

# バイオエタノールより安価に生産できる 発酵水素生産

バイオ水素株式会社  
株式会社バイオ水素技術研究所  
谷生 重晴



# バイオマス-発酵のエネルギー変換効率比較

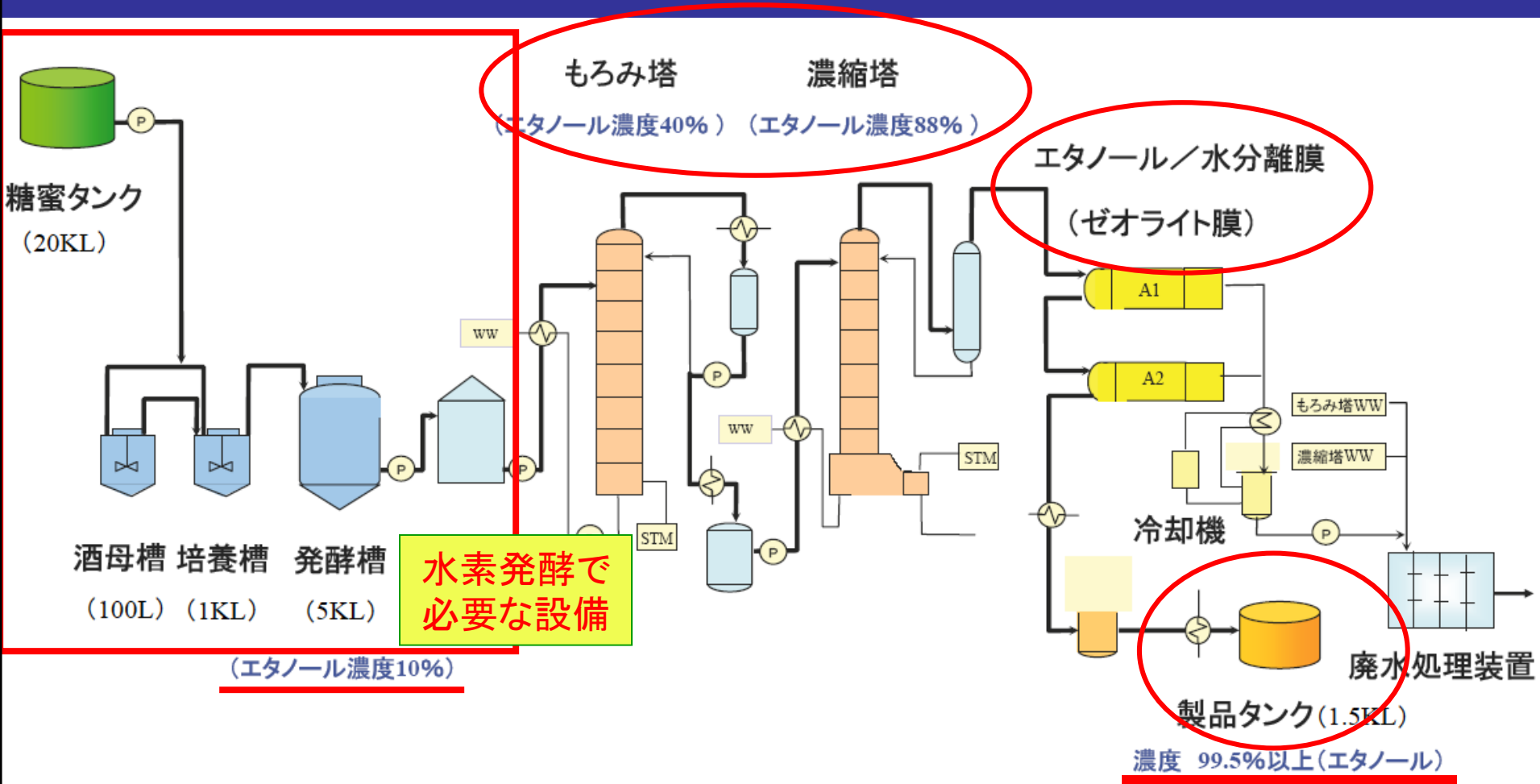
同じ原料から燃料を製造して同じ利用形態にしたときの効率の比較

- 理論効率： 発酵における目的物質のグルコースからの理論収率
- 処理エネルギー： 使用状態に加工するために必要なエネルギーの生産物が持つエネルギー量に対する割合
- 発電効率： それぞれに適した発電方法で使用した時のエネルギー変換効率

総合効率 = (理論効率 × (1 - 処理エネルギー) × 発電効率) × 100

	理論変換効率 [%]	処理エネルギー [%]	発電効率 [%]	総合効率 [%]	発電方法
エタノール発酵	97.4	25	30	21.9	火力発電
メタン発酵	94.0	10	30	25.4	ディーゼル発電
水素発酵	40.6	10	60	21.9	燃料電池発電

