

新エネルギー 籾殻発電

国士舘大学非常勤講師 荻須吉洋

自然エネルギーの種類 (エネ庁統計の項目より)

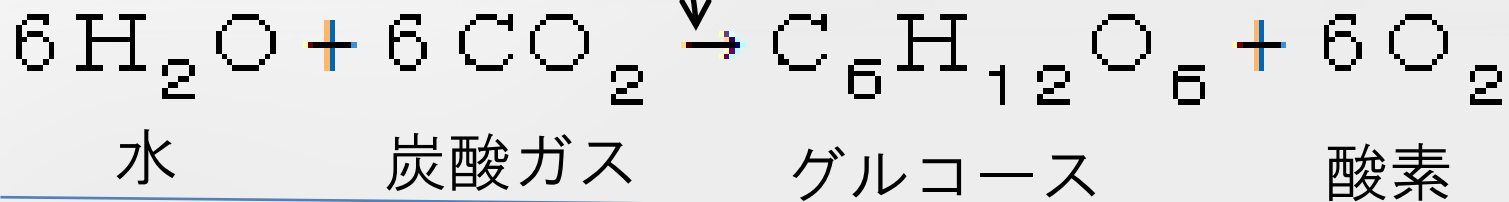
- 太陽熱・太陽光
- バイオマス発電・バイオマス直接利用
- 雪氷
- 地熱
- 中小水力発電
- 廃棄物エネルギー回収
 - 廃棄物発電
 - 黒液直接利用
 - 廃材
 - 廃タイヤ
 - 廃プラスチック
 - 廃棄エネルギー直接活用（排熱回収利用）

バイオマスとは

- エネルギー源または、工業原料として利用できる生物体の集積を指す。
 - 生物は太陽エネルギーを蓄積した有機物と考えられるので、再生可能であり、炭素中立である。
 - 植物を構成する主要な物質は、セルロースである。セルロースはグルコースが1500以上重合した構造をしている。
 - $(C_6H_{12}O_6)_n$ ($n > 1500$)
 - 発熱量はおよそ 4000 kcal/kg (高位発熱量)
3677 kcal/kg (低位発熱量)
- 籾殻は灰分が多いので、質量当たりの発熱量は少し低い値になる。

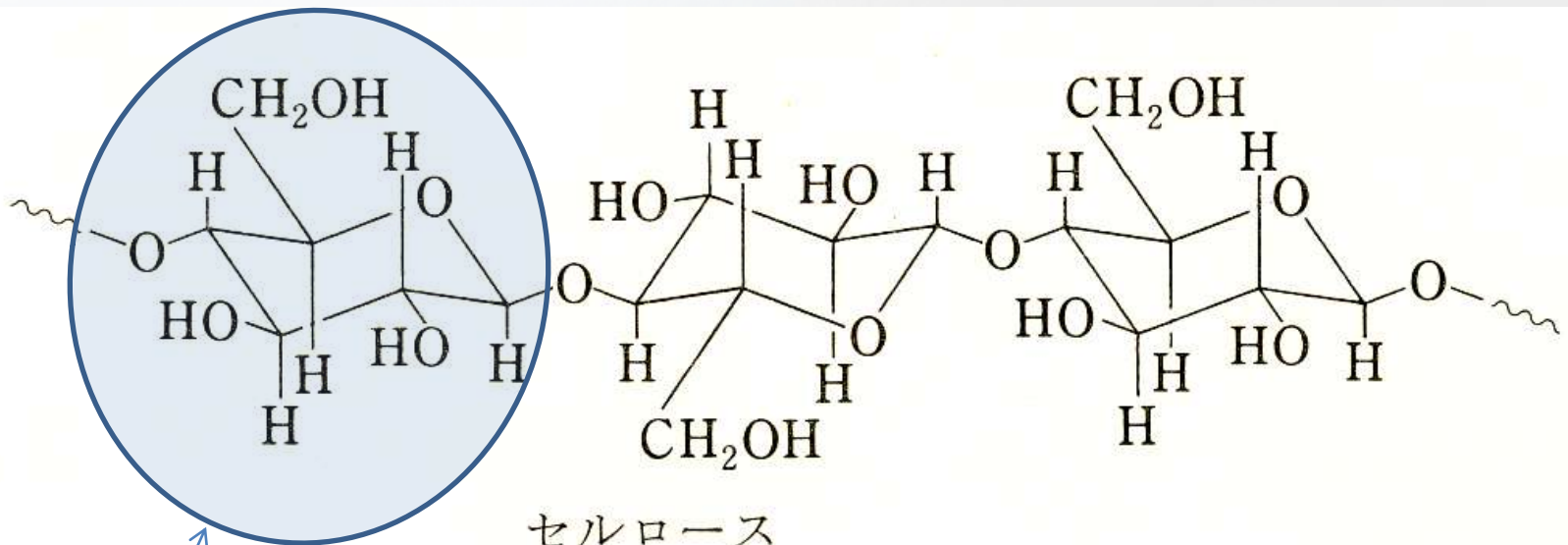
バイオマス生成の基本反応 光合成

太陽エネルギー



バイオマスを利用することは、太陽エネルギーを有効利用することと同じ効果がある。

グルコースが重合してセルロースとなるイメージ



セルロース
cellulose
グルコース 1500 以上

1 個のグルコース

日本におけるいろいろな作物残渣の発生量と特徴

表 3.1 日本におけるいろいろな作物残渣の発生量と特徴⁵⁾

	生産量 [t/年]	残渣率 [-]	残渣発生量 [t/年]	含水率 [-]	灰含有量 [-]	エネルギー量 [PJ/年]
米	9 472 000	1.43	13 544 960	0.2	0.22	157.2
小麦	688 200	2.53	1 741 146	0.28	0.14	20.1
大麦	192 200	2.5	480 500	0.09	0.15	6.9
サツマイモ	1 008 000	1.14	1 149 120	0.89	0.1	2.1
ジャガイモ	2 844 000	1.14	3 242 160	0.89	0.1	6.0
大豆	235 000	2.14	502 900	0.6	0.15	3.2
サトウキビ	1 395 000	0.52	725 400	0.8	0.16	2.3
青刈り トウモロコシ	5 287 000	1.1	5 815 700	0.47	0.1	51.6
ソルゴー	1 625 000	1.57	2 551 250	0.6	0.16	15.9

