平成 22 年度　バイオマス資源活用促進事業のうち
バイオマス資源利用可能性調査事業（九州地域調査事業）

事業報告書

平成 23 年 3 月

九州バイオマス資源活用促進協議会

事務局　株式会社 TRES

目　　次

Ⅰ　バイオマス資源利用可能性調査事業 1-1

1.　調査事業協力 7 市町村（マップ） 1-3

2.　調査対象第 2 世代バイオ燃料原料概要 1-5

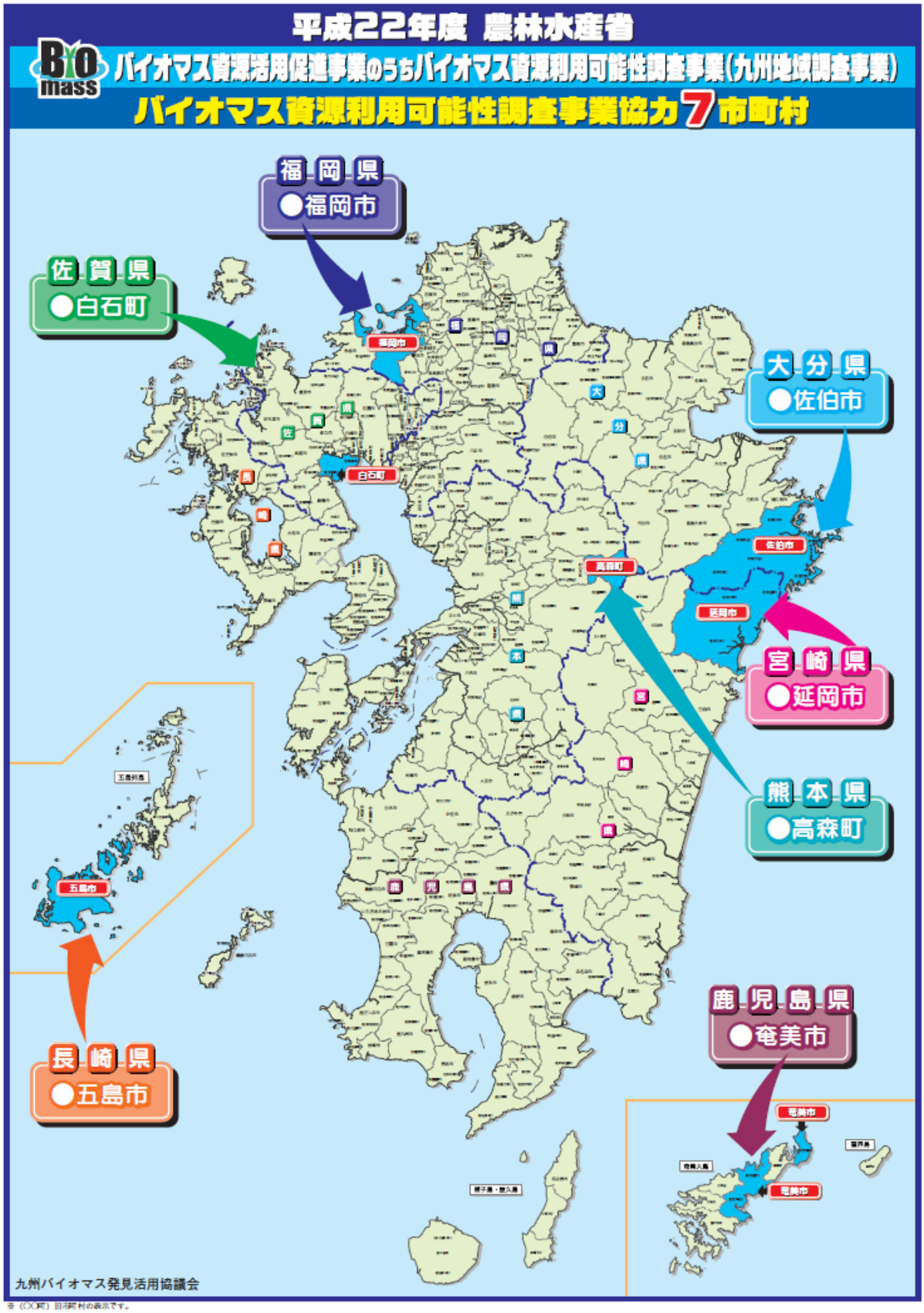
(1) アシ（草本セルロース系） 1-7
(2) ススキ（草本セルロース系） 1-9
(3) エリアンサス（草本セルロース系） 1-11
(4) 広葉樹・アカギ（木本セルロース系） 1-15
(5) ナタネ（エステル系） 1-23
(6) ヒマワリ（エステル系） 1-29
(7) ツバキ（エステル系） 1-31
(8) アオサ・ノリ（海藻類） 1-37
(9) 微細藻類（海藻類） 1-43

3.　バイオマス資源利用可能性調査事業報告 1-47

(1) 福岡県福岡市 1-65
(2) 佐賀県白石町 1-87
(3) 長崎県五島市 1-107
(4) 熊本県高森町 1-133
(5) 大分県佐伯市 1-169
(6) 宮崎県延岡市 1-195
(7) 鹿児島県奄美市 1-223

Ⅰ　バイオマス資源利用可能性調査事業

1.　調査事業協力 7 市町村（マップ）



2　調査対象第 2 世代バイオ燃料原料概要

調査報告者：九州地域バイオ燃料利用推進委員会委員
九州沖縄農業研究センター
牧草・飼料作物育種ユニット
ユニット長　我有　満

（1）アシ（*Phragmites australis*）

日本全国に普遍的に分布し、大群落を形成するが、生息域は、水辺の滞水域付近のみであり、大面積の栽培には適さない。多年生で地下茎を有し、永続性に優れ、乾物収量は年間 1500kg／10ｱｰﾙ程度である。ススキ類と比較して夏期においても乾物率が高いことは原料としての利点である。ススキ類やエリアンサスによる原料生産を補完する形で自生しているアシを利用することが想定される。

オギ（奥の白穂）とアシ（手前の水辺）の自生

高森町の同一地点で採取したオギ（左）（熊本県高森町）とアシ（右）

調査報告者：九州地域バイオ燃料利用推進委員会委員
九州沖縄農業研究センター
牧草・飼料作物育種ユニット
ユニット長　我有　満

（２）ススキ類（*Miscanthus* ）

日本、韓国、中国および東南アジアのみに自生する。欧米ではスイッチグラス等とともにバイオマス資源作物として有望視され、商業栽培も始まっている。永続性が高く、収穫期の晩秋から冬期にかけて地上部の窒素やミネラルが地下茎に移動し、炭素主体の地上部が収穫されても栄養分の多い地下部は残るため、持続的に原料生産可能であることが大きな利点である。また、酸性土壌でも良好に生育する。

ススキ類は、エリアンサスの越冬が難しい東北以北向けのセルロース系原料作物として利用が検討されているが、九州においても勿論栽培は可能である。２倍体のススキ(*Miscanthus sinensis* Anderrs.)を直接利用する場合とススキと４倍体のオギ（*Miscanthus sasacchariflorus*(Maxim.))との自然交雑による３倍体のオギススキ（*Miscanthus* × *giganteus.* Poacea/Gramineae）を利用する場合が考えられる。３倍体のオギススキは不稔で結実しないため雑草化の心配はないが、栄養繁殖であるため種苗増殖の効率は低い。ススキの利用においては、実生苗の供給が可能であるが、異なる自生地に由来する種苗を栽培することの是非について配慮する必要がある。ススキ類の収穫は既存の飼料用収穫機械が適用できるため、バイオマス量の増大が栽培技術開発の主目的となる。ススキ類の収穫時期は、地上部の窒素やミネラルなどが翌年の萌芽に備えて地下部に転流した後の晩秋から冬期の期間となる。このような条件の中で食料生産への貢献が可能な体系を考える必要がある。バイオマス原料の安定確保のための栽培技術においては、食料生産を組み込んだ新しい枠組みの技術体系が検討されている。ススキ類もエリアンサスと同様に平成２４年度からは種苗の供給が始まる計画である。

EU で商品化された３倍体オギススキ

（九州沖縄農業研究センター）

自生オギ（熊本県高森町）草丈 3.8m

自生オギ（熊本県阿蘇市　阿蘇外輪）草丈 3.7m

温室暖房用草本ペレットボイラー

（大分県玖珠町）

調査報告者：九州地域バイオ燃料利用推進委員会委員
九州沖縄農業研究センター
牧草・飼料作物育種ユニット
ユニット長　我有　満

（３）エリアンサス（*Erianthus arundinaceus* ）

地中海原産で東南アジア地域に広く自生する多年生イネ科草である。日本への導入はサトウキビの育種材料としての流れと飼料資源としての流れの２つがある。九州沖縄農業研究センター（熊本県合志市）における適草種の選定調査（ネピアグラス、スイッチグラス、ジョンソングラス、グラガグラス、ススキ、サトウキビ類、リードカナリーグラスを含む）で、乾物生産性が最も高く、極めて省力的に栽培できる最も有望なセルロース系資源作物と評価された。熱帯や亜熱帯に自生する多くの植物種が温帯地域では越冬できず、越冬できたとしても乾物生産性が低い場合が殆どである中で、エリアンサスは関東北部まで実用レベルの越冬性を示し、高い乾物生産性を維持する。熱帯や亜熱帯では年間を通じて生育し、緑を維持して高い水分率で推移するが、温帯地域では冬期には生育を停止し、立毛状態のまま乾燥するので、冬期に収穫すれば水分率が低く、エネルギー効率の高い原料になる。原料用作物としては温帯地域でのバイオマス利用に適している。従来のどの作物よりも年間の乾物生産量が大きいため原料の安定確保に最も適した作物と考えられるが、収穫機械における作業効率は改良の余地がある。構成成分はススキに類似して灰分が少ない。糖含量に関して収穫時期による変化が認められているため、糖の積極的利用の可否については検討が必要である。秋田県での越冬が確認されており、国内の亜熱帯地域から寒冷地まで広い範囲での栽培が可能と考えられる。その他の特徴として、夏季の旺盛な繁茂による雑草抑制、サツマイモネコブセンチュウ抑制あるいは深い根系による養分の表層への集積、ファイトレメディエーション（土壌浄化）等が予想される。また、暖地においては、秋に収穫後、冬作飼料作物の間作が可能である。これらの長所を既存体系に組み入れて、エネルギー生産と食糧・飼料生産を両立できる技術体系の確立が急がれている。収穫機械の改良と並行して、収穫効率を向上させる品種および栽培技術の開発が急務である。トータルな経済性およびエネルギー収支の視点から求められる技術開発は、乾物生産性の向上よりもむしろ機械収穫効率を向上させる栽植密度を明らかにすることや耐倒伏性の強化である。夏期の旺盛な繁茂による雑草抑制、サツマイモネコブセンチュウ抑制或いは深い根系による養分の表層への集積等が予想される。造成年の株確立

に対しては、種苗養成法、造成法、移植法、雑草競合の回避などに関して、エリアンサス独自の技術要素が必要と考えられる。これらを整理して、食料生産に貢献する体系確立が必要である。連携する食料生産分野としては、エリアンサスの栽培が想定される場所、使用する機械や施設の共通性、生産物の量的なバランスから考えて、飼料生産分野が妥当と考えられる。

収獲途中のエリアンサス

（九州沖縄農業研究センター）

ケンパーによるエリアンサスの収獲

（九州沖縄農業研究センター）

機械収穫に適した立型のエリアンサス

（九州沖縄農業研究センター）

放棄田におけるエリアンサスの

初年目不耕起省力栽培

（大分県玖珠町）

出穂期のエリアンサス

（九州沖縄農業研究センター）

収穫後の条間で冬期間作（大麦など）が可能

（九州沖縄農業研究センター）

大苗移植によるエリアンサス圃場造成

（九州沖縄農業研究センター）

調査報告者：九州地域バイオ燃料利用推進委員会委員
国立大学法人　鹿児島大学　農学部
准教授　寺岡　行雄

(4) 広葉樹・アカギ（木本セルロース系）

①　学術上の分類

(a)　アカギ（*Bischofia javanica* Blume）について

アカギは，沖縄以南の台湾，中国，マレーシア，インド，オーストラリアの熱帯から亜熱帯を原産地とするトウダイグサ科の１属１種の常緑高木である。初島によると琉球から台湾も自生地とされており，用材，街路樹，防風樹に利用される（初島，1976）。一方で小笠原諸島においては，自生種よりも更新力が強く優占する移入種として大きな問題を引き起こしている（山下，2002）。沖縄に生育する樹木の中では比較的通直で肥大成長がよい。また，萌芽性が高いといわれている。気乾比重は 0.68 程度で，やや重厚な散孔材であるが，比重の割に強度的性質は大きくない。乾燥はやや遅く，厚板では落ち込みや内部割れが生じやすい。切削加工は容易である。

写真 3-(4)-1　宮古島のアカギ林分（左）と萌芽（右）

②　第２世代バイオマス収量

(a)　エネルギープランテーション

木質バイオマスを燃料としてエネルギー利用する場合，エネルギープランテーションの造成が考えられる。エネルギープランテーションとは，単一の樹木あるいは草本種を比較的短い一定サイクルで栽培し，収穫物をエネルギー変換するものである（図 3-(4)-1）。北欧ではヤナギ（*Salix*）（写真 3-(4)-2）がエネルギープランテーションの代表的な樹種である。生産作業は効率化されており，植え付けから収穫まで，機械化が進んでいる（図 3-(4)-2）。エネルギープランテーションからの燃料は林地残材や林産廃棄物よりもコストの高い燃料となるが，収穫した木質バイオマ

スは均質であるため，燃焼の出力が管理しやすい，燃料の確保が容易であるなどのメリットがある。

ヤナギのエネルギープランテーションはEU統合に伴う農地減反政策の一環でもあり，代替作物として導入された。植え付けから施肥，収穫に至るまで機械化されており，土地生産性を高めるためのヤナギクローンの選定および栽培方法に関する研究が進められている。

一般的には4～5年のローテーションで伐採（収穫）と萌芽更新を繰り返し，平均年間成長量は約8～10t-dry/haであり，4年輪伐期での収穫量は40t-dry/haである（図-3-(4)-3)。

写真3-(4)-2　　スウェーデンでのヤナギプランテーション

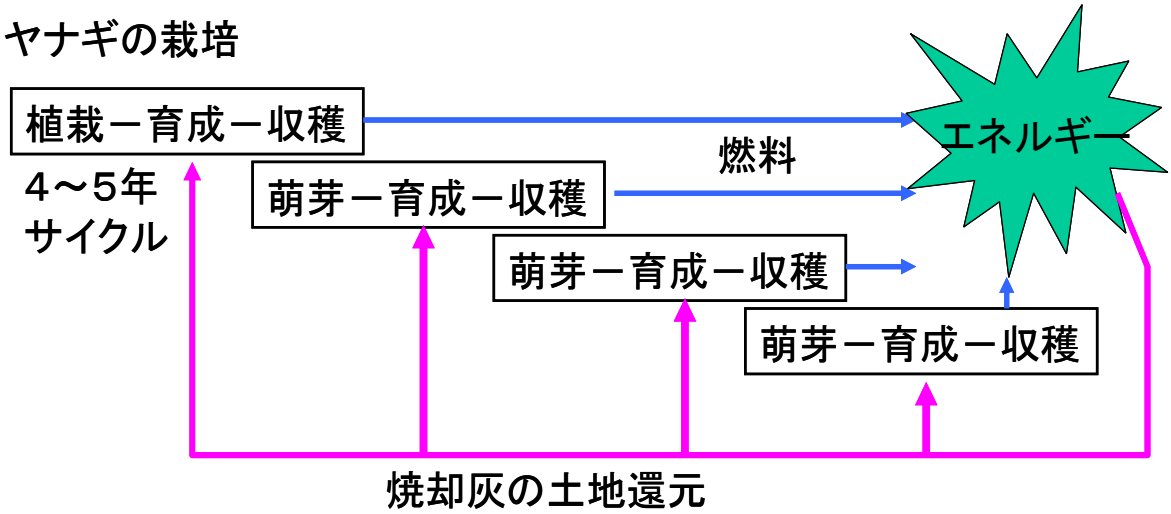
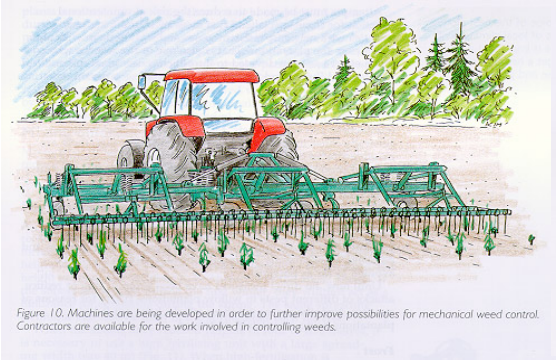
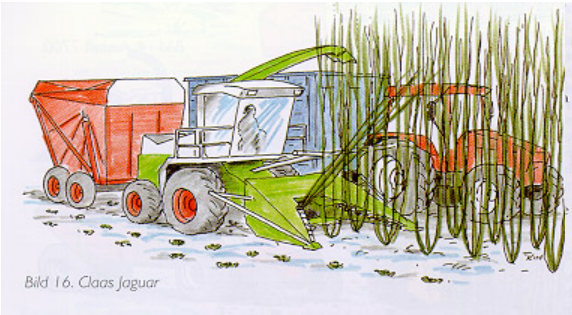


図3-(4)-1　ヤナギエネルギープランテーションの栽培の模式図



植え付け

施肥



コンバインによる収穫

収穫と搬出

図 3-(4)-2　ヤナギエネルギープランテーションの栽培様式

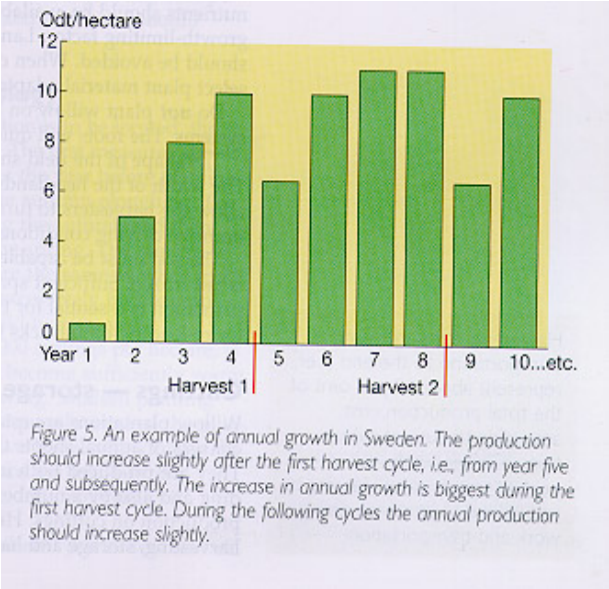


図 3-(4)-3　スウェーデンにおけるヤナギの年間成長量の例
注意）縦軸は ha あたりの絶乾バイオマス成長量

(b)アカギによるエネルギープランテーションの可能性

南西諸島における早生樹種であるアカギの木質バイオマスプランテーションとしての利用可能性を検討するために，沖縄県宮古島市内に植栽された林齢 13～17 年生のアカギ人工林（総面積 8.28ha）の生育状況を調査した。宮古島は高温多湿な亜熱帯海洋性気候に属し，年平均気温は約 23.3℃，年間降水量は約 2101mm である。島全体が平坦地で，土壌は琉球石灰岩を母材とし保水性に乏しくなっていることから，アカギを水源涵養林として植栽してきた。

現地調査は，2006 年，2010 年に行った。宮古島市大野山林地内に調査プロットを設定し，胸高直径及び樹高の計測を行い，立木幹材積を算出し容積密度を掛け合わせて幹部バイオマス量を求めた。なお容積密度は，宮古島市大野山林内のアカギ 9 年生林分で伐採された 9 個体から採取した試料を用いて，浮力法による容積を絶乾重量で除することにより容積密度を算出し，0.428t/㎥とした。また，調査対象区域おいてアカギ間伐木の萌芽についても同様の調査を行った。各林分の幹材積成長データを非線形回帰によりリチャーズ成長関数に当てはめ，成長関数から平均成長量を求めた。また，ある林齢時点での総成長量を林齢で割ることにより求められる平均成長量が最大となる林齢を材積収穫最多の伐期齢とした。

材積成長曲線を図 3-(4)-4 に示す。立木幹材積は約 15 年で上限値の約 250 ㎥/ha まで成長することが確認できた。

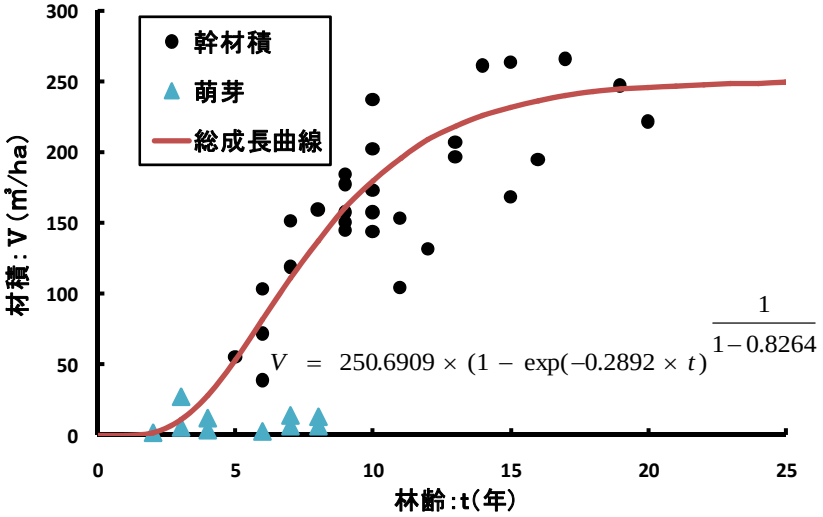


図 3-(4)-4　アカギの幹材積成長量

アカギと他の早生樹種の平均成長量を図 3-(4)-5 に示す。また，各早生樹種の輪伐期とバイオマス収量の関係を表 3-(4)-1 に示す。図 3-(4)-5 からアカシア・マンギウムの初期成長が非常に早く平均成長量も 17.7t/yr と突出していることが分かる。また，平均成長量の最大となる輪伐期が材積収穫最多の輪伐期であることから，連続的な生産を行う場合の最適な輪伐期を知ることができる。表 3-(4)-1 にあるように各早生樹種の輪伐期はアカギが 9 年であったのに対して，ヤナギで 3 年，アカシア・マンギウムで 5 年，クヌギで 19 年，シラカンバで 20 年であった。ここでいう輪伐期とは，伐採後に再度収穫可能となるまでの期間を示している。輪伐期ではヤナギの 3 倍程度であったが，バイオマス終了である平均成長量ではアカギが 7.5t でヤナギが 8.7t とヤナギに近い値を示し，年間当たりのバイオマス収量はヤナギに近い生産力であることがわかった。ここで示しているアカギの成長は沖縄県宮古島市での水源涵養林として植栽されている林分の成長を元にして算出している。一方，ヤナギは旺盛な成長を示す個体を選抜育種し，林分として最適な生育条件を与えたものであることから，アカギはバイオマス資源として有望であると考えられる。

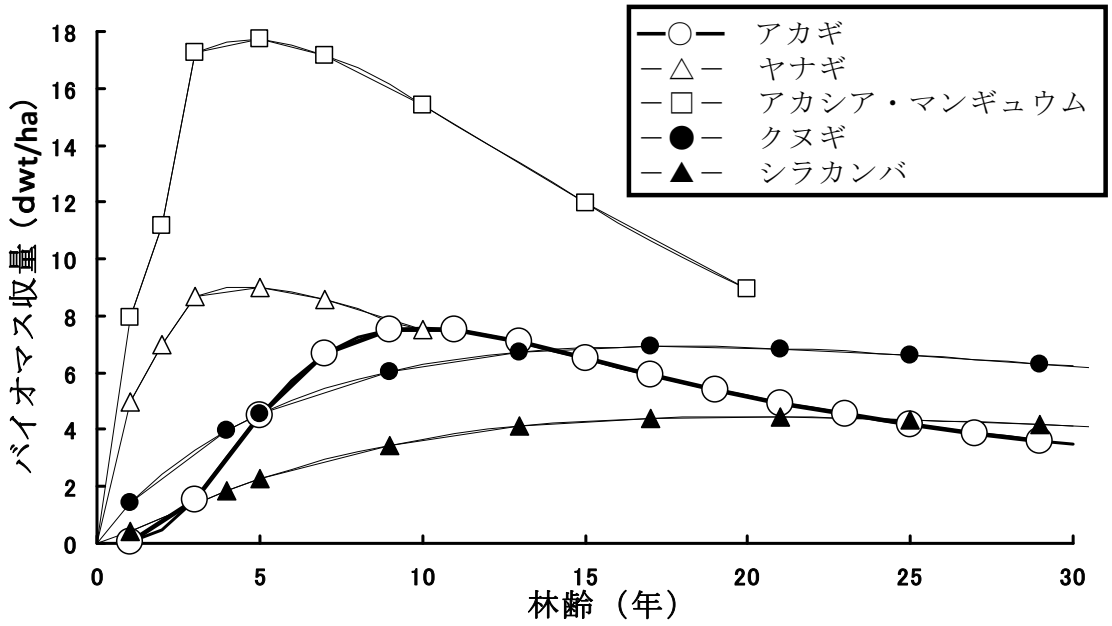


図 3-(4)-5 早生樹種の平均成長量

表 3-(4)-1 各早生樹種の輪伐期とバイオマス収量

樹種	輪伐期（年）	バイオマス収量（dwt/ha・yr）
アカギ（*Bischofia javanica* Blume）	9	7.5
ヤナギ（*Salix viminalis*）	3	8.7
アカシア・マンギュウム（*Acacia mangium*）	5	17.7
クヌギ（*Quercus acutissima*）	19	6.9
シラカンバ（*Betula platyphylla var japonica*）	20	4.5

③　第 2 世代バイオ燃料変換技術

(a)　木質バイオマスの燃料化

地球温暖化防止のため温室効果ガス排出を削減する国際間の取り決めである京都議定書が本年 2 月に発効した。主要な温室効果ガスである二酸化炭素の排出を削減するために，化石燃料を新エネルギーへと代替する取り組みが推進されている。そのうち，賦存量と利用可能量ともに大きく，今後の利用を期待されているのが木質バイオマスである。

木質バイオマスはカーボンニュートラルなエネルギー源であり，燃料としての利用の歴史が長いことから，利用方法やインフラが確立している。また，燃料であるため貯蔵と運搬が比較的容易であること，必要な時にエネルギー生産が可能なことなどが特徴である。一方で，燃料としての質にバラツキが大きく，化石燃料に比べて単位重量あたりの発熱量が低いこと，かさ密度が低く取り回しや運搬にコストがかかること，さらに一般に高含水率であることといった弱点も持っている。

木質バイオマスの燃料化技術は，大別して固体燃料化（直接燃焼），ガス化，液化がある。固体

燃料化は木質バイオマスを裁断あるいは破砕し薪・チップ等の燃料とする技術と，破砕した原料の加圧・成形により木質ペレット等の成形燃料を得る技術に分けられる。いずれにせよ，固体燃料は直接燃焼により熱エネルギーを得る方法である。

木質バイオマス燃料の欠点でもある質のバラツキや取り扱い上の問題を克服するため，固形ペレット化が行われている。木質ペレットはオガクズ，端材あるいは樹皮といった製材廃材を粉砕，圧縮し成型したものである。燃料として均一であり，かさ密度と比重が高くなり，含水率が低く安定しているといった特徴を持ち，貯蔵，運搬，供給などのハンドリング面で扱いやすい燃料となっている。木質ペレットのサイズや含水率，灰分，組成等に関する規格については，欧州標準化委員会による固形バイオ燃料規格がある（財団法人日本燃焼機器検査協会）ほか，国内においてもペレットクラブが自主規格を作成している（小島，2004）。

ガス化は反応炉と呼ばれる装置で行われ，空気供給を制御してバイオマスを蒸し焼きにして不完全燃焼状態となり一酸化炭素を中心とする可燃性ガスを発生させる。ガス化の方式は粉砕したバイオマスを熱風や水蒸気にさらすものなど多数提案されているが，空気によるガス化，酸素によるガス化，間接加熱によるガス化に分けられ，発生するガスの組成が異なるため発熱量も異なる（笹内，2005）。発生ガスは一酸化炭素，メタン等を主成分とするものであり，一般的に都市ガスよりも発熱量は低いが，固形のバイオマスと比較して取り扱い方法が容易で，含水率も低く，燃料としての価値が高い。具体的なガス化炉がいくつか開発され，実証実験が行われているが，タールの処理あるいは投入前の前処理コストの低減が課題である。

液化は水熱反応によりガス化を経て合成液体燃料とする技術と，木材のセルロースを糖化し，エタノール発酵によりエタノール燃料を得る技術がある。

④　第 2 世代バイオ燃料収量

固形燃料は，ほぼ 100%が燃料として利用される。ただし，発熱量ベースでは木質バイオマスの含水率により利用可能な低位発熱量は減少する。バイオマスの燃焼によりバイオマス中の水分が蒸発し，潜熱となることから見かけ上の発熱量は減少する。さらに，バイオマス中に含まれる水素（重量で 6%程度）が水となり，これも発熱量減少を引き起こす。木質バイオマスの高位発熱量は樹種によって若干のバラツキがあるものの 19～20MJ/kg であり，気乾状態の含水率 15%w.b.程度の場合，低位発熱量は約 15MJ/kg となる。

ガス化では冷ガス効率（生成ガス中に含まれる高位発熱量／ガス化に使われた原材料の高位発熱量）が，ガス化炉に投入されたバイオマスの持つ熱量のどの程度をガスに変換できたかという指標で用いられ，概ね 50～70%となっている（笹内，2005）。

⑤　第 2 世代バイオ燃料原料利用の現状

(a)　国内におけるバイオ燃料原料利用の現状

国内における木質バイオ燃料の需要は拡大しつつある。九州内の事例で見ても，大規模利用では，1.2 万 kW の木質専焼発電所が大分県で稼働しつつあり，木質燃料約 10 万トンを消費している。2.5 万 t の製造能力を持つ大規模なバークペレット製造事業が 2 箇所で展開し始めた。さらに，九州内 2 箇所の石炭火力発電所での木質バイオ燃料混焼実験が進められており，22 年度に燃料加工施設が整備された。一方で，小規模利用としては木質チップボイラーの導入事例が増加しつつある。以下，燃料のタイプごとに概観する。

まず，薪としての木質バイオマス燃料は，従前のような炊事やお風呂用ではなく薪ストーブでの利用となる。最近の薪ストーブブームにより，需要は増加しつつあるように推察される。2009年度には環境省が薪ストーブ設置への補助金を支出しており，2010年5月にはカーボンオフセットのクレジットであるJ-VERのポジティブリスト（E-007）に薪ストーブによる国産の薪の使用が新設された。薪は最も単純な燃料としての使用形態であり，自動化は難しいものの薪ボイラーは低コストな施設導入が行いやすく，今後の普及が期待される。

次にチップであるが，チップボイラーでの利用が進んでいる。林野庁の調査では，製材端材を含む木くず炊きボイラーの導入は2008年度で600基を超えている。特にチップボイラーは，温泉や温浴，あるいはプール施設の加温用として導入が増えつつある。例えば，年間利用者数60万人の温浴施設の加温と給湯にはこれまで重油を200kL使用してきたが，常時稼働する349kW×2基と冬期のみ稼働する930kWのチップボイラーに代替された。これまで大量の重油を使用してきた養鰻業でもチップボイラーの導入が行われている。さらに，吸収式冷凍機を併設し，冷房を含めた空調のための熱源としてチップボイラーが活用されつつある。

表3-(4)-2　九州内におけるチップボイラー導入事例

所在地	施設	燃料	用途
久留米市	病院	チップ	給湯、プール
八女市	温浴	チップ	温泉加温
前原市	温浴・健康増進	チップ	給湯、空調
那珂川町	温泉	チップ	温泉加温
南種子町	温泉	チップ	温泉加温
肝付町	養鰻	チップ	養殖プール加温

我が国における木質ペレット生産の状況をペレットクラブによる調査から概観すると，図3-(4)-6に示すようになる（小島，2004）。ペレット製造設備プラント数・能力はここ数年で大きく拡大しているが，実際の製造実績量はさほど増えておらず，2,500 トン程度である。これはペレット燃焼装置（ストーブ，バーナー，ボイラー）の販売数，稼働数が少ないためであり，新たな需要の開拓が必要となっている。

日本は全般的に温暖で，梅雨から夏にかけて暑い地域である。木質ペレット燃料がカーボンニュートラルであることの担保は，木質バイオマスすなわち森林資源の再生産を行うことである。重量あたりの発熱量が低いことから，木質バイオマスを長距離輸送することは適切ではない。森林資源の燃料化とエネルギーへの活用は，地域の特性を生かした需要と供給の組み合わせである。したがって，ヨーロッパでみられるような暖房・給湯といった熱供給モデルだけでない，新規な需要である冷房への応用は大きな可能性を持っている。

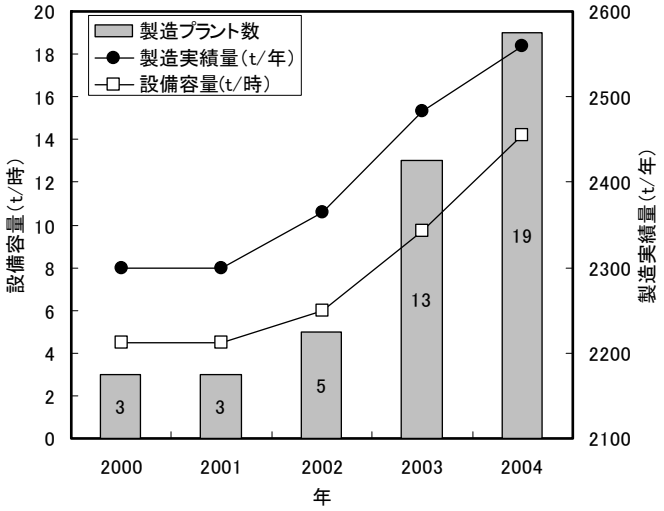


図 3-(4)-6　ペレット製造設備の動向（出典：小島，2004）

（注：2004 年のデータは集計途中暫定値）

(b)　海外におけるバイオ燃料原料利用の現状

世界の木質ペレット生産の現状は，ヨーロッパでは 2004 年時点で少なくとも 22 カ国に 195 のペレット製造プラントがあり，製造実績は不明であるが製造設備容量は約 450 万トン以上と推定され（The bioenergy international No.11 (2004)），2010 年頃のヨーロッパのペレット市場規模は 400 万～500 万トンになると見られている（Vinterbäck,2004)。スウェーデンでは 2003 年に 22 のペレット製造プラントが稼働し，約 71.5 万トンのペレットを製造したが，設備容量は 100 万トンを超えている（Ståhl, et al.2004)。北米では 2004 年の製造実績量がカナダで 70 万トン，アメリカで 55 万トンの合計 125 万トンであった。2005 年には 150 万トンとなり，このうち約 47.5 万トンが輸出用であると予想されている（Vinterbäck,2004)。

引用文献

財団法人日本燃焼機器検査協会 HP：www.jhia.or.jp/pellet.htm

小島健一郎：木質ペレット関連事業体の全国調査と結果分析．山林 1446，27-34（2004）

（ただし，2004 年の統計値についてはペレットクラブ HP から引用した。www.pelletclub.jp）

The bioenergy international No11 (2004)：www.bioenergyinternational.com

Vinterbäck, J.：Pellets2002:the first world conference on pellets. Biomass & bioenergy 27, 513-520 (2004)

Ståhl, M. et al.：Industrial processes for biomass drying and their effects on the quality properties of wood pellets. Biomass & bioenergy 27, 621-628 (2004)

笹内賢一：バイオマス熱分解ガス化による発電利用．日本燃料学会誌 47 巻 139 号，31-39（2005）

初島住彦：日本の樹木．講談社，東京，324p（1976）

山下直子：アカギ．森林科学 34，4-13（2002）

調査報告者：九州地域バイオ燃料利用推進委員会委員
国立大学法人　佐賀大学　農学部
准教授　田中　宗浩

(5) ナタネ（エステル系）

①　学術上の分類

(a)　学名と俗称

ナタネは，日本国内の至る所で見かけることができる。学術上の分類では，アブラナ科（Brassicaceae もしくは Cruciferae）アブラナ属（*Brassica*）に該当する一年草または二年草であるが，学術上はナタネという分類はない。アブラナ属の植物は春先に抽苔して黄色や白い花を咲かせるものがおおく，こららを「菜の花」と呼び，古くから身近に親しまれてきた。*なお，B.rapa* はさらに多様であり，ミズナ，コマツナ，ハクサイ，チンゲンサイ，カブなどがこれらに該当し，古くから食用の葉菜類，もしくは油糧作物として作付けされており，我々の生活にもなじみの深い植物となっている。ナタネ（菜種）という呼び名は，野菜（菜）の種といった意味から派生して来たと言われている。

現在，ナタネ（菜種）と呼ばれているのは，アブラナとセイヨウアブラナに該当する品種で，特に子実から油をとることができる種類を指している。また，アブラナ属の植物の種子からは油が得られることから，「菜種油」という呼び名が生まれたと考えられている。

(b)　種類と用途

国内に普及している種としては，アブラナ（*Brassica.rapa*）とセイヨウアブラナ（*Brassica.napus*）があり，染色体数は，それぞれｎ＝18 とｎ＝19 となっている。品種改良の段階で様々な系統が取り入れられており，現在では，エルシン酸を含まず，グルコシノレート濃度が低い，ダブルロー品種が一般的になっている。国内で作付けされている品種としては，キザキノナタネとナナシキブが有名であるが，これらはエルシン酸を含まないがグルコシノレートは含まれるため，搾油後に発生する油粕は肥料利用可能であるが，飼料には利用できない。国内育成品種のダブルロー品種としてはキラリボシがある。グルコシノレートを含む品種を栽培した際には，後作の際に注意が必要である。

栽培されたナタネから種子を収穫した後は，乾燥調整して搾油をし，食用油として利用するのが最も一般的な利用法である。搾油率は 3 割程度といわれて，搾油後の油粕は主に肥料として利用されている。

②　第 2 世代バイオマス収量

(a)　ナタネ品種別の収穫量

ナタネは，栽培暦に沿って管理作業や施肥が実施されている事例から，耕作放棄地等に播種のみを実施して放任している事例まで幅広く，平成 19 年度の全国平均収量は 152.4kg/10a となっている。国内では在来種を含めて 11 種類以上が作付けされており，そのうち，キザキノナタネとナナシキブの 2 品種が全国で広く栽培されている品種である。品種別の平均収量は，キザキノナタネが 179.5kg/10a，ナナシキブが 93.9kg/10a と

なっている。

(b) 地域別にみた収穫量

地域ごとの収量を見ると，キザキノナタネは北海道の滝川市，赤平市，清水町，及び豊頃町が 278.8kg/10a，島根県の浜田市及び奥出雲町が 277.8kg/10a，大分県国東市が 240.0 kg/10a，ナナシキブは福岡県築上町が 290.0kg/10a と報告されている。また，群馬県渋川市,鹿児島県東串良町,石川県七尾市では 200kg/10a の収量が報告されており，今後は，栽培暦が各地域で整備されることによって生産量と収量が向上するものと考えられる

表 3-(5)-1 なたねの品種別作付面積及び生産量

	作付面積 (ha)	収穫面積 (ha)	収量 (kg/10a)	収穫量 (トン)
キザキノナタネ	540.9	483.0	179.5	867.2
ナナシキブ	139.0	93.9	93.9	88.2
オオミナタネ	34.5	30.9	109.4	33.8
アサカノナタネ	62.0	37.0	30.0	11.0
アサヒノナタネ	1.2	1.2	83.0	1.0
キラリボシ	10.5	6.7	101.0	6.8
農林 20 号	2.9	2.1	4.8	0.1
トキワナタネ	0.1	0.1	133.0	0.2
ダイリュウナタネ	1.0	0.1	200.0	0.2
農林 32 号	1.5	1.5	180.0	2.7
在来種	122.8	15.4	130.5	20.1
不明･その他	72.8	22.2	120.0	26.6
全品種計	**989.1**	**694.0**	**152.4**	**1057.8**