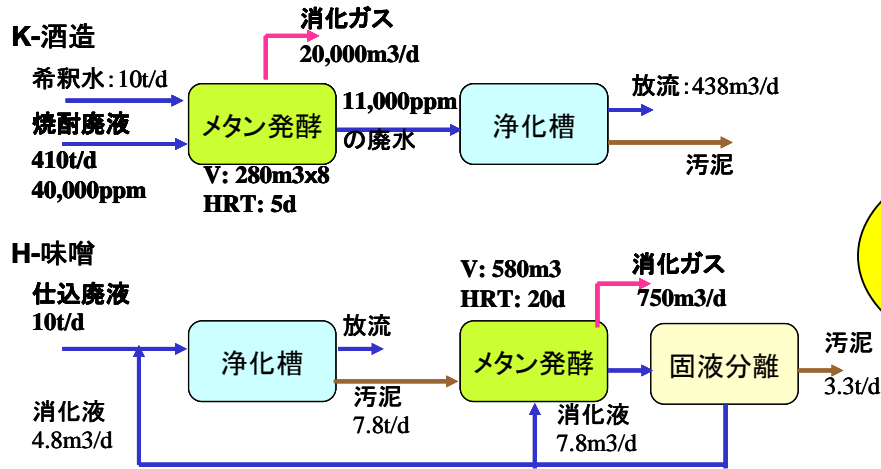
# 宮古島のバイオエタノール生産設備概要



発酵後の処理に複雑なプロセスが必要で、  
宮古島の糖蜜エタノール生産は147円/Lの製造コスト

# 水素発酵・メタン発酵の処理能力比較

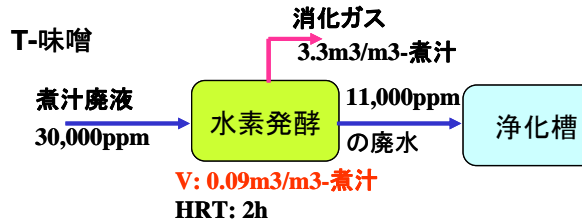
## メタン発酵の例



1/50以下の発酵槽

ほぼ同等の消化力

## 水素発酵の例



	廃液 処理量 ton/day	発酵槽規模		発生 ガス量		BOD 改善度 入口/出口	
		m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /t・d <sup>*1</sup>	m <sup>3</sup> /t・d <sup>*3</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> -槽・d <sup>*4</sup>		
メタン発酵 K-酒造	410	2240	5.5	55	48.0	8.8	40,000 11,000
メタン発酵 H-味噌	10	580	58.0	580	75.0	1.3	-
水素発酵 T-味噌	1	0.1	0.1	1	3.3	33.0	30,000 11,000

- \*1 処理量1トン/日あたりの発酵槽容積
- \*2 水素発酵のトンあたり容積を1としたときの比容積
- \*3 処理量1トン/日あたり発生する消化ガスの量
- \*4 発酵槽容積あたり1日に発生する消化ガス発生量

# 発酵エネルギー生産の優劣

バイオマスの三種の発酵エネルギー生産法は、  
変換効率はほぼ同じであるが、

1. エタノール生産は装置が複雑でコストがかさむ。
  2. メタン生産は水素生産より装置が巨大になる。
  3. 水素生産はコンパクトな装置で可能である。
- という理由で、水素生産に優位性がある。