籾殻発電

- 籾殻は、資源量の多いバイオマスである。
- これを燃焼して熱を取り出し、ランキンサイクルにより発電することができる。
- 籾殻をガス化して、ガス燃料とし、これをガスエンジンで燃焼して発電する技術もある。
- しかし、我国では、どちらもまだ、商業的には実施されていない。
- 今後、エネルギー源の多様化が必至であり、籾殻も、燃料として、これから、大いに注目されるものと思われる。

粃殻の発生状況

- 米粒を包む殻であり、コメ（玄米）の生産量の 23%程度発生する。
- 平成22年度の我国の米生産量（玄米）
8,483,000トン/年
これより粃殻の発生量は195万トン/年と推定される。
- 生産された粃は、農家により、ライスセンターに持ち込まれ、精米される。すなわち、粃殻は ライスセンターで集中的に発生するので、極めて扱いやすいバイオマスである。

カントリーエレベーターとライスセンター



粉乾燥器



粉すり機



現在の籾殻の用途と今後の燃料としての可能性

- 日本国内の籾殻発生量は**208万トン/年** (2005年)
- 籾殻の約63.5%、132万トンがマルチ、畜舎敷料、堆肥、薫炭、暗渠資材、床土代替などに使われ、燃料、焼却は合わせて1.5%であり、この**31万トン**が燃料として活用できる可能性のある籾殻の量である。
- 籾殻の発熱量を3500kcal/kgとすると**31万トン**の籾殻の有する熱量は 1.085×10^{12} kcal/年 となる。
- これは原油換算 (9250kcal/L) で、**11.73万kL/年**となる。
- この熱を使って、発電するとしよう。
仮に発電効率30%とすると、**3.78億kWh**の電力に相当する。

これは、1世帯が一日10kWh使用すると仮定して、約10万世帯の電力を1年間賄う電力量である。

籾殻利用状況

36.5%

用途	利用量 (万 t)	利用率 (%)
マルチ	1.1	5
床土代替	8	4
暗渠資材	1.6	8
畜舎敷料	4.3	21
堆肥	4.5	22
くん炭	9	4
燃料	2	1
焼却	2.9	14
その他・不明	4.5	22
合計	20.8	100