平成 19 年産特産農作物生産実績より作成
（農林水産省 生産局生産流通振興課資料）

③ 第 2 世代バイオ燃料変換技術

(a) バイオディーゼル燃料

現在は国内に広く普及している技術であり，一般的には触媒を用いたエステル交換反応によって製造される。植物油はグリセリンと脂肪酸から構成されていることから，そこへメタノールと触媒を加えることによって，脂肪酸とメタノールが結合した脂肪酸メチルエステル(Fatty Acid Methyl Ester，FAME)とグリセリンが生成される。バイオディーゼル燃料とは脂肪酸メチルエステルをさす。日本ではエステル交換にメタノールを使用するケースがほとんどであるが，エタノールを使用することも可能であり，その場合は，脂肪酸エチルエステル(Fatty Acid Ethyl Ester，FAEE)となる。ただし，FAEE については，品質規格が定められていない。

触媒としては，水酸化ナトリウム及び水酸化カリウム（アルカリ触媒），硫酸やリン酸（酸性触媒），微生物や酵素（生物触媒），金属やイオン交換樹脂（固形触媒）などが使

用可能である。実用的な方法としては，アルカリ触媒法が最も普及しており，ほとんどのバイオディーゼル生成装置においてアルカリ触媒法が採用されている。

EU では，バイオディーゼル原料として主に菜種油が使用されているが，EU バイオディーゼル規格の EN14214 は菜種油を念頭においた規格であることから，その他の植物油（例えば，ヒマワリ油）では，この規格には適合しない。そこで，これらの油を使用した場合は，菜種油から生成したバイオディーゼルに 20～30%程度で混合して使用されている。

(b) 揮発油等の品質の確保等に関する法律

日本国内におけるバイオディーゼル燃料の材料は，バージンの植物油を使用せずに，廃食用油を用いるケースがほとんどであり，どうしても材料品質が不均一となる。また，多くのメーカーが様々な形式の製造装置を開発しており，生成条件や過程も異なることから，バイオディーゼル燃料の品質確保と保証が重要となる。このような現状を踏まえ，バイオ燃料品質については「揮発油等の品質の確保等に関する法律（以下，品確法）」（平成 20 年 5 月改訂）によって厳密に規格化されている。（詳細は本法令を参照のこと）。

脂肪酸メチルエステルについては，平成 19 年 3 月から軽油へ 5%（重量基準）まで混合することが認められている。同時に，混合した燃料は，軽油の強制規格に加えて，メタノール含有量，酸価，酸化安定性等の品質基準を満たさなければならない。

平成 20 年 5 月の改訂から，混合事業者は営利目的の有無にかかわらず，自動車の燃料用として売る・自ら消費する場合，経済産業大臣の登録を受けなければならない。また，脂肪酸メチルエステルの生産業者（精製業者）や輸入業者に加えて，特定加工業者としてこれらを軽油へ混合して自動車燃料として販売・消費場合においても，強制規格に適合しているかどうかの確認義務が課される。自家消費する場合も同様に品質の確認義務が課されている。

ただし，品確法はあくまで炭化水素油を対象とした規制であるため，炭化水素成分を含まないニート FAME（含酸素燃料）は同法の規制の対象とはならない。

④ 第 2 世代バイオ燃料収量

(a) バイオディーゼル燃料（脂肪酸メチルエステル）の合成量

原材料となる植物油に対してアルカリ触媒（水酸化カリウム）及び材料比 15~20%程度のメタノールが添加され，FAME への処理が進められるのが一般的な仕様となっている。FAME 生成量については，装置の仕様や変換方法によってメーカー毎に異なるが，原材料 200L に対して，180～200L が生成される。システムの選択の際には，洗浄水発生の有無，処理時間，経済性を考慮して機種を選択することとなる。

表 3-(5)-2 FAME 燃料製造における原料 200L に対しての処理条件の比較

	A 社	B 社	C 社	D 社
洗浄方法	化学処理	温水洗浄	温水洗浄	乾式(フィルター)
1 バッチ処理時間	7 時間/200L	4 時間/100L	24 時間/200L	24 時間/200L
処理に要する添加物	ﾒﾀﾉｰﾙ 32.5L KOH 3kg 処理剤 0.11L 防寒剤 0.18L(冬)	ﾒﾀﾉｰﾙ 40.0L KOH 2kg HCl 200mL 洗浄水 200L	ﾒﾀﾉｰﾙ 35.3L KOH 3kg 洗浄水 80L	ﾒﾀﾉｰﾙ 35L KOH 2.52kg ただし，ﾌｨﾙﾀｰの定期交換が必要
処理後生成物	ｸﾞﾘｾﾘﾝ 44.6L 洗浄水少量 回収ﾒﾀﾉｰﾙ 2.5L	ｸﾞﾘｾﾘﾝ 40L 洗浄水 200L	ｸﾞﾘｾﾘﾝ 50L 洗浄水 80L	ｸﾞﾘｾﾘﾝ 35L
FAME 生産量	186L	180L	185L	200L

出典：廃食用油ならびに植物油（ナタネ・ヒマワリ）のバイオディーゼル燃料化調査事業報告書（椎田町地域新エネルギービジョン策定等事業報告書）を一部改変

⑤　第 2 世代バイオ燃料原料利用の現状

(a)　国内におけるバイオ燃料原料利用の現状

国内で収穫されるナタネは，ほぼ全てが食用の油糧として利用されており，燃料利用は廃食用油を使用する方法が普及している。かつて，ナタネは国内において広く作付けされており，1957 年に栽培面積 26 万 ha，生産量 32 万トンに達したが，大豆やナタネの輸入自由化によって作付面積は減少の一途をたどってきた。しかし，この 10 年間は僅かながらナタネの作付面積及び菜種油の生産量は微増している（平成 19 年度実績 作付面積 989.1ha，収量 1057.8 トン）（以上，農林水産省作物統計）。茎や葉は，収穫時に圃場に残され，後作の際にすきこみなどの処理によって処理されている。ただし，グルコシノレートの影響が出ないように，注意をする必要がある。

作付け状況を見ると，耕作放棄地や景観作物としての播種事例も多く，これらの事例では収益性が高いとはいえない。しかし，消費者の健康志向から国産ナタネ油の需要も伸びつつあり，収益性を確保することも可能となってきたことから，油糧作物としての地位を回復しつつあるといえる。

(b)　海外におけるバイオ燃料原料利用の現状

世界的なナタネの生産量は，大豆，アブラヤシに次いで３番目に多く，6000 万トン近くが生産されている。主要な生産国は中国，カナダ，インド，ドイツ，フランスオーストラリアなどがある。輸出可能な生産国はカナダとオーストラリアである。

EU では「欧州議会・理事会指令，Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC」に基づき，EU 加盟国は 2010 年までに輸送用燃料の 5.75%をバイオ燃料とすることを目標として掲げており，更に 2020 年までには全ての加盟国が最低でも 10%を占めるように目標値が引き上げられている。また，共通農業政策(CAP)には，

穀類の生産調整として 10%の耕作地を休耕地にする対策が導入され，休耕地ではエネルギー作物を含む食用ではない作物の作付けが認められている。これらの方針を受けて，バイオディーゼル燃料材料としてナタネの作付けが実施されており，EU のナタネ収穫量の 80%以上は燃料利用となっている。特に，ドイツ，フランス，イタリアでの栽培が盛んであり，輸送用燃料としての普及が進んでいる。ドイツではバイオディーゼルは軽油消費量の５％を占めるまでになり，フランスでは全てのディーゼル燃料に５％のバイオディーゼルが混合されている。

調査報告者：九州地域バイオ燃料利用推進委員会委員
国立大学法人　佐賀大学　農学部
准教授　田中　宗浩

(6) ヒマワリ（エステル系）

①　学術上の分類

ヒマワリはキク科(*Helianthus*)ヒマワリ属(*annuus* L.)の 1 年草で，北アメリカが原産である。草丈は 90～200cm になり，頭花は径 7.5～30cm である。生育が旺盛で栽培管理もほとんど必要とせず，景観維持や花壇垣根として，また，切り花などに利用されている。種子は，食用や油糧として用いることができる。

油糧作物としての品種改良はロシアから始まり，1970 年代にはハイブリッド品種が開発され，収量性が 20%程度増加し，種子中の油分含有率が 45%前後まで増加したと言われている。搾油して得られるヒマワリ油には不飽和脂肪酸が含まれており，現在ではオレイン酸 40～60%の中オレインタイプや，75～85%の高オレイン酸タイプの品種が主流となりつつある。

②　第 2 世代バイオマス収量

国内で作付けされている油糧としてのヒマワリ品種は，ハイブリッドサンフラワーが最も多く，作付面積は 51.2ha である。その他の品種を合わせると，全体では 101.2ha 程度と報告されている。全国の収穫量は 41.9 トン，収量は 54kg/10a となっている。

福島県農業総合センターで実施された品種別の栽培試験によると，「春りん蔵」は 26.45kg/a，「IS6767」は 27.65kg/a と高い収量となり，種子中の含油率は，それぞれ 48.4%と 45.5%を示している。このことから，今後は品種の選定や肥培管理技術が確立されることによってナタネと同レベルの収量を得ることが期待される。また，種子確保の観点から考えると，ハイブリッド種は安定的な確保が困難となる場合があることから，従来法で育成された品種を選定することが望ましい。

なお，ヒマワリの栽培期間は，播種期が５～６月，成熟期が９月頃であることから，水稲作と作付け時期が重複するため，転作田や耕作放棄地での栽培が有効であると考えられる。

③　第 2 世代バイオ燃料変換技術

（ナタネと同じ）

④　第 2 世代バイオ燃料収量

（ナタネと同じ）

⑤　第 2 世代バイオ燃料原料利用の現状

(a)　国内におけるバイオ燃料原料利用の現状

国内におけるヒマワリの作付面積が少ないため，ナタネと同様にバージン油を燃料化する事業は存在しない。ただし，試験的な燃料変換の事例はある。また，作付けに取り組んでいる地域では，廃食用油のバイオディーゼル燃料化とセットで取り組まれる事例が多い。

表 3-(6)-1　ヒマワリの作付面積及び生産量

県名	栽培面積（ha）	収穫面積（ha）	収量（kg/10a）	収穫量（t）	主産地（市町村名）	主要品種名
宮城県	13.0	13.0	30.0	3.90	大崎市（旧三本木町）	IS6767, IS8048
秋田県	3.2	0.2	22.0	0.04	小坂町	ハイブリットサンフラワー
福島県	0.2	0.2	50.0	0.10	浅川町	
埼玉県	0.5	－	－	不明	川越市	不明
新潟県	0.1	－	－	不明	関川村	不明
石川県	2.0	2.0	－	不明	津幡町	ハイブリッドサンフラワー
福井県	1.8	1.8	15.1	0.30	池田町	ハイブリッドサンフラワー
兵庫県	31.3	23.9	117.2	28.00	佐用町・南あわじ市	なんこう1号
島根県	26.6	26.0	20.8	5.40	斐川町	ハイブリットサンフラワー
岡山県	11.7	4.2	39.0	1.65	笠岡市、和気町	ハイブリットサンフラワー
香川県	5.9	2.8	46.0	1.30	まんのう町	ハイブリットサンフラワー
長崎県	0.4	0.4	20.0	0.08	五島市	
熊本県	3.0	1.5	9.7	0.10	天草市、芦北町	
大分県	1.5	1.5	67.0	1.00	中津市	不明
合　計	101.2	77.5	54.0	41.87		

引用：平成 19 年産特産農作物生産実績
（農林水産省　生産局生産流通振興課資料）

(b)　海外におけるバイオ燃料原料利用の現状

世界の油糧種子としての生産量では，大豆，ナタネ，綿実に続く４番目となっている。また，植物油生産量では，パーム油，大豆油，ナタネ油について４番目である。主要生産地は，アルゼンチン，ロシア，ウクライナ，中国，フランスなどである。

アメリカヒマワリ協会の資料によると，全世界の作付面積は約 2,400 万 ha，収量は 32,57 万トン，収量は 1.36 トン/ha となっている。これらのうち，バージン油を燃料使用している事例は EU において見られるが，ナタネと比べると量は少ない。

調査報告者：九州地域バイオ燃料利用推進委員会委員
国立大学法人　鹿児島大学　農学部
准教授　寺岡　行雄

(7) ツバキ（エステル系）

①　学術上の分類

ツバキ，サザンカはともに温帯南部に分布し，日本，中国，インドに多いとされ，わが国では観賞用としての両者の変種が多数存在する。しかし，採油用としてはもっぱらヤブツバキ（*Camellia japonica* L.）が植栽されてきた。中国でもツバキ属の樹種は，お茶の葉の採取用とともに観賞用として各地で植栽され，中でも*C. oleifera* Abel.は食用油の生産用として広く南部の各地で大量に植栽されている（河内，2007）。

果実の生重量は，種によってかなりのバラツキがあることが分かる。10 g以下の小さなもの，わが国でよく見られる20～40 gの中庸のもの，さらに中国には100 g以上の種も少なくない。中には400～600 gの巨大なものもある。果実中の種子の割合は，生重量が小さいものから中庸のものでは30 %前後のものが多いが，400 gを越える大きな果実では種子は15 %程度である。また，採油用として重要な種子中の含油量は30 %以上で，多くの種で50 %を越える。しかし，チャ(*C. sinennsis*）の含油量は10 %程度で極端に少なく，採油用には不適なことが分かる。わが国で採油用とされるヤブツバキや中国の*C. oleifera* Abel.では果実の生重量は比較的小型(30 g程度)であるが，取り扱いも容易で，種子の割合も高く含油量が50 %を越えるので，もっぱら採油用として植栽されるものと思われる（河内，2007）。

写真 3-(7)-1　ヤブツバキの果実(ツバキ実)

写真 3-(7)-2　果実が裂開（殻）し、落下直前のツバキ種子

②　第 2 世代バイオマス収量

(a) 種子の収穫量

ツバキ種子の収穫が最も盛んな鹿児島県鹿児島市黒神町の農家所有のヤブツバキ純林にて，種子の収穫量調査を行った。この調査地はかつてのビワ林が降灰の影響で枯死したため，鹿児島市が昭和 56 年より配布した苗木（2－3 年生）を植栽したものである。林分内の立木密度は均一でなく，24－28 年生の林分に若年生のヤブツバキがわずかに混植されている。所有農家の収穫方法は種子拾いが 10 割であるため，地面に落下した種子を拾うことにより収穫した。林分内に 5m×5m のプロット 4 ヵ所（P1～4）を設置し，プロット内の種子を平成 21 年 10 月 17 日と 10 月 26 日の 2 度に分けて，その時点で落下しているヤブツバキの種子をすべて収穫した。収穫した種子の総重量を 100m^2（10a）あたりの収穫量とした。

桜島におけるツバキ栽培園を対象とした種子収穫量は，10a あたり 120kg～158kg であった。立木密度の異なる 4 プロット間に収穫日の違いによる種子の収穫重量の差はなかった。収穫した種子の平均重量は 132 kg/10a であった。

(b) ツバキ油，絞り粕，殻の発生量

ツバキ種子から圧搾可能なツバキ油量は，種子 1.0kg に対して 0.3kg とされている。一方，絞り粕は 0.7kg 発生する。絞り粕は肥料や農業資材として農家に販売されている。

鹿児島県の桜島では，種子が裂果し，落下した種子を採取する事例も見られたが，五島などではほとんどが裂果前の殻付きで採取している。天日乾燥後，劣化したところで種子を採取する方式をとっている。このように農家の庭先で殻も同時に発生する場合は，殻も燃料として利用になる。種子 1.0kg に対して，殻は 0.7kg 発生するとされている。

(c) ツバキ油の燃焼熱実験

ツバキ油の性質解明の一環として燃焼熱実験を行った。カロリーメーターは 25℃ないし 30℃の一定恒温水槽中にサンプル及び 3.5MPa の酸素を充填したカプセルを沈め，ニクロム線に電流

を流し着火してサンプルの燃焼を行い，恒温水槽の温度上昇からサンプルの持つ熱量を測定する方法である。密閉系での燃焼であるため，カプセル中に吸収溶液を入れておくことにより、燃焼時に発生する気体を回収して測定することが可能である。測定装置は，IKAjapan 社製 C5000 ベーシックで，カプセルは C5012 耐ハロゲン用を用いた。

カロリーメーターの測定条件は，JIS-M8814 を参考にサンプル量 1.0g 程度を鉄製ルツボに入れカプセル中にセットし，燃焼させた。熱量分析における誤差範囲は±100J/g であり，定量下限界は 100J/g 程度である。

油をサンプルとした Bomb 法に関する明確な規格は存在しない。そこで，RDF（固形燃料）中の Cl や S の測定規格である JIS-Z7302-6 及び JIS-Z7302-7 を参考にして測定条件を決定した。サンプルとしてツバキ油 1mℓ，吸収溶液として超純水 5mℓを用いた。

写真 3-(7)-3　燃焼熱実験の使用器具

写真 3-(7)-4　カロリーメーター(IKAjapan 社製 C5000 ベーシック)

3 サンプルでの熱量計測の結果，ツバキ油の高位発熱量は 38.42MJ/kg であった。

③　第 2 世代バイオ燃料変換技術

燃料としてのツバキ油の利用は，直接燃料やエステル化燃料（BDF 化）が可能である。しかし，ツバキ油は 1 リットルあたり 10,000 円程度であり，燃料として利用できない価値で流通している。したがって，圧搾時に発生する絞り粕あるいは採取時の殻を燃料として利用する方法が考えられる。燃料化では，殻は採取時のままか粉砕しての固形燃料化・ペレット化が考えられ，直接燃焼が適用される変換技術となる。

④　第 2 世代バイオ燃料収量

採取したツバキの種子から製油されたツバキ油は 38ℓ/10a であった。したがって製油の歩留まりは種子 1kg あたり 0.29ℓとなる。この値は昨年度の東桜島地域での製油量の 0.30ℓ/kg とほぼ等しく，0.37ℓ/kg 程度といわれる桜島産ツバキ油の製油量の目安より小さい値を示した。鹿児島市の農政課によると，桜島島内のヤブツバキ栽培面積は 27ha となっていることから，21 年度の桜島内の種子収穫可能量は 1.32t/ha×27ha＝36t で，製油可能量 36t×0.29kℓ/t＝10kℓと推察された。

⑤　第 2 世代バイオ燃料原料利用の現状

(a)　国内におけるバイオ燃料原料利用の現状

国内のツバキ油生産は 45kL 程度であるが，ツバキの結実には豊凶があり，20KL から 60KL まで生産量に幅がある。生産地は東京（伊豆諸島），長崎（五島列島）および鹿児島の三大産地で生産量の 95%以上を占めている（図 3-(7)-1）。

ツバキ油の成分や特性は次のようになっている。ツバキ油の主要な脂肪酸は一価不飽和脂肪酸のオレイン酸(組成率 85%)といっても過言ではない。一価不飽和脂肪酸は，多価不飽和脂肪酸より酸化されにくく，近年，血清コレステロール，特に，動脈硬化促進因子である LDL コレステロールの濃度を減少させ，動脈硬化抑制因子 HDL コレステロールの濃度には影響を与えないことが明らかになった。脂肪酸の摂取比率については，栄養生理学的な面から飽和脂肪酸(S)，一価不飽和脂肪酸(M)，多価不飽和脂肪酸(P)の割合を S：M：P=1：1.5：1 とし，一価不飽和脂肪酸を他の脂肪酸に比較して多量に摂取するよう栄養指導がなされており，この点でオレイン酸高含有ツバキ油は食生活に有効な食用油であると推察される。さらに，ツバキ油と他の植物油（トウモロコシ油，サラダ油，オリーブ油，大豆油）を比較した物理化学的・食品学的性質の測定を比較検討した研究が報告されている。その結果，ツバキ油は油の疲れの指標といわれる比重，屈折率において最も低い値を示し，酸化に対して最も安定で保存性のよいことが示唆された。

ツバキ油の用途は化粧用，皮膚用，高級石鹸原料，食用油，医薬用であり，製油工程の際排出される絞り粕は魚毒用，肥料や土壌改良剤，食器用洗剤として利用されている。戦前においては，化粧品特に頭髪用油として国内需要の大部分を占めてきたが，戦後石油化学の発達とともに流動パラフィンがツバキ油に取って代わり，近年では，ツバキ油の頭髪用に占める割合は数パーセントに落ちた。しかし公害問題で石油化学製品が色々な分野で問題になった時期を経て，ツバキ油の需要はわずかであるが上昇線をたどっている。ツバキ油産業の問題点としては，ツバキ油の価格がオリーブ油の約 2.5 倍，流動パラフィンの十数倍と高価なこと，量がまとまりにくく絶対量が少ないこと，小規模生産のため品質が一定しないこと，加工・利用技術は流動パラフィンのほ

うがはるかに進んでいることなどがあげられる。しかし，今日的な傾向として天然物が尊重されはじめ，特に最近にいたって皮膚医学界ではツバキ油の効用を高く評価している。

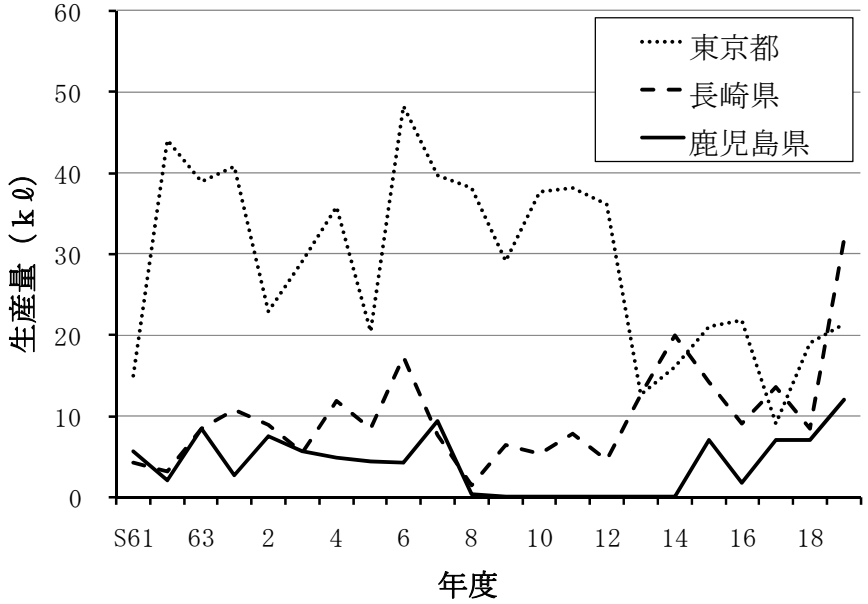


図 3-(7)-1　ツバキ油の生産量の推移

引用文献

河内進策：樹木が作る油脂資源．宮崎大学農学部研究報告 53(1/2)，11-19（2007）

調査報告者：九州地域バイオ燃料利用推進委員会委員
国立大学法人　九州工業大学
生命科学研究科
准教授　脇坂　港

(8) アオサ・ノリ（海藻類）

①　学術上の分類

(a)　海藻類の学術的分類について

藻類とは、光合成により酸素と糖類を生産する植物のうち、陸上植物（コケ植物、シダ植物、種子植物）を除いた11の植物群（紅色植物、緑色植物、灰色植物、クリプト植物、不等毛植物、ハプト植物、渦鞭毛植物、ユーグレナ植物、クロララクニオン植物、細菌の藍色植物、原核緑色植物）からなる。多くが単細胞の顕微鏡サイズである。海藻とは、海に生きる藻類のことで、珪藻など顕微鏡サイズの微細な藻類もいるが、一般には、肉眼で見分けのつく大きさのものをいう。光合成を行う藍藻（シアノバクテリア）が一次共生によって紅藻や緑藻となり、さらに他系統の原生生物に共生することで多様性をさらに増していった。（海藻、千葉県立中央博物館、2010年）

また、海藻（かいそう）と海草（かいそう、うみくさ）は、生物学的分類が異なる。海草は、花をつけて種子をつくる顕花植物であり、アマモ、コアマモ、ベニアマモ、ウミヒルモ、リュウキュウスガモ、ウミショウブなどが含まれる。海藻は、コンブ・ワカメ・ノリなどの花をつけない隠花植物であり、葉・茎・根の分化がはっきりしない葉状体である。（日本海藻協会HP http://www.japan-seaweed-association.com/）

世界全体の海藻の種類数について、緑藻は125属、6500種（日本近海では252種）[うち2／3が海産]、褐藻は240属、1500種（日本近海では379種）[3属のぞく全てが海産]、紅藻400属、4000種（日本近海では903種）[12属50種は淡水産]とされる。（海藻利用の科学、山田信夫著、2004年）大型藻類（海藻）は、効率良く太陽光を利用するために、「棲み分け」をしている。すなわち、緑藻類は、浅い表層に生息、褐藻は中層付近、紅藻は深い場所に生息している。

②　第 2 世代バイオマス収量

(a)　海藻類の収量について

資源としての観点から藻類は、栽培可能な生産系バイオマスに分類することが出来る。賦存量について、報告値によりバラつきがあるが、養殖も含めた海藻生産量として、日本では62万トン（H19年度）、世界では1600万トンとする数値がある。

また、未利用バイオマスとして、廃棄藻類や打ち上げ海藻（流れ藻）がある。コンブやワカメの産地では、変色した葉先やコンブ付着器、コンブ耳、製品外のノリなどが食用に適さないとして廃棄されている。残滓発生量は、全国で約5万トンと考えられる。現状で海藻の加工残滓は、ウニ・アワビの餌、たい肥原料などとして一部で利用とされる。さらに、未利用のバイオマスとして、打ち上げ海藻も挙げられる。海岸や海浜に打ち上げられる海藻は、アラメ、カジメ、ホンダワラ類などが多く、その発生量は把握されていない。打ち上げ海藻は、海浜での放置、自治体による焼却処分、埋立処分がなされている。水産系の廃棄物・未利用バイオマスは、その含水率の高さが、回収率や処理の効率を低下させる原因となっている。すなわち、放置するとすぐ腐敗して悪臭を放つため、保管・収集／運搬時に問題が発生する。

（ゼロエミッションと新しい水産科学、三浦汀介、北海道大学出版会、2009）

表3-(8)-1　代表的な海藻の分類と構成糖

	代表種	構成糖
紅藻	テングサ、ツノマタ、イギス	グルコース、ガラクトース、カラギーナン
緑藻	アオサ、アオノリ	グルコース、ラムノース、マンノース
褐藻	コンブ、ホンダワラ、ジャイアントケルプ	アルギン酸、マンニトール、キシロース

(b)　海藻類の構成成分について

バイオマス資源としての利用を考える際に、海藻の構成成分に関しては、リグニンを含まず（すなわち柔和な構造）、粘質多糖類を多く含むという点が陸上生物とは異なる大きな特徴として挙げられる。

さて、まず糖質には、発酵しやすい糖質と発酵しがたい糖質がある。一般的には貯蔵糖系の糖質は発酵しやすく、組織を形成する構造糖系の糖質は発酵しがたい。海藻は、海水中で生息するため、組織が柔軟な構造体となっていることから保水力の高いゲル状の構造多糖を多く含むと推察される。さらに、生体防御機能を担うとされる硫酸基を含んだ粘質多糖も含んでいる。これらの糖質がデンプンなどと異なり、発酵しがたいことが、海の植物素材である海藻の発酵利用がこれまで進んでこなかった（世界のどこにも海藻を原料するお酒はない！）原因の一つと考えられる（内田基晴、海藻を発酵させる技術とその応用、日本醸造協会誌、p71-80、2011年2月号）。

さらに、資源化を目指す海藻バイオマスの取り扱いにおいて注意すべき点としては、含水率が高い（約90%）こと、塩分（主としてNaCl）を含むことである。

表3-(8)-2　　陸上植物と海藻の年間生産量と主要な糖質成分の発酵しやすさ

	年間生産量	主要糖質	概算の含量（乾燥）[%]	発酵しやすさ
トウモロコシ	70億トン	デンプン	20	◎
稲わら	1300万トン	セルロース	40	○
褐藻	96万トン	アルギン酸	15-30	×
紅藻	104万トン	ガラクタン	15-45	△
緑藻	0.6万トン	セルロース	5-10	○

（京都大学出版会　水産の21世紀海から拓く食料自給p445、表6－8を引用）

③　第 2 世代バイオ燃料変換技術

(a) 熱化学的変換技術

一般的に、バイオマスの燃料転換技術は、熱化学的変換と生化学的変換技術の二通りに分類することが出来る。まず、代表的な熱化学的変換技術を下表に示す。

表3-(8)-3　　代表的な熱化学的変換技術

直接燃焼	直接燃焼させて熱や電気エネルギーを得る。
ガス化	ガスにして熱や電気エネルギーを得る。 合成ガス（水素と一酸化炭素）から FT 反応を経て液化し、合成軽油を得ることも可能。
炭化	炭にする
BDF 製造	中性脂質をアルカリ条件下でメタノールと反応させ、脂肪酸メチルエステルを燃料とする
固形燃料化	ペレット化して燃焼させる

海藻の場合には、高い含水率（約 90%）に加え、塩分（主に NaCl）を含有するため、ダイオ

キシンの発生や塩化物イオンが燃焼炉を傷めることが懸念されるため、直接燃焼やガス化などの熱化学的変換には向かないと考えられる。

(b) 生化学的変換技術

代表的な生化学的変換技術を下表に示す。

表3-(8)-4 代表的な生化学的変換技術

エタノール発酵	糖から微生物(酵母や細菌[Zymomonas])の作用によりエタノールを生産する。
ブタノール発酵	糖から微生物(細菌[Clostridium])の作用で、より発熱量の高いブタノールを生産する。
メタン発酵	嫌気性微生物を利用し、有機物から気体燃料であるメタンを生成する。
水素発酵	嫌気性微生物を利用し、水素を生産する。メタン発酵の前処理としても有効。
水素生産	光合成細菌により、光培養装置(フォトバイオリアクター)を用いて、水素を生産する。

エネルギー転換技術として海藻を対象に検討が進められている生化学的変換は、主としてメタン発酵によるメタンガスのエネルギー利用とエタノール発酵による液体燃料製造である。

メタン発酵の主な利点として、1. 原料を選ばない、2. エネルギー回収率が高い(全有機物ベース)、3. システムが単純という点が挙げられる。欠点としては、1. 処理時間が長い(～数週間)、2. 気体燃料のため取扱注意という点が挙げられる。エタノール発酵の主な利点としては、1. エネルギー回収率が高い(糖ベース)、2. 液体燃料であるために取扱が容易という点が挙げられる。欠点としては、1. システムが煩雑(前処理→糖化→発酵→精製と長いプロセス)、2. 微生物が資化できない糖の存在(遺伝子操作により将来的に利用できる可能性がある。しかし海藻中の多糖類を微生物が利用できる単糖に糖化できるかという問題が依然存在する)が挙げられる。また、共通の課題(バイオマス利用全般にあてはまると考えられる)としては、1. 原料供給(含水率の高い原料の収集・運搬・保管、安定的な原料供給)、2. 残渣処理(固形残渣や廃液の処理)が挙げられる。

④ 第 2 世代バイオ燃料収量

(a) 海藻からのバイオ燃料収量について

第二世代バイオ燃料であるバイオエタノールの生産など、資源として海藻の有効利用を検討する際には、コストやエネルギー収支を勘案し、その合理性を判断する必要がある。しかしながら陸生のバイオマスと比較して、海藻の成分含量や各種の海藻糖質からの収量(海藻中の糖質は、季節により変動することも知られている)などの基礎情報が不足しており、それらの評価を行うことが困難な状況にある。次項にも記載するが、水産庁では現在、「水産バイオマスの資源化技術開発事業」(平成19年～24年)を実施している。この事業において、海藻の糖質成分とその発酵性についてのデータベースを作成する取組みが進行している。それらが完成した暁にはじめて、海藻からのバイオ燃料製造の実現可能性が議論の俎上にあがると考える。

⑤ 第 2 世代バイオ燃料原料利用の現状

(a) 国内における海藻類バイオ燃料化研究の概要

東京大学の横山伸也名誉教授は、伝統的に海産物の養殖技術にも強みがあり、国土の約12倍で世界第6位の面積を誇る排他的経済水域(Exclusive Economic Zone:EEZ)を持つ日本において、海洋をエ

ネルギー生産の場として活用することの重要性を提起している（化学,Vol.65,No.12,p56-58,2010）。

2010年5月に、「マリン発酵テクノロジーの萌芽－海藻からのバイオエタノール生産－」と題するシンポジウムが企画され、海藻からのバイオ燃料製造に関する研究動向を俯瞰する機会があった。（第13回マリンバイオテクノロジー学会講演要旨集、p37－46、2010）

水産庁では、2007年度から海藻バイオマスからのエネルギー生産を目指す課題「水産バイオマスの資源化技術開発事業」を採択し、さらに2008年度からは5年間の計画でエタノール生産の課題への予算を拡充している。この事業の概要としては、海藻からのエタノールの生産コストや生産可能量を見積もるために必要となる海藻成分（特に糖質の種類と含量が重要）や海藻に含まれる種々の糖質からのエタノール発酵収率等の基礎データに関する調査研究（水産総合研究センター）が行われている。さらに、酵母（東京海洋大学）や海洋細菌（北海道大学）を利用したエタノール生産技術の研究も行われている。
産業技術総合研究所バイオマス研究センターにおいては、東南アジアにおける水産養殖池の豊富な栄養塩を海洋性大型緑藻の培養に利用し、回収した緑藻からのエタノール生産の可能性について検討している。海藻バイオマスの資源化を実現するためには、有価物の抽出、養殖飼料化、水質浄化等の作用と統合して採算ベースに乗せることを考える必要がある点が示唆されている。

また、東北大学大学院佐藤實教授らは、東北電力（株）と共同で、発電所の冷却用海水取水口に季節により集まるマコンブやホンダワラなどの海藻からバイオエタノールを効率的に生産する技術を開発したと発表している。発電所取水口に集まる浮遊物（海藻、クラゲ、ゴミ）の量は、発電所の立地環境により異なるが、数百トンからその10倍にも達するとされる。通常のバイオエタノール製造工程においては、バイオマスの乾燥や微粉砕化が必要となるが、海藻は多量の水分と粘質多糖類を含むことから、乾燥は困難で多量のエネルギーが必要となる。開発された方法によれば、生の海藻を乾燥させることなく、酵素処理によって液状化と糖化を同時に行うことによりエネルギー多消費工程を省略するとされる。さらに、構成成分ごとに酵母や細菌類など資化微生物を段階的に作用させ、多くの糖質成分から効率よくエタノールを生産するプロセスが提案されている（OHM、2011年1月号、p2-3）。

さらに、日本海で海藻を育て、バイオエタノールを生産する総代な構想が、三菱総合研究所、京都府立海洋センター、東京海洋大学のグループによって発表されているが、進捗状況については不明である。構想の発端は、緑藻であるアオサからエタノールの生産に成功（乾燥重量100gのアオサから約30ミリリットルのエタノール）したことで、速く大きく成長するホンダワラへの応用を目指すとされる。原料海藻として、養殖技術の確立した大型の褐藻であるホンダワラ（Sargassum fulelum）を想定しており、ロープに植え付けた30センチほどの苗は、半年ほどで1～3メートルに成長するとされる。（Newton2008年5月号、p114）

東京ガスでは、NEDO「バイオマス等未活用エネルギー実証試験事業・同事業調査／海産未活用バイオマスを用いたエネルギーコミュニティーに関する実証試験事業」（平成14年度採択、平成15－18年度実証プラント運転）において、海藻ゴミ（コンブ、アオサ）を原料としたメタン発酵、他原料との混合、メタン発酵残渣利用、ガスエンジン試験を行っている。アオサが海浜に打ち寄せられると、景観や悪臭、貝類の成長への問題を起こすことから、自治体が回収し焼却処分している現状がある。また、漁場保護（波消しや富栄養化抑制など）の目的で海藻（コンブ）の植え付けが行われているが、成長後に刈り取った海藻の処分が問題となっている。海藻メタン発酵試験の結果、バイオガス発生量約20m3／トン-海藻、メタンガス濃度約60％の安定した結果が得られている。実運転では、海藻収集量の変動（季節、年）による設備稼働率の低下が懸念されるため、混合原料を用いた変動抑制を検討する必要がある。海藻に牛乳を加えた混合原料においても、安定したガス発生を確認している。また、メタン発酵後の脱水残渣について、コマツナへの肥効を確認している。ただし、事業化事例はなく、安定的な原料バイオマスの確保、残渣利用

先の確保などが鍵になると考えられる。

横浜国立大学の谷生教授らは、海藻（コンブ）中に含まれるマンニトールあるいはアルギン酸経由で水素を発生する反応を報告している。

(b) 海外における海藻類バイオ燃料化研究の概要

海藻バイオマスのエネルギー化に関する注目すべき海外の事例として、韓国の取組みが挙げられる。韓国生産技術研究院のユン チョンジュン博士らの研究グループは、2009～2011年の3年間で1億円/年の大統領プロジェクトを獲得して海藻バイオエタノールの研究を実施しており、着実な成果を上げているように見受けられる。ターゲットとする紅藻類には、寒天を代表とするガラクタンが大量に含まれている。これを酸で加水分解することによりガラクトースとして、酵母で発酵することにより比較的高い収量でエタノールが得られると報告された。また、紅藻類からセルロースパルプを抽出し、副生するガラクタンをメタン発酵することによりプロセスエネルギーとして利用し、エネルギー的に自立したプロセスを目指すという。

調査報告者：九州地域バイオ燃料利用推進委員会委員
国立大学法人　九州工業大学
生命科学研究科
准教授　脇坂　港

(9) 微細藻類（海藻類）

①　学術上の分類

(a)　微細藻類の学術的分類について

藻類とは、光合成により酸素と糖類を生産する植物のうち、陸上植物（コケ植物、シダ植物、種子植物）を除いた11の植物群（紅色植物、緑色植物、灰色植物、クリプト植物、不等毛植物、ハプト植物、渦鞭毛植物、ユーグレナ植物、クロララクニオン植物、細菌の藍色植物、原核緑色植物）からなる。（海藻、千葉県立中央博物館、2010年）多くが単細胞で100μm以下の微小なサイズである。鞭毛をもち、光に対して遊走性を持つ種もある。微細藻類は、海洋や淡水域に普遍的に存在しているが、そればかりか極域、氷雪、温泉、土壌、はては砂漠までに生息域が広がっている。すなわち、ほとんどの微細藻類は、無機栄養素があれば、太陽光を受けて光合成することにより二酸化炭素を炭素源として生育する独立栄養生物である。さらに、これらの一部は、有機栄養素を利用する混合栄養や従属栄養下においても生育可能なことが報告されているが、その一般性は明らかではないとされる。

一部の微細藻類は、デンプンや脂質（トリアシルグリセロールを主成分とする）を貯蔵物質として細胞内に蓄積することが知られており、これまでに約10属から高度に脂質を蓄積する株が報告されている。これらは、大規模なスクリーニングにより選抜された株であるが、分類学的な偏りが大きく、微細藻類の多様性とオイル産生能の関係は明確にはされていない。生育環境が最適条件から大きく変化（窒素飢餓や光量、温度、二酸化炭素など）すると、細胞にストレスがかかり、形態変化や、増殖の減速や停止とともに、脂質を油滴として蓄積する微細藻が知られている。一方、通常条件下でも脂質を多量に蓄積する種もあるが、相対的に増殖速度が遅い。（**バイオインダストリーVol.27,No.6, 2010特集記事より適宜抜粋引用**）