水素生産で経済性が見込めるか？

おわり



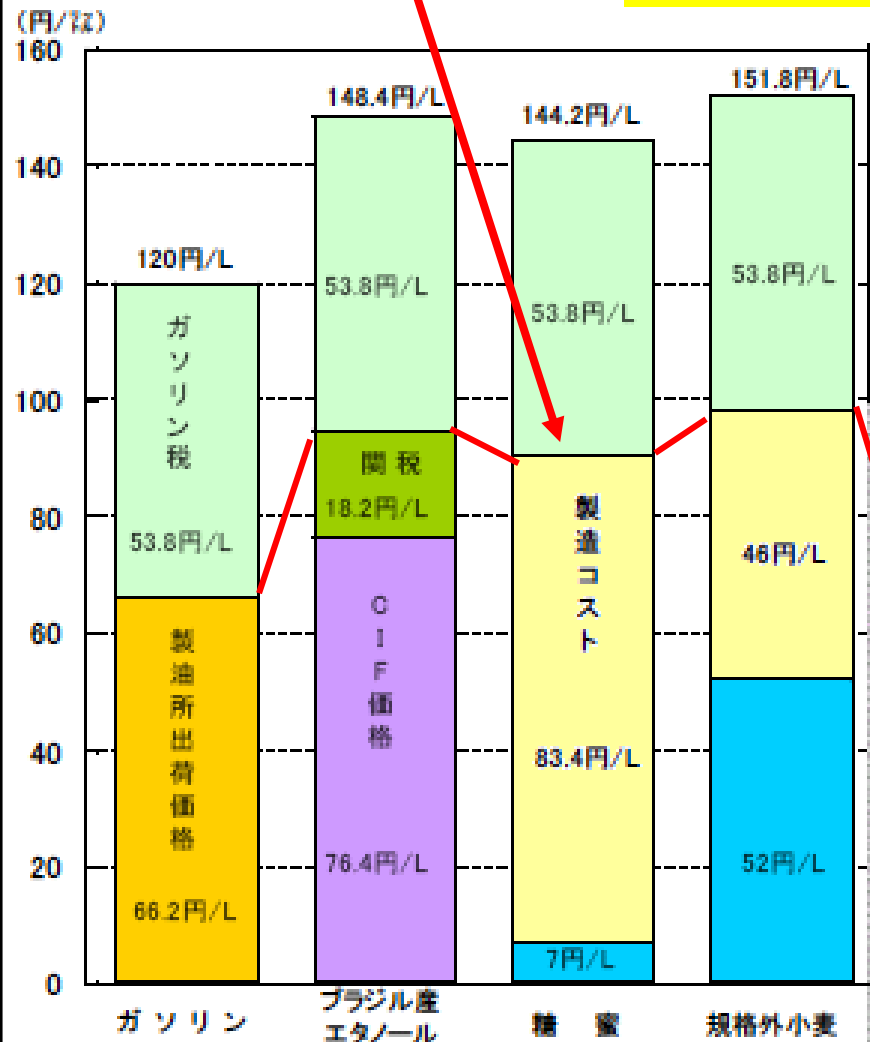
メカ説明



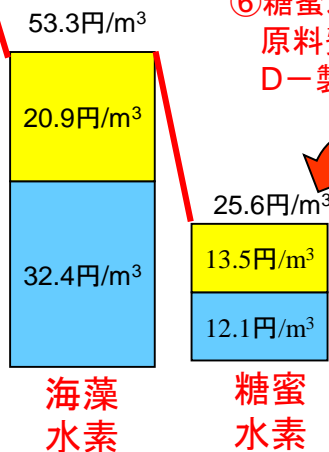
# ガソリン・エタノール・発酵水素の製造コスト比較

究極目標？

宮古島は120円/L以下が目標(償却費含まず)



- ①ガソリン  
18年5月1日現在の卸売価格(出典:石油専門商社)
- ②ブラジル産タノール  
CIF価格18年3月現在(出典:経済産業省)  
関税23.8%
- ③糖蜜  
原料費:糖蜜2000円/トン(環境政策課試算)  
=エタノール原料7円/L  
(2200トンの糖蜜から720KLのエタノールを製造)
- ④規格外小麦  
(財)十勝振興機構試算:小麦22円/kg  
=エタノール原料52円/L  
(27万トンの小麦から11600KLのエタノールを製造)  
(注1)各製造コストには施設の設置コスト及びランニングコストを含む。  
(注2)小売価格は、これに流通経費、消費税がかかる。
- ⑤海藻水素  
現有のバクテリアを使用  
(Man 8%, Alg 7%, Man 2.5, Alg 0.7)
- ⑥糖蜜水素  
原料費:糖蜜1,500円/トン(商社買入価格)  
D-製糖、償却費含まず



糖蜜からの水素製造はきわめて低コスト!!

# 栽培海藻を使用しても経済性が見込める

## コンブを100ton/dayで処理するバッチ発酵装置での試算

### 建設費と減価償却

処理規模	10	100	t/d
発酵装置(10t/d)	30,000	119,432	k¥
脱硫、租精製装置	2,000	7,962	k¥
燃料電池(60kW)	4,000	15,924	k¥
建設費*	36,000	143,319	k¥
稼働日数	300	300	day
償却費(10年)	3,600	14,332	k¥/yr

\*建設費の増加は基準建設費(10t/d)の0.6乗に比例すると

### 海藻栽培の経費と栽培者利益(100t/d)

アンカー・ロープ	140	k¥/km
ロープ間隔	2	m
ロープ総延長	5,100	m
アンカー・ロープ	700	k¥/ha
償却費(10年)	70	k¥/ha・yr
海藻生産量(コンブ)	600	ton/ha
海藻生産量(ワカメ)	-	ton/ha
海藻生産量(その他)	-	ton/ha
必要栽培面積	50	ha/yr
海藻単価	1.5	k¥/ton
海藻売価	45,000	k¥/yr
海藻栽培純益	41,500	k¥/yr

(鳴門漁協のデータを参考にした)