63.5%には
有効な用途がある

燃料・焼却

15%

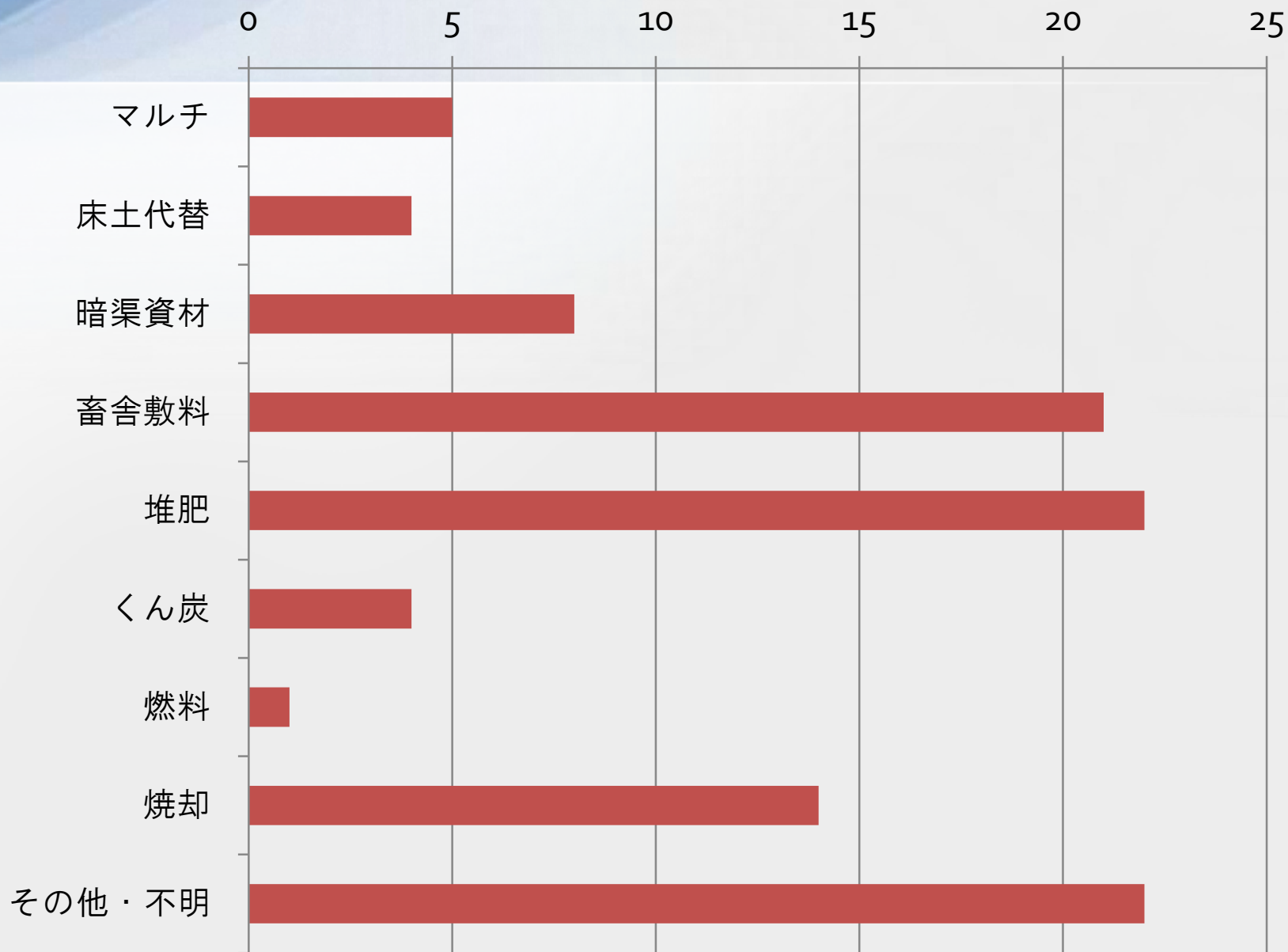
NEDOが用いた統計資料

農林水産省大臣官房統計部 (2005) 作物統計

農林水産省大臣官房統計部 (2005) 農林水産関係市町村別データ

NEDO資料より

利用率 (%)



世界のコメ生産

- 1) 世界の水稻米の年間生産は、**5億7950万トン（2002年）**
 籾殻の生産量はその**20%、1億1590万トン**
- 2) その内上位20カ国によって**95%**が生産されている。
- 3) 日本は世界の**1.9%**の生産量である。

	Rice, Paddy Production in 2002 (t)	Percentage of Total Paddy Production	Husk Produced (20% of total) (t)	Potential Ash Production (18% of husk) (t)
China	177,589,000	30.7%	35,517,800	6,393,204
India	123,000,000	21.2%	24,600,000	4,428,000
Indonesia	48,654,048	8.4%	9,730,810	1,751,546
Bangladesh	39,000,000	6.7%	7,800,000	1,404,000
Viet Nam	31,319,000	5.4%	6,263,800	1,127,484
Thailand	27,000,000	4.7%	5,400,000	972,000
Myanmar	21,200,000	3.7%	4,240,000	763,200
Philippines	12,684,800	2.2%	2,536,960	456,653
Japan	11,264,000	1.9%	2,252,800	405,504
Brazil	10,489,400	1.8%	2,097,880	377,618
USA	9,616,750	1.7%	1,923,350	346,203
Korea	7,429,000	1.3%	1,485,800	267,444
Pakistan	5,776,000	1.0%	1,155,200	207,936
Egypt	5,700,000	1%	1,140,000	205,200
Nepal	4,750,000	0.8%	950,000	171,000
Cambodia	4,099,016	0.7%	819,803	147,565
Nigeria	3,367,000	0.6%	673,400	121,212
Sri Lanka	2,794,000	0.5%	558,800	100,584
Colombia	2,353,440	0.4%	470,688	84,724
Laos	2,300,000	0.4%	460,000	82,800
Rest of the World	29,091,358	5.0%	5,818,272	1,047,289
Total (World)	579,476,722	100%	115,895,344	20,861,162

* 籾殻生産
はコメの生
産の**20%**
と推定

* 灰の産生
は籾殻の**18%**
と推定

粉がらが有用な資源に変わる！！

—粉がら燃焼灰の高溶解性ケイ酸質肥料化法—

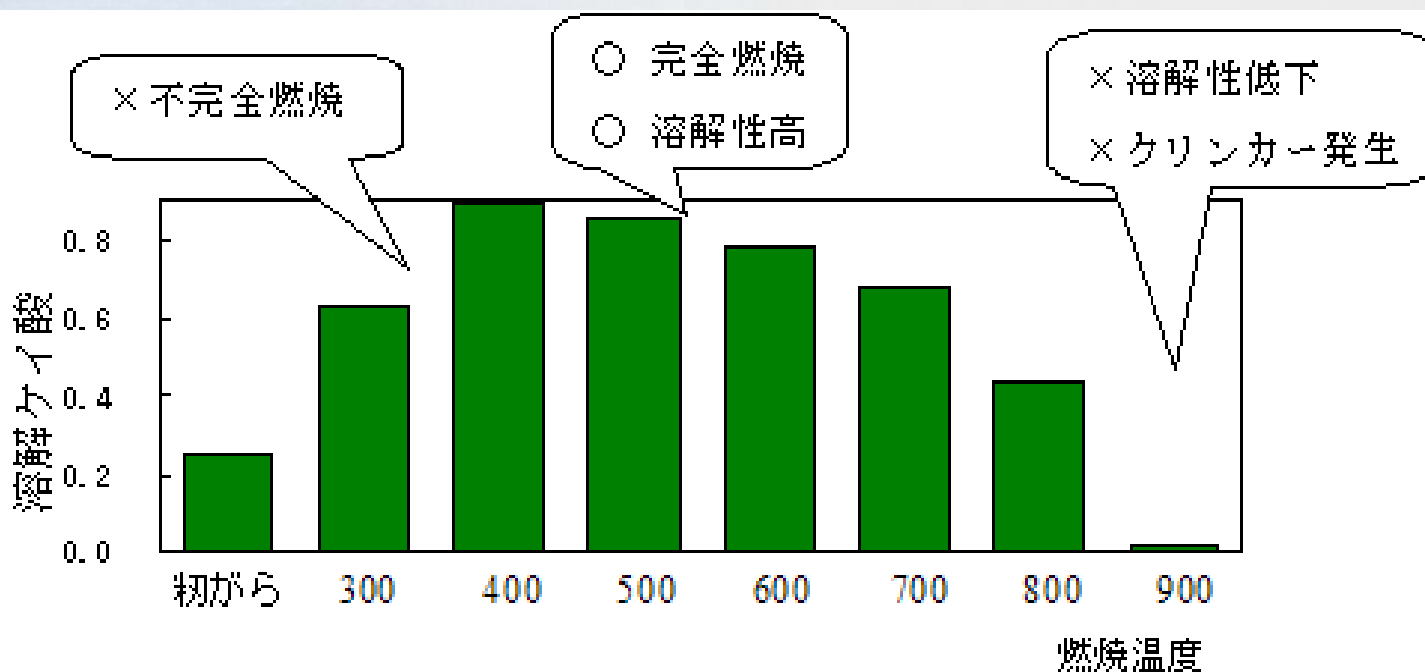


図1 燃焼温度の異なる粉がら灰の溶解性

高温で燃焼させた粉がら灰は、90%余りを占めるケイ酸が不溶化して肥料としての価値がなくなる。しかし、低温で燃焼させた粉がら灰は、非晶質の溶解性の高いケイ酸資材となる。**(中央農業総合研究センターの研究による)**