また、微細藻がアスタキサンチンなど生理活性物質を産生することから、有用物質生産をターゲットとしたビジネスがこれまでに展開されている。これまでに、健康食品や医薬品、生理活性物質から環境浄化、温暖化ガス削減、バイオ燃料というトレンドの変遷を経てきている。

表3-(9)-1　　光合成微生物（藻類、藍色細菌、光合成細菌）によるビジネス

実施企業	品種	品目	供給地
クロレラ工業（株）	クロレラ	健康食品など	福岡
DIC（株）	スピルリナ	健康食品など	海外
（株）ユーグレナ	ユーグレナ	健康食品など	沖縄
富士化学工業（株）	ヘマトコッカス	アスタキサンチン	海外
コスモ石油(株)	光合成細菌	ALA	－
協和発酵キリン(株)	光合成細菌	CoQ10	－

（メガセミナー　若山氏講演資料より引用）

②　第２世代バイオマス収量

(a)　微細藻類の収量について

下表に、微細藻類の生産性ポテンシャルの比較を示す。微細藻の種類によって、ダブリングタイム（増殖速度）や、脂肪酸組成が異なる点に留意が必要である。さらに、高CO_2濃度耐性も生産性に影響を及ぼす重要な性質である。微細藻の大量培養において、1. コンタミ、2. 増殖速度の遅さ、3. 藻体濃度の低さが課題として挙げられる。陸上培養には、導水路型の開放系と、バイオリアクターによる閉鎖系の二通りがある。

下表は、ベンチスケールにおける生産性の比較と推察され、事業化検討には、よりスケールアップした一貫プロセスでの上記課題の検証が必要と考えられる。

表3-(9)-2　微細藻類の生産性ポテンシャル

	筑波大学 渡邊信	インド食品工学研究所	オリジンオイル社 （米国）	前川孝昭
種類	*Botoryococcus braunii*	*Botoryococcus braunii*	*Clamidomonas*	*Spirulina Platensis*
藻類密度（乾燥）	3.5	1.2	13.5	14－20
日	7(?)	15	36時間	100時間

（バイオインダストリーVol.27,No.6, p.49の表2,2010を引用）

生産系の資源として、海洋性の微細藻の活用の大きな点は、1つ目に淡水資源に依存する必要のないこと、2つ目に、海水中のミネラルを栄養源として活用できること、3つ目に、土地利用制約が陸上に比べて低いこととされる（バイオインダストリーVol.27,No.6, p.11-12,2010）

③　第 2 世代バイオ燃料変換技術

(a)　微細藻類からのバイオ燃料変換技術について

バイオディーゼル燃料として、植物油の主成分である中性脂質（トリグリセリド）をメタノールとアルカリ触媒存在下で反応して得られる脂肪酸メチルエステルが知られる。微細藻類から得られる中性脂質からでも基本的にバイオディーゼル燃料が製造できる。多種の微細藻類が中性脂質を蓄積することが知られており、乾燥重量あたり 50％以上蓄積する種も知られている。一方、バイオディーゼル燃料は、炭化水素を原料としても生産可能である。

また、微細藻類を用いて、水と二酸化炭素から水素生産する技術も研究が進められている。

さらに、日本バイオマス研究所では、回収した微細藻を乾燥させ、固形燃料として利用する可能性についても検討し、風乾の場合5000cal/gの発熱量が得られると報告している。

④　第 2 世代バイオ燃料収量

(a)　微細藻からのバイオ燃料収量について

下表に、微細藻と穀物油からのバイオディーゼルの生産性比較を示す。微細藻の生産性は、研究室レベルの成果に基づき、一定の仮定の下で算出したものであり、微細藻を用いた場合においても、やはり広大な面積をバイオマス生産のために必要とすることを考慮するなど、実現可能性については冷静な判断が必要である。

表3-(9)-3　　微細藻と穀物油からのバイオディーゼル生産性比較

原料	収率(L/ha)	所要面積(Mha)
トウモロコシ	172	1540
大豆	446	594
菜種	1190	223
ジャトロファ	1892	140
ココナッツ	2689	99
パームオイル	5950	45
微細藻類	58700	4.5

(バイオインダストリーVol.27,No.6, p.11の表3,2010を引用)

淡水域に生息する Botryococcus braunii は、大量に炭化水素を産生することで有望視されている。大量の炭化水素を生産できる一方、生育速度が遅いため、培養制御の難しさが指摘されている。

Aurantiochytrium(オーランチオキトリウム)はラビリンチュラの仲間の微細藻類で、これまでにDHA等の高度不飽和脂肪酸やカロチノイドなどの有用脂質成分を生産・蓄積する微細藻として注目され研究が行われてきた。筑波大の渡辺信教授のグループが沖縄の海で採取したオーランチオキトリウムの一種は、これまでの10倍以上の効率で、バイオディーゼル燃料となる炭化水素を生産することを報告した。今後は、大量培養や抽出法の最適化などの検討が必要となるため、本格的な商業生産には、10年程度要する見込みとされる。(2010年12月15日日本経済新聞)

さらに、電源開発のグループは、海洋性の微細藻から高効率に中性脂質を産生する株を獲得、知見の蓄積を図っている。

⑤　第2世代バイオ燃料原料利用の現状

(a)　国内および海外における微細藻類バイオ燃料化研究の概要

国内および海外における微細藻類バイオ燃料化研究の概要については、NEDO 再生可能エネルギー技術白書 2010 年版において、図表 4.38 にまとめられているので、そちらを参照されたい。

微細藻類によるバイオ燃料化研究に関しては、アメリカにおいて産学官の強力な連携により積極的に進められているのに対し、我が国や欧州では一部機関独自の研究開発に限られていることが指摘されている。アメリカでは、1978年から1996年に国立再生可能エネルギー研究所にて実施されていた藻類に関する研究が再開されるとともに、「Algal bloom again」(Nature,447,520,2007)と評されるベンチャー企業も参画した実用化研究が盛んに行われている。我が国の国益に資する研究開発をサポートするためには、過去の国内外における研究プロジェクトの検証を十分に行った上で、資金投入を行うことが必要と考える。

微細藻ビジネスのバリューチェーンは、プラント工程(ハード)、生物工程(ソフト)、加工工程(プロダクト)の大きく3つに大別される。すなわち、フォトバイオリアクターなどのプラント設計や施工といったハード、微細藻類の培養や回収といったソフト、抽出・精製から販売までのプロダクト工程である(各工程を農業における畑(ハード)、農作物(ソフト)、農産加工品(プロダクト)とすると産業化のイメージがとらえやすい)。また、現状では微細藻培養から回収・利用に至る各ステップにコスト削減の課題を有する。例えば、ソフト面すなわち微細藻類選定だけを取り上げても、増殖速度が速く、目的産物の収量が高い、さらに低コストの生産システム(オープンポンド)で高密度(10g/L)にコンタミ(生物汚染)なく培養できるロバストネスといった革新が求められる。今後は、三位一体のバランスを取りながら新しいビジネスのインフラ整備を進め、事業化へ繋げていく戦略が必要とされる。まとめとしては、微細藻の生産システムは、農業のシステムと似

ていることから、生産地域の環境に合わせた独自のシステムの開発が必要との考え方である。（バイオインダストリーVol.27,No.6, p.28-35,2010）

最後に、太陽光から藻類系バイオマス生産、回収、発酵・抽出、バイオ燃料の動力利用というプロセスがそもそも太陽光発電によって電力を得るのに比べて効率的かという疑問と炭酸ガス固定に関しては、培養システム全体で評価すべきとの LCA 観点からの指摘をしておきたい。

3.　バイオマス資源利用可能性調査事業報告

①　調査の背景・目的

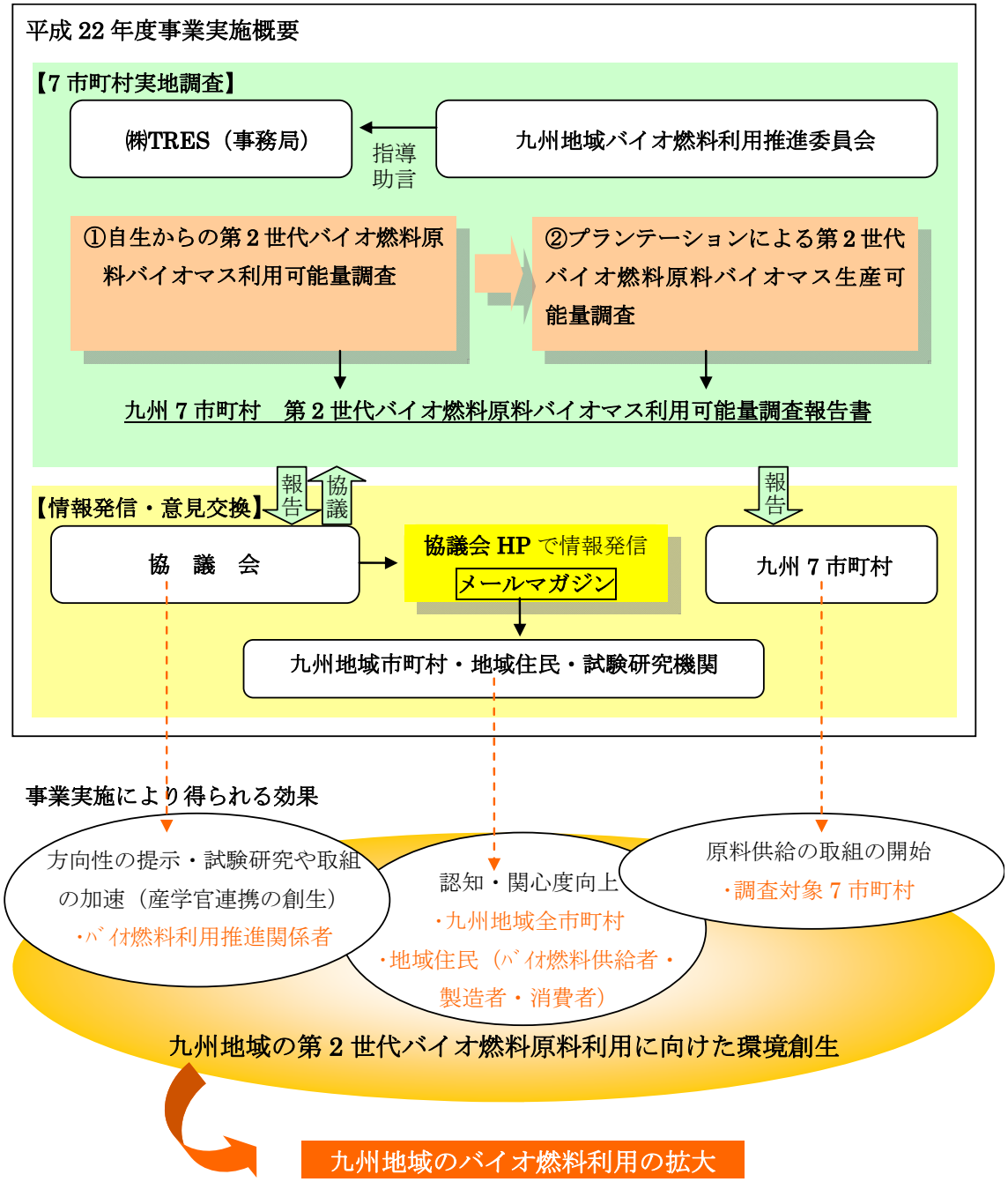
食料自給率の低い我が国において、国産バイオ燃料の生産拡大を図るため、食料供給と両立するセルロース系バイオ燃料を低コストで、かつ大量に生産するための革新的技術の開発が促進されている。

また、技術開発の進展等による経済性の向上の見通しを踏まえながら、バイオ燃料の原料となる資源作物等の耕作放棄地、未利用地などにおける生産、更に海洋バイオマスの利活用を視野に入れた新たな形の農林漁業の展開も必要とされている。

九州地域は、温暖多雨という気象条件を活かした我が国有数の農林水産物生産地域である。また近年、バイオマス利活用、バイオ燃料製造に関する農商工連携型の取組が加速し、農林水産事業者のバイオマス供給意欲も高まりつつある。

本事業では、九州地域の多収量な作物、海洋バイオマス、いわゆる第 2 世代バイオ燃料原料の利用可能性を調査し、自生およびプランテーション両方からのバイオマス利用可能量を定量的に算出し、バイオ燃料原料の安定供給と、バイオ燃料の継続的かつ安定的な生産および需要先確保に資する方策として、バイオマス生産およびバイオ燃料製造事業のモデルプランを提案する。

この結果を、九州地域の市町村、バイオ燃料原料供給者・製造者・消費者、試験研究機関等に報告し、情報共有とバイオ燃料の利活用の推進を図るとともに、調査対象市町村の次年度以降の取組を促すことを目的とする。


平成 22 年度事業実施概要
【7 市町村実地調査】
㈱TRES（事務局）
指導
助言
九州地域バイオ燃料利用推進委員会
①自生からの第 2 世代バイオ燃料原料バイオマス利用可能量調査
②プランテーションによる第 2 世代バイオ燃料原料バイオマス生産可能量調査
九州 7 市町村　第 2 世代バイオ燃料原料バイオマス利用可能量調査報告書
【情報発信・意見交換】
報告
協議
報告
協　議　会
協議会 HP で情報発信
メールマガジン
九州 7 市町村
九州地域市町村・地域住民・試験研究機関
事業実施により得られる効果
方向性の提示・試験研究や取組の加速（産学官連携の創生）
・バイオ燃料利用推進関係者
認知・関心度向上
・九州地域全市町村
・地域住民（バイオ燃料供給者・製造者・消費者）
原料供給の取組の開始
・調査対象 7 市町村
九州地域の第 2 世代バイオ燃料原料利用に向けた環境創生
九州地域のバイオ燃料利用の拡大

②　調査実施体制

調査は対象市町村の協力の下、「九州バイオマス資源活用促進協議会」の事務局である㈱TRES が実施した。

また、「九州バイオマス資源活用促進協議会」内部部会として試験研究機関の専門家により構成された「九州地域バイオ燃料利用推進委員会」（以下「委員会」という。）を設置し、委員会の指導・助言を踏まえ、調査を実施した。委員会は、委員とアドバイザーにより構成され、第2世代バイオ燃料原料に精通した陣容とした。

所属	役職	氏名	専門分野	調査担当		
				第2世代バイオマス		変換技術
				全国共通	九州地域	
九州バイオマス資源活用促進協議会　座長						
熊本大学工学部	教授	鳥居　修一	燃焼工学 バイオマスエネルギー	ナタネ ヒマワリ	ナタネ･ヒマワリ・ツバキ（搾り粕・殻）	発熱量分析
九州地域バイオ燃料利用推進委員会						
九州地域バイオ燃料利用推進委員						
九州沖縄農業研究センター牧草･飼料作物育種ユニット	ユニット長	我有　満	草本系バイオマス エリアンサス育種	アシ カヤ ススキ	オギ・ススキ エリアンサス	ペレット化 エタノール化
鹿児島大学農学部	准教授	寺岡　行雄 (協議会副座長)	森林計画学 木質バイオマス	ヤナギ	広葉樹 アカギ ツバキ（油）	ペレット化 ガス化
佐賀大学農学部	准教授	田中　宗浩	農学 メタン発酵 堆肥化 農業系バイオマス	ナタネ ヒマワリ	ナタネ ヒマワリ	BDF 化
九州工業大学生命科学研究科	准教授	脇坂　港	生物環境機能学 マリンバイオマス	海藻類・微細藻類	アオサ 色落ちノリ 微細藻類	メタン発酵 BDF 化
九州沖縄農業研究センター バイオマス利用チーム	チーム長	渡辺　輝夫	バイオマス利活用		バイオマス一般	エタノール化 BDF 化 ペレット化
アドバイザー						
東京大学大学院農学生命科学研究科	教授	鮫島　正浩	林産化学 バイオエタノール	ヤナギ	広葉樹	ペレット化 エタノール化
東京大学大学院農学生命科学研究科	教授	森田　茂紀	農学 バイオエタノール	アシ カヤ ススキ	オギ・ススキ エリアンサス	ペレット化 エタノール化
東京大学大学院農学生命科学研究科	准教授	芋生　憲司	農業機械学 バイオマスエネルギー マリンバイオマス	海藻類・微細藻類	アオサ 色落ちノリ 微細藻類	メタン発酵 BDF 化

指導・助言 ⇩　　⇧ 調査・報告

事務局　㈱TRES

③　調査の概要

（a）調査対象地の選定

調査対象地域は九州地域内 7 市町村（1 県 1 市町村）とし、対象市町村は以下の条件等により選定し調査協力を願い、承諾頂いた。対象市町村は、本調査、および報告書の提出を受け、次年度以降、第 2 世代バイオ燃料原料供給に取り組む可能性が高いことを期待し、選定した。

なお、市町村の選定と調査協力願いにおいては、県のバイオマス担当課に協力を頂いた。

■選定条件

・市町村ごとに自然的経済的社会的諸条件が異なることから、調査対象バイオマス資源の生産に適した、特性を持つ市町村

・バイオマス資源利用への意欲等

・バイオマスタウン構想策定状況等

・先進的な第 2 世代バイオ燃料原料生産取り組み状況等

■実地調査協力を承諾頂いた 7 市町村

	区分	市町名	担当課（係）	担当者
1	福岡県	福岡市	港湾局 環境対策部 環境対策課 環境対策係	係長　新穂　修
				甲斐　由将
2	佐賀県	白石町	企画部 企画課 企画調整係	谷崎　孝則
3	長崎県	五島市	農林課	課長　川上　健一郎
				係長　田端　広未
				三井　寛之
4	熊本県	高森町	産業観光課	係長　古庄　良一
				審議員　甲斐　敏文
5	大分県	佐伯市	林業課　林務係	三浦　徹也
6	宮崎県	延岡市	農林畜産課	係長　工藤　博一
				田中　芳典
7	鹿児島県	奄美市	商水情報課	米田　大樹

■実地調査協力市町村の選定と協力願いに協力頂いた 7 県

	区 分	調査協力担当課
1	福岡県	農林水産部農林水産物安全課
2	佐賀県	県土づくり本部農山漁村課
3	長崎県	農林部農政課
4	熊本県	環境生活部環境政策課
5	大分県	農林水産部農村整備計画課
6	宮崎県	農政水産部農政企画課
7	鹿児島県	農政部食の安全推進課

(b) 調査対象バイオマス

調査対象バイオマス資源は、第 2 世代バイオ燃料原料を下記に分類し、調査を実施するものとした。

第 2 世代バイオ燃料原料		分類
全国共通調査対象	九州地域調査対象	
アシ・カヤ・ススキ	アシ・カヤ・ススキ・エリアンサス	草本セルロース系
ヤナギ	アカギ・カシ類（シイ・カシ・コナラ・クヌギ）・アカシア	木本セルロース系
ナタネ・ヒマワリ	ナタネ・ヒマワリ・ツバキ（油）	エステル系
海藻類・微細藻類	海藻類（アオサ等）・微細藻類	海藻類

アシ

カヤ

ススキ

エリアンサス

アカギ

カシ類（薪炭林等）

アカシア

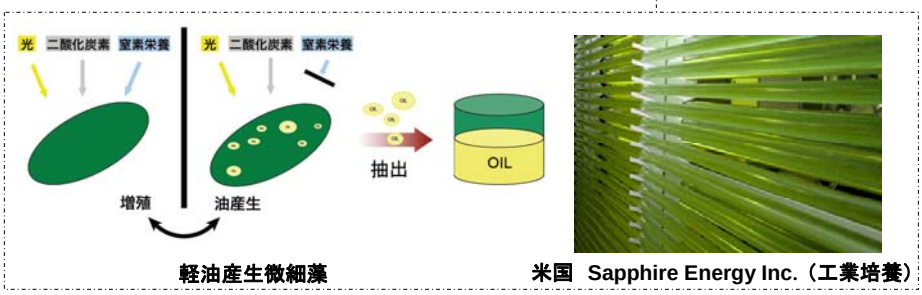
ナタネ

ヒマワリ

ツバキ

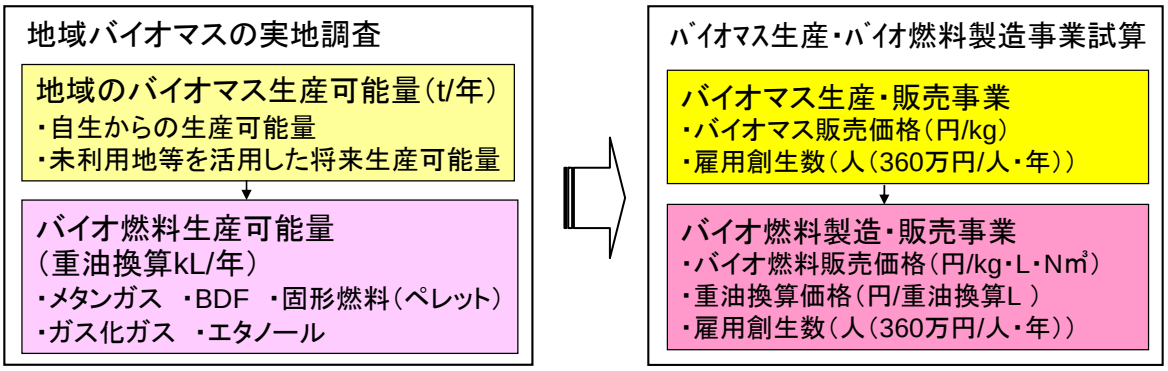
海藻類（アオサ等）

微細藻類（軽油産生種）



(c) 調査内容

調査は、地域バイオマスの実地調査を実施し、この結果をもとに、対象地域におけるバイオマス生産・バイオ燃料製造事業について試算をし、事業化モデルプランの提案とした。



7 市町村におけるバイオマスの利用可能量の実地調査は、

①自生からの第 2 世代バイオ燃料原料バイオマス利用可能量調査

②プランテーションによる第 2 世代バイオ燃料原料バイオマス生産可能量調査

の 2 段階とした。調査内容は下記のとおり。

	対象市町村		対象バイオマス		自生(既存)からの供給可能量	プランテーションからの供給可能量	燃料変換
	県	市町村					
1	福岡県	福岡市	主	海藻類 (アオサ等)	○	-	メタン発酵・残さは液肥化
			補完	廃棄物系バイオマス(下水汚泥)	○	-	
2	佐賀県	白石町	主	海藻類 (色落ちノリ等)	○	-	メタン発酵・残さは液肥化
			補完	廃棄物系バイオマス(生ごみ・青果残さ・し尿・浄化槽汚泥)	○	-	
3	長崎県	五島市	主	ナタネ・ヒマワリ	-	○	BDF化・残さは固形燃料化(ペレット)
			補完	ツバキ	○	○	
4	熊本県	高森町	主	ススキ・アシ・カヤ(オギ)・エリアンサス	○ ススキ・オギ	○ エリアンサス	①固形燃料化(ペレット) ②エタノール化・発酵残さは飼料・液肥化
			補完	カシ類(カシ・シイ・コナラ・クヌギ)	○	-	
5	大分県	佐伯市	主	カシ類 (カシ・シイ・コナラ・クヌギ)	○	-	①固形燃料化(ペレット) ②ガス化
			補完	エリアンサス	-	○	
6	宮崎県	延岡市	主	微細藻類	-	○	BDF化・残さは固形燃料化(ペレット)
			補完	ナタネ・ヒマワリ・ツバキ	-	○	
7	鹿児島県	奄美市	主	アカギ	-	○	①固形燃料化(ペレット) ②ガス化
			補完	―	-	-	

(d) 調査実施方法・スケジュール

調査の実施方法は下記のとおり。

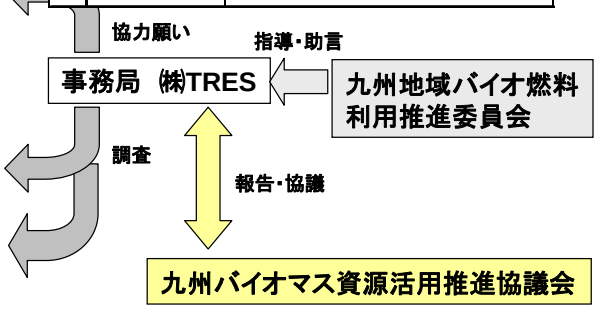
実地調査協力を承諾頂いた7市町村

	区分	市町名	担当課（係）	担当者
1	福岡県	福岡市	港湾局 環境対策部 環境対策課 環境対策係	係長　新穂　修
				甲斐　由将
2	佐賀県	白石町	企画部 企画課 企画調整係	谷崎　孝則
3	長崎県	五島市	農林課	課長　川上　健一郎
				係長　田端　広未
				三井　寛之
4	熊本県	高森町	産業観光課	係長　古庄　良一
				審議員　甲斐　敏文
5	大分県	佐伯市	林業課　林務係	三浦　徹也
6	宮崎県	延岡市	農林畜産課	係長　工藤　博一
				田中　芳典
7	鹿児島県	奄美市	商水情報課	米田　大樹

ほか、
・バイオマス利用可能性に係る情報を持つ機関（対象地域内・外）
・バイオマス生産・燃料化技術を有する機関（全国）

実地調査協力市町村の選定と協力願いに協力頂いた7県

	区 分	調査協力担当課
1	福岡県	農林水産部農林水産物安全課
2	佐賀県	県土づくり本部農山漁村課
3	長崎県	農林部農政課
4	熊本県	環境生活部環境政策課
5	大分県	農林水産部農村整備計画課
6	宮崎県	農政水産部農政企画課
7	鹿児島県	農政部食の安全推進課



調査の実施スケジュールは下記のとおり。

対象市町村			調査スケジュール				
			事前調査等	H22年9～10月【バイオマス利用可能量調査】		H22年9月～H23年3月【燃料化事業可能性調査】	
				一次調査	二次調査	三次調査	
				自治体ヒアリング 1～2h程度	現地調査等 2h～2日間程度	技術者ヒアリング等 2h～1日間程度	
1	福岡市	日程	2010年7月9日	2010年8月31日	2010年11月5日	2010年9月10日	2011年1月27日
		調査先	東京大学農学部 芋生准教授	福岡市港湾局環境対策部 環境対策課環境対策係	和白干潟アオサ回収・処理作業（福岡市）	佐賀大学農学部 染谷教授	東京ガス㈱ 松井氏
		内容	海藻類メタン発酵技術・実証状況について	アオサ年間回収量・処理コスト等	アオサ回収・処理状況	海藻類メタン発酵技術・実証状況について	海藻類メタン発酵技術・実証状況について
2	白石町	日程	2010年7月12日	2010年9月10日	2010年9月29日	2010年9月10日	2011年1月27日
		調査先	佐賀県有明水産振興センター　川村副所長	白石町企画課	佐賀県有明海漁業協同組合（白石町役場にて打合せ）	佐賀大学農学部 染谷教授	佐賀県有明海漁業協同組合海苔乾燥施設
		内容	ノリ生産・色落ちノリ発生・処理状況	ノリ生産業について	ノリ生産・色落ちノリ発生・処理状況	海藻類メタン発酵技術・実証状況について	ノリ乾燥現場・くずノリ発生量・燃料使用量について
3	五島市	日程	－	2010年9月7日	2010年10月20日～21日（鹿児島大学寺岡委員同行）		2010年11月
		調査先	－	五島市農林課	ツバキ生産農家（富江町）・製油所（市内4箇所）	富江温泉センター	熊本大学工学部 鳥居教授（分析）
		内容	－	ツバキ生産業について	ツバキ油生産・殻・油絞り粕発生・処理状況	重油使用量（熱需要）	ツバキ絞り粕・ツバキ殻・ナタネ絞り粕の発熱量分析
4	高森町	日程	2010年7月7日	2010年9月2日	2010年10月12日	2010年11月	2011年3月15日
		調査先	東京大学農学部 森田教授	高森町産業観光課・阿蘇森林組合高森支所	アグリセンター・熊本森林管理署・阿蘇地域振興局林務課	九州沖縄農業研究センター我有氏（採草・分析）	東京大学農学部 鮫島教授
		内容	草本系バイオマスの栽培・燃料化技術について	牧野利用状況・広葉樹活用状況・高森温泉館重油使用量（熱需要）について	牧野草本類収穫方法・牧草利用量・広葉樹統計データ受領	高森町ｽｽｷ・オギ採草（分析）・ｴﾘｱﾝｻｽ採草（分析）	草本系バイオマスのエタノール化技術について
5	佐伯市	日程	2010年7月9日	2010年9月3日	2010年10月18日	2010年11月	－
		調査先	東京大学農学部 鮫島教授	佐伯市林業課	大分県森林管理署経営課・財務省大分財務事務所管財課・佐伯広域森林組合	九州沖縄農業研究センター我有氏（採草・分析）	－
		内容	木本系バイオマスの燃料化技術について	耕作放棄地面積・市有地面積・市森林整備計画等	県有地（空き地）・県森林統計・国有地（空き地）・国有林について・森林組合広葉樹伐採状況	エリアンサス採草（分析）	－
6	延岡市	日程	2010年8月24日～25日	2010年9月9日	2010年10月19日	2010年11月11日（北九州工業大学脇坂委員同行）	2011年3月11日
		調査先	メガセミナー（東京・セミナー受講）	延岡市農林畜産課・延岡市農業委員会	延岡市下水処理場・新清掃工場・NPOリバーパル五ヶ瀬川	電源開発㈱ 松本氏	電源開発㈱ 松本氏
		内容	微細藻の燃料化技術について	耕作放棄地面積・市有地面積・市森林整備計画等	下水処理場（空き地）・新清掃工場（空き地）・ナタネ栽培状況について	微細藻燃料化技術・実証状況について	微細藻燃料化技術・実証状況について
7	奄美市	日程	－	2010年9月16日	2010年12月17日	2010年12月3日（メール連絡）	2011年2月2日
		調査先	－	奄美市商水情報課・財政課・奄美市農業委員会	奄美市環境対策課・九州森林管理局鹿児島森林管理署名瀬森林事務所・九州財政局鹿児島財政事務所名瀬財政事務所・あまみ大島森林組合	鹿児島大学農学部 寺岡准教授	環境省奄美自然保護官事務所・大和村・宇検村・瀬戸内町・龍郷町
		内容	－	耕作放棄地面積・市有地面積・市森林整備計画等	世界遺産登録候補に係る環境保護地区について・アカギ自生状況、ほか森林資源について	アカギプランテーション技術について研究資料受領	世界遺産登録候補に係る環境保護地区について・本島内耕作放棄地面積

(e) 取り纏めの方針

調査の取り纏め方針は、7 市町村毎に、実地調査から得られたバイオマス利用可能量（t/年）を基本とした事業モデルを想定し、事業化試算を実施した。

事業モデルは下記の 2 つのケースに分かれる。

①自生からのバイオマス利用　→未利用バイオマスの利活用ケース

②プランテーションによるバイオマス利用　→未利用地を活用した新規バイオマス生産ケース

このとき、事業化試算の基本となるバイオマス利用可能量について、下記の方針で算出した。

①自生からのバイオマス利用可能量

→既存のバイオマス利用可能量（t/年）

＝現在発生している未利用バイオマス量（t/年）（アオサ、色落ちノリ、ツバキ）

または、

＝自生地（ha）×自生地の生産利用可能率（%）×バイオマス生産可能量（t/ha/年）

（アシ・ススキ・カシ類（広葉樹））

②プランテーションによるバイオマス利用可能量

→将来のバイオマス生産可能量（t/年）

＝未利用地（ha）×未利用地の生産利用可能率（%）×バイオマス生産可能量（t/ha/年）

（ナタネ・ヒマワリ・ツバキ・エリアンサス・微細藻類・アカギ）

また、想定する事業はバイオマス生産・販売事業とバイオ燃料製造・販売事業の 2 つであり、これらの事業試算のアウトプットを、バイオマス販売価格（円/kg）、バイオ燃料販売価格（円/kg・L・N ㎥）および重油換算価格（円/重油換算 L）、さらにそれぞれの雇用創生数（人）をはじめとする地域への経済・環境貢献を分析した。

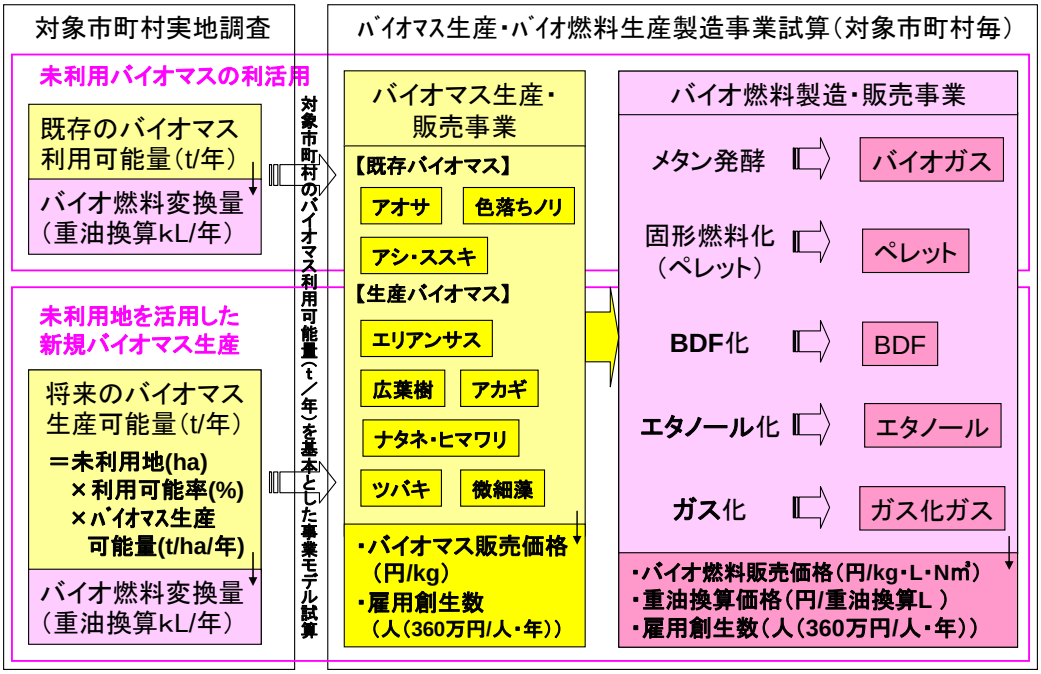
・バイオマス生産・販売事業

→バイオマス販売価格（円/kg）、雇用創生数（人（360 万円/人・年））ほか

・バイオ燃料製造・販売事業

→バイオ燃料販売価格（円/kg・L・N ㎥）および重油換算価格（円/重油換算 L）、

雇用創生数（人（360 万円/人・年））ほか



事業試算における根拠は下記のとおりである。

第 2 世代燃料原料バイオマスの利用を想定し、生産・製造技術が普及段階にあるものについては、既存値（現況等ヒアリング値、各社公表値等）を採用、実証段階の技術については現在の実証値または今後 10 年以内の実証目標値（実証・研究機関ヒアリング値等）を採用した。

なお原則として、原料販売価格は燃料製造施設への持込価格、燃料販売価格は製造施設出荷価格とし算出した。

バイオマス生産・販売事業

共通	イニシャルコスト（土地取得・設備整備・植栽等）は全て借入金で賄い、10年返済・金利負担3%とし、返済金をランニングコストに組み入れた
	一般管理費としてランニングコストの10%を計上した
	ランニングコストと一般管理費の合計をバイオマス生産量で割った額を販売価格とした
アシ・ススキ	アグリセンター（高森町）ヒアリング値を参考
エリアンサス	我有委員（九州沖縄農業研究センター）研究実績値を採用
広葉樹	寺岡委員（鹿児島大学）研究資料、ほか文献値を参考
アカギ	寺岡委員（鹿児島大学）研究資料、ほか文献値を参考
ナタネ・ヒマワリ	文献値を参考
ツバキ	ツバキ栽培・搾油業者（五島市）ヒアリング値を参考
アオサ	福岡市港湾局ヒアリングより回収実績を採用
色落ちノリ	佐賀県有明漁連ヒアリング値を参考
微細藻	J社ヒアリングより実証試験実績値を採用

原料販売

原料販売価格(円/kg)
＊原則として燃料製造施設持込価格

バイオ燃料製造・販売事業

共通	イニシャルコスト（土地取得・設備整備等）は全て借入金で賄い、10年返済・金利負担3%とし、返済金をランニングコストに組み入れた
	一般管理費としてランニングコストの10%を計上した
	ランニングコストと一般管理費の合計をバイオ燃料製造量で割った額を販売価格とした
ペレット	各社公表値を参考
メタン発酵	東京ガス㈱ヒアリングより実証試験実績値（アオサ・ノリのメタンガス発生量）、ほか大木町メタン発酵施設、各社公表値（事業緒元等）を参考
BDF	各社公表値を参考
エタノール	鮫島アドバイザー（東京大学）ヒアリング及び編纂書から、NEDOプロセス（濃硫酸加水分解・発酵法）開発目標値を参考 ＊NRELプロセス（高温希硫酸処理・酵素糖化・発酵法）も開発目標は上記と変わらない
ガス化	中外炉工業㈱ロータリーキルンガス化炉（外熱式・間接式）公表資料を参考