コンブの場合	現状の収率	収率改善	収率・収量改善	
海藻処理量	100	100	100	ton-algae/d
マンニトール含率	8	8	14	%-mannitol
アルギン酸含率	7	7	7	%-alginate
水素収率(Mannitol)	2.5	3.5	3.5	mol/mol
水素収率(Alginate)	0.7	0.7	0.7	mol/mol
燃料電池出力	1.7	1.7	1.7	kWh/m <sup>3</sup> -H <sub>2</sub>
自家消費動力	10	10	10	kWh/ton-algae
水素価格	51	51	43	¥/m <sup>3</sup> -H <sub>2</sub>
売電価格	30	30	25	¥/kWh
操業日数	300	300	300	day
水素生産量	925,552	1,220,937	1,996,322	m <sup>3</sup> /yr
発電量	1,573,439	2,075,593	3,393,747	kWh/yr
消費動力	1,000	1,000	1,000	kWh/d
売電可能量	1,273,439	1,775,593	3,093,747	kWh/yr
売電収入	38,203	53,268	77,344	k¥/yr
保守費(3%)	4,300	4,300	4,300	k¥/yr
プラント人件費	3,000	3,000	3,000	k¥/yr
海藻単価	1,000	1,500	2,000	¥/ton
海藻購入費	30,000	45,000	60,000	k¥/yr
総支出	37,300	52,300	67,300	k¥/yr
CO <sub>2</sub> 削減量	1,390	1,833	2,998	ton-CO <sub>2</sub> /yr
クレジット収入	2,085	2,750	4,497	k¥/yr
年間売上利益	2,988	3,718	14,541	k¥/yr

# 海藻バイオマスー水素利用の意味

- 日本の自前のエネルギーを確保する
- 日本は海洋国家、専管水域は国土の12倍
- 海藻バイオマスを栽培する面積が十分ある
- バイオマスは大気中のCO<sub>2</sub>を集めて太陽エネルギーを蓄積
- バイオマスはCO<sub>2</sub>ニュートラルエネルギー
- 水素変換時にCO<sub>2</sub>を分離回収・貯留(CCS)すれば、大気中のCO<sub>2</sub>濃度を減ずることも可能
- CO<sub>2</sub>濃度減量は太陽発電、風力発電には無い強力な利点
- 水素は燃料電池の原料、近未来のエネルギー源
- 当今の電気自動車のエネルギーに使用すれば、本当の意味でCO<sub>2</sub>排出削減
- 離島のエネルギーとして最適



# コンブは陸生バイオマスより遙かに生産性が高い！

植物名	測定地	固定系	純生産量 [t/ha/yr]
ネピアグラス	プエルトリコ	C4	85.9
サトウキビ	ハワイ	C4	67.3
ソルガム	カリフォルニア	C4	46.6
トウモロコシ	イタリア	C4	34.0
トウモロコシ	塩尻	C4	26.5
キャッサバ	ジャワ	C3	41.0
テンサイ	カリフォルニア	C3	42.4
テンサイ	札幌	C3	22.9
コンブ*	北海道羅臼	—	149
<b>マコンブ</b>	<b>島根県海士町</b>	—	<b>600~1,000</b>

水分を含む重量

蔗糖  
約10t

栽培期間  
12ヶ月

食用でなければ  
10倍近い生産性  
が期待できる

マンニトール  
約24t

栽培期間  
6~7ヶ月

日本応用藻類学会第10回大会、2011年7月9日  
発表者: 依田、能登谷から計算

村田吉男、植物の生産性、「バイオマス」生産と変換(上)、柴田/木谷編、学会出版センター(1981)、p.20

\* 農水省農林水産技術会議事務局編、バイオマス変換計画、1991年、光琳

# 発酵水素生産のまとめ

- 製造コストはエタノール発酵の1/4~1/7
- 発酵槽体積はメタン発酵の1/50~1/500
- BOD負荷をメタン発酵と同程度に減らせる
- 糖蜜なら売電価格が20円/kWhでも採算性がある
- マコンブの収穫量はサトウキビの5~10倍
- 栽培海藻が原料でも採算性が見込める
- 離島のエネルギーとして最適
- 日本の自前のエネルギーを確保できる
- CCSの活用で大気中のCO<sub>2</sub>濃度を減らせる
- CCSが活用できることは太陽発電、風力発電には無い強力な利点

# 今後の計画

- 200L規模のパイロットプラントで現在スケールアップ問題を調べている。
- 計算通りの水素が生産できることを確かめたあと商用スケールのプラントを建設する。
- バイオマス原料を確保するために、ソルガム、マコ  
ンブなどの栽培気運を高める。
- 経済性をさらに高めるために、収率の高い新規バ  
クテリアの探索を続ける。