粃がらが有用な資源に変わる！！

—粃がら燃焼灰の高溶解性ケイ酸質肥料化法—

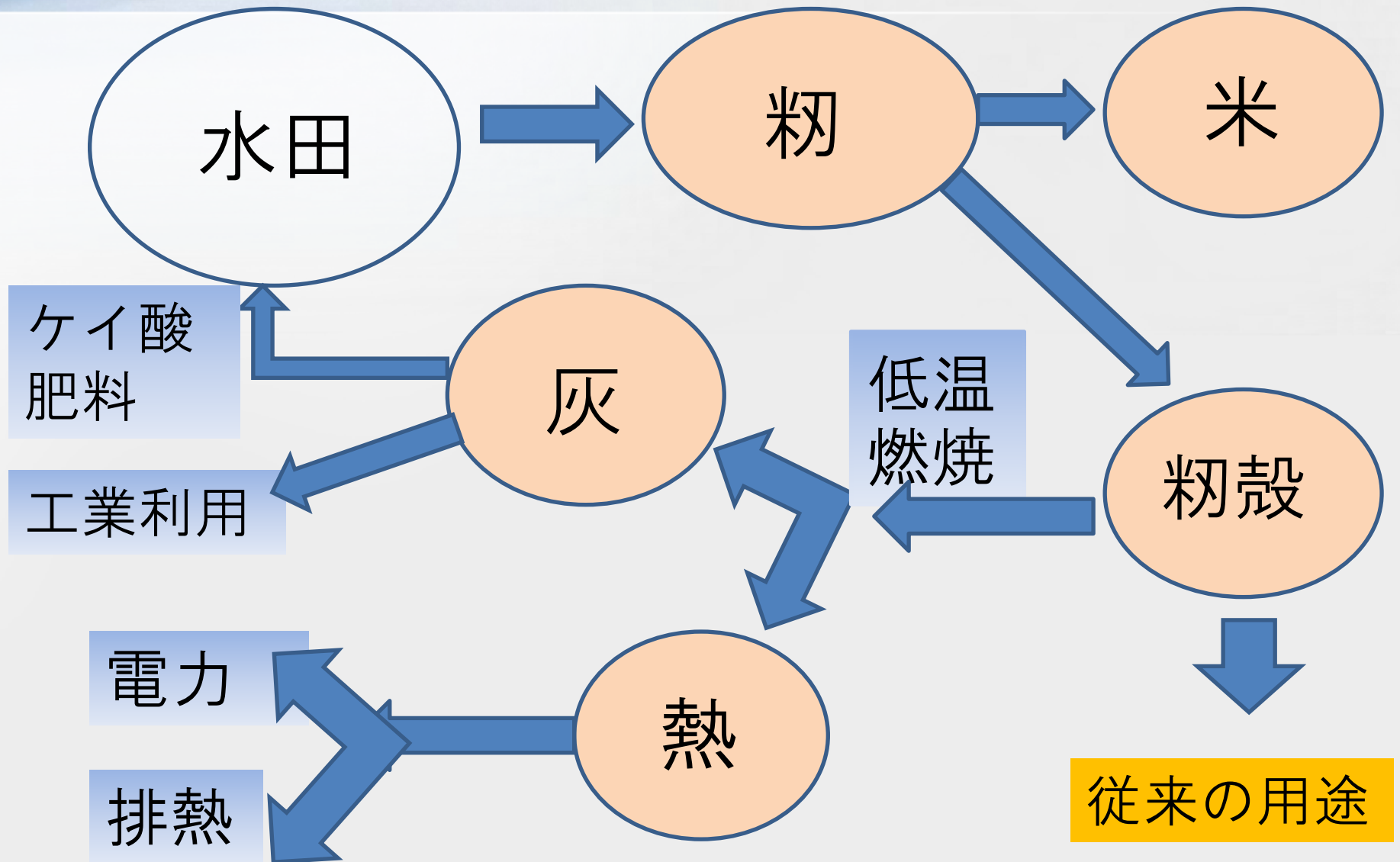
- **中央農業総合研究センター**は(有)高田エンジニアリングと共に「**粃がら燃焼灰の高溶解性ケイ酸質肥料化法**」を開発し、特許出願した。