燃料販売

・燃料販売価格(円/kg・L・Nm³)
・重油換算価格(円/重油換算L)
＊原則として燃料製造施設出荷価格

地域内需要家が購入

④　7市町村調査結果まとめ

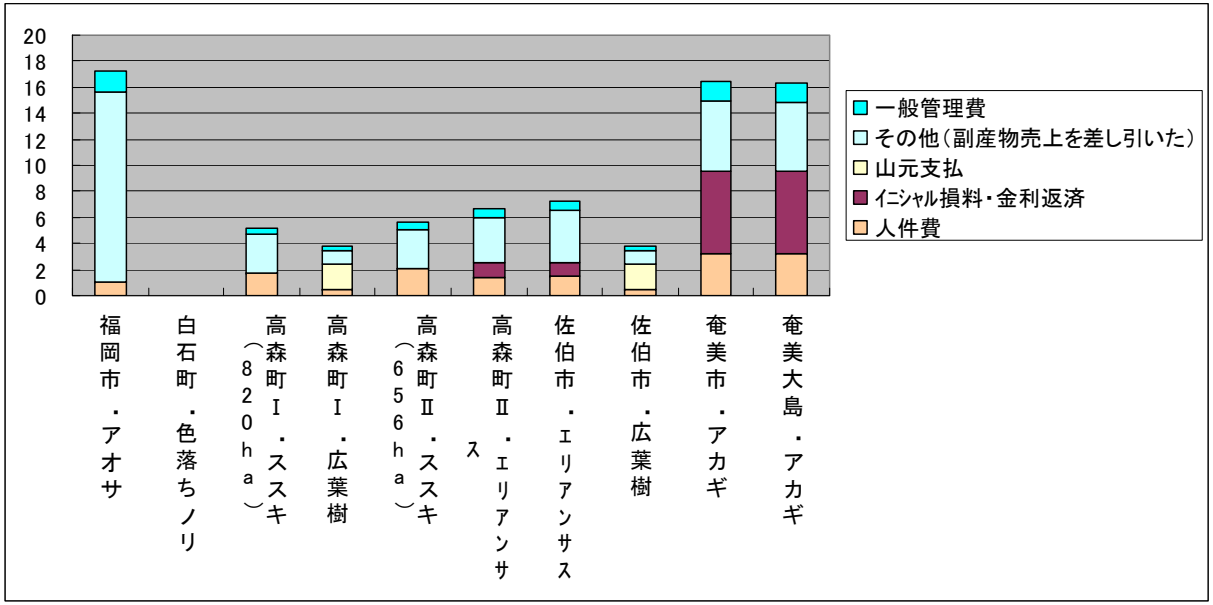
バイオマス生産・バイオ燃料製造事業

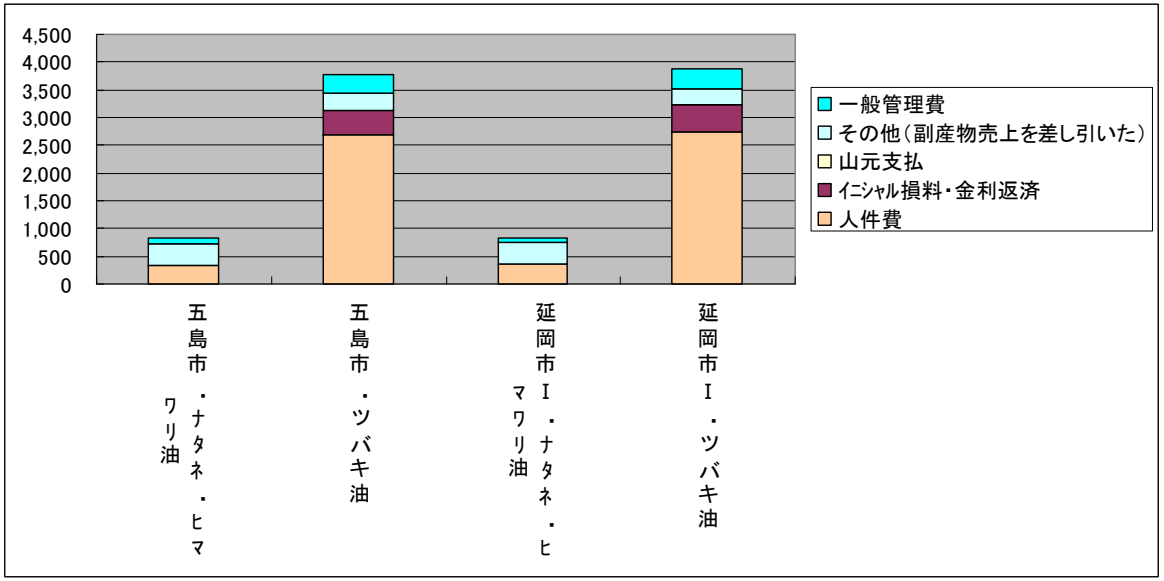
市町村		福岡市	白石町	五島市		高森町Ⅰ		高森町Ⅱ		佐伯市		延岡市Ⅰ		奄美市		奄美大島	
								①	②	①	②			①	②	①	②
バイオマス生産事業	バイオマス	アオサ	色落ちノリ	ﾅﾀﾈ・ﾋﾏﾜﾘ油	ツバキ油	ススキ	広葉樹	ススキ	ｴﾘｱﾝｻｽ	ｴﾘｱﾝｻｽ	広葉樹	ﾅﾀﾈ・ﾋﾏﾜﾘ油	ツバキ油	アカギ		アカギ	
	生産対象面積(ha/年)	和白干潟(海域回収のみ)	有明湾佐賀県域	782.3	1,0411.1 (H24～新規栽培分のみ)	820.4	1,333.3	656.3	164.1	160.7	15,491.5	188.9	70.1	233.3		941.2	
	生産量(t/年)	1,640	5,000	744	156	8,122	6,366	6,498	10,549	10,332	51,727	180	11	3,266		13,173	
バイオマス生産原価	人件費	1.1	廃棄物として発生	343.9	2,681.8	1.7	0.4	2.1	1.4	1.4	0.4	357.6	2,741.7	3.2		3.2	
	ｲﾆｼｬﾙ損料・金利返済			4.8	455.9				1.1	1.1		11.5	489.4	6.4		6.4	
	山元支払						2.0				2.0						
	その他(副産物売上を差引)	14.6		386.3	294.7	2.9	1.0	3.0	3.5	4.1	1.0	386.4	295.5	5.4		5.3	
	一般管理費	1.6		82.8	352.6	0.5	0.3	0.5	0.6	0.7	0.3	84.9	362.0	1.5		1.5	
	合計(円/kg)	17.2	0.0	817.9	3,784.9	5.1	3.8	5.6	6.6	7.2	3.8	840.4	3,888.5	16.4		16.4	
バイオ燃料製造事業	バイオ燃料	バイオガス	バイオガス	BDF	ペレット	ペレット		①ペレット	②ｴﾀﾉｰﾙ	①ペレット	②ガス化ガス	BDF	ペレット	ペレット	ガス化ガス	①ペレット	②ガス化ガス
	製造量(t・kL・Nm³/年)	298,862	464,069	786	2,656	9,854		13,258	3,580	36,773	37,150,204	185	472	1,814	1,832,874	7,318	7,393,459
	重油換算(重油kL/年)	171	265	602	1,253	3,968		4,793	1,953	16,590	10,166	142	226	864	502	3,485	2,023
バイオ燃料製造原価	原料購入費	94.5		774.2	25.1	6.7		8.0	29.7	7.4	7.3	816.3	43.7	29.6	29.3	29.4	29.1
	人件費	113.0	77.1	12.0	1.4	2.2		1.6	7.0	1.0	1.0	17.0	7.6	4.0	4.4	2.5	2.2
	ｲﾆｼｬﾙ損料・金利返済	109.2	83.0	25.6	1.5	5.4		4.4	46.9	2.9	2.7	25.3	3.9	8.2	12.3	6.7	6.2
	その他(副産物売上を差引)	181.4	143.8	33.3	1.4	5.6		4.0	9.2	6.1	4.4	33.3	2.7	8.4	9.2	7.9	6.3
	一般管理費	50.8	31.3	84.5	2.9	2.0		1.8	9.3	1.7	1.5	89.2	5.8	5.0	5.5	4.7	4.4
	合計(円/kg・L・Nm³)	548.9	335.2	929.6	32.3	21.8		19.9	102.0	19.2	17.0	981.2	63.7	55.1	60.6	51.2	48.2
	原料購入費	165.7		1,011.2	53.2	16.6		22.2	54.4	16.4	26.8	1,066.2	91.5	62.1	106.9	61.8	106.5
	人件費	198.1	135.2	15.7	2.9	5.4		4.5	12.8	2.2	3.5	22.3	16.0	8.3	15.9	5.2	8.0
	ｲﾆｼｬﾙ損料・金利返済	191.4	145.4	33.4	3.2	13.4		12.2	86.0	6.4	9.9	33.1	8.2	17.2	44.8	14.1	22.7
	その他(副産物売上を差引)	317.9	252.0	43.5	2.9	13.8		11.1	16.9	13.6	16.1	43.5	5.6	17.6	33.7	16.6	23.1
	一般管理費	89.1	54.8	110.4	6.2	4.9		5.0	17.0	3.9	5.6	116.5	12.1	10.5	20.1	9.8	16.0
	重油換算(円/重油L)	962.2	587.4	1,214.1	68.4	54.2		55.0	187.0	42.5	62.0	1,281.5	133.4	115.7	221.5	107.5	176.3

地域への効果

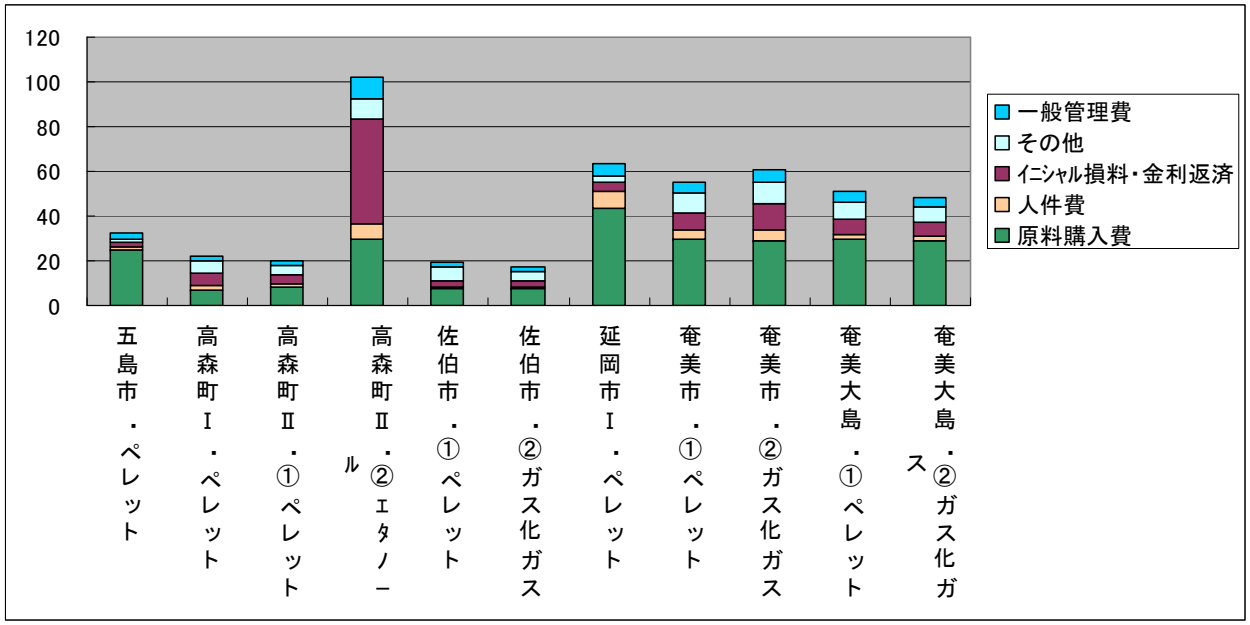
市町村		福岡市	白石町	五島市		高森町Ⅰ		高森町Ⅱ		佐伯市		延岡市Ⅰ		奄美市		奄美大島	
								①	②	①	②			①	②	①	②
雇用創生	バイオマス生産事業	0.5	0.0	71.1	116.4	3.9	0.8	3.8	4.2	4.1	6.4	17.8	8.0	2.9		11.6	
	バイオ燃料製造事業	9.4	9.9	2.6	1.0	6.0		6.0	6.9	10.0	9.9	0.9	1.0	2.0	2.2	5.0	4.5
	合計(人・360万円/人・年)	9.9	9.9	191.1		10.7		14.0	14.9	20.5	20.4	27.7		4.9	5.1	16.6	16.1
	ほか			ツバキ植栽による雇用創生有り				ｴﾘｱﾝｻｽ植栽による雇用創生有り		ｴﾘｱﾝｻｽ植栽による雇用創生有り		ツバキ植栽による雇用創生有り		アカギ植栽による雇用創生有り		アカギ植栽による雇用創生有り	
農地所有者収入(農地賃借料)				10.7千万円/年								1.5千万円/年		1.4千万円/年		5.5千万円/年	
山元収入(立木販売料)						1.3千万円/年				10.4千万円/年							
重油代替可能量(重油kL/年)		171	265	1,855		3,968		4,793	1,953	16,590	10,166	367		864	502	3,485	2,023
副産物		液肥1.5万t/年(2,966ha分)	液肥2万t/年(4,000ha分)						飼料23.6万t/年(ﾘｷｯﾄﾞﾌｨｰﾃﾞｨﾝｸﾞ)								
ほか		悪臭防止効果有り															

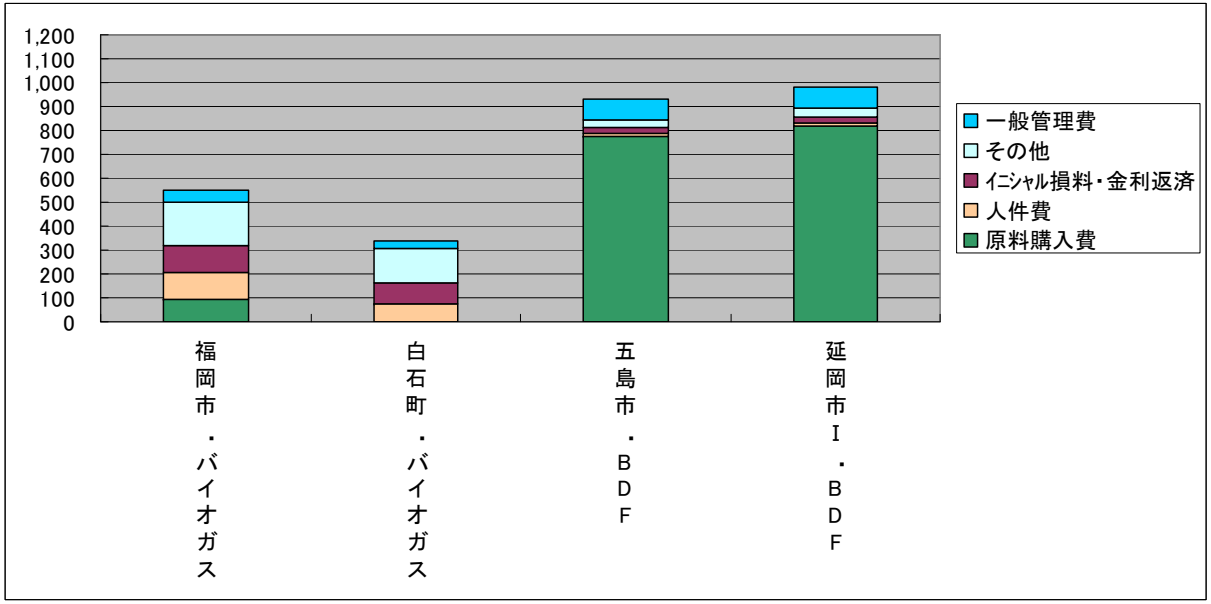
バイオマス原価　内訳（円／kg）



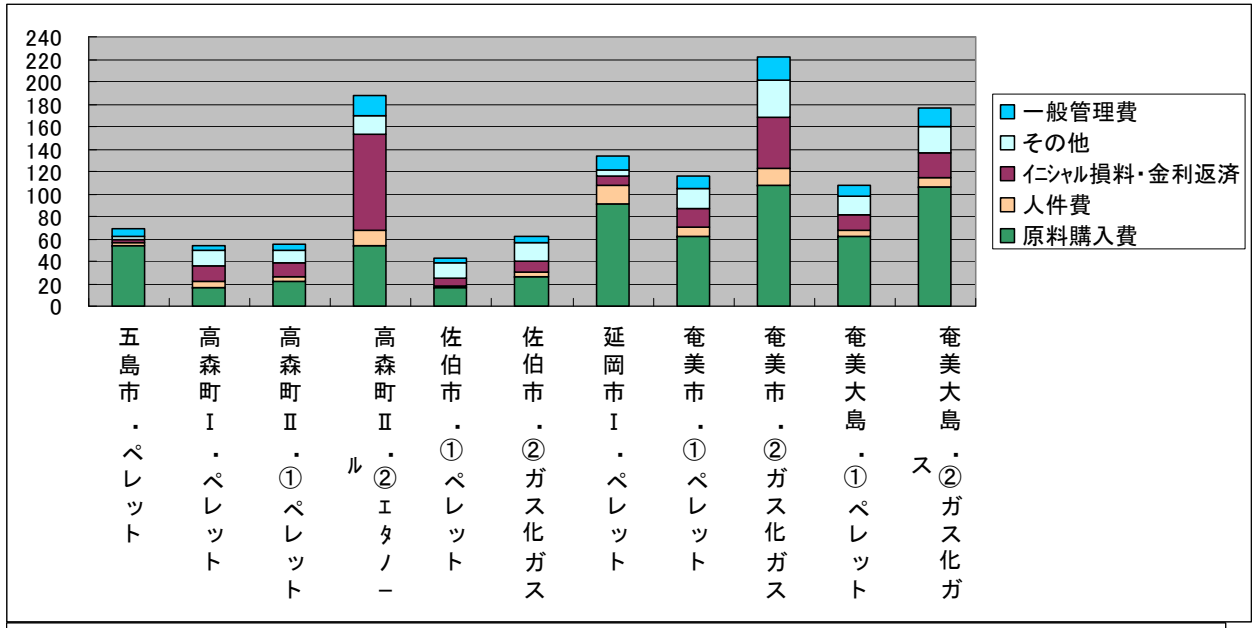


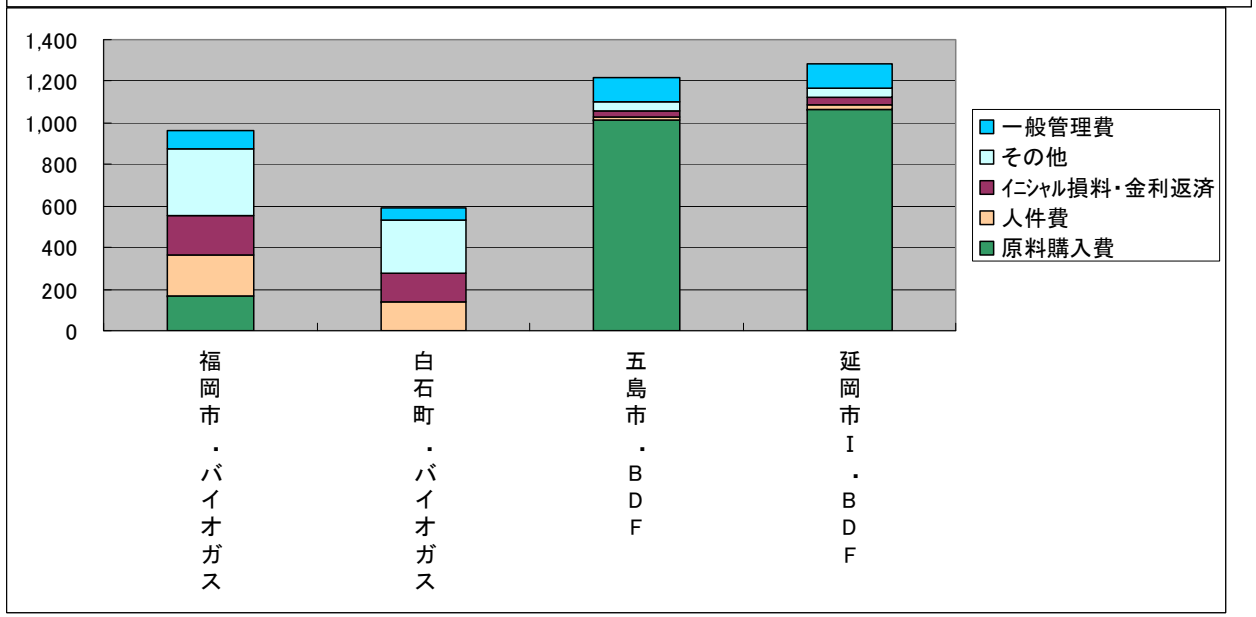
バイオ燃料原価　内訳（円／kg・L・Nm³）





重油換算　バイオ燃料原価　内訳（円／重油換算L）





（1）福岡県福岡市

①　福岡市の概要

福岡市（ふくおかし）は、九州の北部、福岡県の西部に位置する市である。福岡県の県庁所在地であり、政令指定都市となっている。また、九州の最大都市でもある。

市域の多くは福岡平野に含まれており、一部に小高い山なども存在するものの概ね平坦である。市域西部・西南部は脊振山地の一角を成しており、標高が高く起伏の大きい地形となっている。市街地の海岸部は大半が埋立地であり、港湾・住宅などが建設されている。また、博多湾東部には人工島も建設されている（アイランドシティ）。一方、西区の大部分や東区海の中道と島嶼部などには自然海岸も残っている。

第一次産業について、農業は、市内の農家戸数は 3,000 戸程度（2002 年で 3,261 戸）と、他の大都市同様、農家戸数は極めて少ないが、農地面積は 3,000ha と、市域面積の 1 割弱を占める。全農地面積中、田の占める割合は約 7 割に及ぶ。農業形態は野菜と花卉を中心とする典型的な近郊農業の特徴を示しており、農業生産額に占める割合の半分程度を野菜が、4 分の 1 程度を花卉が占めている。林業は、市域南西部などにある山林で、わずかながらスギ、ヒノキ伐採を中心とした林業が行われている。漁業は、博多漁港があり、 2002 年度サワラ陸揚量全国 1 位である。

第二次産業について、福岡市の産業のうち、第二次産業は市内総生産および事業所数において約 10%、従業者数において約 12%を占める。いずれも大都市としては低い水準にあり、市内総生産に占める第二次産業の割合は製造品出荷額は小さい（政令指定都市の中では下から 2 番目）。工業の中心は、都市型工業である食品加工業（食料品・飲料）や出版・印刷業などの情報関連産業が占めている。

第三次産業について、福岡市における第三次産業は市内総生産額の約 95%、事業者数の約 90%、従業者数の約 87%を占めている。いずれの割合も政令指定都市としては最も高い水準にあり、大都市の中でも第三次産業のシェアが極めて高い都市であることを示している。特に卸売・小売業とサービス業は、それぞれ市内総生産の約 4 分の 1 を占めている。このため商業・サービス業中心の大都市としての色合いが強く出ている。

その他、伝統工芸品として、博多人形（経済産業省指定伝統工芸品）、博多織（同左）、博多絞、博多曲物、博多鋏、高取焼などがある。

福岡市	基本統計情報	出展
人口	1,401,729 人	平成 17 年国勢調査
総土地面積	34,060 ha	2005 年農林業センサス
耕地面積（耕地率）	2,180 ha（6.4%）	2005 年農林業センサス
林野面積（林野率）	11,226 ha（33.0%）	2005 年農林業センサス

②　調査対象とした理由

福岡市博多湾の浅瀬域では、特に夏から秋にかけて、アオサが大量に発生し、海岸部に漂着、腐敗することから悪臭が発生し、海岸付近の住宅地の環境問題となっている。

この対策として福岡市は平成 8 年度から、毎年 9 月から 11 月の間に、住宅地への臭気問題が発生している和白干潟のアオサを対象に、海域回収と海岸清掃を実施し、回収したアオサを処分している。このアオサの年間回収・処理量は約 2,000 トン（湿潤重量）である。

そこで、本事業において、福岡市の調査対象バイオマスをアオサとし、この燃料化事業のモデルプランを提案することとした。

・人口　1,401,279人
・総土地面積　34,060ha
　耕地面積　2,180ha(6.4%)
　林野面積　11,226ha（33.0%）

和白干潟でアオサが繁殖
→打ち上げられたアオサの腐敗臭で沿岸部住宅地から苦情

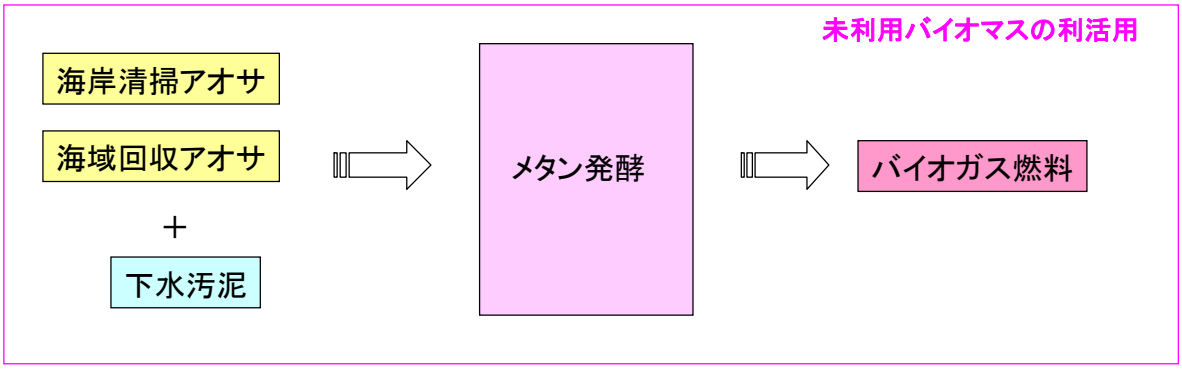
この対策で、平成8年度から市港湾局がアオサを海岸・海域回収し処分

アオサ海域回収

③　燃料生産事業モデルプランの設定

福岡市のバイオ燃料生産事業のモデルプランを、未利用バイオマスの利活用として、アオサを主原料、下水汚泥を補完原料とした、メタン発酵によるバイオガス燃料製造とした。

■福岡市　アオサ利活用事業モデル



④　調査対象バイオマスと変換燃料の設定

モデルプランの設定に従い、福岡市の調査対象となるバイオマスと変換燃料は、下記の通りとした。

対象市町村		対象バイオマス		自生（既存）からの供給可能量	プランテーションからの供給可能量	燃料変換
県	市町村					
福岡県	福岡市	主	海藻類（アオサ等）	○	－	メタン発酵・残さは液肥化
		補完	廃棄物系バイオマス（下水汚泥）	○	－	

⑤　調査方法

調査方法について、(a) 調査実施者・対応者、(b) 調査方法・スケジュールは下記の通りである。

(a)　調査実施者・対応者

調査実施者（事務局担当者）

区分	所属		担当者
事務局	㈱TRES	代表取締役社長	松野尾　淳
		代表取締役	福田　史恵

対応者（市町村担当者）

区分	市町名	担当課（係）	担当者
福岡県	福岡市	港湾局 環境対策部 環境対策課 環境対策係	係長　新穂　修
			甲斐　由将

(b)　調査方法・スケジュール

福岡市　調査スケジュール等					
	事前調査等	H22年9～10月 【バイオマス利用可能量調査】		H22年9月～H23年3月 【燃料化事業可能性調査】	
		一次調査	二次調査	三次調査	
		自治体ヒアリング 1～2h程度	現地調査等 2h程度	技術者ヒアリング等 2h程度	
日程	2010年7月9日	2010年8月31日	2010年11月5日	2010年9月10日	2011年1月27日
調査先	東京大学農学部 芋生准教授	福岡市港湾局環境対策部 環境対策課環境対策係	和白干潟アオサ回収・ 処理作業（福岡市）	佐賀大学農学部 染谷教授	東京ガス㈱ 松井氏
内容	海藻類メタン発酵技術・ 実証状況について	アオサ年間回収量・処 理コスト等	アオサ回収・処理状況	海藻類メタン発酵技術・ 実証状況について	海藻類メタン発酵技術・ 実証状況について

⑥　バイオマス資源利用可能量

(a) 福岡市の現在のアオサ回収・処理実施状況

福岡市では、和白干潟のアオサについて、海岸清掃と海域回収を実施し、回収したアオサは処分している。

作業を管轄している福岡市港湾局に、平成 16 年度から平成 21 年度の実績をヒアリングし、これらのアオサの処分量と作業の費用負担を、下記にまとめ、年間平均を算出した。

表 1　海岸清掃からのアオサ回収量（アオサ回収時期：9 月～1 月・平均 90 日/年）

福岡市　和白・唐の原地区海岸清掃ごみ回収実績（平成16～平成21年度）

年度	回収日数（日）		率	回収量（t）		率
	年度合計①	アオサ回収時期②	②/①（%）	年度合計③	アオサ回収時期④	④/③（%）
平成16年度	124	119	96.0%	435.82	424.64	97.4%
平成17年度	94	94	100.0%	404.88	404.88	100.0%
平成18年度	92	88	95.7%	267.23	260.72	97.6%
平成19年度	88	88	100.0%	569.28	569.28	100.0%
平成20年度	134	132	98.5%	399.65	397.91	99.6%
平成21年度	25	22	88.0%	83.42	76.53	91.7%
平均		90.5			355.66	

＊福岡市港湾局資料より

表 2　海域回収からのアオサ回収量（アオサ回収時期：9 月～11 月・20～30 日/年）

和白地区海域アオサ回収実績

年度	回収作業期間		回収作業日数	回収量	
	自	至	（日）	（m^3）	（t）※
平成16年度	9月1日	11月27日	32	2484.0	1490.40
平成17年度	9月2日	11月20日	30	3186.0	1911.60
平成18年度	9月8日	11月8日	29	3115.5	1869.30
平成19年度	9月10日	11月21日	27	3057.0	1834.20
平成20年度	10月14日	11月29日	20	2386.5	1431.90
平成21年度	10月2日	11月20日	20	2175.0	1305.00
平　均			26.3	2734.0	1640.40

福岡市港湾局資料より
※重量換算は体積×0.6で算定

以上より、福岡市の回収アオサの年間平均量は 1,996.06 トン、平均含水率は 94.11%である。これを、バイオマス利用可能量とした。

表 3　福岡市アオサ回収量（年間回収量・まとめ）

	アオサ回収量（H16～21年度平均）	含水率	回収時期	回収日数（H16～21年度平均）	回収作業1日あたりの平均回収量
	t/年	%	月	日/年	t/日
海岸清掃	355.66	90.0	9～1月 5ヶ月間	90.5	3.9
海域回収	1,640.40	95.0	9～11月 3ヶ月間	26.3	62.4
アオサ合計	1,996.06	94.11	9～1月 5ヶ月間		

なお、福岡市のアオサ回収・処理作業の概要は下記の通りである。海岸清掃については、回収物はほとんどがアオサであるものの、目的がアオサ回収に限定されないため、本調査からは除外した。

表４　和白地区海域アオサ回収作業概要

年度	回収場所	処分方法	運搬		
			体制	延回数	m^3/回
平成16年度	和白干潟前面海域（和白・奈多・雁ノ巣地区）	アイランドシティ埋立工区内にクレーン投入	運搬船4隻/日	1656	1.5
平成17年度				2124	1.5
平成18年度				2077	1.5
平成19年度				2038	1.5
平成20年度				1591	1.5
平成21年度				1450	1.5
平均				1,823	1.5

福岡市港湾局資料より

また、福岡市では、アオサの利活用を目的として、平成 15 年度「アオサを原料としたメタン発酵等生物変換技術による燃料化システム実証試験事業調査」を実施しており、この中でアオサの成分分析を実施している。この分析結果は下記の通りである。

表 5　アオサの成分（注：季節毎に異なる）

項目		水洗なし（生）　注1）	水洗後　注2）
水分	(%)	82.6	91.0
灰分	(%)	39.9	26.5
熱量	(kj/kg)	8690	10800
塩化物イオン	(%)	9.8	0.8
水素	(%)	4.2	5.2
炭素	(%)	23.0	29.7
窒素	(%)	1.8	2.3
C/N	(%)	13.0	13.0

平成 15 年度アオサを原料としたメタン発酵等生物化学的変換技術による
燃料化システム実証試験事業調査　成果報告書　平成 16 年 3 月福岡市　より

(b)　アオサをメタン発酵する場合の１日あたりの利用量

アオサの発生時期は、海岸清掃、海域回収作業を実施する９月から１月に限定される。アオサは、回収から１日～2 日で腐敗が始まり臭気が発生することから、メタン発酵の原料として、そのままでは保管は出来ない。

アオサをメタン発酵利用する場合、アオサの保管処理方法について、海藻類のメタン発酵について研究開発を実施している佐賀大学農学部染谷教授にヒアリングし、乳酸菌を使用した前発酵である程度の期間は腐敗を抑えられるとの情報を得た。

そこで、アオサの年間利用量は現状発生量の 1,996.06 トンとし、アオサの保管処理の有無により、下記の３ケースを想定し、それぞれ１日あたりのアオサのメタン発酵利用量を算出し、表 6、グラフ１に表した。

【共通前提】アオサの年間利用量 1,996.06 トン

ケース１：アオサ保管処理をしない場合

ケース２：前発酵処理等で、３ヶ月程度保管が可能な場合

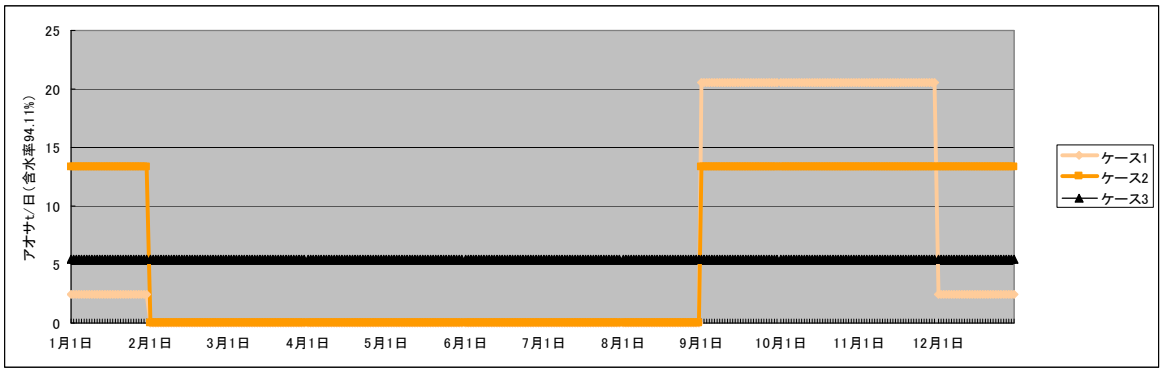
ケース３：技術開発等で、半年以上の保管が可能となった場合

表６　アオサをメタン発酵する場合　ケース毎の１日あたりの利用量算出

	アオサ回収量（H16～21年度平均）	含水率	回収時期	回収日数（H16～21年度平均）	回収作業1日あたりの平均回収量	【アオサを燃料原料として利用する場合】時期別　1日あたりの利用可能量			
						9～1月期（計150日）1日あたりの利用可能量			1～12月期（計360日）1日あたりの利用可能量
						ケース1*1 原料保存1ヶ月未満		ケース2*2 原料保存3ヶ月程度	ケース3 原料保存半年間程度
						9月～11月（計90日の平均）	12～1月（計60日の平均）	9～1月（計150日の平均）	1～12月（計360日の平均）
	t/年	%	月	日/年	t/日	t/日	t/日	t/日	t/日
海岸清掃	355.66	90.0	9～1月 5ヶ月間	90.5	3.9	2.4	2.4	2.4	1.0
海域回収	1,640.40	95.0	9～11月 3ヶ月間	26.3	62.4	18.2	0.0	10.9	4.6
合計	1,996.06	94.11	9～1月 5ヶ月間			20.6	2.4	13.3	5.5

*1　アオサは数日で腐敗するため、ケース1が最も現実的と考えられる（港湾局より）

*2　アオサ原料の保存方法として佐賀大学染谷教授より、乳酸菌を用いた前発酵が有望とのこと。



グラフ１　アオサをメタン発酵する場合　ケース毎の１日あたりの利用量

現状では、ケース 3 は、保管方法として乾燥処理以外の想定が不可能であり、現実的ではない。そこで、以降はケース 1、2 について検討するものとする。

ケース 1、2 について、アオサの発生時期以外は、他のバイオマス原料を補完として供給し、通年でメタン発酵施設を稼動する事が事業実施において必須と考え、次に補完バイオマスを検討した。

(c)　下水汚泥の必要量

福岡市の他の未利用バイオマスのうち、アオサのメタン発酵の補完原料として、生ごみ、下水汚泥等が挙げられるが、港湾局へのヒアリングより、生ごみは分別の実施を必要とし、大都市である福岡市での分別の実施には多大な費用が別途発生することから、早期実現は困難と考えた。一方、下水汚泥は、港湾局と下水道局の行政上の連携、また供給量を鑑みて、最も供給の可能性が高いと考えた。

そこで、補完バイオマスとして下水汚泥を選択し、アオサのメタン発酵ケース 1、2 について、下水汚泥の必要量を下記に算出した。

まず、福岡市の人口、水洗化率から水洗人口を算出し、これに環境省 HP で公表されている平成 20 年度の全国平均の下水汚泥発生原単位 0.65 トン/年/人（含水率 80%時）を乗じた、福岡市の年間下水汚泥発生量は、933,075 トン/年と推定される。

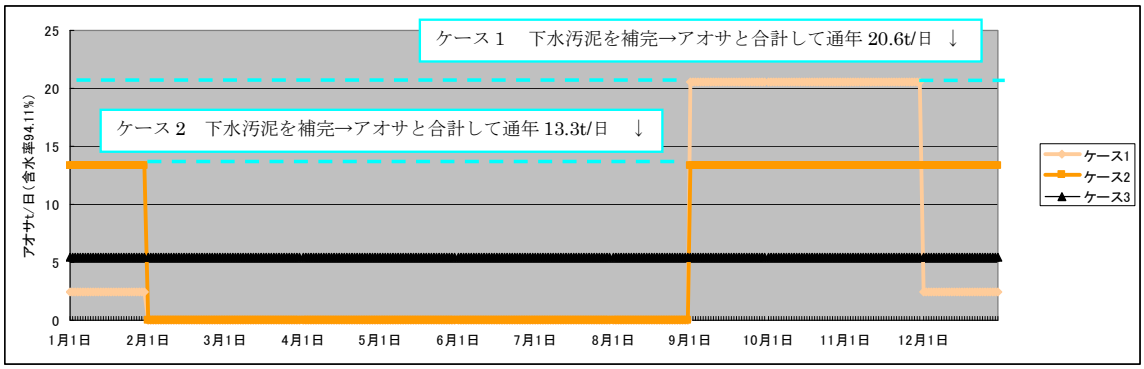
ケース 1 において、アオサ供給量の最大日量 20.6 トンをメタン発酵容量とし、これを補完する下水汚泥必要量は年間 5,418 トンとなり、福岡市の下水汚泥の 0.58%を利用するものと推定される。

ケース 2 において、アオサ供給量の最大日量 13.3 トンをメタン発酵容量とし、これを補完する下水汚泥必要量は年間 2,793 トンとなり、福岡市の下水汚泥の 0.3%を利用するものと推定される。

両ケースとも、下水汚泥の供給は可能と考えられる。

表 7　福岡市　下水汚泥の必要量算出

	①人口（2010/10/1現在）	②水洗化率	③水洗人口 ①×②	④下水汚泥発生原単位（含水率80%時）*環境省HPよりH20全国平均	⑤下水汚泥発生量（含水率80%時） ③×④	【アオサの補完原料として利用する場合】時期別　1日あたりの利用量		
						ケース1		ケース2
						2～8月（計210日の平均）	12～1月（計60日の平均）	2～8月（計210日の平均）
	千人	%	千人	t/年/人	t/年	t/日	t/日	t/日
福岡市	1,450	99	1,435.5	0.65	933,075.0	20.6	18.2	13.3
	⑥下水汚泥利用量(t/年)					5,418.0		2,793.0
	下水汚泥利用率(%) ⑥÷⑤×100					0.58		0.30



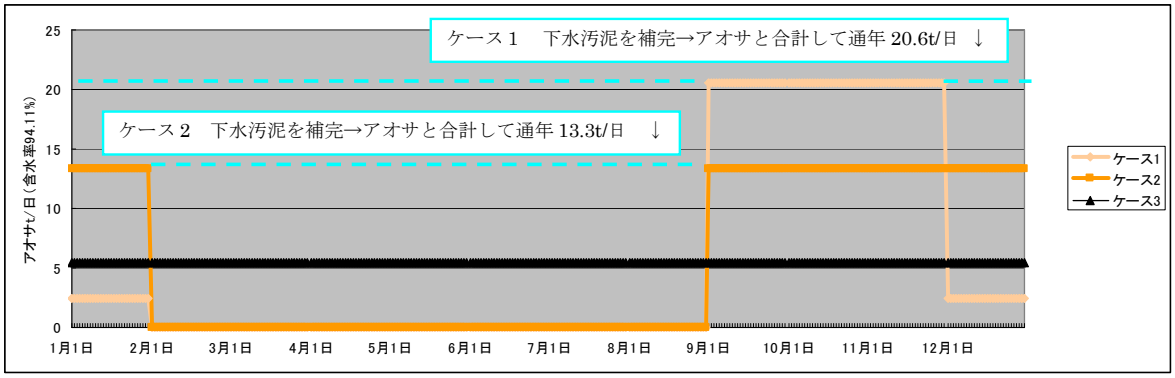
グラフ 2　福岡市　アオサ・下水汚泥のメタン発酵日量

⑦　バイオ燃料変換量

福岡市のアオサ・下水汚泥のメタン発酵事業について、ケース 1、2 の原料供給量を下記に設定し、バイオガス燃料変換量を重油換算量として算出した。

表 8　メタン発酵　前提

	アオサ保管処理	原料供給　日量	原料利用量　年間量	
			アオサ（含水率 94.11%）	下水汚泥（含水率 80%）
ケース 1	無し	20.6 トン/日	1,996.06 トン/年	5,418 トン/年
ケース 2	前発酵処理等で 3 ヶ月程度保管	13.3 トン/日	1,996.06 トン/年	2,793 トン/年



グラフ 3　福岡市　アオサ・下水汚泥のメタン発酵日量

（a）アオサのバイオガス燃料変換量

ケース 1、2 のアオサのメタンガス燃料変換量について、国内において現在海藻類のメタン発酵実証プラントを製作し、技術開発を実施している東京ガス株式会社へヒアリングを実施した。

