生産での

CO₂ 発生削減量 = 7.3 t/ha/年

熱帯林の耕地転換に伴って一度に失われたCO₂ 換算のバイオマスの蓄積量をカバーするのに約75 (= 548/7.3)年かかる

仮に、1/2 を用材や、固体燃料として利用できたとしても、一時損失の回復に 40 年近い年月が必要

バイオ燃料と地力回復年数

バイオ燃料生産のための土地変換による CO₂ の一時的な排出を回復するために必要な年数 (Fargioneらの研究結果から)

原用土地	バイオ燃料	生産地	放出CO ₂ の 回復必要年数
熱帯林	パーム油	インドネシア,マレーシア	86
泥炭地林	パーム油	インドネシア,マレーシア	423
熱帯林	大豆油	ブラジル	319
セラード林地	エタノール(S)	ブラジル	17
セラード草地	大豆油	ブラジル	37
中央草地	エタノール(C)	米国	93
耕作放棄地	エタノール(C)	米国	49
耕作放棄地	エタノール(草)	米国	1

S:さとうきび、C:とうもろこし

まとめ

- 1) バイオ燃料推進の根拠とされている
「カーボンニュートラル」は、概念の誤適用である
- 2) その定量的な評価の指標としてCO₂発生削減率
を提案し、その値を既存データから試算した
- 3) ブラジルでのエタノール生産では >0 となるが、
国内の農作物からのエタノール生産では <0
- 4) 栽培作物原料は論外、セルロース系資源を使っても
エネルギー供給への寄与は小さい(最大0.25%程度)
- 5) 熱帯林のさとうきび畑の転換によるバイオ
エタノールの生産、ガソリン代替利用は、
地球温暖化対策にはならない

液体バイオ燃料を正当化する根拠は皆無！

次の課題

- 1) 量的な問題：国内バイオマスの資源量、
現実的なエネルギー利用可能量の見積もり
エネルギー供給への寄与をさらに正確に
- 2) 経済上の問題：製造コストだけでなく、
影響範囲大
- 3) 対案：自動車を何で走らせたらいいのか？
あるべき交通体系とは？
自動車依存社会からの脱却シナリオ
- 4) 対案：バイオマスの有効利用の道筋は？
エタノール化よりは、直接燃焼がまだマシ
しかしエネルギー供給全体への寄与は小さい
- 5) 脱石油依存社会へのシナリオ
液体燃料信仰からの脱却 (CO₂排出削減ではなく)

国内の自動車用エネルギー使用システムと CO₂ 排出量試算

システム	エネルギー効率	CO ₂ 排出原単位*1 10 ⁻³ kg/kcal	CO ₂ 排出量*2 10 ⁻³ kg-CO ₂ /kcal
A ガソリン自動車	0.16	0.277	1.73
B ガソリン代替・エタノール	0.16	0.277 / 0.602	1.44 (0.83)
C 電気自動車 (商用電力)	0.32	0.198	0.619 (0.36)
D 電気自動車 (バイオマス発電)	0.32 * 0.35	0.198	0.354 (0.20)
E ガソリン・ハイブリッド	0.16 / 0.7	0.277	1.21 (0.70)
F プラグイン・ハイブリッド(1)			0.915 (0.53)
G プラグイン・ハイブリッド(2)			0.751 (0.43)
H ディーゼル自動車	0.16 / 0.7	0.280	1.23 (0.71)

*1 ; 科学技術庁(平成 3 年)LCI データ

*2 : 括弧内数値は、対システム A の値

政治的に進められている国策「バイオマス・ニッポン総合戦略」と化学技術者の責任

- 1) 京都議定書によるCO₂ 排出削減を目標にしたバイオエタノール燃料の利用
使用されたエタノール量だけ原油が節減できるとの常識で考えられない
カーボンニュートラルの誤適用
- 2) 2050 年削減率目標値 50 % に対し・・・
(本研究の結果) E10計画で、最大0.32 % or マイナス 注
このような事前評価が一切行われずに、実証試験(科学技術の進歩に全く
貢献しない)名目で多額の税金が浪費されている。

国のエネルギー政策の立案に関与している化学技術者の責任を強く問いたい。

注； 運輸部門のCO₂排出量、国内の 20 %、その 1/2 ガソリンとして、E10
計画での CO₂排出削減率 3.2 % から、国内の現状の削減寄与率を
最大0.3 % と見積もった。

低炭素社会？

再生可能エネルギーの比率%