出願特許では、高品質で溶解性の高いケイ酸質肥料資材の生産を可能とする粃がらの燃焼条件を明らかにした。

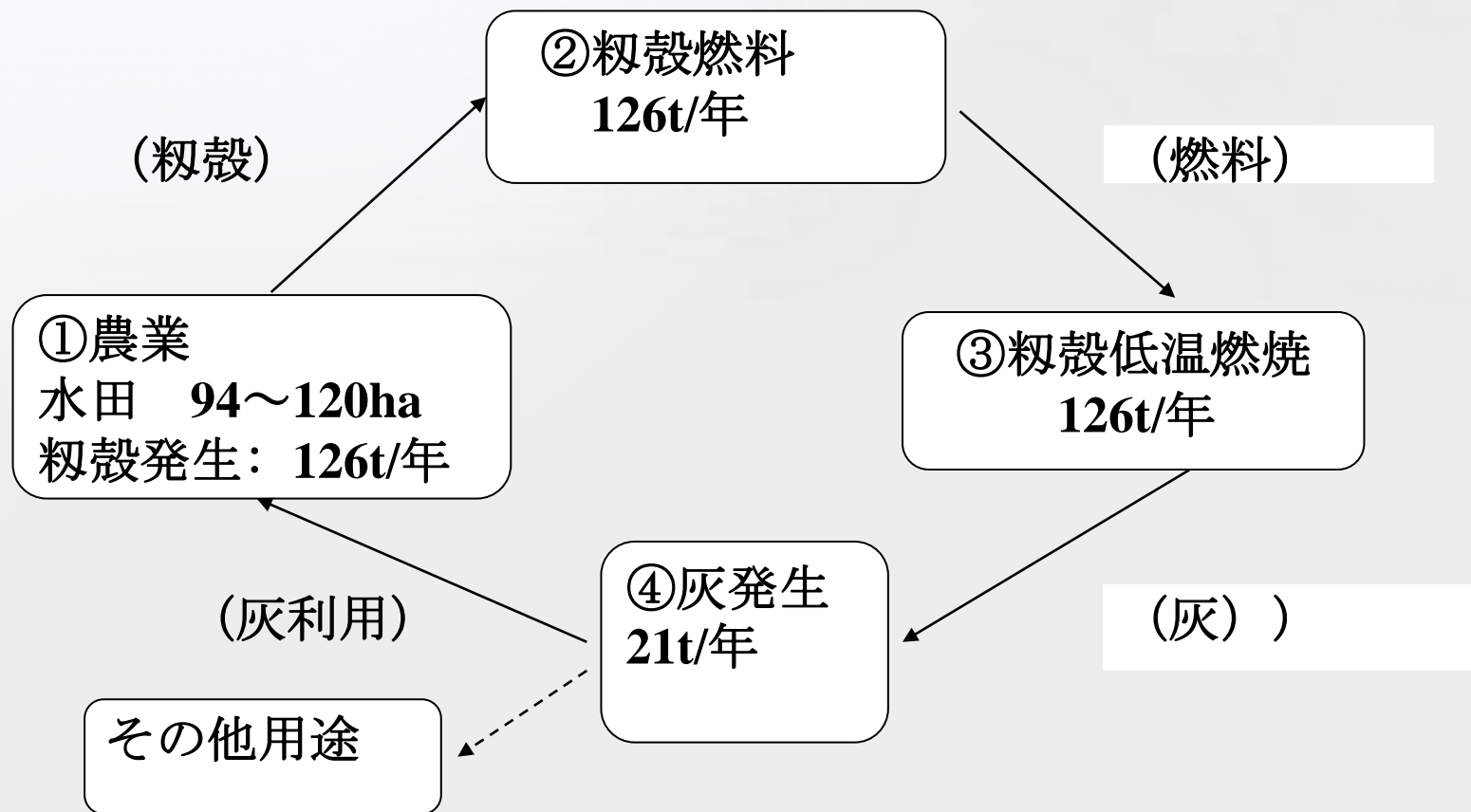
- 「**空気吹き込み式攪拌流動層燃焼炉**」を用いることによって、**粃がらの熱エネルギー**と灰を有効に利用する技術として実用化できる。

•

籾殻の循環利用システムの構築



100kg/hの燃焼炉1基、 籾殻消費量126t/年のユニットの概念



粃殻の賦存量と未処理粃殻量の全国と東北6県 及び北海道の比較

県名	粃殻賦存(t)	粃殻未処理(t)	可能ユニット数
青森県	39,870	5,960	47
岩手県	59,500	11,900	94
秋田県	120,772	12,198	96
宮城県	110,830	14,750	117
山形県	110,135	12,566	99
福島県	64,365	9,655	76
東北計	465,602	61,069	482
北海道	110,135	37,300	296
合計	575,737	98,369	778
(参考)			
全国	2,000,000	300,000	2,380