この結果、現在のアオサ等海藻類の実証プラントにおける、海藻 1 トン（含水率 90%）からのバイオガス回収量実績は 30N ㎥との事であった。

なお、ビーカーレベルでの海藻類のバイオガス回収量は、海藻 1 トン（含水率 90%）からバイオガス 50N ㎥相当であるとのことだが、本調査においては、プラント実証値のバイオガス 30N ㎥/海藻 1 トンを採用した。

これより算出した、アオサからのバイオガス燃料変換量は、ケース 1、2 とも重油換算量 20.126kL/年である。

	アオサ回収量（H16～21年度平均）	含水率	【アオサを燃料原料として利用する場合】時期別 1日あたりの利用可能量			
			9～1月期（計150日）1日あたりの利用可能量			1～12月期（計360日）1日あたりの利用可能量
			ケース1 原料保存1ヶ月未満		ケース2 原料保存3ヶ月程度	ケース3 原料保存半年間程度
			9月～11月（計90日の平均）	12～1月（計60日の平均）	9～1月（計150日の平均）	1～12月（計360日の平均）
	t/年	%	t/日	t/日	t/日	t/日
アオサ合計（実態）	1,996.06	94.11	20.6	2.4	13.3	5.5
アオサ合計（90%含水率換算量）	1,175.86	90.00	11.5	2.4	7.8	3.3
バイオガス発生量原単位（N㎥/t）	30 平成23年1月東京ガス㈱ヒアリングより ＊アオサ含水率約90%、現在のプラント平均値					
メタンガス含有割合	0.6 NEDO GISデータベース 「エネルギー量の推計方法（改訂版）」より、家畜ふん尿・動植物残さからのバイオガス値					
メタンガス熱量原単位（GJ/N㎥）	0.03718 NEDO GISデータベース 「エネルギー量の推計方法（改訂版）」より					
バイオガス発熱量（GJ/年）	786.9					
重油換算量（kL/年）＊	20.126					
バイオガス発熱量（GJ/日）			7.7	1.6	5.2	2.2
重油換算量（kL/日）＊			0.197	0.041	0.134	0.056

＊A重油発熱量39.1GJ/kL（10,866kcal/kg・比重0.86）とした

(b) 下水汚泥のバイオガス燃料変換量

ケース 1、2 の下水汚泥のバイオガス燃料変換量について、文献値より、下水汚泥 1 トン（含水率 80%）からのバイオガス発生量を 48.7N ㎥とし、算出した。

これより、下水汚泥からのバイオガス燃料変換量は、ケース 1 が重油換算量 150.54kL/年、ケース 2 が重油換算量 77.604kL/年である。

	【アオサの補完原料として利用する場合】 時期別 1日あたりの利用量				
	ケース1			ケース2	
	下水汚泥総利用量	2～8月（計210日の平均）	12～1月（計60日の平均）	下水汚泥総利用量	2～8月（計210日の平均）
	t/年	t/日	t/日	t/年	t/日
	5,418.0	20.6	18.2	2,793.0	13.3
バイオガス発生量原単位（N㎥/t）	48.7 NEDO GISデータベース 「エネルギー量の推計方法（改訂版）」より、家畜ふん尿の原単位を用い算出したバイオガス値				
メタンガス含有割合	0.6 NEDO GISデータベース 「エネルギー量の推計方法（改訂版）」より、家畜ふん尿・動植物残さからのバイオガス値				
メタンガス熱量原単位（GJ/N㎥）	0.03718 NEDO GISデータベース 「エネルギー量の推計方法（改訂版）」より				
バイオガス発熱量（GJ/年）	5,886.1			3,034.3	
重油換算量（kL/年）＊	150.540			77.604	
バイオガス発熱量（GJ/日）		22.4	19.8		14.4
重油換算量（kL/日）＊		0.572	0.506		0.370

＊A重油発熱量39.1GJ/kL（10,866kcal/kg・比重0.86）とした

(c) アオサ・下水汚泥合計のバイオガス燃料変換量

(a)、(b) より、アオサ・下水汚泥を合計したバイオガス燃料変換量は、ケース 1 が重油換算量 170.7 kL/年、ケース 2 が重油換算量 97.7kL/年と算出された。

なお、このときのメタン発酵槽容量は、東京ガス株式会社へのヒアリングを参考に、原料投入量に対する加水量を 1、55℃発酵、滞留日数を 15 日とした場合、ケース 1 が 618 ㎥、ケース 2 が 399 ㎥と算出された。

	原料・回収エネルギー												発酵槽	
	アオサ*1				下水汚泥*2				合計				原料投入量（加水量は除く）	発酵槽容量（原料+水=1:1、55℃、15日滞留として）
	t/年	含水率%	バイオガス GJ/年	重油換算量 kL/年	t/年	含水率%	バイオガス GJ/年	重油換算量 kL/年	t/年	含水率%	バイオガス GJ/年	重油換算量 kL/年	t/日	㎥
ケース1	1,996.06	94.11	786.9	20.1	5,418.0	80.0	5,886.1	150.5	7,414.06	83.8	6,673.0	170.7	20.6	618.0
ケース2	1,996.06	94.11	786.9	20.1	2,793.0	80.0	3,034.3	77.6	4,789.06	85.9	3,821.2	97.7	13.3	399.0

⑧　燃料需要量

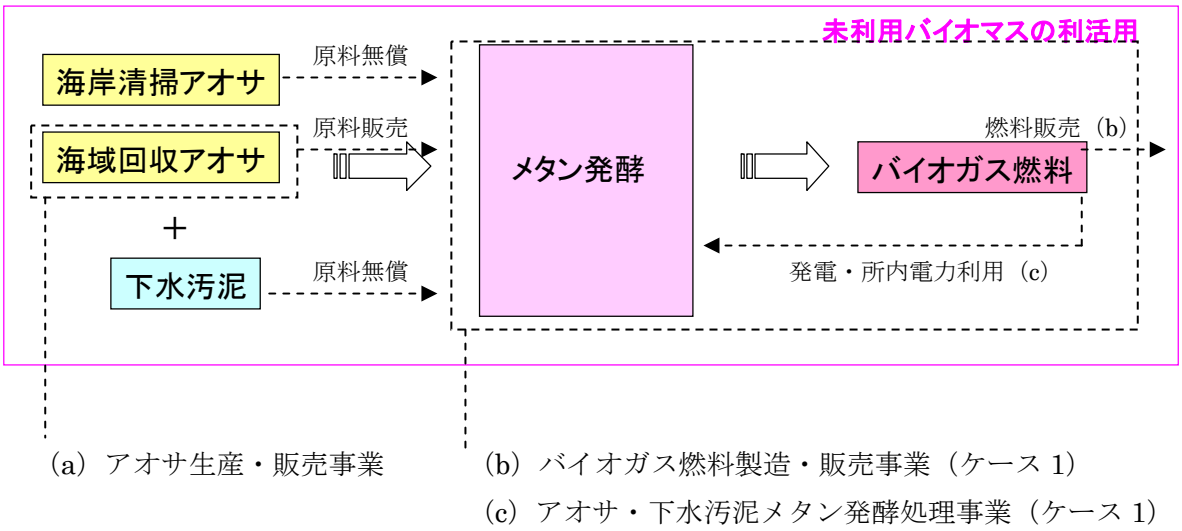
今後福岡市において、バイオ燃料等の再生可能エネルギーの導入を検討していくためには、市内のエネルギー需要量を把握する必要がある。

本調査のアオサ・下水汚泥のメタンガス変換量はケース 1 で重油換算量 170.7kL/年であり、この量は、50kW 規模の発電機の燃料に相当し、実際にはメタン発酵施設の所内動力として自己利用することが適当であると考える。

従って、今回燃料需要先の調査は実施しなかったが、今後の再生可能エネルギー導入の検討の課題として、燃料需要先の調査も必要となることを特記したい。

⑨　燃料等製造事業化提案

福岡市において、アオサを利活用する事業について、(a) アオサ生産・販売事業、(b) バイオガス燃料製造・販売事業（ケース 1 のみ)、またバイオガスを全量自己利用し燃料販売をしない (c) アオサ・下水汚泥メタン発酵処理事業（ケース 1 のみ）について試算をし、事業性を評価した。



（a）アオサ生産・販売事業試算

アオサを海域回収し、燃料原料として販売する事業について、試算を実施した。試算表は、次頁に示す。

この結果を下記に取り纏めた。現在福岡市が実施しているアオサの海域回収を、バイオマス生産事業と捉えた場合、アオサの販売価格は 17.2 円/kg（アオサ含水率 95%）となる。

本事業の地域への効果は、雇用創生数 0.5 人、また悪臭発生防止による環境改善である。

	項目		単位等	条件・結果等	備考
前提条件	事業概要	生産方法	海域回収		
		生産ﾊﾞｲｵﾏｽ	アオサ（含水率 95%）		
			t/年	1,640	
	事業条件	事業者	福岡市		
		生産地	和白干潟		
		ほか	福岡市の現在の回収作業負担を前提とした		年間ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄは、現在の福岡市の海域回収年間平均ｺｽﾄを参考とした
	試算条件	ｲﾆｼｬﾙｺｽﾄについて	全て借入金で賄い、10 年返済・金利負担 3%とし、返済金をﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄに組み入れた		
		一般管理費	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄの 10%とした		
		ﾊﾞｲｵﾏｽ販売価格の算出方法	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄと一般管理費の合計を、ﾊﾞｲｵﾏｽ生産量で割った額を販売価格とした		
試算結果	イニシャルコスト	土地取得費	千万円	0	
		設備等	千万円	0	回収船１艘･運搬船４艘（すべて既存）
	ランニングコスト	人件費	千万円/年	0.18	
		その他	千万円/年	2.4	返済金を含む
	販売価格	販売ﾊﾞｲｵﾏｽ	アオサ（含水率 95%）		
		販売価格	円/kg	17.2	
地域への効果	雇用創生	雇用創生数	人	0.5	360 万円/人/年とした
	環境改善		悪臭（腐敗臭）発生防止		

アオサ生産事業（海域回収）　アオサ1,640.4トン/年（含水率95%）

工程		事業者	期間	イニシャル				ランニング			
				土地		設備・機器		資材・メンテナンス		人	
項目	細分			面積	取得費（円）	種類	購入費（円）	項目	費用(円/年)	要因数（人日/年）	人件費（円/年）
回収準備	自治体施策準備	自治体	0年	0ha	0	回収船1隻（既存）	0				
						運搬船4隻（既存）	0				
栽培等											
回収	アオサ海域回収		9月～1月			回収船（既存）	0	軽油・機械損料・メンテナンス・輸送運賃等*2	23,911,640	オペレーター *1*2 1,683.2h	1,767,360
	アオサ運搬					運搬船4隻（既存）	0				
運搬	トラック輸送					4tダンプ（既存）	0				
元金返済（10年返済）								イニシャル損料	0		
金利返済（金利3%・10年返済）								イニシャル金利返済	0		
小計（円・円/年）					0		0		23,911,640		1,767,360
合計（円/年）				25,679,000							
一般管理費（ランニングの10%）				2,567,900							
総計（円/年）				28,246,900							
原料販売	1,640.4 t/年 (含水率95%)	販売単価（円/t）		17,220							
		販売単価（円/kg）		17.2							
		売上合計（円/年）		28,246,900							

*1 熊本県最低賃金（平成 22 年 11 月 5 日）より 643 円/h×1.1＝700 円/h

オペレーター単価　700 円/h×1.5＝1,050 円/h とした

*2 福岡市港湾局環境対策課ヒアリングより

アオサ海域回収量　平均1,640.4t/年（H16～H21 作業実績より平均値・含水率 95%）

アオサ海域回収日数　平均26.3 日/年（H16～H21 作業実績より平均値）

1 日の作業時間　8h/日

①海上作業（回収・運搬）

作業人数　回収船 3 人/1 隻×1 隻＋運搬船 2 人/ 1 隻×4 隻＝8 人体制

年間海上作業時間総計　8 人×8h/日×26.3 日/年＝1,683.2h/年

②陸上作業（輸送）

沿岸からアオサ 4 トン/4 トンダンプで運搬

以上より、年間人件費　1,683.2h×1,050 円/h＝1,767,360 円/年

年間資材・メンテナンス・トラック輸送費（軽油代、メンテナンス費、輸送費ほか）

23,911,640 円/年とした（市回収作業コストを参考）

（b）バイオガス製造事業試算（ケース 1）

アオサ・下水汚泥をメタン発酵しバイオガスを販売する事業（ケース 1）について、試算を実施した。試算表は、次頁に示す。

この結果を下記に取り纏めた。海域回収アオサを 17.2 円/kg（アオサ含水率 95%）で購入し、海岸清掃アオサ、下水汚泥を無償で引き取り、メタン発酵した場合、製造するバイオガス燃料の販売価格は 548 円/N㎥、重油換算価格で 962 円/Lとなる。燃料価格は割高であり、事業採算性は良くないと判断される。これは、原料のアオサの含水率が 95%と高く、重量あたりのエネルギー回収量が低いことが原因となっている。

本事業の地域への効果は、雇用創生数 9.4 人、また171kL/年の重油代替、および2,965.6ha相当の肥料代替となる。

	項目		単位等	条件・結果等	備考
前提条件	事業概要	燃料変換方法	メタン発酵		ｹｰｽ 1・発酵槽容量 600 ㎥
		原料ﾊﾞｲｵﾏｽ①	アオサ（含水率 94.11%）		海域回収分 1,640.4t/年は購入、海岸清掃分は無償引取
			t/年	1,996.06	
		原料ﾊﾞｲｵﾏｽ②	下水汚泥（含水率 80%）		無償引取
			t/年	5,418	
		製造燃料	バイオガス		全量販売
			N ㎥/年	298,862	
		燃料重油換算量	kL/年	171	
		副産物	液肥		散布手数料見合で全量販売。2,965.62ha 相当(5t/ha)。
			t/年	14,828.1	
	事業条件	事業者	福岡市		
		事業地	既存地（廃熱供給有り）		
		ほか	発電機は整備せず、バイオガスは全量販売を前提		必要な電力は外部から購入、熱は廃熱供給を受ける
	試算条件	ｲﾆｼｬﾙｺｽﾄについて	全て借入金で賄い、10 年返済・金利負担 3%とし、返済金をﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄに組み入れた		
		一般管理費	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄの 10%とした		
		ﾊﾞｲｵ燃料販売価格の算出方法	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄと一般管理費の合計を、ﾊﾞｲｵ燃料製造量で割った額を販売価格とした		
試算結果	イニシャルコスト	土地取得費	千万円	0	
		設備等	千万円	31.7	メタン発酵設備（発電機無し）
	ランニングコスト	人件費	千万円/年	3.4	
		その他	千万円/年	11.8	返済金を含む
	燃料販売価格	販売燃料	バイオガス		
		販売価格	円/N ㎥	548.9	
		重油換算価格	円/L	962.2	
	副産物販売価格	副産物	液肥		散布手数料 1,000 円/5t/ha
		販売価格	円/t	200	
地域への効果	雇用創生	雇用創生数	人	9.4	360 万円/人/年とした
	重油代替	重油代替量	kL/年	171	
	肥料代替	肥料代替面積	ha	2,965.6	液肥散布量 5t/ha

ケース1　バイオガス製造事業　原料：アオサ1,996.06トン/年＋下水汚泥5,418.0トン/年
（55℃発酵の場合、発酵槽容量618㎥）燃料：バイオガス 298,862㎥/年（重油換算171kL/年）

工程		事業者	期間	イニシャル				ランニング			
				土地		設備・機器		資材・メンテナンス		人	
項目	細分			面積	取得費（円）	種類	購入費（円）	項目	費用(円/年)	項目	人件費（円/年）
設備準備	施設建設	福岡市	1年	1.0ha（市有地/廃熱供給有り（焼却場など））	0	メタン発酵槽（600㎥）*1	25,000,000				
						溶解槽（150㎥）*1	7,500,000				
						保温・塗装*1	7,500,000				
						破砕機*1	20,000,000				
						付帯設備*1	16,250,000				
						ガスバック*1	10,000,000				
						攪拌機*1	10,000,000				
						液肥タンク（2,800㎥）*1	55,840,000				
						液肥散布車両・車庫*1	50,000,000				
						制御器*1	30,418,000				
						電気工事*1	22,813,500				
						設計経費*1	61,596,450				
原料仕入れコスト	アオサ 1,996.06t/年		9月～1月					アオサ仕入（海域回収分は購入・海岸清掃分は無償引取）	28,246,900		
	下水汚泥 5,418.0t/年		12月～8月					下水汚泥仕入	0		
メタン発酵	メンテナンス		通年					修繕費*1	47,537,693	8人体制（350万円/人/年）*1	28,000,000
								電気代*1 50kW相当	6,570,000		
								熱（焼却場等廃熱利用）	0		
液肥散布	液肥 14,828.1t/年			296.6ha（5t/10a）				消耗品費*2	3,062,800	*2	5,779,800
元金返済（10年返済）								イニシャル損料	31,691,795		
金利返済（金利3%・10年返済）								イニシャル金利返済	950,754		
小計（円・円/年）					0		316,917,950		118,059,941		33,779,800
合計（円/年）									151,839,741		
一般管理費（ランニングの10%）				15,183,974							
総計（円/年）				167,023,715							
燃料コスト（ガス）	298,862 Nm³/年	コスト単価（円/Nm³）		558.9							
		コスト単価（円/MJ）*4		25.1							
		コスト合計（円/年）		167,023,715							
売上											
液肥販売*2（発酵残さ）	14,828.1 t/年	販売単価（円/t）		200							
		販売単価（円/kg）		0.2							
		売上合計（円/年）		2,965,624							
燃料販売（ガス）	298,862 Nm³/年	販売単価（円/Nm³）		548.9							
		販売単価（円/MJ）*4		24.6							
		重油換算（円/L）		962.2							
		売上合計（円/年）		164,058,091							
総計（円/年）				167,023,715							

バイオガス発生量・発熱量計算

原料			原料換算		バイオガス発生単位*3	バイオガス発生量	メタン含有割合*4	メタン発熱量単位*4	バイオガス発熱量*4	重油換算量*5	発電規模*6
	t/年	含水率	t/年	含水率	Nm³/t	Nm³/年		GJ/メタンNm³	GJ/年	kL/年	kW
アオサ	1,996.06	94.1%	1,175.86	90.0%	30.0	35,275.8	0.6	0.03718	786.9	20.1	6.2
下水汚泥	5,418.00	80.0%	5,418.00	80.0%	48.65	263,585.7	0.6	0.03718	5,880.1	150.4	46.6
合計	7,414.06	83.8%	6,593.86	81.8%		298,861.5	0.6	0.03718	6,667.0	170.5	52.9

*3 アオサは東京ガス㈱ヒアリングよりプラント実証値、
　下水汚泥はNEDO　GISデータベース「エネルギー量の推計方法」から家畜排せつ物のガス発生量単位と、
　「バイオマス総合利活用マスタープラン」（平成16年3月千葉県）の下水汚泥の炭素含有量割合を参考に算出した
*4 NEDO　GISデータベース「エネルギー量の推計方法」より
*5 A重油発熱量39.1GJ/kL（10,866kcal/kg・比重0.86）とした
*6 3.6MJ/kWh、発電効率0.25、365日/年、24h/日稼動で算出した

*1　600 ㎥容量メタン発酵装置の設備総建設費　約 3 億 1,700 万円とした
（本ケースは近隣施設の廃熱を利用し発酵槽を加温、発電をしないため発電機は設置しない）
従業員 8 人体制・1 名 3 直 4 交代とした。
所内消費電気は、50kW 相当を 15 円/kWh で購入するものとした。
24h/日、365 日/年稼動とした。

*2　原料量と同量の水を加水するため、液肥発生量は原料量の 2 倍とした
2009 年 10 月 21 日エコテクノ 2009　大木町講演資料より
大木町バイオガスプラント　液肥 5~7t/10a 液肥代は無料（散布代のみ 1,000 円/10a）
液肥散布コスト　液肥 6,000t/年　消耗品費 124 万円/年　人件費 234 万円/年　より
本試算ケース　液肥 14,828.1t/年
○散布コスト
14,828.1t/年÷6,000 t/年（大木町）=2.47 倍として、
消耗品費　124 万円/年（大木町）×2.47＝306.28 万円/年
人件費　234 万円/年（大木町）×2.47＝577.98 万円/年　とした
○散布手数料（売上）
散布代 1,000 円/液肥 5t/10a　とした

（c）メタン発酵処理事業試算（ケース 1）

（b）のメタンガス製造・販売事業では事業性は見込めなかったため、アオサ・下水汚泥をメタン発酵し、回収したバイオガスを電力として全量自己処理に利用する廃棄物処理事業（ケース 1）と捉え、試算を実施した。なお、本ケースで発生するバイオガス量は、全量自己発電機燃料として所内消費する量とほぼ同じである。試算表は、次頁に示す。

この結果を下記に取り纏めた。海域回収アオサを 17.2 円/kg（アオサ含水率 95%）で購入し、海岸清掃アオサ、下水汚泥を無償で引き取り、メタン発酵処理した場合、アオサ、下水汚泥の処理単価は 22,800 円/t、総処理コストは 16.9 千万円/年となる。

参考として、表 9 に、現在の福岡市のアオサ海域回収コストと、海域・海岸清掃で回収したアオサ、及び下水汚泥を 25,000 円/tで焼却処理するコストを合計した場合、総処理コストは 21.4 千万円/年となり、メタン発酵処理の方が年間 4.5 千万円安い結果となった。

本事業の地域への効果は、雇用創生数 9.4 人、また171kL/年の重油代替、および2,965.6ha相当の肥料代替となり、本処理事業は、焼却処理と比較して、経済および環境効果が高く、有望と考えられる。

	項目		単位等	条件・結果等	備考
前提条件	事業概要	処理方法	メタン発酵		ｹｰｽ 1・発酵槽容量 600 ㎥
		処理ﾊﾞｲｵﾏｽ①	アオサ（含水率 94.11%）		海域回収分 1,640.4t/年は購入、海岸清掃分は無償引取
			t/年	1,996.06	
		処理ﾊﾞｲｵﾏｽ②	下水汚泥（含水率 80%）		無償引取
			t/年	5,418	
		回収燃料	バイオガス		全量自己電力利用
			N ㎥/年	298,862	
		燃料重油換算量	kL/年	171	
		副産物	液肥		散布手数料見合で全量販売。2,965.62ha 相当(5t/ha)。
			t/年	14,828.1	
	事業条件	事業者	福岡市		
		事業地	既存地（廃熱供給有り）		
		ほか	発電機を整備し、ﾊﾞｲｵｶﾞｽは全量電力として自己利用を前提		電力購入せず、熱は廃熱供給を受ける
	試算条件	ｲﾆｼｬﾙｺｽﾄについて	全て借入金で賄い、10 年返済・金利負担 3%とし、返済金をﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄに組み入れた		
		一般管理費	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄの 10%とした		
		ﾊﾞｲｵ燃料販売価格の算出方法	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄと一般管理費の合計を、ﾊﾞｲｵ燃料製造量で割った額を販売価格とした		
試算結果	イニシャルコスト	土地取得費	千万円	0	
		設備等	千万円	36.1	メタン発酵設備（発電機を整備）
	ランニングコスト	人件費	千万円/年	3.4	
		その他	千万円/年	11.8	返済金を含む
	副産物販売価格	副産物	液肥		散布手数料 1,000 円/5t/ha
		販売価格	円/t	200	
	バイオマス処理コスト	処理ﾊﾞｲｵﾏｽ①	アオサ（含水率 94.11%）		
			t/年	1,996.06	
		処理ﾊﾞｲｵﾏｽ②	下水汚泥（含水率 80%）		
			t/年	5,418	
		ﾊﾞｲｵﾏｽ処理単価	円/t	22,800	
		ﾊﾞｲｵﾏｽ処理ｺｽﾄ	千万円/年	16.9	
地域への効果	雇用創生	雇用創生数	人	9.4	360 万円/人/年とした
	重油代替	重油代替量	kL/年	171	
	肥料代替	肥料代替面積	ha	2,965.6	液肥散布量 5t/ha

表 9　海域・海岸清掃で回収したアオサ、及び下水汚泥を 25,000 円/t で焼却処理するコスト

アオサ回収コスト	1,996.06 t/年	処理コスト合計（円/年）	28,246,900
原料焼却処理コスト（アオサ（回収したもの）・下水汚泥）	7414.1 t/年	処理コスト単価（円/t）	25,000
		処理コスト単価（円/kg）	25.0
		処理コスト合計（円/年）	185,352,500
総処理コスト合計（円/年）			213,599,400

ケース1　メタン発酵処理事業　対象：アオサ1,996.06トン/年＋下水汚泥5,418.0トン/年
（55℃発酵の場合、発酵槽容量618㎥）　燃料：バイオガス 298,862㎥/年（重油換算171kL/年）
→処理電力に自己利用（発電）

工程		事業者	期間	イニシャル				ランニング			
				土地		設備・機器		資材・メンテナンス		人	
項目	細分			面積	取得費（円）	種類	購入費（円）	項目	費用(円/年)	項目	人件費（円/年）
設備準備	施設建設	福岡市	1年	1.0ha（市有地/廃熱供給有り（焼却場など））	0	メタン発酵槽（600㎥）*1	25,000,000				
						溶解槽（150㎥）*1	7,500,000				
						保温・塗装*1	7,500,000				
						破砕機*1	20,000,000				
						付帯設備*1	16,250,000				
						ガスパック*1	10,000,000				
						攪拌機*1	10,000,000				
						液肥タンク（2,800㎥）*1	55,840,000				
						液肥散布車両・車庫*1	50,000,000				
						発電機（50kW）*1	25,000,000				
						制御器*1	35,418,000				
						電気工事*1	26,563,500				
						設計経費*1	71,721,450				
原料仕入れコスト	アオサ 1,996.06t/年		9月～1月					アオサ仕入（海域回収分は購入・海岸清掃分は無償引取）	28,246,900		
	下水汚泥 5,418.0t/年		12月～8月					下水汚泥仕入	0		
メタン発酵	メンテナンス		通年					修繕費*1	54,118,943	8人体制（350万円/人/年）*1	28,000,000
								電気代（50kW自己発電）	0		
								熱（焼却場等廃熱利	0		
液肥散布	液肥 14,828.1t/年			296.6ha（5t/10a）				消耗品費*2	3,062,800	*2	5,779,800
元金返済（10年返済）								イニシャル損料	36,079,295		
金利返済（金利3%・10年返済）								イニシャル金利返済	1,082,379		
小計（円・円/年）					0		360,792,950		122,590,316		33,779,800
合計（円/年）								156,370,116			
一般管理費（ランニングの10%）				15,637,012							
支出計（円/年）				172,007,128							
液肥販売*2（発酵残さ）	14,828.1 t/年	販売単価（円/t）		200							
		販売単価（円/kg）		0.2							
		売上合計（円/年）		2,965,624							
売上計（円/年）				2,965,624							
総計（円/年）				169,041,504							
メタン発酵処理コスト（アオサ・下水汚泥）	7,414.1 t/年	処理コスト単価（円/t）		22,800							
		処理コスト単価（円/kg）		22.8							
		処理コスト合計		169,041,504							

バイオガス発生量・発熱量計算

原料			原料換算		バイオガス発生単位*1	バイオガス発生量	メタン含有割合*2	メタン発熱量単位*2	バイオガス発熱量*2	重油換算量*3	発電規模*4
	t/年	含水率	t/年	含水率	Nm³/t	Nm³/年		GJ/メタンNm³	GJ/年	kL/年	kW
アオサ	1,996.06	94.1%	1,175.86	90.0%	30.0	35,275.8	0.6	0.03718	786.9	20.1	6.2
下水汚泥	5,418.00	80.0%	5,418.00	80.0%	48.65	263,585.7	0.6	0.03718	5,880.1	150.4	46.6
合計	7,414.06	83.8%	6,593.86	81.8%		298,861.5			6,667.0	170.5	52.9

*1 アオサは東京ガス㈱ヒアリングよりプラント実証値、
　下水汚泥はNEDO　GISデータベース「エネルギー量の推計方法」から家畜排せつ物のガス発生量単位と、
　「バイオマス総合利活用マスタープラン」（平成16年3月千葉県）の下水汚泥の炭素含有量割合を参考に算出した
*2 NEDO　GISデータベース「エネルギー量の推計方法」より
*3 A重油発熱量39.1GJ/kL（10,866kcal/kg・比重0.86）とした
*4 3.6MJ/kWh、発電効率0.25、365日/年、24h/日稼動で算出した

*1　600 ㎥容量メタン発酵装置の設備総建設費　約 3 億 6,100 万円とした
（本ケースは近隣施設の廃熱を利用し発酵槽を加温、自己発電を設置し
バイオガスを全量自己利用とした）
従業員 8 人体制・1 名 3 直 4 交代とした。
24h/日、365 日/年稼動とした。

*2　原料量と同量の水を加水するため、液肥発生量は原料量の 2 倍とした
2009 年 10 月 21 日エコテクノ 2009　大木町講演資料より
大木町バイオガスプラント　液肥 5~7t/10a 液肥代は無料（散布代のみ 1,000 円/10a）
液肥散布コスト　液肥 6,000t/年　消耗品費 124 万円/年　人件費 234 万円/年　より
本試算ケース　液肥 14,828.1t/年
○散布コスト
14,828.1t/年÷6,000 t/年（大木町）=2.47 倍として、
消耗品費　124 万円/年（大木町）×2.47＝306.28 万円/年
人件費　234 万円/年（大木町）×2.47＝577.98 万円/年　とした
○散布手数料（売上）
散布代 1,000 円/液肥 5t/10a　とした

⑩　調査のまとめ

福岡市の第 2 世代バイオ燃料の利活用について、アオサを対象とした本調査を実施した結果見えてきた可能性、課題、留意点について下記にまとめた。

（a）アオサの燃料化の可能性

現在の研究開発の進捗から、メタン発酵しバイオガスを生産することが可能である。

（b）アオサの燃料化の課題

アオサは含水率が 90%以上であり、またもともと持っている熱量が生ごみ等と比較すると小さいことから、現時点のメタン発酵技術では、ガス回収量はメタン発酵処理施設の所内エネルギー需要以下となり、燃料製造事業としては、販売利益は見込めない。この点を改善するためには、低投入のアオサ乾燥技術の開発が必要と考える。

合わせて、アオサの海域回収の省力化による事業採算性の向上も必要と考える。

（c）アオサの燃料化の留意点

現在の福岡市のアオサの海域回収は、環境改善の視点から必要量のみの回収を実施している。将来、技術開発が進み、アオサの燃料化効率が向上し、原料として更なる回収を実施することになった場合、海域の生態系保全について配慮し、専門家の助言・指導を踏まえた対策を講じることが必要となる。

(2) 佐賀県白石町

① 白石町の概要

白石町（しろいしちょう）は、佐賀県の中南部に位置し、有明海の広い干拓地と干潟で知られる町である。杵島郡に属する。

佐賀県の南西部、佐賀市中心部から 25km 圏内に位置し、北は六角川を境に大町町、江北町、小城市に、西は武雄市及び嬉野市に、南は塩田川を境に鹿島市に接し、東南部は有明海に面している。

町西方の杵島山系から東方へ広がる広大な白石平野は、古く弥生時代から自然陸化し、中世より現代まで幾多の干拓事業で造成された土地である。特色としては粘質土壌で、米・麦、野菜、施設園芸等の農業好適地帯となっている。

また、六角川や塩田川をはじめとする川は、地域にうるおいを与えながら、宝の海とも言われる有明海に注いでいる。

土地利用状況は、田が最も多く、次いで畑の順となり、山林の占める割合が小さいことが特徴である。

北部にある山の影響により冬には冷たい風が吹くが、全体的に温暖である。

農業が基幹産業であり、たまねぎ、海苔、イチゴ、レンコンの生産地である。

白石町	基本統計情報	出展
人口	27,057 人	平成 17 年国勢調査
総土地面積	9,946 ha	2005 年農林業センサス
耕地面積（耕地率）	5,970 ha（60.0%）	2005 年農林業センサス
林野面積（林野率）	942 ha（3.5%）	2005 年農林業センサス

②　調査対象とした理由

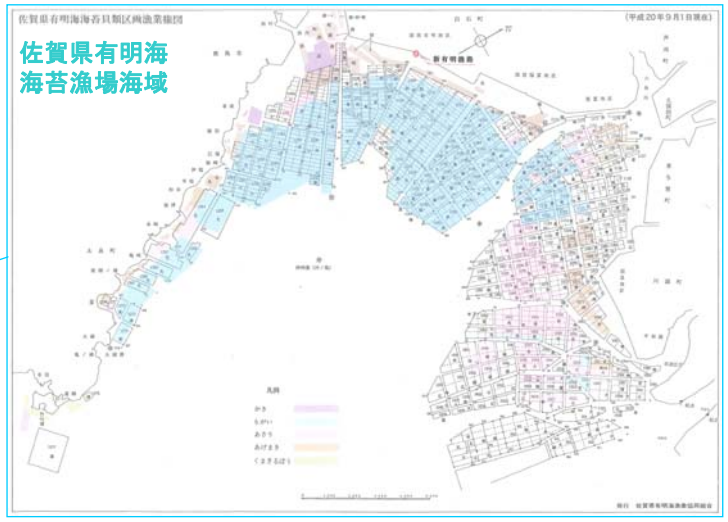
白石町を含んだ佐賀県、福岡県に面する有明海沿岸域は、国内有数の海苔生産漁場となっている。この佐賀県域の海苔漁場面積は 150k ㎡に及び、海苔生産数は年間 20 億枚、乾燥重量にして 6,600 トンであり、国内全体の生産数 80 億枚の 4 分の 1 を生産し出荷している。

この海苔生産に伴い、通常黒い海苔の色が、黒くならずに白いまま成長した「色落ちノリ」が発生する。海苔の生産時期は 9 月～3 月であるが、海水温度の上昇に伴い色落ちノリの発生割合は高くなる。

現在、佐賀県有明海海苔漁場海域で発生している色落ちノリの量は、乾燥重量で 500 トン、湿潤重量では 5,000 トンとなっている。佐賀県有明海漁業協同組合を中心とする生産農家では、海苔網で引き上げた色落ちノリを乾燥し、乾燥コスト見合で味付け海苔の原料として販売している。

しかし、利益は無く、乾燥に重油を多用しているため、色落ちノリについて乾燥以外の方法での有効利用を望む生産者が多いとの事である。

そこで、本事業において、白石町の調査対象バイオマスを色落ちノリとし、この燃料化事業のモデルプランを提案することとした。



・人口　27,057人
・総土地面積　9,946ha
耕地面積　5,970ha（60.0%）
林野面積　942ha（3.5%）

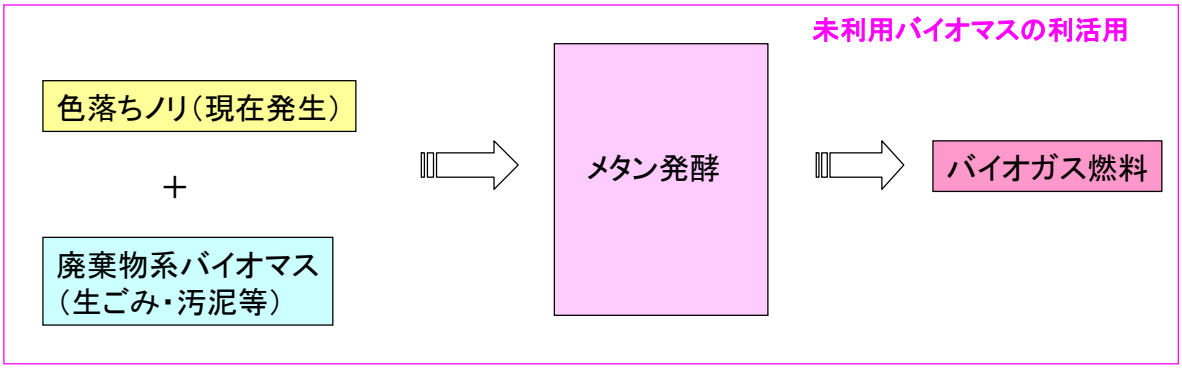
佐賀県有明海の海苔漁場150km²で、年間6,600トン（乾燥重量）の海苔を生産
→色落ちノリが年間500トン（乾燥重量・湿潤重量では5,000トン）発生している

現在色落ちノリは乾燥し味付け海苔として流通しているが、乾燥燃料を大量に使用するため、
乾燥しない利活用方法を検討できないか？

③　燃料生産事業モデルプランの設定

白石町のバイオ燃料生産事業のモデルプランを、未利用バイオマスの利活用として、色落ちノリ（佐賀県有明海海苔漁場海域の発生量）を主原料、白石町の廃棄物系バイオマス（生ごみ・汚泥等）を補完原料とした、メタン発酵によるバイオガス燃料製造とした。

■白石町　色落ちノリ利活用事業モデル



④ 調査対象バイオマスと変換燃料の設定

モデルプランの設定に従い、白石町の調査対象となるバイオマスと変換燃料は、下記の通りとした。

対象市町村		対象バイオマス		自生（既存）からの供給可能量	プランテーションからの供給可能量	燃料変換
県	市町村					
佐賀県	白石町	主	海藻類（色落ちノリ等）	○	-	メタン発酵・残さは液肥化
		補完	廃棄物系バイオマス（生ごみ・青果残さ・し尿・浄化槽汚泥）	○	-	

⑤　調査方法

調査方法について、(a) 調査実施者・対応者、(b) 調査方法・スケジュールは下記の通りである。

(a)　調査実施者・対応者

調査実施者（事務局担当者）

区分	所属		担当者
事務局	㈱TRES	代表取締役社長	松野尾　淳
		代表取締役	福田　史恵

対応者（市町村担当者）

区分	市町名	担当課（係）	担当者
佐賀県	白石町	企画部 企画課 企画調整係	谷崎　孝則

(b)　調査方法・スケジュール

白石町　調査スケジュール等					
	事前調査	H22年9～10月 【バイオマス利用可能量調査】		H22年9月～H23年3月 【燃料化事業可能性調査】	
		一次調査	二次調査	三次調査	
		事前ヒアリング 1～2h程度	現地調査 2h程度	技術者ヒアリング等 2h程度	
日程	2010年7月12日	2010年9月10日	2010年9月29日	2010年9月10日	2011年1月27日
調査先	佐賀県有明水産振興センター　川村副所長	白石町企画課	佐賀県有明海漁業協同組合（白石町役場にて打合せ）	佐賀大学農学部 染谷教授	佐賀県有明海漁業協同組合海苔乾燥施設
内容	ノリ生産・色落ちノリ発生・処理状況	ノリ生産業について	ノリ生産・色落ちノリ発生・処理状況	海藻類メタン発酵技術・実証状況について	ノリ乾燥現場・くずノリ発生量・燃料使用量について

⑥　バイオマス資源利用可能量

(a) 有明湾佐賀県域の現在の色落ちノリ発生状況

佐賀県有明海海苔漁場海域の海苔漁場面積は 150k ㎡、海苔生産数は年間 20 億枚、乾燥重量にして 6,600 トンである。このうち、白石町の生産量は約 1 割を占めている。

表 1　佐賀県有明海海苔漁場海域および白石町の海苔生産量（平成 18 年度～平成 21 年度）

分　　類	地　　域	平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度
生産枚数（単位：千枚）	佐賀県	2130264	2122434	1965194	1788082
	白石町	256445	226264	218507	190222
平成18年度を100とした指数	佐賀県	100.0	99.6	92.3	83.9
	白石町	100.0	88.2	85.2	74.2
生産額（単位：千円）	佐賀県	22,454	22,585	19,578	19,382
	白石町	2,548	2,360	1,969	1,878
平成18年度を100とした指数	佐賀県	100.0	99.4	87.2	86.3
	白石町	100.0	92.6	77.3	73.7

佐賀県有明水産振興センターへのヒアリングより、佐賀県有明海海苔漁場海域では、海苔生産に伴い、年間に乾燥重量で 500 トン、湿潤重量では 5,000 トン（含水率 90%時）の色落ちノリが発生しており、生産農家は、海苔網で引き上げた色落ちノリを乾燥し、乾燥コスト見合で味付け海苔の原料として販売している。

表 2　佐賀県有明海海苔漁場海域の色落ちノリ発生量

対象地域	対象面積	バイオマス	発生量	含水率	発生時期
			t/年	%	月
佐賀県有明湾海域ノリ養殖場	ノリ養殖面積 150km^2	色落ちノリ（養殖時発生）	5,000.0	90.0	11～3月 5ヶ月間*

＊色落ちノリは3月に大量に発生（佐賀県有明海漁協より）

佐賀県有明海漁業協同組合へのヒアリングより、色落ちノリについては、生産農家に利益は無く、乾燥に重油を多用するため、乾燥せず燃料用原料として供給することは可能との事である。また白石町は、佐賀県有明海海苔漁場沿岸の中心部に位置していることから、佐賀県有明海海苔漁場海域全域から白石町へ色落ちノリを供給することは可能であると考えられる。

以上より、白石町のバイオマス利用可能量を、色落ちノリ 5,000 トン/年（含水率 90%）とした。

なお、海苔生産においては、色落ちノリのほか、佐賀県有明海漁業協同組合のノリ乾燥施設において残さとしてくずノリが発生している。このノリ乾燥施設を訪問し調査したところ、くずノリは、海苔乾燥前の洗浄工程から排水として発生し、全て施設に隣接する下水溝に直接放流するシステムとなっており、別途回収することは困難と考え、本調査からは除外した。

(b)　色落ちノリをメタン発酵する場合の１日あたりの利用量

色落ちノリの発生時期は、海苔生産時期である 11 月から 3 月に限定される。色落ちノリは、引き上げから 1 日～2 日で腐敗が始まり臭気が発生することから、メタン発酵の原料として、そのままでは保管は出来ない。

色落ちノリをメタン発酵利用する場合、色落ちノリの保管処理方法について、海藻類のメタン発酵について研究開発を実施している佐賀大学農学部染谷教授にヒアリングし、乳酸菌を使用した前発酵である程度の期間は腐敗を抑えられるとの情報を得た。

そこで、色落ちノリの年間利用量は現状発生量の 5,000 トンとし、色落ちノリの保管処理の有無により、下記の 3 ケースを想定し、それぞれ 1 日あたりの色落ちのノリのメタン発酵利用量を算出し、表 3、グラフ 1 に表した。

【共通前提】色落ちノリの年間利用量 5,000 トン

ケース 1：色落ちノリ保管処理をしない場合

ケース 2：前発酵処理等で、3 ヶ月程度保管が可能な場合

ケース 3：技術開発等で、半年以上の保管が可能となった場合

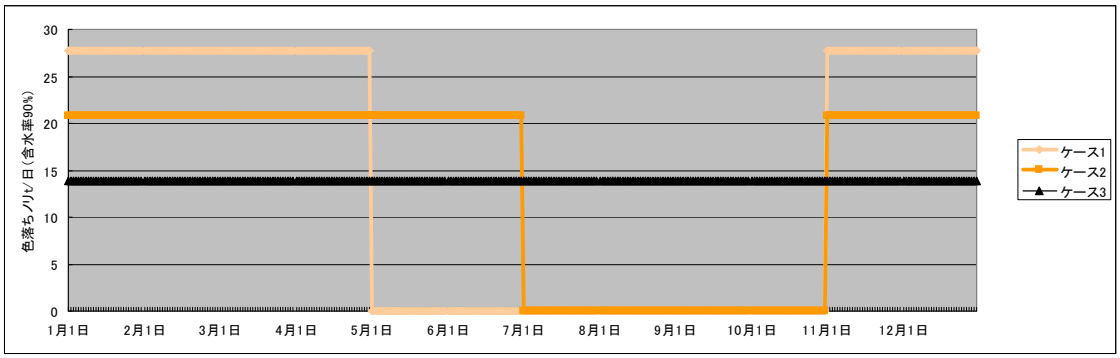
表 3　色落ちノリをメタン発酵する場合　ケース毎の 1 日あたりの利用量算出

対象地域	対象面積	バイオマス	発生量	含水率	発生時期	【色落ちノリを燃料原料として利用する場合】時期別　1日あたりの利用可能量		
						11～4月期（計180日）1日あたりの利用可能量	11～6月期（計240日）1日あたりの利用可能量	1～12月期（計360日）1日あたりの利用可能量
						ケース1*2 原料保存1ヶ月未満	ケース2*3 原料保存3ヶ月程度	ケース3 原料保存半年間程度
						11月～4月（計180日の平均）	11～6月（計240日の平均）	1～12月（計360日の平均）
			t/年	%	月	t/日	t/日	t/日
佐賀県有明湾海域ノリ養殖場	ノリ養殖面積 150km^2	色落ちノリ（養殖時発生）	5,000.0	90.0	11～3月 5ヶ月間*1	27.8	20.8	13.9

*1 色落ちノリは3月に大量に発生（佐賀県有明海漁協より）

*2 ノリは数日で腐敗するため、ケース1が最も現実的と考えられる（佐賀県有明海漁協より）

*3 ノリ原料の保存方法として染谷教授より、乳酸菌を用いた前発酵が有望とのこと。



グラフ 1　色落ちノリをメタン発酵する場合　ケース毎の 1 日あたりの利用量

現状では、ケース 3 は、保管方法として乾燥処理以外の想定が不可能であり、現実的ではない。

そこで、以降はケース 1、2 について検討するものとする。

ケース 1、2 について、色落ちノリの発生時期以外は、他のバイオマス原料を補完として供給し、通年でメタン発酵施設を稼動する事が事業実施において必須と考え、次に補完バイオマスを検討した。

(c) 生ごみ・汚泥類の必要量

白石町の他の未利用バイオマスのうち、色落ちノリのメタン発酵の補完原料として、平成 21 年度環境バイオマス総合対策調査 九州地域事業 白石町バイオマス実地調査報告（㈱TRES）より、現在廃棄物処理している一般廃棄物生ごみ、し尿・浄化槽汚泥、また農家で土地還元されている廃玉ねぎ等の青果残さが挙げられる。

生ごみは分別の実施を必要とするが、人口 27,000 人規模の白石町での分別の実施は、人口約 14,000 人の大木町や人口約 34,000 人の志布志市での分別の実施実績があり、実現は可能と考える。一方、し尿・浄化槽汚泥は既存の収集運搬システムがあり、また青果残さは現在収集運搬の実績は無いが、個々の農家の青果出荷インフラを利用し供給することを想定し、供給は可能であると考えた。

そこで、補完バイオマスとして一般廃棄物生ごみ、し尿・浄化槽汚泥、青果残さを選択し、色落ちノリのメタン発酵ケース 1、2 について、これらの必要量を下記に算出した。

まず、平成 21 年度環境バイオマス総合対策調査 九州地域事業 白石町バイオマス実地調査報告（㈱TRES）より、白石町の一般廃棄物生ごみ発生量は 1,825 トン/年、青果残さ発生量は 6,133 トン/年、し尿・浄化槽汚泥発生量は 981 トン/年、これらを合計すると 8,939 トン/年、平均含水率は 89.5%である。

ケース 1 において、色落ちノリ供給量の最大日量 27.8 トンをメタン発酵容量とし、これを補完するバイオマスの必要量は年間 5,000.4 トンとなり、白石町の一般廃棄物生ごみ、し尿・浄化槽汚泥、青果残さの 55.98%を利用するものと推定される。

ケース 2 において、色落ちノリ供給量の最大日量 20.8 トンをメタン発酵容量とし、これを補完するバイオマスの必要量は年間 2,496 トンとなり、白石町の一般廃棄物生ごみ、し尿・浄化槽汚泥、青果残さの 27.92%を利用するものと推定される。

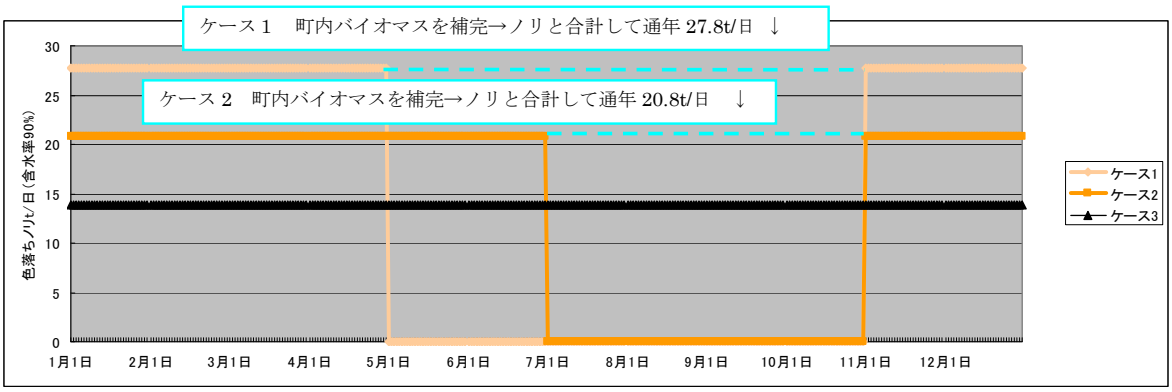
ケース 2 の方がより現実的であるが、ケース 1 も供給が容易なし尿・浄化槽汚泥供給量を上げる等の施策で、供給は可能と考えられる。

表４　白石町　補完バイオマスの必要量算出

	H21環境バイオマス総合対策調査　九州地域調査事業 白石町バイオマス実地調査報告（㈱TRES）より					【色落ちノリの補完原料として利用する場合】 時期別　1日あたりの利用量	
	一廃生ごみ発生量（含水率90%）	青果残さ発生量（含水率90%）	し尿・浄化槽汚泥発生量（含水率85%）	①合計		ケース1 5～10月（計180日の平均）	ケース2 7～10月（計120日の平均）
	t/年	t/年	t/年	t/年	含水率（%）	t/日	t/日
白石町	1,825	6,133	981	8,939	89.5	27.8	20.8
	②バイオマス利用量（t/年）					5,004.0	2,496.0
	バイオマス利用率（%）②÷①×100					55.98	27.92

白石町内　補完バイオマス利用量内訳

	一廃生ごみ	青果残さ	し尿・浄化槽汚泥	利用量合計	
	t/年	t/年	t/年	t/年	含水率（%）
ケース1（利用率55.98%）	1,022	3,433	549	5,004	89.5
ケース2（利用率27.92%）	510	1,712	274	2,496	89.5



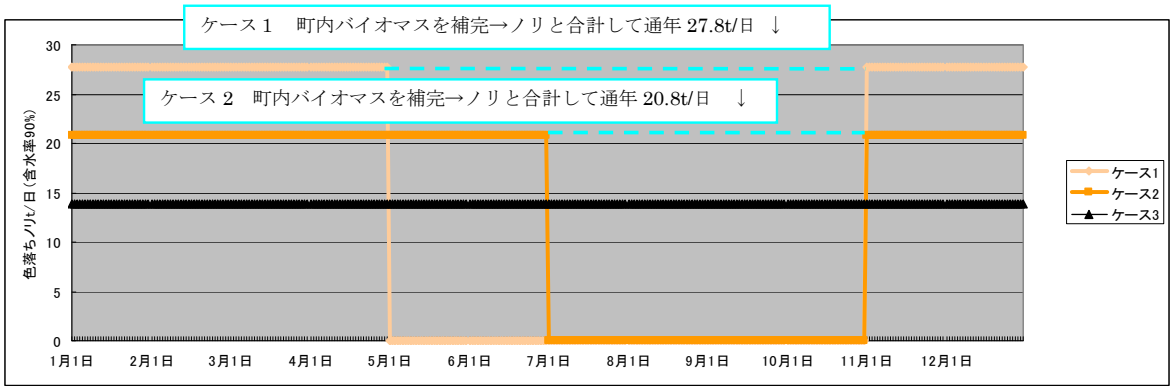
グラフ２　白石町　色落ちノリ･生ごみ･汚泥類のメタン発酵日量

⑦　バイオ燃料変換量

白石町のアオサ・下水汚泥のメタン発酵事業について、ケース 1、2 の原料供給量を下記に設定し、バイオガス燃料変換量を重油換算量として算出した。

表 5　メタン発酵　前提

	色落ちノリ保管処理	原料供給　日量	原料利用量　年間量	
			色落ちノリ（含水率 90%）	一廃生ごみ・青果残さ・し尿・浄化槽汚泥（平均含水率 89.5%）
ケース 1	無し	27.8 トン/日	5,000 トン/年	5,000.4 トン/年
ケース 2	前発酵処理等で 3 ヶ月程度保管	20.8 トン/日	5,000 トン/年	2,496 トン/年



グラフ 3　白石町　色落ちノリ･生ごみ･汚泥類のメタン発酵日量

（a）色落ちノリのバイオガス燃料変換量

ケース 1、2 の色落ちノリのメタンガス燃料変換量について、国内において現在海藻類のメタン発酵実証プラントを製作し、技術開発を実施している東京ガス株式会社へヒアリングを実施した。

この結果、現在のノリ等海藻類の実証プラントにおける、海藻 1 トン（含水率 90%）からのバイオガス回収量実績は 30N ㎥との事であった。

なお、ビーカーレベルでの海藻類のバイオガス回収量は、海藻 1 トン（含水率 90%）からバイオガス 50N ㎥相当であるとのことだが、本調査においては、プラント実証値のバイオガス 30N ㎥/海藻 1 トンを採用した。

これより算出した、色落ちノリからのバイオガス燃料変換量は、ケース 1、2 とも重油換算量 85.58kL/年である。

	利用量	含水率	【ノリを燃料原料として利用する場合】時期別　1日あたりの利用可能量		
			11～4月期（計180日）1日あたりの利用可能量	11～6月期（計240日）1日あたりの利用可能量	1～12月期（計360日）1日あたりの利用可能量
			ケース1 原料保存 1ヶ月未満	ケース2 原料保存 3ヶ月程度	ケース3 原料保存半年間程度
			11月～4月（計180日の平均）	11～6月（計240日の平均）	1～12月（計360日の平均）
	t/年	%	t/日	t/日	t/日
色落ちノリ	5,000.0	90.00	27.8	20.8	13.9
バイオガス発生量原単位（Nm³/t）	30 平成23年1月東京ガス㈱ヒアリングより ＊アオサ含水率約90%、現在のプラント平均値				
メタンガス含有割合	0.6 NEDO GISデータベース 「エネルギー量の推計方法（改訂版）」より、家畜ふん尿・動植物残さからのバイオガス値				
メタンガス熱量原単位（GJ/Nm³）	0.03718 NEDO GISデータベース 「エネルギー量の推計方法（改訂版）」より				
バイオガス発熱量（GJ/年）	3,346.2				
重油換算量（kL/年）＊	85.581				
バイオガス発熱量（GJ/日）			18.6	13.9	9.3
重油換算量（kL/日）＊			0.475	0.357	0.238

＊A重油発熱量39.1GJ/kL（10,866kcal/kg・比重0.86）とした

(b) 生ごみ・汚泥類のバイオガス燃料変換量

ケース 1、2 の一般廃棄物生ごみ、青果残さ、し尿・浄化槽汚泥のバイオガス燃料変換量について、文献値より、一般廃棄物生ごみおよび青果残さ 1 トン（含水率 90%）からのバイオガス発生量を 66.0N ㎥、し尿・浄化槽汚泥 1 トン（含水率 85%）からのバイオガス発生量を 36.5N ㎥とし、算出した。

これより、一般廃棄物生ごみ・青果残さ・し尿・浄化槽汚泥からのバイオガス燃料変換量は、ケース 1 が重油換算量 179.19kL/年、ケース 2 が重油換算量 86.37kL/年である。

	【色落ちノリの補完原料として利用する場合】 時期別 1日あたりの利用量									
	ケース1					ケース2				
	一般生ごみ	青果残さ	し尿・浄化槽汚泥	合計	5～10月（計180日の平均）	一般生ごみ	青果残さ	し尿・浄化槽汚泥	合計	7～10月（計120日の平均）
	t/年	t/年	t/年	t/年	t/日	t/年	t/年	t/年	t/年	t/日
	1,022	3,433	549	5,004	27.8	510	1,712	274	2,496	20.8
バイオガス発生量原単位（Nm³/t）	66.0	66.0	36.5			66.0	66.0	36.5		
	NEDO GISデータベース 「エネルギー量の推計方法（改訂版）」より、算出したバイオガス値									
メタンガス含有割合	0.6 NEDO GISデータベース 「エネルギー量の推計方法（改訂版）」より、家畜ふん尿・動植物残さからのバイオガス値									
メタンガス熱量原単位（GJ/Nm³）	0.03718 NEDO GISデータベース 「エネルギー量の推計方法（改訂版）」より									
バイオガス発熱量（GJ/年）	1,504.2	5,054.9	447.2	7,006.2		750.2	2,521.1	223.0	3,494.3	
重油換算量（kL/年）*	38.470	129.281	11.436	179.187		19.187	64.479	5.704	89.369	
バイオガス発熱量（GJ/日）					19.5					9.7
重油換算量（kL/日）*					0.498					0.248

＊A重油発熱量39.1GJ/kL（10,866kcal/kg・比重0.86）とした

(c) 色落ちノリ・生ごみ・汚泥類合計のバイオガス燃料変換量

(a)、(b) より、色落ちノリ・生ごみ・汚泥類を合計したバイオガス燃料変換量は、ケース 1 が重油換算量 264.8 kL/年、ケース 2 が重油換算量 169.0kL/年と算出された。

なお、このときのメタン発酵槽容量は、東京ガス株式会社へのヒアリングを参考に、原料投入量に対する加水量を 1、55℃発酵、滞留日数を 15 日とした場合、ケース 1 が 834 ㎥、ケース 2 が 624 ㎥と算出された。

	原料・回収エネルギー												発酵槽	
	色落ちノリ*1				一般生ごみ・青果残さ・し尿・浄化槽汚泥*2				合計				原料投入量（加水量は除く）	発酵槽容量（原料+水=1:1、55℃、15日滞留として）
	t/年	含水率%	バイオガス GJ/年	重油換算量 kL/年	t/年	含水率%	バイオガス GJ/年	重油換算量 kL/年	t/年	含水率%	バイオガス GJ/年	重油換算量 kL/年	t/日	㎥
ケース1	5,000.0	90.0	3,346.2	85.6	5,004.0	89.5	7,006.2	179.2	10,004.0	89.7	10,352.4	264.8	27.8	834.0
ケース2	5,000.0	90.0	3,346.2	85.6	2,496.0	89.5	3,494.3	83.4	7,496.0	89.8	6,840.5	169.0	20.8	624.0

⑧　燃料需要量

今後白石町において、バイオ燃料等の再生可能エネルギーの導入を検討していくためには、町内のエネルギー需要量を把握する必要がある。

バイオ燃料については、原料供給の担い手として農林水産業分野が最も期待されるため、燃料もまずは農林水産業への供給を検討していくことが望ましい。

そこで今回、白石町の農林水産業において最もエネルギー需要が大きいと考えられた佐賀県有明海漁業協同組合のノリ共同乾燥施設の化石燃料使用量について、佐賀県有明海漁業協同組合へヒアリングを実施した。

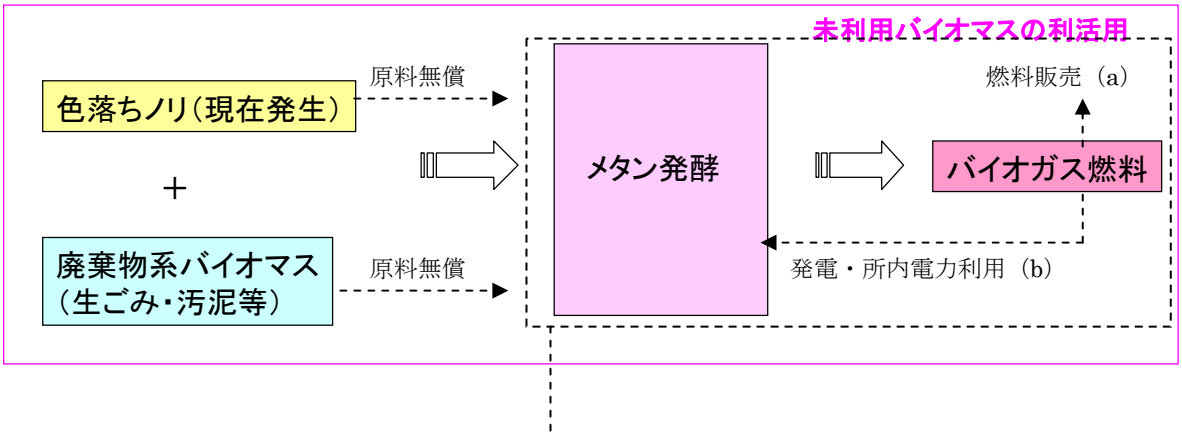
現在、佐賀県有明海漁業協同組合のノリ共同乾燥施設では、ノリ乾燥用燃料として年間 2 万 kL の重油を使用しているとの事である。

本調査の色落ちノリ・生ごみ・汚泥類のメタンガス変換量はケース 1 で重油換算量 264.8 kL/年であり、現在のノリ乾燥燃料の 1.3%しか代替できないこととなる。

残念ながら、本調査においてノリ乾燥用燃料の代替は提案できないが、今後の再生可能エネルギー導入の検討の課題として、ご参考頂きたい。

⑨　燃料等製造事業化提案

白石町において、色落ちノリを利活用する事業について、(a) バイオガス燃料製造・販売事業（ケース 1 のみ)、またバイオガスを全量自己利用し燃料販売をしない（b）色落ちノリ・生ごみ・汚泥類メタン発酵処理事業（ケース 1 のみ）について試算をし、事業性を評価した。



(a) バイオガス燃料製造・販売事業（ケース 1)

(b) 色落ちノリ・生ごみ・汚泥類メタン発酵処理事業（ケース 1)

（a）バイオガス製造事業試算（ケース 1）

色落ちノリ・生ごみ・汚泥類をメタン発酵しバイオガスを販売する事業（ケース 1）について、試算を実施した。試算表は、次頁に示す。

この結果を下記に取り纏めた。色落ちノリ、一般廃棄物生ごみ、青果残さ、し尿・浄化槽汚泥をすべて無償で引き取り、メタン発酵した場合、製造するバイオガス燃料の販売価格は 335.2 円/N㎥、重油換算価格で 587.4 円/Lとなる。燃料価格は割高であり、事業採算性は良くないと判断される。これは、原料の半分を占める色落ちノリの重量あたりのエネルギー回収量が低いことが原因となっている。

本事業の地域への効果は、雇用創生数 9.9 人、また264.8kL/年の重油代替、および4,000ha相当の肥料代替となる。

	項目		単位等	条件・結果等	備考
前提条件	事業概要	燃料変換方法	メタン発酵		ｹｰｽ 1・発酵槽容量 800 ㎥
		原料ﾊﾞｲｵﾏｽ①	色落ちノリ（含水率 90%）		全て無償引取
			t/年	5,000.0	
		原料ﾊﾞｲｵﾏｽ②	生ごみ・汚泥類（含水率 89.5%）		
			t/年	5,000.4	
		製造燃料	バイオガス		全量販売
			N ㎥/年	464,068.5	
		燃料重油換算量	kL/年	264.8	
		副産物	液肥		散布手数料見合で全量販売。4,000.16ha 相当(5t/ha)。
			t/年	20,000.8	
	事業条件	事業者	白石町		
		事業地	既存地（廃熱供給有り）		
		ほか	発電機は整備せず、バイオガスは全量販売を前提		必要な電力は外部から購入、熱は廃熱供給を受ける
	試算条件	ｲﾆｼｬﾙｺｽﾄについて	全て借入金で賄い、10 年返済・金利負担 3%とし、返済金をﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄに組み入れた		
		一般管理費	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄの 10%とした		
		ﾊﾞｲｵ燃料販売価格の算出方法	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄと一般管理費の合計を、ﾊﾞｲｵ燃料製造量で割った額を販売価格とした		
試算結果	イニシャルコスト	土地取得費	千万円	0	
		設備等	千万円	37.4	メタン発酵設備（発電機無し）
	ランニングコスト	人件費	千万円/年	3.6	
		その他	千万円/年	10.9	返済金を含む
	燃料販売価格	販売燃料	バイオガス		
		販売価格	円/N ㎥	335.2	
		重油換算価格	円/L	587.4	
	副産物販売価格	副産物	液肥		散布手数料 1,000 円/5t/ha
		販売価格	円/t	200	
地域への効果	雇用創生	雇用創生数	人	9.9	360 万円/人/年とした
	重油代替	重油代替量	kL/年	264.8	
	肥料代替	肥料代替面積	ha	4,000.2	液肥散布量 5t/ha

ケース1　バイオガス製造事業　原料：色落ちノリ5,000トン/年＋廃棄物系バイオマス5,000.4トン/年
（55℃発酵の場合、発酵槽容量834㎥）燃料：バイオガス 464,069㎥/年（重油換算265kL/年）

工程		事業者	期間	イニシャル				ランニング			
				土地		設備・機器		資材・メンテナンス		人	
項目	細分			面積	取得費（円）	種類	購入費（円）	項目	費用(円/年)	項目	人件費（円/年）
設備準備	施設建設	白石町	1年	1.0ha（市有地/廃熱供給有り（焼却場など））	0	メタン発酵槽（800㎥）*1	30,000,000				
						溶解槽（150㎥）*1	9,000,000				
						保温・塗装*1	9,000,000				
						破砕機*1	24,000,000				
						付帯設備*1	19,500,000				
						ガスパック*1	12,000,000				
						攪拌機*1	12,000,000				
						液肥タンク（4,200㎥）*1	69,065,000				
						液肥散布車両・車庫*1	50,000,000				
						制御器*1	36,913,000				
						電気工事*1	27,684,750				
						設計経費*1	74,748,825				
原料仕入れコスト	色落ちノリ5,000t/年		11～4月					色落ちノリ仕入	0		
	生ごみ・青果残さ・し尿・浄化槽汚泥5,000.4t/年		5月～10月					生ごみ・青果残さ・し尿・浄化槽汚泥	0		
メタン発酵	メンテナンス		通年					修繕費*1	56,086,736	8人体制（350万円/人/年）*1	28,000,000
								電気代*1 80kW相当	10,512,000		
								熱（焼却場等廃熱利用）	0		
液肥散布	液肥20,000.8t/			400.0ha（5t/10a）				消耗品費*2	4,129,200	*2	7,792,200
元金返済（10年返済）								イニシャル損料	37,391,158		
金利返済（金利3%・10年返済）								イニシャル金利返済	1,121,735		
小計（円・円/年）					0		373,911,575		109,240,828		35,792,200
合計（円/年）									145,033,028		
一般管理費（ランニングの10%）							14,503,303				
総計（円/年）							159,536,331				

燃料コスト（ガス）	464,069 Nm³/年	コスト単価（円/Nm³）	343.8
		コスト単価（円/MJ）*4	15.4
		コスト合計（円/年）	159,536,331
売上			
液肥販売*2（発酵残さ）	20,000.8 t/年	販売単価（円/t）	200
		販売単価（円/kg）	0.2
		売上合計（円/年）	4,000,160
燃料販売（ガス）	464,069 Nm³/年	販売単価（円/Nm³）	335.2
		販売単価（円/MJ）*4	15.0
		重油換算（円/L）	587.4
		売上合計（円/年）	155,536,171.3
総計（円/年）			159,536,331

バイオガス発生量・発熱量計算

原料			バイオガス発生単位*1	バイオガス発生量	メタン含有割合*2	メタン発熱量単位*2	バイオガス発熱量*2	重油換算量*3	発電規模*4
	t/年	含水率	Nm³/t	Nm³/年		GJ/メタンNm³	GJ/年	kL/年	kW
色落ちノリ	5,000.0	90.0%	30.0	150,000.0	0.6	0.03718	3,346.2	85.6	26.5
一般生ごみ	1,022.0	90.0%	66.0	67,452.0	0.6	0.03718	1,504.7	38.5	11.9
青果残さ	3,433.0	90.0%	66.0	226,578.0	0.6	0.03718	5,054.5	129.3	40.1
し尿・浄化槽汚泥	549.0	85.0%	36.5	20,038.5	0.6	0.03718	447.0	11.4	3.5
合計	10,004.0	89.7%		464,068.5	0.6	0.03718	10,352.4	264.8	82.1

*1 色落ちノリは東京ガス㈱ヒアリングよりアオサでのプラント実証値、
その他はNEDO　GISデータベース「エネルギー量の推計方法」のガス発生量単位と、
「バイオマス総合利活用マスタープラン」（平成16年3月千葉県）の下水汚泥の炭素含有量割合を参考に算出した
*2 NEDO　GISデータベース「エネルギー量の推計方法」より
*3 A重油発熱量39.1GJ/kL（10,866kcal/kg・比重0.86）とした
*4 3.6MJ/kWh、発電効率0.25、365日/年、24h/日稼動で算出した

*1　800 ㎥容量メタン発酵装置の設備総建設費　約 3 億 7,400 万円とした

（本ケースは近隣施設の廃熱を利用し発酵槽を加温、発電をしないため発電機は設置しない）

従業員 8 人体制・1 名 3 直 4 交代とした。

所内消費電気は、80kW 相当を 15 円/kWh で購入するものとした。

24h/日、365 日/年稼動とした。

*2　原料量と同量の水を加水するため、液肥発生量は原料量の 2 倍とした

2009 年 10 月 21 日エコテクノ 2009　大木町講演資料より

大木町バイオガスプラント　液肥 5~7t/10a 液肥代は無料（散布代のみ 1,000 円/10a）

液肥散布コスト　液肥 6,000t/年　消耗品費 124 万円/年　人件費 234 万円/年　より

本試算ケース　液肥 20,000.8t/年

○散布コスト

20,000.8t/年÷6,000 t/年（大木町）=3.33 倍として、

消耗品費　124 万円/年（大木町）×3.33＝412.92 万円/年

人件費　234 万円/年（大木町）×3.33＝779.22 万円/年　とした

○散布手数料（売上）

散布代 1,000 円/液肥 5t/10a　とした

（b）メタン発酵処理事業試算（ケース 1）

（a）のメタンガス製造・販売事業では事業性は見込めなかったため、色落ちノリ・生ごみ・汚泥類をメタン発酵し、回収したバイオガスを電力として全量自己処理に利用する廃棄物処理事業（ケース 1）と捉え、試算を実施した。なお、本ケースで発生するバイオガス量は、全量自己発電機燃料として所内消費する量とほぼ同じである。試算表は、次頁に示す。

この結果を下記に取り纏めた。色落ちノリ、一般廃棄物生ごみ、青果残さ、し尿・浄化槽汚泥をすべて無償で引き取り、メタン発酵処理した場合、これらの処理単価は 16,344 円/t、総処理コストは 16.35 千万円/年となる。

参考として、表 6 に、青果残さは土地還元、一般廃棄物生ごみ、及びし尿・浄化槽汚泥を 25,000 円/tで焼却処理するコストを合計した場合、総処理コストは 16.43 千万円/年となり、メタン発酵処理の方が年間 80 万円安い結果となった。

本事業の地域への効果は、雇用創生数 9.9 人、また264.8kL/年の重油代替、および4,000ha相当の肥料代替となり、本処理事業は、焼却処理と比較して、コストには大きな有意差は無いが雇用創生があり、また環境効果は高く、有望と考えられる。

	項目		単位等	条件・結果等	備考
前提条件	事業概要	処理方法	メタン発酵		ｹｰｽ1・発酵槽容量 800 ㎥
		処理ﾊﾞｲｵﾏｽ①	色落ちノリ（含水率 90%）		全て無償引取
			t/年	5,000.0	
		処理ﾊﾞｲｵﾏｽ②	生ごみ・汚泥類（含水率 89.5%）		
			t/年	5,000.4	
		回収燃料	バイオガス		全量自己電力利用
			N ㎥/年	464,068.5	
		燃料重油換算量	kL/年	264.8	
		副産物	液肥		散布手数料見合で全量販売。4,000.16ha 相当（5t/ha）。
			t/年	20,000.8	
	事業条件	事業者	白石町		
		事業地	既存地（廃熱供給有り）		
		ほか	発電機を整備し、ﾊﾞｲｵｶﾞｽは全量電力として自己利用を前提		電力購入せず、熱は廃熱供給を受ける
	試算条件	ｲﾆｼｬﾙｺｽﾄについて	全て借入金で賄い、10 年返済・金利負担 3%とし、返済金をﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄに組み入れた		
		一般管理費	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄの 10%とした		
		ﾊﾞｲｵ燃料販売価格の算出方法	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄと一般管理費の合計を、ﾊﾞｲｵ燃料製造量で割った額を販売価格とした		
試算結果	イニシャルコスト	土地取得費	千万円	0	
		設備等	千万円	44.4	メタン発酵設備（発電機を整備）
	ランニングコスト	人件費	千万円/年	3.6	
		その他	千万円/年	11.6	返済金を含む
	副産物販売価格	副産物	液肥		散布手数料 1,000 円/5t/ha
		販売価格	円/t	200	
	バイオマス処理コスト	処理ﾊﾞｲｵﾏｽ①	色落ちノリ（含水率 90%）		
			t/年	5,000.0	
		処理ﾊﾞｲｵﾏｽ②	下水汚泥（含水率 89.5%）		
			t/年	5,000.4	
		ﾊﾞｲｵﾏｽ処理単価	円/t	16,344	
		ﾊﾞｲｵﾏｽ処理ｺｽﾄ	千万円/年	16.35	
地域への効果	雇用創生	雇用創生数	人	9.9	360 万円/人/年とした
	重油代替	重油代替量	kL/年	264.8	
	肥料代替	肥料代替面積	ha	4,000.2	液肥散布量 5t/ha

表 6　青果残さは土地還元、一般廃棄物生ごみ、及びし尿・浄化槽汚泥を 25,000 円/t で焼却処理するコスト

青果残さ土地還元コスト	3,433 t/年	処理コスト合計（円/年）	0
色落ちノリ・生ごみ・し尿・浄化槽汚泥焼却処理コスト	6,571.0 t/年	処理コスト単価（円/t）	25,000
		処理コスト単価（円/kg）	25.0
		処理コスト合計（円/年）	164,275,000
総処理コスト合計（円/年）			164,275,000

ケース1　メタン発酵処理事業
（55℃発酵の場合、発酵槽容量834㎥）

対象：色落ちノリ5,000トン/年＋廃棄物系バイオマス5,000.4トン/年
燃料：バイオガス464,069㎥/年（重油換算265kL/年）
→処理電力に自己利用（発電）

工程		事業者	期間	イニシャル				ランニング			
				土地		設備・機器		資材・メンテナンス		人	
項目	細分			面積	取得費（円）	種類	購入費（円）	項目	費用(円/年)	項目	人件費（円/年）
設備準備	施設建設	白石町	1年	1.0ha（市有地/廃熱供給有り（焼却場など））	0	メタン発酵槽（800㎥）*1	30,000,000				
						溶解槽（150㎥）*1	9,000,000				
						保温・塗装*1	9,000,000				
						破砕機*1	24,000,000				
						付帯設備*1	19,500,000				
						ガスバック*1	12,000,000				
						攪拌機*1	12,000,000				
						液肥タンク（4,200㎥）*1	69,065,000				
						液肥散布車両・車庫*1	50,000,000				
						発電機（80kW）*1	40,000,000				
						制御器*1	44,913,000				
						電気工事*1	33,684,750				
						設計経費*1	90,948,825				
原料仕入れコスト	色落ちノリ5,000t/年		11～4月					色落ちノリ仕入	0		
	生ごみ・青果残さ・し尿・浄化槽汚泥5,000.4t/年		5月～10月					生ごみ・青果残さ・し尿・浄化槽汚泥	0		
メタン発酵	メンテナンス		通年					修繕費*1	66,616,736	8人体制（350万円/人/年）*1	28,000,000
								電気代（80kW自己発電）	0		
								熱（焼却場等廃熱利用）	0		
液肥散布	液肥20,000.8t/年			400.0ha（5t/10a）				消耗品費*2	4,129,200	*2	7,792,200
元金返済（10年返済）								イニシャル損料	44,411,158		
金利返済（金利3%・10年返済）								イニシャル金利返済	1,332,335		
小計（円・円/年）					0		444,111,575		116,489,428		35,792,200
合計（円/年）									152,281,628		
一般管理費（ランニングの10%）									15,228,163		
支出計（円/年）									167,509,791		
液肥販売*2（発酵残さ）	20,008.0t/年	販売単価（円/t）							200		
		販売単価（円/kg）							0.2		
		売上合計（円/年）							4,001,600		
売上計（円/年）									4,001,600		
総計（円/年）									163,508,191		
メタン発酵処理コスト（色落ちノリ・生ごみ・青果残さ・し尿・浄化槽汚泥）	10,004.0t/年	処理コスト単価（円/t）							16,344		
		処理コスト単価（円/kg）							16.3		
		処理コスト合計（円/年）							163,508,191		

バイオガス発生量・発熱量計算

原料			バイオガス発生単位*1	バイオガス発生量	メタン含有割合*2	メタン発熱量単位*2	バイオガス発熱量*2	重油換算量*3	発電規模*4
	t/年	含水率	Nm³/t	Nm³/年		GJ/メタンNm³	GJ/年	kL/年	kW
色落ちノリ	5,000.0	90.0%	30.0	150,000.0	0.6	0.03718	3,346.2	85.6	26.5
一般生ごみ	1,022.0	90.0%	66.0	67,452.0	0.6	0.03718	1,504.7	38.5	11.9
青果残さ	3,433.0	90.0%	66.0	226,578.0	0.6	0.03718	5,054.5	129.3	40.1
し尿・浄化槽汚泥	549.0	85.0%	36.5	20,038.5	0.6	0.03718	447.0	11.4	3.5
合計	10,004.0	89.7%		464,068.5			10,352.4	264.8	82.1

*1 色落ちノリは東京ガス㈱ヒアリングよりアオサでのプラント実証値、
その他はNEDO　GISデータベース「エネルギー量の推計方法」のガス発生量単位と、
「バイオマス総合利活用マスタープラン」（平成16年3月千葉県）の下水汚泥の炭素含有量割合を参考に算出した
*2 NEDO　GISデータベース「エネルギー量の推計方法」より
*3 A重油発熱量39.1GJ/kL（10,866kcal/kg・比重0.86）とした
*4 3.6MJ/kWh、発電効率0.25、365日/年、24h/日稼動で算出した

*1　800 ㎥容量メタン発酵装置の設備総建設費　約 4 億 4,400 万円とした
（本ケースは近隣施設の廃熱を利用し発酵槽を加温、80kW 発電機を設置し、
バイオガスを全量発電に使用、電力を全量自己使用とした）
従業員 8 人体制・1 名 3 直 4 交代とした。
24h/日、365 日/年稼動とした。

*2　原料量と同量の水を加水するため、液肥発生量は原料量の 2 倍とした
2009 年 10 月 21 日エコテクノ 2009　大木町講演資料より
大木町バイオガスプラント　液肥 5~7t/10a 液肥代は無料（散布代のみ 1,000 円/10a）
液肥散布コスト　液肥 6,000t/年　消耗品費 124 万円/年　人件費 234 万円/年　より
本試算ケース　液肥 20,000.8t/年
○散布コスト
20,000.8t/年÷6,000 t/年（大木町）=3.33 倍として、
消耗品費　124 万円/年（大木町）×3.33＝412.92 万円/年
人件費　234 万円/年（大木町）×3.33＝779.22 万円/年　とした
○散布手数料（売上）
散布代 1,000 円/液肥 5t/10a　とした