* 未処理の粃殻は粃殻賦存量の15%

1ユニットは126t/年

低温燃焼用流動層燃焼炉

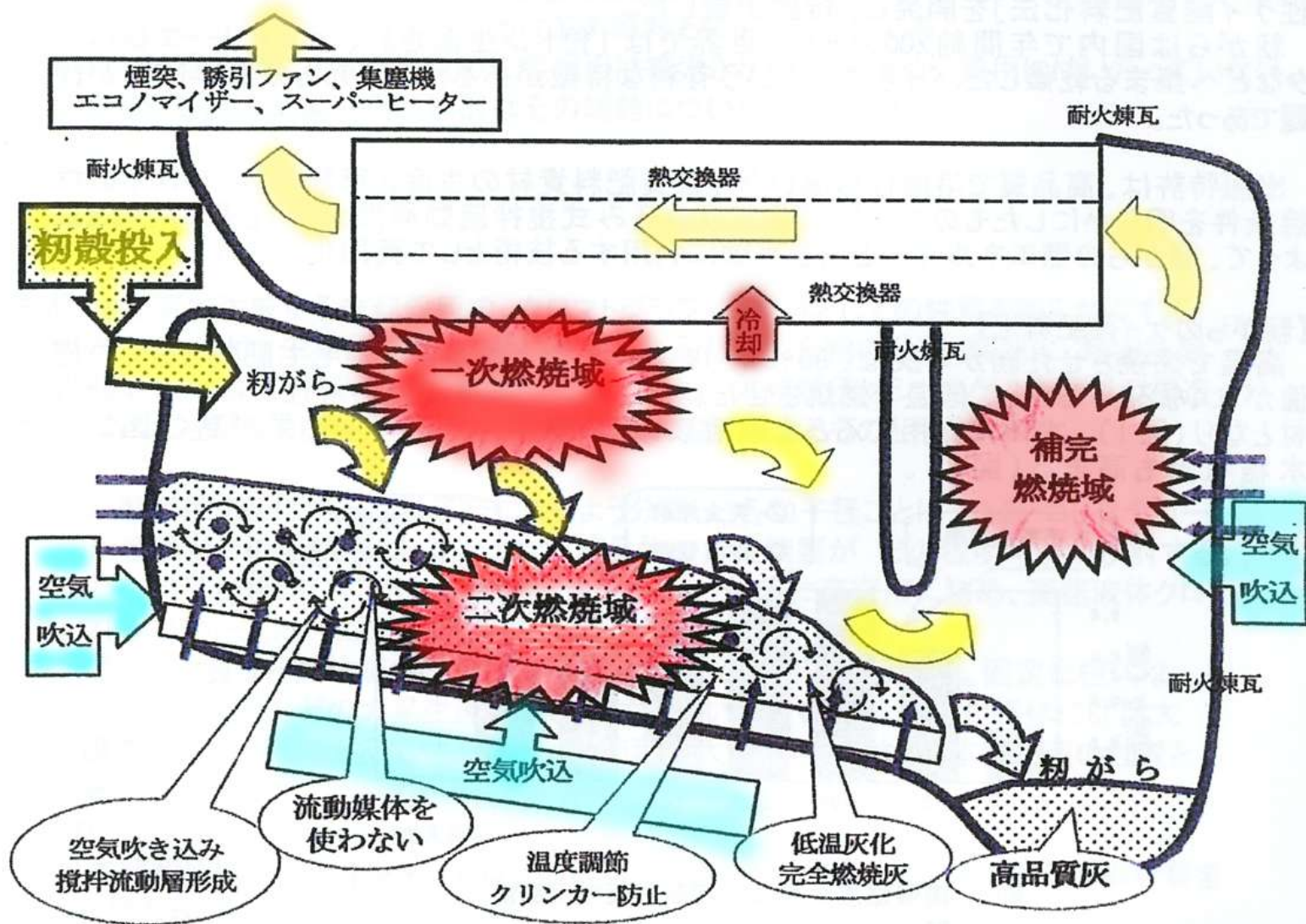


高砂機器株式会社 パンフレット
より

従来の燃料としての籾殻燃焼の問題点

- 比重が小さいので、輸送効率、貯蔵効率が悪い。
- 燃料の約18～20%が灰分であり、灰の処理に困る。
- 灰の主成分が二酸化ケイ素であり、炉内に クリンカートラブルを発生しやすい。
- 灰の主成分は二酸化ケイ素であり、水田が、ケイ素分を必要としているにもかかわらず、灰中のケイ素の水への溶解度が低く、肥料としての効果が少ない。

低温燃焼用流動層燃焼炉の概念



今年、雪の中で燃焼試験をした。



粃殻をホッパーに移す作業



燃燒実験風景



サンプルの粃殻一袋 12kg×100袋



燃燒狀態 1



燃燒狀態 2



低温燃焼の燃焼灰



中外炉工業バイオマスガス化発電システム



木材などのチップを外熱式多筒型キルンによりガス化し、酸素付加による部分燃焼などによりクリーンなガスに改質する技術を用いた、日本初のガスエンジン発電機によるコージェネレーションシステム

実在するミャンマーの籾殻焚き発電プラントについて

平成6年8月8日国連開発投資セミナー資料より抜粋

5. 籾殻焚き発電プラントの概要

ミャンマーの精米工場建設プロジェクトで建設した9基の発電設備は、いずれもボイラー効率70%以上を出し出力は445kW（1基）360kW（8基）で、1985年より稼働しいずれも24hrs. 運転を行っている。この出力で、近代的精米工場（生産能力；150 ton/24hrs... 1工場、100 ton/24hrs... 8工場（いずれも白米ベース）に電力を供給し、輸出用の良質米の生産を行っている。

ちなみに、これらのプラントがミャンマーに導入された当時、ドイツの技術援助で先に導入された発電プラントの能力と日本のプラントの能力はそれぞれ以下の通りである。両プラントの設置された精米所の能力はそれぞれ 100ton クラスである。

	<u>公称出力</u>	<u>稼働状況</u>
東洋電機・丸善グループ（日本）	360 kW	1986～1993 稼働中
シーメンスグループ（ドイツ）	150 ～ 200kW	実用化出来ず