⑩　調査のまとめ

白石町の第 2 世代バイオ燃料の利活用について、色落ちノリを対象とした本調査を実施した結果見えてきた可能性、課題、留意点について下記にまとめた。

（a）色落ちノリの燃料化の可能性

現在の研究開発の進捗から、メタン発酵しバイオガスを生産することが可能である。

（b）色落ちノリの燃料化の課題

色落ちノリは含水率が 90%以上であり、またもともと持っている熱量が生ごみ等と比較すると小さいことから、現時点のメタン発酵技術では、ガス回収量はメタン発酵処理施設の所内エネルギー需要以下となり、燃料製造事業としては、販売利益は見込めない。この点を改善するためには、低投入の色落ちノリ乾燥技術の開発が必要と考える。

合わせて、色落ちノリの低投入の回収方法の具体策も必要と考える。

（c）色落ちノリの燃料化の留意点

現在の白石町の色落ちノリの発生量は、ノリ生産事業に伴い発生している量である。将来、技術開発が進み、色落ちノリの燃料化効率が向上し、原料として更なる生産・回収を実施することになった場合、海域の生態系保全について配慮し、専門家の助言・指導を踏まえた対策を講じることが必要となる。

(3) 長崎県五島市

① 五島市の概要

五島市（ごとうし）は、長崎県の西部、五島列島の南西部に位置する市である。2004 年8 月1 日に福江市、南松浦郡富江町、南松浦郡玉之浦町、南松浦郡三井楽町、南松浦郡岐宿町、南松浦郡奈留町の合併（新設合併）により誕生した。

長崎港から約 100 キロメートルの位置にあり、11 の有人島と 52 の無人島により構成されている。福江島の西側の海岸には、東シナ海の荒波を受けて海蝕崖がつらなり、特に大瀬崎の断崖、嵯峨島の火山海蝕崖の景観は美しく、その大部分が西海国立公園に指定されているなど、豊かな自然環境を有している。

農業は、平成 18 年の農業粗生産額は約 56.6 億円で、1 位が肉用牛、2 位が米、3 位が葉たばこである。

水産業は、平成 20 年の総漁獲高は約 65.8 億円で一本釣漁業、延縄漁業、刺網漁業、定置網漁業、中小型まき網漁業、養殖業等が営まれている。生産量の減少や魚価の低迷等により平成 14 年に 100 億円を割り込み、その後も減少が続いている。このような中、クロマグロ養殖に関しては生産が増加しており、平成 22 年には民間資本が近畿大学と技術提携をおこない、世界初となる完全養殖種苗の中間育成会社が設立された。

また当市には、国内有数のヤブツバキの群生地があり、ツバキ油の産地である。現在の本市ツバキ油生産量は、伊豆大島と争う全国トップクラスの生産量で、高級食用油「五島椿油【食用椿油】」の開発とブランド化を中心にツバキ油の新たな需要を生み出し、ツバキ油全体の販路拡大を図っている。平成 7 年からは、毎年 2 月から 3 月に「五島椿まつり」を実施している。

観光については、西海国立公園に指定され、海、椿、教会をはじめとした観光資源を活用し、施設の整備やイベント開催を充実させている。代表的なイベントとして、アイアンマンジャパン大会や夕やけマラソン、五島椿まつりなどである。

また、地球温暖化防止対策の一環として、当市では電気自動車（EV）の導入を行っている。レンタカー用の EV をはじめ、平成 22 年には 100 台（本市、新上五島町合計）が導入されている。これに伴い、道の駅などに急速充電器を整備している。

五島市	基本統計情報	出展
人口	44,765 人	平成 17 年国勢調査
総土地面積	42,068 ha	2005 年農林業センサス
耕地面積（耕地率）	5,280 ha（12.6%）	2005 年農林業センサス
林野面積（林野率）	27,341 ha（65.0%）	2005 年農林業センサス

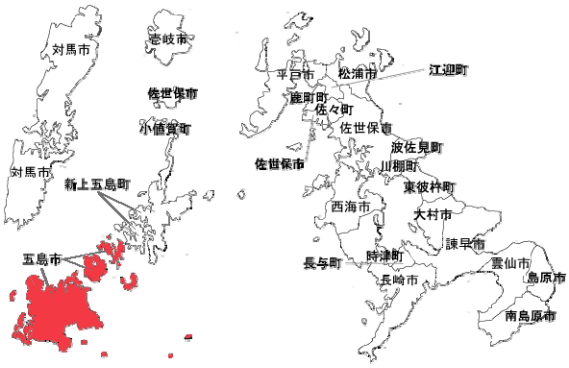
②　調査対象とした理由

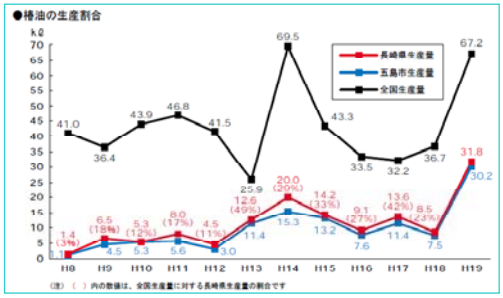
五島市は、国内有数のツバキ油生産地である。市内の林野、樹園地においてツバキが自生または栽培されており、五島市が現在把握している自生本数は 426 万本である。市内ではツバキの実を農家等が収獲し、5 箇所の搾油所へ持ち込み、合計で年間 10～30kL のツバキ油を生産している。ツバキ油は全量島外へ出荷されており、現在需要が供給を上回り、またツバキ油の消費者購入価格は 1 万円/L と付加価値の高いものである。

五島市は現在、「五島市椿振興計画」を策定し、市内の再耕作難と判断された耕作放棄地のうち 50ha を対象に、樹園地への変更続きをし、平成 20～23 年度の 5 ヵ年で椿 5 万本を植栽しており、耕作放棄地の解消と同時に、ツバキ油の生産量を上げる取組を進めている。

このツバキ油生産に伴い、油絞り粕とツバキの実の殻が発生している。市内では、油絞り粕は主に、農家がジャンボタニシの駆除に有効として田へ撒いている。しかし田への影響等が明らかでないため、別途利活用が望まれている。ツバキ殻は、ツバキ林等へ土地還元されている。

そこで本事業において、五島市の耕作放棄地の活用を前提に、調査対象バイオマスをツバキおよびナタネ・ヒマワリとし、この燃料化事業のモデルプランを提案することとした。





・人口　44,765人
・総土地面積　42,068ha
耕地面積　5,280ha（12.6%）
林野面積　27,341ha（65.0%）

・五島市は国内有数の椿油生産地　→油は全て島外へ販売
・五島市椿振興計画：H20～H23　再耕作難の耕作放棄地50haに椿50,000本を植栽

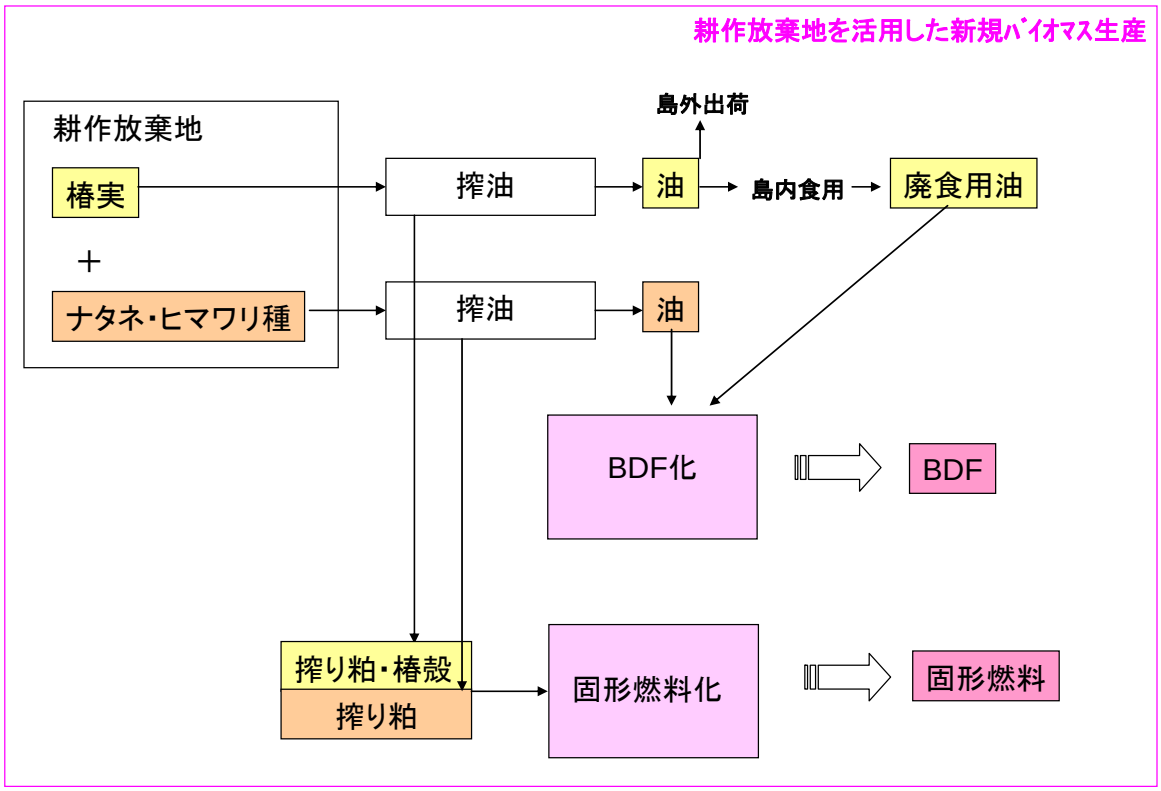
椿油生産に伴い、絞り粕、椿殻が発生
耕作放棄地を利活用し、椿残渣を含め、バイオ燃料生産ができないか？

（上記一部出展：「カメリア総集編第 3 号」平成 22 年 3 月　NPO 法人五島の椿と自然を守る会）

③　燃料生産事業モデルプランの設定

五島市のバイオ燃料生産事業のモデルプランを、耕作放棄地を活用した新規バイオマス生産として、ナタネ・ヒマワリ（油・絞り粕）を主原料、ツバキ（廃食用油・絞り粕・殻）を補完原料とした、ナタネ・ヒマワリ油とツバキ油廃食用油からの BDF 製造、およびナタネ・ヒマワリ・ツバキ絞り粕・ツバキ殻からの固形燃料（ペレット）製造とした。

■五島市　椿油生産残さ利活用事業モデル



④　調査対象バイオマスと変換燃料の設定

モデルプランの設定に従い、五島市の調査対象となるバイオマスと変換燃料は、下記の通りとした。

対象市町村		対象バイオマス		自生（既存）からの供給可能量	プランテーションからの供給可能量	燃料変換
県	市町村					
長崎県	五島市	主	ナタネ・ヒマワリ	－	○	BDF化･残さは固形燃料化
		補完	ツバキ	○	○	

⑤　調査方法

調査方法について、(a) 調査実施者・対応者、(b) 調査方法・スケジュールは下記の通りである。

(a)　調査実施者・対応者

調査実施者（事務局担当者）

区分	所属		担当者
事務局	㈱TRES	代表取締役社長	松野尾　淳
		代表取締役	福田　史恵

対応者（市町村担当者）

区分	市町名	担当課（係）	担当者
長崎県	五島市	農林課	課長　川上　健一郎
			係長　田端　広未
			三井　寛之

(b)　調査方法・スケジュール

五島市　調査スケジュール等					
	事前調査	H22年9～10月 【バイオマス利用可能量調査】		H22年10月～H23年3月 【燃料化事業可能性調査】	
		一次調査	二次調査		三次調査
		事前ヒアリング 1～2h程度	現地調査 2日間		技術者ヒアリング等 （分析）
日程	－	2010年9月7日	2010年10月20日～21日 （鹿児島大学寺岡委員同行）		2010年11月
調査先	－	五島市農林課	ツバキ生産農家（富江町）・製油所（市内4箇所）	富江温泉センター	熊本大学工学部 鳥居教授（分析）
内容	－	ツバキ生産業について	ツバキ油生産・殻・油絞り粕発生・処理状況	重油使用量（熱需要）	ツバキ絞り粕・ツバキ殻・ナタネ絞り粕の発熱量分析

⑥　バイオマス資源利用可能量

(a) 五島市の現在のツバキ油生産状況

五島市農林課の調査資料より、市内のツバキ自生本数は 426 万本、農家の栽培本数は調査中との事である。また現在、「五島市椿振興計画」として、市内の再耕作難と判断された耕作放棄地のうち 50ha を対象に、樹園地への変更続きをし、平成 20～23 年度の 5 ヵ年で椿 5 万本の植栽を進めている。

市内ではツバキの実を農家等が収獲し、5 箇所の搾油所へ持ち込み、搾油所では実を 800～850 円/kg で買取り、ツバキ油を生産している。平成 22 年度の五島市のツバキ油生産量は 20.4kL であり、全量島外へ出荷されている。現在ツバキ油の需要は供給を上回っており、またツバキ油の消費者単価は 1 万円/L と付加価値の高いものである。

表 1　五島市のツバキ自生・栽培・植栽本数とツバキ油生産状況

対象地	分類	椿(本)	自生・植栽面積 (ha)	H22年度 椿油生産量 (ℓ/年)	備考
林野	自生	4,260,000	未調査	20,400	現在の五島市生産実績
林野・樹園地	栽培農家	未調査	未調査		
耕作放棄地(再耕作難→樹園地へ変更手続)	平成20年度植栽	20,000	20	未生産 植栽後、8～10年後より油生産が可能	五島市椿振興計画(H20～23に5万本を植栽)
	平成21年度植栽	10,000	10		
	平成22年度植栽	10,000	10		
	平成23年度植栽予定	10,000	10		

H22五島市調査資料より

このツバキ油生産に伴い、油絞り粕とツバキの実の殻が発生している。市内では、油絞り粕は主に、農家がジャンボタニシの駆除に有効として田へ撒いている。しかし田への影響等が明らかでないため、別途利活用が望まれている。ツバキ殻は、ツバキ林等へ土地還元されている。

五島市農林課、ツバキ生産農家、および市内 4 箇所の搾油所でのヒアリングより、現在のツバキ油生産残さの発生量を算出した。

五島市のツバキ油生産においての生産量の諸元は下記の通りである。

○　ツバキ木　1 本　→ツバキ実　0.5kg/年（100%）　→ツバキ油　0.15kg/年（30%）

→油絞り粕　0.35kg/年（70%）

→ツバキ殻　0.4kg/年（80%）

この結果を下表にまとめた。五島市の平成 22 年度のツバキ油生産量は 20.4 トン、絞り粕発生量は 47.5 トン、殻発生量は 54.3 トンと推定される。

表 2　五島市　平成 22 年度　ツバキ油生産量と絞り粕、殻発生量

搾油所 区分	発生物	重量比	含水率(%)	Ka搾油所	I搾油所	Ki搾油所	JA搾油所	S搾油所	①合計
現状(H22実仕入れ量実績から算出・t/年)	実(仕入)	1	10	13.9	15.2	28.0	10.6	0.15	67.9
	油(生産)	0.3	0	4.2	4.6	8.4	3.2	0.05	20.4
	搾り粕	0.7	10	9.7	10.6	19.6	7.4	0.1	47.5
	椿殻	0.8	10	11.1	12.2	22.4	8.5	0.1	54.3

(単位:t/年)

（b）耕作放棄地を活用した新規バイオマス生産モデル

次に、五島市のバイオマス生産可能地として、耕作放棄地面積を調べた。

平成 21 年度耕作放棄地全体調査集計表（五島市・平成 21 年 1 月 8 日現在）より、1 要活用農地、2 基盤整備が必要、3 農地・非農地判断未了地を合わせた耕作放棄地合計面積は 1,873.4ha である。

表 3　五島市　耕作放棄地面積

	H21年度　耕作放棄地全体調査集計表（五島市・H21.1.8現在）より			
	1 要活用農地	2 基盤整備が必要	3 農地・非農地判断未了地	合計
	ha	ha	ha	ha
耕作放棄地	378.3	454.0	1,041.1	1,873.4

現在五島市では、このうち 2 基盤整備が必要な耕作放棄地の 50ha を対象に、平成 20～23 年度 5 ヵ年計画でツバキの植栽を進めている。

そこで本調査においては、耕作放棄地を活用した新規バイオマス生産モデルとして、再耕作可能地にはナタネ・ヒマワリを 2 毛作で栽培、再耕作が難または非農地判断の可能性がある土地にはツバキを植栽し、バイオマス生産することを設定した。詳細は下記の通り。

1 要活用農地＋2 基盤整備が必要（五島市計画 50ha を除く）合計 782.3ha

→　ナタネ・ヒマワリ栽培（2 毛作・新規）

2 基盤整備が必要のうち 50ha

→　ツバキ植栽（五島市計画・実施中）

3 農地・非農地判断未了地 1,041.1ha

→　ツバキ植栽（新規）

表 4　五島市の耕作放棄地　新規バイオマス生産利用モデル

	H21年度　耕作放棄地全体調査集計表（五島市・H21.1.8現在）より				
	1 要活用農地	2 基盤整備が必要		3 農地・非農地判断未了地	合計
	ha	ha		ha	ha
耕作放棄地	378.3	454.0		1,041.1	1,873.4
土地利用モデル	ナタネ・ヒマワリ栽培（2毛作）	椿栽培（五島市H20～23計画）		椿栽培（新規）	エネルギープランテーション利用
	782.3	50		1,041.1	1,873.4
		1,091.1			

（c）　耕作放棄地を活用した新規ツバキ生産可能量

現在五島市が耕作放棄を対象として植栽しているツバキの本数は、1ha あたり 1,000 本である。

○　耕作放棄地 1ha　←ツバキ木　1,000 本植栽

また、ツバキ植栽からツバキ油生産までのスケジュールは下記の通りである。

①植栽：ツバキ苗 1000 本/ha 植栽

②実の収穫（8 月末～9 月末）初め：植栽から 7 年目

③実の収穫量が安定：植栽から 10 年目

以上を参考に、(b)で設定した耕作放棄地を活用した新規ツバキ栽培からの、ツバキ油生産量、およびツバキ油生産残さの発生量を算出した。

この結果を下表にまとめた。ツバキ油生産量は 163.7 トン/年、絞り粕発生量は 381.9 トン/年、殻発生量は 436.5 トン/年と推定される。

表 5　五島市　耕作放棄地を活用した新規ツバキ生産可能量

五島市　耕作放棄地への椿植栽からの生産予想量						
耕作放棄地への椿植栽				H20～H23 五島市植栽計画	H24～新規植栽	③合計
				ha	ha	ha
				50	1,041.1	1,091.1
				本	本	本
				50,000	1,041,141	1,091,141
区分	発生物	重量比	含水率(%)			
生産量推算（t/年）	実収穫量 0.5kg/本	1	10	25.0	520.6	545.6
	油(生産)	0.3	0	7.5	156.2	163.7
	搾り粕	0.7	10	17.5	364.4	381.9
	椿殻	0.8	10	20.0	416.5	436.5

（d）現在発生量と耕作放棄地での新規栽培を合わせた五島市のツバキ利用可能量

（a）、（c）より、現在のツバキ油生産と耕作放棄地を活用した新規ツバキ栽培を合計した、ツバキ油生産可能量、およびツバキ油生産残さの利用可能量は、ツバキ油 184.0 トン/年、絞り粕 429.4 トン/年、殻 490.7 トン/年と算出された。

なお、これらのうちツバキ油については、需要と供給が伸び、将来的に 100 トン/年は島外出荷が可能、残り 84 トン/年を島内で食用利用した後発生する廃食用油 42 トン/年（食用油から 5 割発生とした場合）をバイオ燃料原料に利用することが可能と考えた。

絞り粕、殻は全量を燃料原料として利用することが可能とした。

表 6　五島市ツバキ生産可能量（合計）

五島市　耕作放棄地への椿植栽からの生産予想量							
耕作放棄地への椿植栽				③合計 ha 1,091.1 本 1,091,141	① H22年度 現在	④ 合計 ①+③	
区分	発生物	重量比	含水率(%)				
生産量推算 (t/年)	実収穫量 0.5kg/本	1	10	545.6	67.9	613.4	うち100t食用・化粧品用販売（島外）、
	油（生産）	0.3	0	163.7	20.4	184.0	→84tは島内で食用利用し廃食用油を燃料利用
	搾り粕	0.7	10	381.9	47.5	429.4	→燃料利用
	椿殻	0.8	10	436.5	54.3	490.7	→燃料利用

（e）耕作放棄地を活用した新規ナタネ・ヒマワリ生産可能量

農林水産省統計「平成 13 年産なたね（子実用）の作付面積及び収穫量（主産県）」より、ナタネの収量は、2.17 トン/ha/年である。

またヒマワリ生産の取組み事例として、「えひめバイオマスプロジェクト」公表資料より、ヒマワリ種の収量目標値は、1.0 トン/ha/年である。

ナタネからの油生産量と絞り粕発生量については、市内でツバキとナタネの搾油をしている搾油所へのヒアリングより、ツバキと同様に、ナタネ重量を 1 とした場合、油：絞り粕は 0.3：0.7 である。そこでヒマワリについてもツバキ、ナタネと同様とした。

○ 1 ha（ナタネ・ヒマワリ 2 毛作）

→【1 作目】ナタネ　2.17 トン/年（100%）　→ナタネ油　0.651 トン/年（30%）

→油絞り粕　1.519 トン/年（70%）

→【2 作目】ヒマワリ種 1.0 トン/年（100%）　→ヒマワリ油 0.3 トン/年（30%）

→油絞り粕　0.7 トン/年（70%）

以上を参考に、(b) で設定した耕作放棄地を活用した新規ナタネ・ヒマワリ栽培からの、油生産量、および油生産残さの発生量を算出した。

この結果を下表にまとめた。油生産量は 744 トン/年、絞り粕発生量は 1,735.9 トン/年と推定される。

なお、ツバキ油については、島内で食用利用した後発生する廃食用油をバイオ燃料原料に利用可能としたが、ナタネ・ヒマワリ油については消費者単価が 1,000 円/L 程度とツバキ油と比較して安価なため、全量を燃料原料として利用することが可能とした。

絞り粕も全量を燃料原料として利用することが可能とした。

表 7　五島市　耕作放棄地を活用した新規ナタネ・ヒマワリ生産可能量

耕作放棄地へのナタネ･ヒマワリ栽培（2毛作）				ナタネ･ヒマワリ新規栽培 ha	
				782.3	
区分	発生物	重量比	含水率(%)		
生産量推算（t/年）	ナタネ収穫量	1	10	1,697.6	
	油(生産)	0.3	0	509.3	
	搾り粕	0.7	10	1,188.3	
	ヒマワリタネ収穫量 1.0t/ha*	1	10	782.3	
	油(生産)	0.3	0	234.7	
	搾り粕	0.7	10	547.6	
生産量合計（t/年）	収穫量合計 t/ha*	1	10	2,479.9	
	油(生産)合計	0.3	0	744.0	→燃料利用
	搾り粕合計	0.7	10	1,735.9	→燃料利用

＊資源作物収量：
菜種収量2.17t/ha（主要県平均値）：農林水産省統計情報部「平成13年産なたね（子実用）の作付面積及び収穫量（主産県）」より
ヒマワリ種収量1.0t/ha：えひめバイオマスプロジェクト資料より
平成22年度目標値として掲載されていたもの

⑦　バイオ燃料変換量

五島市の BDF 製造事業、および固形燃料（ペレット）製造事業について、原料供給量を下記に設定し、BDF、固形燃料（ペレット）変換量を、重油換算量として算出した。

表 8　BDF 製造　前提

原料	ツバキ廃食用油 （含水率 0%）	ナタネ油 （含水率 0%）	ヒマワリ油 （含水率 0%）	合計
原料利用量 年間量	42.0 トン/年	509.3 トン/年	234.7 トン/年	786.0 トン/年

表 9　固形燃料（ペレット）製造　前提

原料	ツバキ絞り粕 （含水率 10%）	ツバキ殻 （含水率 10%）	ナタネ絞り粕 （含水率 10%）	ﾋﾏﾜﾘ絞り粕 （含水率 10%）	合計
原料利用量 年間量	429.4 トン/年	490.7 トン/年	1,188.3 トン/年	547.6 トン/年	2,656.1 トン/年

（a）BDF 変換量

ツバキ廃食用油、ナタネ油、ヒマワリ油の BDF 変換量について、文献値より、原料量と BDF 量の重量比を 1 とし、発熱量は下記の計算式を用いて算出した。

乾物発熱量原単位（GJ/dry-t）＝0.4571×（%C：炭素含有%）－2.7

発熱量（GJ/年）＝乾物発熱量原単位×絶乾重量

＊対象原料は含水率 0%のため、上記発熱量は高位発熱量、低位発熱量ともに同値

これより算出した、ツバキ廃食用油、ナタネ油、ヒマワリ油の BDF 変換量は、重油換算量 601.8kL/年である。

原料			BDF換算量（t/年）	乾物発熱原単位（GJ/dry-t）＝0.4571×（%C:炭素含有%）－2.7			発熱量（GJ/年）＝乾物発熱原単位×絶乾重量	重油換算量（kL/年）*2
				乾物発熱単位	炭素含有割合*1	補正値	発熱量（GJ/年）	
廃食用椿油（水分0%）	絶乾量（t/年	42.0		0.4571	0.714	−2.7		
	水分量（t/年	0.0						
	生重（t/年）	42.0	42.0				1,257.4	32.2
ナタネ油（水分0%）	絶乾量（t/年	509.3						
	水分量（t/年	0.0						
	生重（t/年）	509.3	509.3				15,246.3	389.9
ヒマワリ油（水分0%）	絶乾量（t/年	234.7						
	水分量（t/年	0.0						
	生重（t/年）	234.7	234.7				7,025.9	179.7
合計	絶乾量（t/年	786.0						
	水分量（t/年	0.0						
	生重（t/年）	786.0	786.0				23,529.6	601.8

*1 バイオマス情報ヘッドクオーターより出典：「バイオマス総合利活用マスタープラン」（平成16年3月　千葉県）

＊2 A重油発熱量39.1GJ/kL（10,866kcal/kg・比重0.86）とした

（b）固形燃料（ペレット）変換量

ツバキ絞り粕、ツバキ殻、ナタネ絞り粕、ヒマワリ油絞り粕の固形燃料（ペレット）変換量については、市内の搾油所よりツバキ絞り粕、ツバキ殻、ナタネ絞り粕を試料として頂き、これについて熊本大学工学部鳥居教授に含水率と発熱量の分析と報告を頂いた。

この結果は下記の通りである。

測定結果報告

熊本大学　大学院自然科学研究科
鳥　居　修　一
torii@mech.kumamoto-u.ac.jp
TEL&FAX: 096-342-3756

Kumamoto University

燃料の発熱量
および含水率の計測

発熱測定装置
（SHIMAZU CA-4AJ,島津燃研式自動ボンベ熱量計）

含水率測定装置
（AND　MF-50）

発熱量，含水率計測

ナタネかす（その１）

moisture content [%]	10.25
heat value [kcal/kg]	4491

ツバキかす（その１）

moisture content [%]	7.60
heat value [kcal/kg]	4660

試料名：つばき実の外側にある殻

moisture content [%]	10.45
heat value [kcal/kg]	3884

これより算出した、ツバキ絞り粕、ツバキ殻、ナタネ絞り粕、ヒマワリ油絞り粕の固形燃料（ペレット）変換量は、重油換算量 1,253.2kL/年である。

原料			低位発熱量単位*1 (kcal/kg)	低位発熱量 (GJ/年)*2	重油換算量 (kL/年)*3
椿搾り粕（水分10%）	絶乾量(t/年	386.5	4,660		
	水分量(t/年	42.9			
	生重(t/年)	429.4		8,378	214.3
椿殻（水分10%）	絶乾量(t/年	441.7	3,884		
	水分量(t/年	49.1			
	生重(t/年)	490.7		7,980	204.1
ナタネ搾り粕（水分10%）	絶乾量(t/年	1,069.5	4,491		
	水分量(t/年	118.8			
	生重(t/年)	1,188.3		22,344	571.5
ヒマワリ搾り粕（水分10%）	絶乾量(t/年	492.9	4,491		
	水分量(t/年	54.8			
	生重(t/年)	547.6		10,297	263.3
合計	絶乾量(t/年	2,390.5			
	水分量(t/年	265.6			
	生重(t/年)	2,656.1		48,998.5	1,253.2

＊1 H22年11月　熊本大学工学部鳥居教授分析値
＊2　4.1868kJ/kcalで算出
＊3 A重油発熱量39.1GJ/kL
（10,866kcal/kg・比重0.86）とした

⑧　燃料需要量

今後五島市において、バイオ燃料等の再生可能エネルギーの導入を検討していくためには、町内のエネルギー需要量を把握する必要がある。

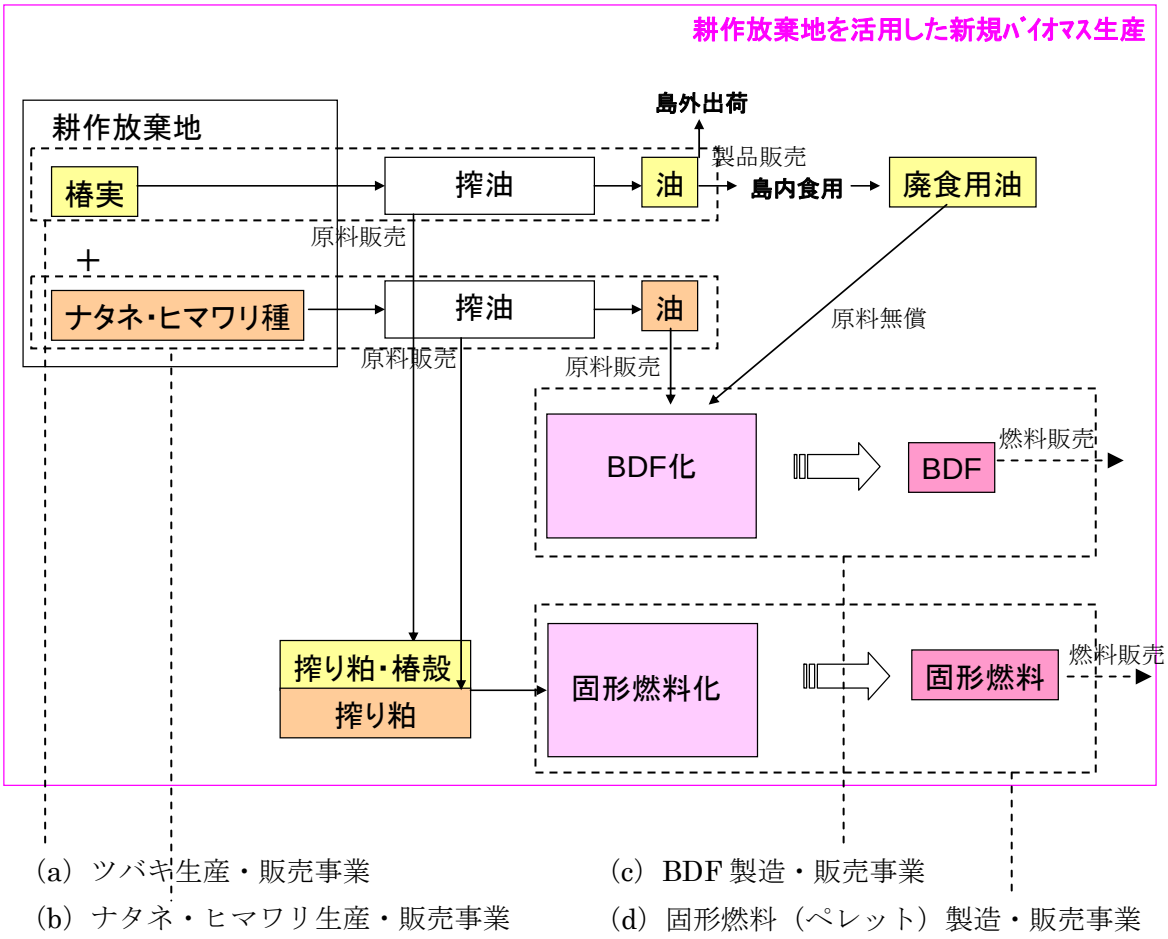
そこで今回、エネルギー需要があると考えられた富江温泉センター「たっしゃかランド」の化石燃料使用量について、ヒアリングを実施した。

現在、富江温泉センターでは、温泉追い焚き用燃料として平成 21 年度 170.4kL の重油を使用しているとの事である。

本調査のツバキ、ナタネ、ヒマワリの BDF 変換量は重油換算量 601.8kL/年、固形燃料（ペレット）変換量は重油換算量 1,253.2kL/年であり、温泉センターの重油代替は、十分に可能である。

⑨　燃料等製造事業化提案

五島市において、耕作放棄地を活用した新規バイオマス生産および燃料製造事業について、（a）ツバキ生産・販売事業、（b）ナタネ・ヒマワリ生産・販売事業、（c）BDF 製造・販売事業、（d）固形燃料（ペレット）製造・販売事業について試算をし、事業性を評価した。



（a）ツバキ生産・販売事業
（b）ナタネ・ヒマワリ生産・販売事業
（c）BDF 製造・販売事業
（d）固形燃料（ペレット）製造・販売事業

（a）ツバキ生産・販売事業試算

現在の五島市椿振興計画の平成 20 年度～23 年度ツバキ植栽計画面積 50ha以外の、**耕作放棄地 1,041haにツバキを植栽し、実を収穫・搾油し、油を食用及び化粧品原料として販売、絞り粕を燃料原料として販売する事業**について、試算を実施した。試算表は、次頁に示す。

この結果を下記に取り纏めた。本事業における、バイオマスの販売価格は**ツバキ油 3,784.9 円/kg（含水率 0%）、ツバキ絞り粕 40 円/kg（含水率 10%）**となる。

本事業の地域への効果は、**雇用創生数 116.4 人**、**農地所有者収入（農地賃借料）6.1 千万円/年**、ほか**イニシャルコストの植栽費にも人件費が含まれ、地元雇用を創生**する。

	項目		単位等	条件・結果等	備考
前提条件	事業概要	生産方法	耕作放棄地での栽培・実収獲・搾油		栽培面積 1,041.1ha
		生産ﾊﾞｲｵﾏｽ①	ツバキ絞り粕（含水率 10%）		燃料原料として販売
			t/年	156.2	
		生産ﾊﾞｲｵﾏｽ②	ツバキ油（含水率 0%）		食用及び化粧品原料として販売
			t/年	364.4	
		副産物	ツバキ殻（含水率 10%）		燃料原料として無償供給
			t/年	416.5	
	事業条件	事業者	農業者		
		生産地	耕作放棄地 1,041.1ha（賃借）		農地所有者へ賃借料を支払
		ほか	はじめの 10 年間は植栽のみ、10 年後から生産・販売を開始		
			実収獲作業の人件費は、現在の五島市の搾油所の実購入価格 800 円/kg 見合で算出した		
	試算条件	ｲﾆｼｬﾙｺｽﾄについて	全て借入金で賄い、10 年返済・金利負担 3%とし、返済金をﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄに組み入れた		
		一般管理費	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄの 10%とした		
		ﾊﾞｲｵﾏｽ販売価格の算出方法	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄと一般管理費の合計を、ﾊﾞｲｵﾏｽ生産量で割った額を販売価格とした		
試算結果	イニシャルコスト	土地取得費	千万円	0	
		設備等	千万円	2.5	搾油設備
		植栽費	千万円	66.6	
	ランニングコスト	人件費	千万円/年	41.9	
		その他	千万円/年	13.2	返済金を含む
	販売価格①	販売ﾊﾞｲｵﾏｽ①	ツバキ絞り粕（含水率 10%）		油粕（肥料）の一般的な価格 800 円/20kg と同じとした
		販売価格	円/kg	40	
	販売価格②	販売ﾊﾞｲｵﾏｽ②	ツバキ油（含水率 0%）		ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄと一般管理費の合計から絞り粕売上を差し引いた額を、ﾂﾊﾞｷ油生産量で割った額を販売価格とした
		販売価格	円/kg	3,784.9	
地域への効果	雇用創生	雇用創生数	人	116.4	360 万円/人/年とした
	経済効果	農地所有者収入	千万円/年	6.1	農地賃借料
		ほか	植栽費にも人件費を含む		

ツバキ油生産事業（1,041ha）　　ツバキ油　156トン/年
＊H24~新規栽培分　　搾り粕　364トン/年

工程		事業者	期間	イニシャル				ランニング			
				土地		設備・機器		資材・メンテナンス		人	
項目	細分			面積	取得費（円）	種類	購入費（円）	項目	費用(円/年)	項目	人件費（円/年）
栽培準備	農業者協力要請	農業者	10年	1,041.1ha	0	搾油設備*3	25,000,000				
	ツバキ植栽					地拵え*1（　1,041.1ha	144,712,900				
						植え付け*1（1,041.1ha	52,055,000				
						苗木代*1（1,041.1ha	104,110,000				
						下刈り*1（1,041.1ha	365,426,100				
収穫			通年	1,041.1ha						156.2/0.3=520.7t/年（実）実520.7t×800円/kg×1,000kg/t÷5,250円/人日＝79,340人日	416,535,000
乾燥											
土地賃借料								畑地賃借料*2	60,602,431		
搾油										450人日*3*4	2,362,500
元金返済（10年返済）								イニシャル損料	69,130,400		
金利返済（金利3%・10年返済）								イニシャル金利返済	2,073,912		
小計（円・円/年）					0		691,304,000		131,806,743		418,897,500
合計（円/年）									550,704,243		
一般管理費（ランニングの10%）				55,070,424							
総計（円/年）				605,774,667							
原料コスト（ツバキ油）	156.2 t/年	コスト単価（円/t）		3,878,199							
		コスト単価（円/kg）		3,878.2							
		コスト合計（円/年）		605,774,667							

売上

原料販売①（ツバキ搾り粕）	364.4 t/年 *5	販売単価（円/t）	40,000
		販売単価（円/kg）	40.0
		売上合計（円/年）	14,576,000
原料販売②（ツバキ油）	156.2 t/年	販売単価（円/t）	3,784,883
		販売単価（円/kg）	3,784.9
		売上合計（円/年）	591,198,667
総売上（円/年）			605,774,667

*1「造林コストはどこまで下げうるか」儲かる林業研究会　寺岡行雄（鹿児島大学農学部）

平成 22 年 10 月 25 日　JAPIC 低コスト造林研修会　より抜粋

南九州地域でのスギ再造林の標準単価　鹿児島県　ha あたり

植栽合計 514,000 円（地拵え 139,000 円（15 人日）＋植え付け 125,000 円（12.5 人日）＋苗木代 250,000 円（2,500 本×100 円））

下刈り 702,000 円（全刈り 4 回）

ツバキの植栽コスト　ha あたり下記とした

（スギ 2,500 本/ha に対しツバキ 1,000 本/ha を考慮）

植栽合計 289,000 円（地拵え 139,000 円（15 人日）＋植え付け50,000 円（5 人日）＋苗木代 100,000 円（1,000 本×100 円））