この両社の能力の差は弊発電設備の優れた性能を明確に示しております。その効率の違いは、技術的に燃焼方式の異なる点にあります。

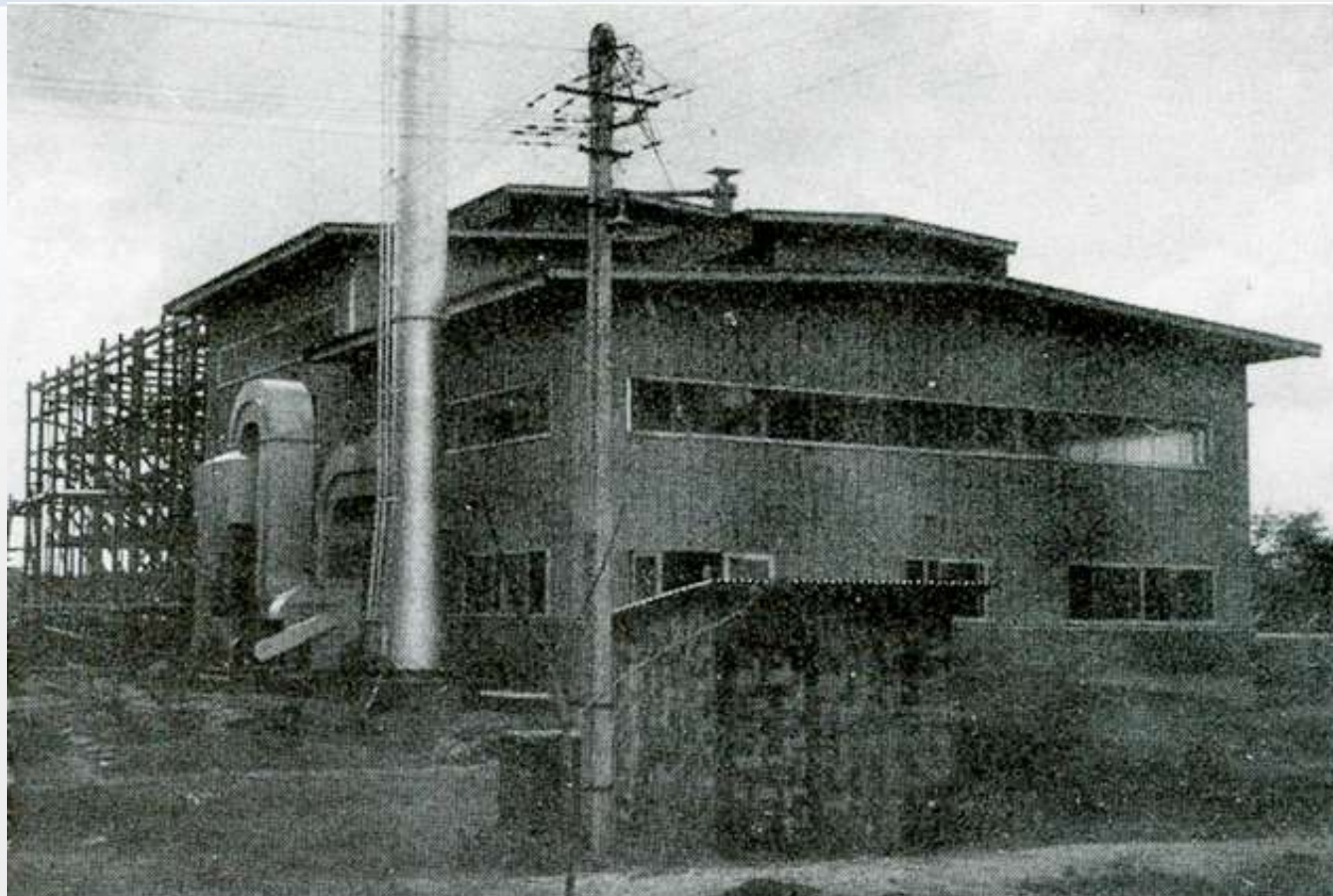
7. ミャンマに納入したプラントの実績

7-1 設置実績

	場所（精米工場）	国名	発電機出力 (kW)	運転開始	精米工場 (白米ベース)
1	Kanaungtoe	ミャンマ	445	1984, Dec.	150 Ton / 24 hr
2	Dadaye	"	360	"	100 Ton / 24 hr
3	Kungyangon	"	"	1987, Feb.	"
4	Kawhmu	"	"	"	"
5	Ngaputaw	"	"	"	"
6	Aleygeyaw	"	"	"	"
7	Ahmat	"	"	"	"
8	Dadaye	"	"	"	"
9	Maubin	"	"	"	"

平成6年8月8日国連開発投資セミナー資料より抜粋

ミャンマーの籾殻発電所の例



発電能力600kWのプラント 日本コンサルタント協会資料（1986年9月）より

籾殻発電所の内部



小規模籾殻発電の試算

- ・ 籾殻燃焼炉の能力を、標準的な小型燃焼炉である 100kg/hとする。
- ・ 籾殻の発熱量を 3500kcal/kg とすると、総発熱量は 35万kcal/hである。
- ・ ボイラーの熱効率を80%とすると、換算蒸発量は約 520kg/h となる。
- ・ バイオマス発電に適した、発電装置のユニットとして、神戸製鋼所の、スクリュー式小型蒸気発電機シリーズを用いることとする。

スクリー式小型蒸気発電機ユニット

STEAM STAR のCO₂削減効果

500ton/年

A重油換算の場合

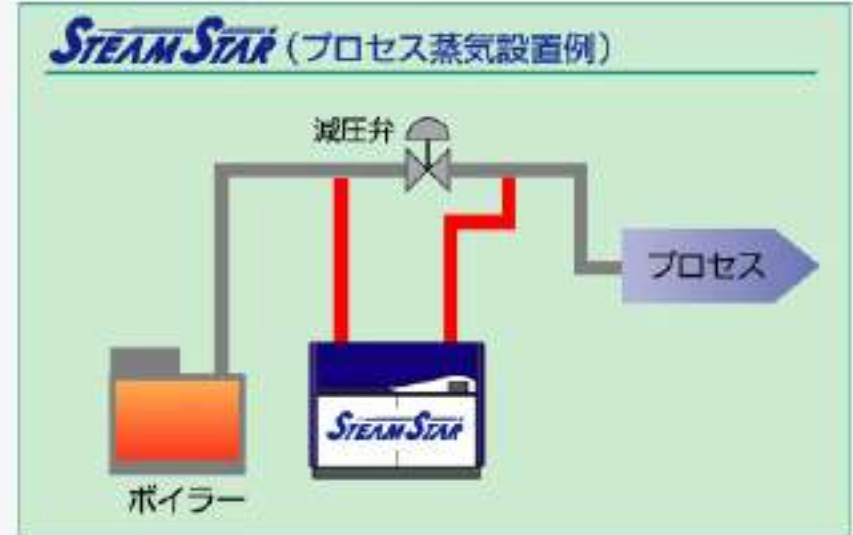
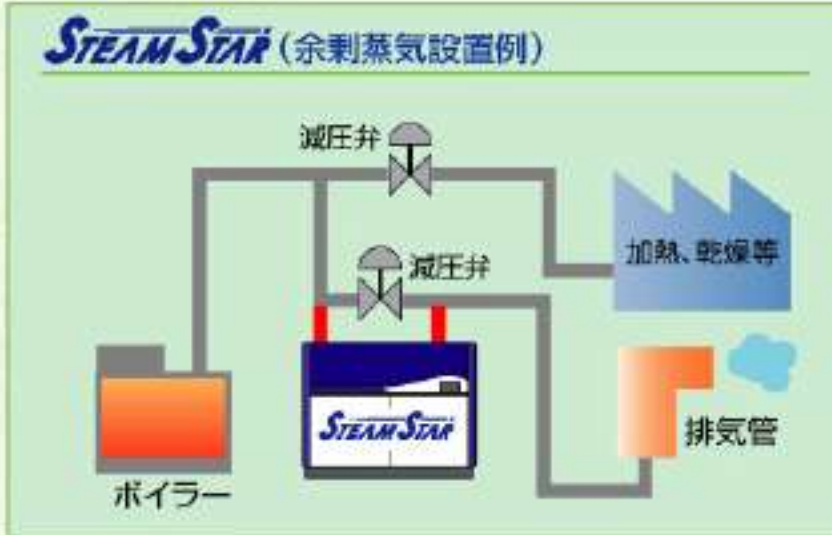
A重油ドラム缶 200L/缶

約920本燃焼時
のCO₂発生量に相当!

発電出力:160kW 年間稼働時間:8000時間/年(大気放出の場合)
CO₂排出係数:電 力=0.391 (kg-CO₂/kWh)
A重油=2.71 (kg-CO₂/L)
(環境省JVETSの系統電力デフォルト値)

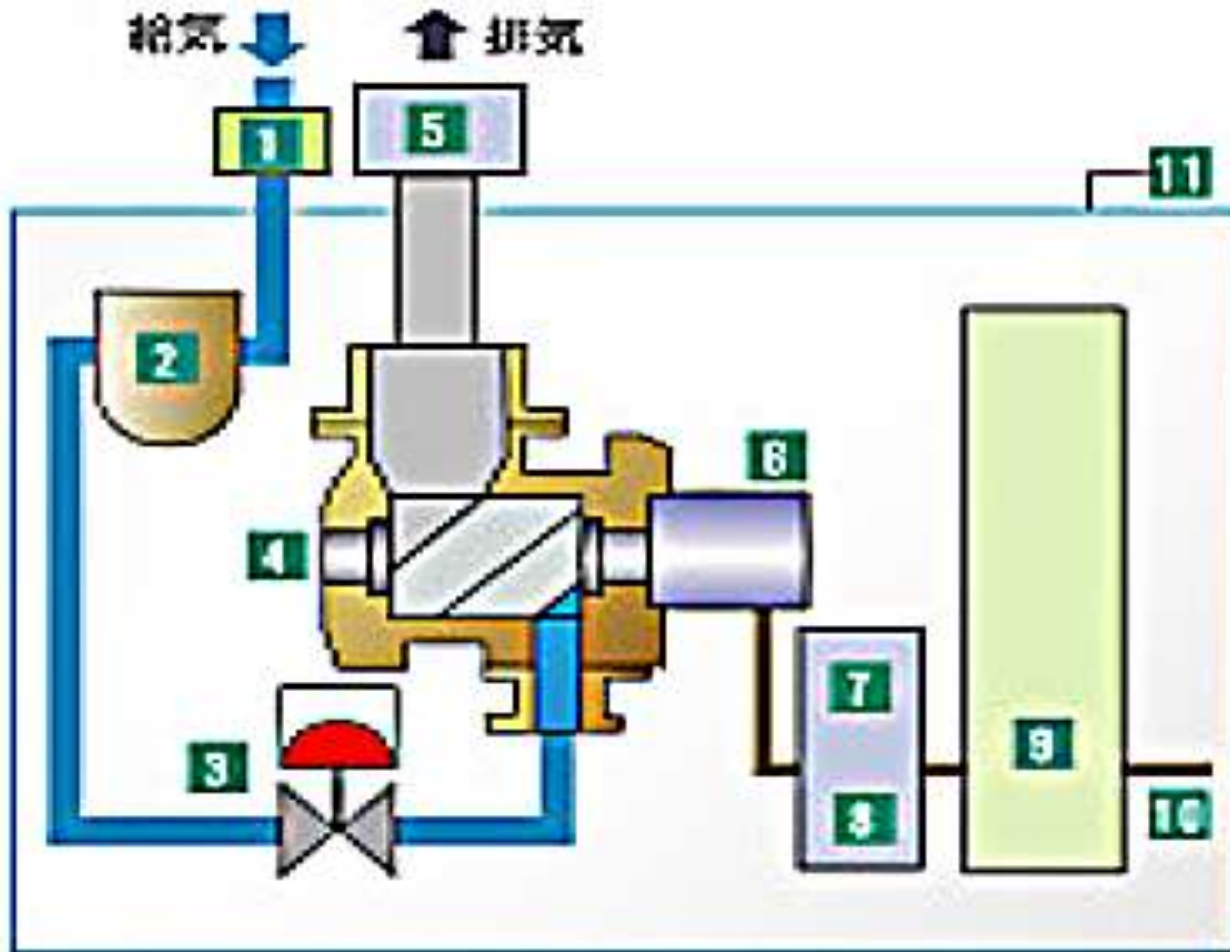


発電ユニットの接続例



スクリー式小型蒸気発電機

■概略機器構成



1. 給気蒸気仕切弁
2. ドレン分離器
3. 緊急遮断機能付容量制御弁
4. スクリュー式膨張機
5. 排気蒸気仕切弁
6. 発電機
7. コンバータ
8. インバータ
9. 制御器
10. 動力ケーブル
11. ユニットカバー
(屋外設置可)

モデルケースの試算

- ・ この発電機ユニットのカタログから見ると、3気圧の蒸気を用いると最大1.5 tの蒸気の流れ、55 kWの発電能力があるとされている。
- ・ 粳殻100 kg/hの燃焼炉と組み合わせると、蒸発する蒸気量が0.52 tであるから、発電能力は約19 kWとなる。
- ・ 燃焼した粳殻の発熱量から見た発電効率は、ボイラー効率も含めて約4.7%である。なお、この発電機では100℃の蒸気が排出されるので、これを熱源として利用することも可能である。

籾殻の固形燃料化

モミガライト製造機
グラインドミル
TRM-120A



「グラインドミル」



モミガライト