下刈り 351,000 円（全刈り 2 回）

*2　(財)日本不動産研究所　田畑価格及び賃借料調（平成 22 年 3 月末現在）より抜粋

付表 1　田畑価格及び山林素地価格等（全国平均（普通品等価格））

畑賃借料　10a 当り　5,821 円

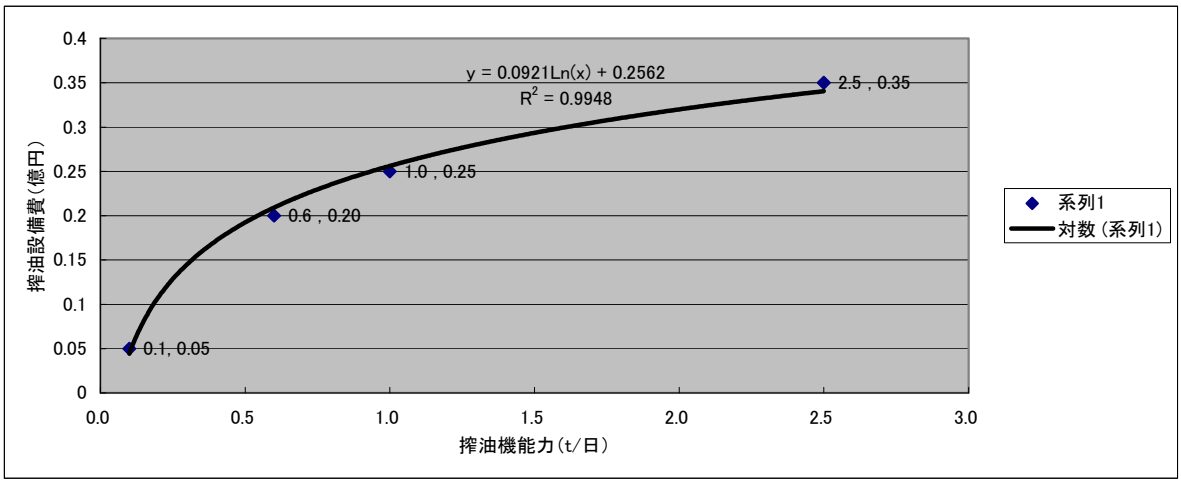
*3　油生産量 156t/年　搾油量 0.52t/日（150 日/年）

搾油機　能力 1t/日（150 日/年）搾油設備 2,500 万円

3 名×150 日＝450 人日必要とした

ヒアリング等より下記試算表を参考

本報告試算	原料			搾油能力	搾油設備費	従業員	備考
		t/年	t/日（300日/年）	t/日	億円	人	
五島市	ナタネ・ヒマワリ油	744.0	2.48	2.5	0.35	6	300日稼動（2毛作）
延岡市	ナタネ・ヒマワリ油	179.6	0.60	0.6	0.20	3	
五島市	ツバキ油	156.0	0.52	1.0	0.25	3	150日稼動
延岡市	ツバキ油	10.5	0.04	0.1	0.05	1	



*4　熊本県最低賃金（平成 22 年 11 月 5 日）より 643 円/h×1.1＝700 円/h

700 円/h×7.5h/日＝5,250 円/人日とした

*5　ツバキ搾り粕は、油粕（肥料）800 円/20kg 見合で燃料原料として販売とした。

(b) ナタネ・ヒマワリ生産・販売事業試算

耕作放棄地 782.3haでナタネ・ヒマワリを 2 毛作し、種を収穫・搾油し、油、絞り粕を燃料原料として販売する事業について、試算を実施した。試算表は、次頁に示す。

この結果を下記に取り纏めた。本事業における、バイオマスの販売価格はナタネ・ヒマワリ油 817.9 円/kg（含水率 0%）、ツバキ絞り粕 40 円/kg（含水率 10%）となる。

本事業の地域への効果は、雇用創生数 71.1 人、農地所有者収入（農地賃借料）4.6 千万円/年である。

	項目		単位等	条件・結果等	備考
前提条件	事業概要	生産方法	耕作放棄地での栽培（ﾅﾀﾈ・ﾋﾏﾜﾘ 2 毛作）・種収獲・搾油		栽培面積 782.3ha
		生産ﾊﾞｲｵﾏｽ①	ﾅﾀﾈ・ﾋﾏﾜﾘ絞り粕（含水率 10%）		燃料原料として販売
			t/年	1,735.9	
		生産ﾊﾞｲｵﾏｽ②	ﾅﾀﾈ・ﾋﾏﾜﾘ油（含水率 0%）		燃料原料として販売
			t/年	744.0	
	事業条件	事業者	農業者		
		生産地	耕作放棄地 782.3ha（賃借）		農地所有者へ賃借料を支払
	試算条件	ｲﾆｼｬﾙｺｽﾄについて	全て借入金で賄い、10 年返済・金利負担 3%とし、返済金をﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄに組み入れた		
		一般管理費	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄの 10%とした		
		ﾊﾞｲｵﾏｽ販売価格の算出方法	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄと一般管理費の合計を、ﾊﾞｲｵﾏｽ生産量で割った額を販売価格とした		
試算結果	イニシャルコスト	土地取得費	千万円	0	
		設備等	千万円	3.5	搾油設備
	ランニングコスト	人件費	千万円/年	25.5	
		その他	千万円/年	36.0	返済金を含む
	販売価格①	販売ﾊﾞｲｵﾏｽ①	ﾅﾀﾈ・ﾋﾏﾜﾘ絞り粕（含水率 10%）		油粕（肥料）の一般的な価格 800 円/20kg と同じとした
		販売価格	円/kg	40	
	販売価格②	販売ﾊﾞｲｵﾏｽ②	ﾅﾀﾈ・ﾋﾏﾜﾘ油（含水率 0%）		ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄと一般管理費の合計から絞り粕売上を差し引いた額を、ﾅﾀﾈ・ﾋﾏﾜﾘ油生産量で割った額を販売価格とした
		販売価格	円/kg	817.9	
地域への効果	雇用創生	雇用創生数	人	71.1	360 万円/人/年とした
	経済効果	農地所有者収入	千万円/年	4.6	農地賃借料

ナタネ・ヒマワリ油生産事業（782ha）　　ナタネ・ヒマワリ油　744トン/年
搾り粕　1,736トン/年

工程		事業者	期間	イニシャル				ランニング			
				土地		設備・機器		資材・メンテナンス		人	
項目	細分			面積	取得費（円）	種類	購入費（円）	項目	費用(円/年)	項目	人件費（円/年）
栽培準備	農業者協力要請	農業者	1年	782.3ha	0	搾油設備*3	35,000,000				
原料購入			通年（2毛作）	782.3ha				種苗費*1	4,756,384	人件費*1 46,938人日	246,424,500
								肥料費*1	51,537,924		
								農機具燃料費*1	23,469,000		
収穫								コンバイン費*1	117,345,000		
								運搬費*1	15,646,000		
								農機具燃料費*1	23,469,000		
出荷								乾燥・調整費*1	75,100,800		
土地賃借料								畑地賃借料*2	45,537,683		
搾油										1,800人日 *3*4	9,450,000
元金返済（10年返済）								イニシャル損料	3,500,000		
金利返済（金利3%・10年返済）								イニシャル金利返済	105,000		
小計（円・円/年）					0		35,000,000		360,466,791		255,874,500
合計（円/年）									616,341,291		
一般管理費（ランニングの10%）				61,634,129							
総計（円/年）				677,975,420							
原料コスト（ナタネ・ヒマワリ油）	744.0 t/年	コスト単価（円/t）		911,257							
		コスト単価（円/kg）		911.3							
		コスト合計（円/年）		677,975,420							
売上											
原料販売①（ナタネ・ヒマワリ搾り粕）	1735.9 t/年 *5	販売単価（円/t）		40,000							
		販売単価（円/kg）		40.0							
		売上合計（円/年）		69,436,000							
原料販売②（ナタネ・ヒマワリ油）	744.0 t/年	販売単価（円/t）		817,929							
		販売単価（円/kg）		817.9							
		売上合計（円/年）		608,539,420							
総売上（円/年）				677,975,420							

*1　平成 21 年度　地産地消型バイオディーゼル燃料の農業機械長期･安定利用技術に関するガイドライン（未定稿）　平成 22 年 3 月　（社）日本農業機械化協会より

P40　ナタネ生産の 10a 当り収支（支出項）（東北農業研究センター調査事例）

表 5　ナタネ生産の 10a 当たり収支　（東北農業研究センター調査事例）

項目		金額（円）	備考
収入	出荷額	19696	収量 200kg、等級は全てＢと仮定
	国庫助成	23176	25kg 当たり 2897 円
	合計	42872	
支出	種苗費	304	800g
	肥料費	3294	化成肥料 40kg
	収穫料金	8500	コンバイン 7500 円、運搬料 1000 円
	乾燥調製料金	4800	水分含量 20%と仮定
	農機具費	3000	油代など
	出荷経費	6888	紙袋代・保管料・手数料など
	合計	26768	
収支		16104	

ナタネ・ヒマワリ 2 毛作の場合、上記支出（資材・メンテナンス費）の 2 倍とした

生産に必要な人件費は、6 人日/10a/年とした。

*2　(財)日本不動産研究所　田畑価格及び賃借料調（平成 22 年 3 月末現在）より抜粋

付表 1　田畑価格及び山林素地価格等（全国平均（普通品等価格））

　畑賃借料　10a 当り　5,821 円

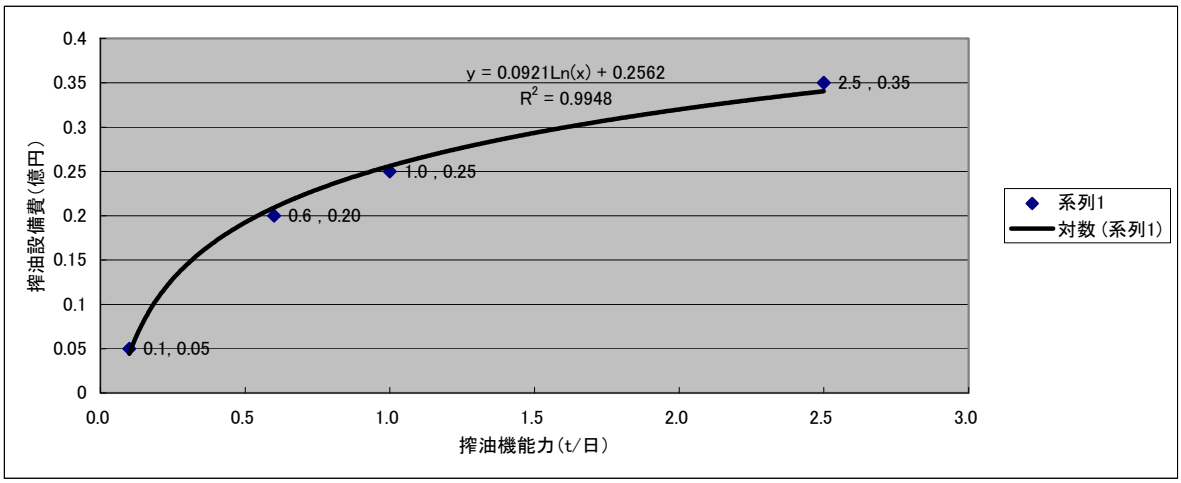
*3　油生産量 744t/年　搾油量 2.48t/日（300 日/年）

搾油機　能力 2.5t/日（300 日/年）搾油設備 3,500 万円

6 名×300 日＝1,800 人日必要とした

ヒアリング等より下記試算表を参考

本報告試算	原料			搾油能力	搾油設備費	従業員	備考
		t/年	t/日（300日/年）	t/日	億円	人	
五島市	ナタネ･ヒマワリ油	744.0	2.48	2.5	0.35	6	300日稼動（2毛作）
延岡市	ナタネ･ヒマワリ油	179.6	0.60	0.6	0.20	3	
五島市	ツバキ油	156.0	0.52	1.0	0.25	3	150日稼動
延岡市	ツバキ油	10.5	0.04	0.1	0.05	1	



*4　熊本県最低賃金（平成 22 年 11 月 5 日）より 643 円/h×1.1＝700 円/h

700 円/h×7.5h/日＝5,250 円/人日とした

*5　ナタネ・ヒマワリ搾り粕は、油粕（肥料）800 円/20kg 見合で燃料原料として販売とした。

（c）BDF 製造・販売事業試算

ナタネ・ヒマワリ油、ツバキ油廃食用油を原料としてBDFを製造・販売する事業について、試算を実施した。試算表は、次頁に示す。

この結果を下記に取り纏めた。ナタネ・ヒマワリ油を 817.9 円/kg（含水率 0%）で購入し、ツバキ油廃食用油を無償で引き取り、BDFした場合、製造するBDFの販売価格は 929.6 円/kg、重油換算価格で 1,214.1 円/Lとなる。燃料価格は割高であり、事業採算性は良くないと判断される。これは、原料のナタネ・ヒマワリ油購入価格が高いことが原因となっている。従って、BDF原料は廃食用油としなければ、BDF化事業は実現しづらいと考える。しかし、将来的に化石資源の枯渇問題が深刻化した場合、本試算も想定外では無くなる可能性はある。

本事業の地域への効果は、雇用創生数 2.6 人、また601.8kL/年の重油代替となる。

	項目		単位等	条件・結果等	備考
前提条件	事業概要	燃料変換方法	BDF 化		
		原料ﾊﾞｲｵﾏｽ①	ﾅﾀﾈ・ﾋﾏﾜﾘ油（含水率 0%）		購入
			t/年	744.0	
		原料ﾊﾞｲｵﾏｽ②	ﾂﾊﾞｷ廃食用油（含水率 0%）		無償引取
			t/年	42.0	
		製造燃料	BDF		全量販売
			t/年	786.0	
		燃料重油換算量	kL/年	601.8	
	事業条件	事業者	新規事業者		
		事業地	既存地		
		ほか	BDF 化設備は、大規模集中型ではなく、1 バッチ 200L 容量の小型汎用設備を用いた小規模分散型事業とした		
	試算条件	ｲﾆｼｬﾙｺｽﾄについて	全て借入金で賄い、10 年返済・金利負担 3%とし、返済金をﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄに組み入れた		
		一般管理費	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄの 10%とした		
		ﾊﾞｲｵ燃料販売価格の算出方法	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄと一般管理費の合計を、ﾊﾞｲｵ燃料製造量で割った額を販売価格とした		
試算結果	イニシャルコスト	土地取得費	千万円	0	
		設備等	千万円	19.5	BDF 化設備（1 バッチ 200L 容量）650 万円/台×30 台
	ランニングコスト	人件費	千万円/年	0.945	
		その他	千万円/年	65.5	返済金を含む
	燃料販売価格	販売燃料	BDF		
		販売価格	円/kg	929.6	
		重油換算価格	円/L	1,214.1	
地域への効果	雇用創生	雇用創生数	人	2.6	360 万円/人/年とした
	重油代替	重油代替量	kL/年	601.8	

BDF製造事業　原料:ナタネ･ヒマワリ油744t/年＋ツバキ油廃食用油42 t/年
燃料: BDF 786t/年（重油換算602kL/年）

工程		事業者	期間	イニシャル				ランニング			
				土地		設備･機器		資材･ﾒﾝﾃﾅﾝｽ		人	
項目	細分			面積	取得費(円)	種類	購入費(円)	項目	費用(円/年)	項目	人件費(円/年)
設備準備	新規事業者協力要請	新規事業者	1年	既存地を利用	0	BDF製造設備*1	195,000,000				
原料仕入れ	ナタネ･ヒマワリ油744t/年		通年					ナタネ･ヒマワリ油購入	608,539,420		
	ツバキ油廃食用油42t/年							ツバキ油廃食用油引取り	0		
BDF変換								ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄ33.3円/kg*1	26,173,800	6人×300日*1*2	9,450,000
元金返済(10年返済)								ｲﾆｼｬﾙ損料	19,500,000		
金利返済(金利3%･10年返済)								ｲﾆｼｬﾙ金利返済	585,000		
小計(円･円/年)					0		195,000,000		654,798,220		9,450,000
合計(円/年)								664,248,220			
一般管理費(ランニングの10%)				66,424,822							
総計(円/年)				730,673,042							
燃料販売(BDF)	786.0 t/年	販売単価(円/t)		929,609							
		販売単価(円/kg)		929.6							
		重油換算(円/L)		1,214.1							
		売上合計(円/年)		730,673,042							

BDF　発熱量計算

BDF			乾物発熱原単位(GJ/dry-t)＝(0.4571×(%C:乾物基準)－2.7)			高位発熱量(MJ/年)＝乾物発熱原単位×絶乾発生量	低位発熱量(MJ/年)＝高位発熱量(MJ/年)-2,600(20℃→100℃昇温＋水気化熱*3MJ/t)×水分発生量(t/年)	
			乾物発熱単位	炭素含有割合*1	補正値	高位発熱量(GJ/年)	低位発熱量(GJ/年)	重油換算量(kL/年)*2
BDF(水分0%)	絶乾量(t/年	0	0.4571	0.714	-2.7			
	水分量(t/年	0						
	生重(t/年)	786				23,530	23,530	601.8

*1 バイオマス情報ヘッドクオーターより出典:「バイオマス総合利活用マスタープラン」(平成16年3月　千葉県)

＊2 A重油発熱量39.1GJ/kL (10,866kcal/kg･比重0.86)とした

*3 水気化熱＝539Kcal/100℃水1kgあたり

*1　2009 年 10 月 14 日バイオマス・ニッポン in 佐賀　資料より
佐賀県鹿島福祉作業所　BDF プラント
200L/バッチ/2 日（30kL/年/300 日）　設備費 650 万円
ランニングコスト（人件費を含まない）　30 円/L
BDF 生産量 786t/年の場合、300 日稼動として
786t/年＝873.3KL/年（比重 0.9）≒上記設備30kL/年×29.1 台　→30 台必要
よって設備費を上記の 30 倍（650 万円×30＝1 億 9,500 万円）、
ランニングコスト（人件費を含まない）は同値（30 円/L＝33.3 円/kg）、
従業員は6 人/30 台体制とした（0.2 人/台）。

*2　熊本県最低賃金（平成 22 年 11 月 5 日）より 643 円/h×1.1＝700 円/h
700 円/h×7.5h/日＝5,250 円/人日とした

（d）固形燃料（ペレット）製造・販売事業試算

ナタネ・ヒマワリ絞り粕、ツバキ絞り粕、ツバキ殻を原料として固形燃料（ペレット）を製造・販売する事業について、試算を実施した。試算表は、次頁に示す。

この結果を下記に取り纏めた。ナタネ・ヒマワリ絞り粕、ツバキ絞り粕を 40 円/kg（含水率 10%）で購入し、ツバキ殻を無償で引き取り、ペレット化した場合、製造する固形燃料（ペレット）の販売価格は 32.3 円/kg、重油換算価格で 68.4 円/Lとなる。通常、木質ペレット化事業等でスケールメリットが出るとされる原料 5,000t/年規模と比較して、約半分の事業規模にもかかわらず、本試算の燃料価格は現在の重油価格 80 円/Lより安く、事業採算性は良いと判断される。これは、原料の含水率が 10%であることから乾燥設備が必要なくイニシャルコストを下げていること、および原料のナタネ・ヒマワリ絞り粕、ツバキ絞り粕の発熱量が通常の木質原料等と比較して高いことが要因となっている。

本事業の地域への効果は、雇用創生数 1.0 人、また1,253kL/年の重油代替となる。

	項目		単位等	条件・結果等	備考
前提条件	事業概要	燃料変換方法	ペレット化		乾燥工程なし
		原料ﾊﾞｲｵﾏｽ①	ﾅﾀﾈ・ﾋﾏﾜﾘ絞り粕（含水率 10%）		購入
			t/年	1,735.9	
		原料ﾊﾞｲｵﾏｽ②	ﾂﾊﾞｷ絞り粕（含水率 10%）		購入
			t/年	429.4	
		原料ﾊﾞｲｵﾏｽ③	ﾂﾊﾞｷ殻（含水率 10%）		無償引取
			t/年	490.7	
		製造燃料	ペレット（含水率 10%）		全量販売
			t/年	2,656.0	
		燃料重油換算量	kL/年	1,253.0	
	事業条件	事業者	新規事業者		
		事業地	購入（0.07ha）		
		ほか	原料のﾅﾀﾈ・ﾋﾏﾜﾘ・ﾂﾊﾞｷ絞り粕は、油粕（肥料）の一般的な価格 800 円/20kg 見合で購入するものとした		
			通常ﾍﾟﾚｯﾄ化施設には、燃料製品含水率 10%とするため、乾燥設備を整備するが、本事業の原料含水率は 10%のため、乾燥設備は整備しないものとした		
	試算条件	ｲﾆｼｬﾙｺｽﾄについて	全て借入金で賄い、10 年返済・金利負担 3%とし、返済金をﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄに組み入れた		
		一般管理費	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄの 10%とした		
		ﾊﾞｲｵ燃料販売価格の算出方法	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄと一般管理費の合計を、ﾊﾞｲｵ燃料製造量で割った額を販売価格とした		
試算結果	イニシャルコスト	土地取得費	千万円	0.35	0.07ha
		設備等	千万円	3.6	ペレット化設備（乾燥設備無し）
	ランニングコスト	人件費	千万円/年	0.36	
		その他	千万円/年	7.4	返済金を含む
	燃料販売価格	販売燃料	ペレット（含水率 10%）		
		販売価格	円/kg	32.3	
		重油換算価格	円/L	68.4	
地域への効果	雇用創生	雇用創生数	人	1.0	360 万円/人/年とした
	重油代替	重油代替量	kL/年	1,253.0	

ペレット燃料製造事業

原料：ナタネ・ヒマワリ搾り粕1,736t/年＋ツバキ搾り粕430t/年＋ツバキ殻491t/年

燃料：ペレット 2,656t/年（重油換算1,253kL/年）

工程		事業者	期間	イニシャル				ランニング			
				土地		設備・機器		資材・ﾒﾝﾃﾅﾝｽ		人	
項目	細分			面積	取得費（円）	種類	購入費（円）	項目	費用(円/年)	項目	人件費（円/年）
設備準備	設備建設	新規事業者	1年	0.07ha*1*2	3,500,000	粉砕機*2	14,000,000				
						原料貯蔵設備*2	9,000,000				
						付帯設備*2	6,000,000				
						成型設備*2	7,000,000				
原料仕入れ	ナタネ・ヒマワリ搾り粕 1,735.9t/年（含水率10%）		通年					ナタネ・ヒマワリ搾り粕購入*4（40円/kg）	49,436,000		
	ﾂﾊﾞｷ搾り粕 429.4t/年（含水率10%）							ﾂﾊﾞｷ搾り粕購入*4（40円/kg）	17,176,000		
	ﾂﾊﾞｷ殻 490.7t/年（含水率10%）							無償	0		
燃料製造								電力*2 50kW	2,250,000	1人体制*3	3,600,000
								ﾒﾝﾃﾅﾝｽ*2	1,400,000		
元金返済（10年返済）								ｲﾆｼｬﾙ損料	3,950,000		
金利返済（金利3%・10年返済）								ｲﾆｼｬﾙ金利返済	118,500		
小計（円・円/年）					3,500,000		36,000,000		74,330,500		3,600,000
合計（円/年）				77,930,500							
一般管理費（ランニングの10%）				7,793,050							
総計（円/年）				85,723,550							
燃料販売	2,656 t/年（含水率10%）	販売単価（円/t）		32,275							
		販売単価（円/kg）		32.3							
		重油換算（円/L）		68.4							
		売上合計（円/年）		85,723,550							

ペレット燃料　発熱量計算

ペレット燃料		低位発熱量単位*5 (kcal/kg)	低位発熱量 (GJ/年)*6	重油換算量 (kL/年)*7
ナタネ搾り粕（含水率	1,188	4,491	22,344	571
ヒマワリ搾り粕（含水率	548	4,491	10,296	263
ツバキ搾り粕（含水率	429	4,660	8,378	214
ツバキ殻（含水率10%）	490	3,884	7,970	204
合計（含水率10%）	2,656	4,405	48,987.6	1,253

＊5 H22年11月　熊本大学工学部鳥居教授分析値
＊6　4.1868kJ/kcalで算出
＊7 A重油発熱量39.1GJ/kL
（10,866kcal/kg・比重0.86）とした

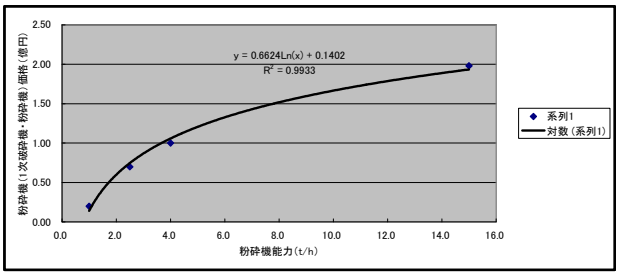
*1　五島市　５千円/㎡（16,500 円/坪）とした

*2　下記施設調査を実施し、ペレット製造施設の設備費、従業員数、土地面積、使用電力量を算出した（7.5h/日×300 日稼動の場合）。

調査事例				粉砕機能力	ペレット製造設備費								従業員	土地	電力使用規模	
					粉砕設備				ペレット製造設備							
粉砕施設・ペレット製造施設調査先	原料		粉砕量		粉砕機（1次破砕機・粉砕機）	原料貯蔵設備	付帯設備	小計	乾燥設備	成型設備	小計	合計			使用電力規模	電気代（20円/kWh）
		t/年	t/h（2,250h/年）	t/h	億円	億円	億円	億円	億円	億円	億円	億円	人	ha	kW	億円/年
粉砕機：T社（ヒアリング）	木質バイオマス	9,000.0	4.00	4.0	1.00	0.36	0.30	1.66	1.00	0.50	1.50	3.16	4	0.50	200	0.0900
上記以外は㈱TRES試算値	草本系バイオマス	（Z）		（X）	（Y）	（Z×4/100,000）	（Y×0.3）		（Y×1.0）	（Y×0.5）			（Y×4）	（Y×0.5）	（X×50）	（kW×2,250h/年×20円）
長崎県G市（現地調査）	針葉樹	5,625.0	2.50	2.5	0.70	0.23	0.21	1.14					3	0.35	125	0.0563
N社（ヒアリング）	針葉樹	1,890.0	0.84	1.0	0.20	0.08	0.06	0.34					1	0.10	50	0.0225
門川ペレット工場（公表値）	針葉樹	33,750.0	15.00	15.0	1.98	1.35	0.59	3.92	1.98	0.99	2.97	6.89	8	0.99	750	0.3375

*破砕機価格をペレット工場総事業費6.6億円の30%とした

（青字は㈱TRES試算に準じた算出値。門川ペレット工場施設は合計値が算出値と公表値が合致した。）



本報告試算条件		原料	粉砕量	原料規模	粉砕機能力	ペレット製造設備費							合計	従業員	土地	電力使用規模	
						粉砕設備				ペレット製造設備							
						粉砕機（1次破砕機・粉砕機）	原料貯蔵設備	付帯設備	小計	乾燥設備	成型設備	小計				使用電力規模	電気代（20円/kWh）
				Z	X	Y=0.6624Ln(X)+0.1402	Z×4/100,000	Y×0.3		Y×1.0	Y×0.5			Y×4	Y×0.5	X×50	kW×2,250h/年×20円
		t/年	t/h（2,250h/	t/年	t/h	億円	億円	億円	億円	億円	億円	億円	億円	人	ha	kW	億円/年
五島市	ﾅﾀﾈ・ﾋﾏﾜﾘ・ﾂﾊﾞｷ粕	2,256.1	1.00	2,250	1.0	0.14	0.09	0.06	0.29	0.14	0.07	0.21	0.50	1	0.07	50	0.0225

ペレット製造設備積算根拠（㈱TRES試算）

破砕設備
原料貯蔵設備

門川ペレット工場（公表値）	原料	原料貯蔵設備	原料貯蔵設備建設単価
	t/年	億円	千円/(t/年)
	①	②	②÷①
	33,750.0	1.35	4.0

粉砕機能力	稼働時間			原料量	破砕機能力	設備費	付帯設備費
	h/日	日/年	h/年	t/年	t/h	億円/基	億円/基
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
木質バイオマス	7.5	300	2250	対象地発生量	④÷③	⑥＝0.662Ln⑤+0.1402	⑦＝⑥×30%
草本系バイオマス	7.5	300	2250	対象地発生量	④÷③	⑥＝0.662Ln⑤+0.1402	⑦＝⑥×30%

注）：⑥は設備費曲線より

ペレット製造設備

乾燥機	稼働時間			原料量	乾燥機能力	設備費
	h/日	日/年	h/年	t/年	t/h	円/基
	①	②	③	④	⑤	⑥
木質バイオマス	7.5	300	2250	対象地発生量	④÷③	破砕機と同額とした
草本系バイオマス	7.5	300	2250	対象地発生量	④÷③	破砕機と同額とした

ペレット製造設備

ペレタイザー能力	稼働時間			原料量	ﾍﾟﾚﾀｲｻﾞｰ能力	設備費
	h/日	日/年	h/年	t/年	t/h	円/基
	①	②	③	④	⑤	⑥
木質バイオマス	7.5	300	2250	対象地発生量	④÷③	破砕機の半額とした
草本系バイオマス	7.5	300	2250	対象地発生量	④÷③	破砕機の半額とした

本試算条件：

7.5h/日×300 日＝2,250h/年稼動の場合

2,256.1t/2,250ｈ＝1t/h 粉砕量

粉砕機の能力 1t/h　ペレット製造<u>0.36 億円</u>/設備一式（<u>乾燥設備は設置しない</u>）、

従業員数 1 人、土地 0.07ha とした。

メンテナンス費用 0.14 千万円/年（粉砕機価格の 10%）

電力使用費　225 万円/年

*3　人件費　360 万円/年・人とした

*4　原料仕入れ

ナタネ・ヒマワリ搾り粕とツバキ搾り粕は、油粕（肥料）800 円/20kg 見合で買取とした。

⑩　調査のまとめ

五島市の第 2 世代バイオ燃料の利活用について、ツバキ油生産残さ（殻・油絞り粕）、およびナタネ・ヒマワリを対象とした本調査を実施した結果見えてきた可能性、課題、留意点について下記にまとめた。

（a）ツバキ油生産残さ（殻・油絞り粕）、およびナタネ・ヒマワリの燃料化の可能性

現在の研究開発の進捗から、油から BDF、殻・油絞り粕から固形燃料（ペレット）を生産することが可能である。

（b）ツバキ油生産残さ（殻・油絞り粕）、およびナタネ・ヒマワリの燃料化の課題

油からの BDF 生産事業については、ツバキ油、ナタネ・ヒマワリ油ともに原料生産費が高いことから BDF 価格が高くなり採算性が見込めず、現時点では燃料より食料消費し、廃食用油を BDF 化することが現実的である。しかし将来化石燃料の枯渇問題が深刻化した場合、燃料費が高くなれば BDF 化利用も視野に入ってくる。

ツバキ殻・油絞り粕からの固形燃料（ペレット）生産については、採算性は十分に見込める。原料収集について、油絞り粕は搾油所でまとまって発生することから収集は十分に可能であるが、現在林地還元されているツバキ殻について、収集方法の具体策が必要となる。

（c）ツバキ油生産残さ（殻・油絞り粕）、およびナタネ・ヒマワリの燃料化の留意点

耕作放棄地を活用し、ツバキ・ナタネ・ヒマワリを栽培し燃料生産事業を実施するにあたって、事業区域内に環境省が重要湿地 500 や特定植物群として指定する区域の有無について確認し、影響を与える可能性がある場合には、専門家の指導・助言を踏まえてそれらの保全が図られるような配慮が必要となる。

(4) 熊本県高森町

① 高森町の概要

高森町（たかもりまち）は、熊本県阿蘇郡（南阿蘇）の町である。

南阿蘇、阿蘇山の南東部に位置する。町域は阿蘇外輪山によって大きく東西二つに分かれる。総人口では西に隣接する南阿蘇村に劣るが、南阿蘇における中心地的地位を得ている。

西側は阿蘇カルデラの内部、南郷谷の一角で、JR立野駅と結ぶ南阿蘇鉄道の終点・高森駅がある。人口の大部分が集中し、町役場をはじめとする行政や商工観光の中心的役割を担っている。

東側は外輪山の外側で、東は大分県に、南東部は宮崎県に接している。阿蘇地方の奥に面しているため、奥阿蘇（おくあそ）の名称を冠する施設がいくつか見られる。

産業は農林業と観光業が主体。畑作・稲作や花き・葉たばこ生産、畜産、林業などで発展してきた。近年は大根、キャベツなどの高冷地野菜のブランド化も推進され、スイカ・メロンの生産も盛んになってきた。

南阿蘇の豊かな山野に囲まれて過ごすグリーンツーリズム型が主であり、観光農園やペンション、キャンプ場が点在する。地元の野菜・山菜や手作りの漬物・菓子・ハムなどを販売する物産館も数か所ある。料理は素朴な味わいの「高森田楽」や炭焼き地鶏が有名である。

高森町	基本統計情報	出展
人口	7,081 人	平成 17 年国勢調査
総土地面積	17,490 ha	2005 年農林業センサス
耕地面積（耕地率）	2,570 ha（14.7%）	2005 年農林業センサス
林野面積（林野率）	13,039 ha（74.6%）	2005 年農林業センサス

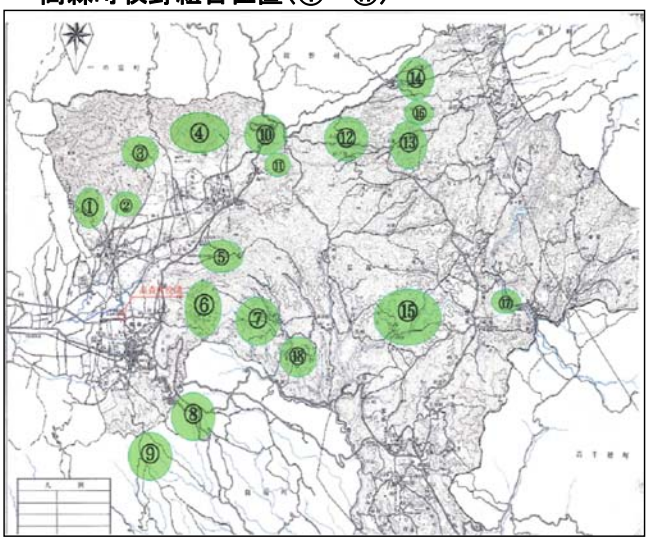
②　調査対象とした理由

高森町は、総土地面積 17,490ha の 8%にあたる 1,385ha が牧野であり、国内有数のススキの大自生地となっている。現在、町内の牧野面積の 4 割は、放牧またはススキを牧草として収獲し、地域の畜産業に利用されている。しかし残りの 6 割は畜産等に利用されず、市内の牧野を管理する高森町牧野組合が、毎年ススキが立ち枯れし水分が無くなる春に火入れ作業を実施し、牧野の保全に努めている。

ススキが畜産等に利用されていない牧野の火入れ作業は、ススキの体高が高く火炎が大きくなるため危険が伴い、未利用のススキの収穫利用が望まれているとの事である。

そこで本事業において、まず、高森町の未利用の牧野の活用を前提に、調査対象バイオマスをススキとした。なお、ススキは立ち枯れし含水率が低くなる冬場のみ燃料原料として収獲・供給が可能となるため、この補完バイオマスとして通年で供給が可能でありかつ現在未利用の町内の広葉樹（カシ類）についても調査し、これらの燃料化事業のモデルプランを提案することとした。

高森町牧野組合位置（①～⑰）



・人口　7,081人
・総土地面積　17,490ha
耕地面積　2,570ha（14.7%）
林野面積　13,039ha（74.6%）
うち牧野（草地）　1,385ha（林野面積の10.6%）

・高森町はススキ（オギ類）の大自生地である
町内では牧野面積の40%を畜産利用（飼料・敷料）し、
60%は未利用のまま火入れをしている
・現在町立温泉館の重油ボイラが耐用年数に達し、
バイオマスボイラへの更新を検討中（現在重油180kL/年使用）
↑
牧野等を利活用し、バイオ燃料生産ができないか？

高森温泉館

③　燃料生産事業モデルプランの設定

高森町のバイオ燃料生産事業のモデルプランを、下記の 2 通りとした。

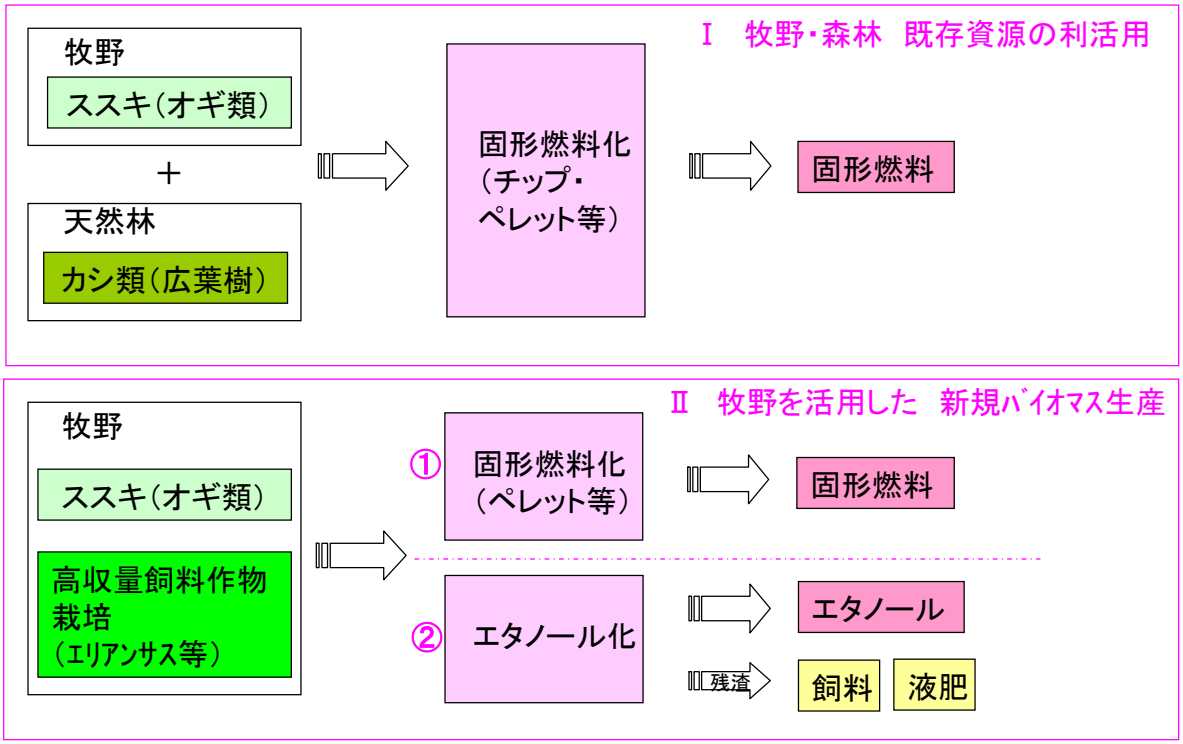
Ⅰ　牧野・森林を活用した既存資源の利活用

牧野および天然林広葉樹を活用した既存資源の利活用として、ススキを主原料、カシ類（広葉樹）を補完原料とした、固形燃料（ペレット）製造とした。

Ⅱ　牧野を活用した新規バイオマス生産

牧野を活用した新規バイオマス生産として、高収量飼料作物のエリアンサス、およびススキを原料とした、①固形燃料（ペレット）製造、または②エタノール製造とした。

■高森町　牧野等を活用したバイオ燃料生産事業モデル



④　調査対象バイオマスと変換燃料の設定

モデルプランの設定に従い、高森町の調査対象となるバイオマスと変換燃料は、下記の通りとした。

対象市町村		対象バイオマス		自生（既存）からの供給可能量	プランテーションからの供給可能量	燃料変換
県	市町村					
熊本県	高森町	主	ススキ・アシ・カヤ（オギ）・エリアンサス	○ ススキ・オギ	○ エリアンサス	①固形燃料化（ペレット） ②エタノール化・発酵残さは飼料・液肥化
		補完	カシ類（カシ・シイ・コナラ・クヌギ）	○	-	

⑤　調査方法

調査方法について、(a) 調査実施者・対応者、(b) 調査方法・スケジュールは下記の通りである。

(a)　調査実施者・対応者

調査実施者（事務局担当者）

区分	所属		担当者
事務局	㈱TRES	代表取締役社長	松野尾　淳
		代表取締役	福田　史恵

対応者（市町村担当者）

区分	市町名	担当課（係）	担当者
熊本県	高森町	産業観光課	係長　古庄　良一
			審議員　甲斐　敏文

(b)　調査方法・スケジュール

高森町　調査スケジュール等					
	事前調査	H22年9～10月 【バイオマス利用可能量調査】		H22年11月～H23年3月 【燃料化事業可能性調査】	
		一次調査	二次調査	三次調査	
		事前ヒアリング 1～2h程度	現地調査 2h程度	技術者ヒアリング等 2h程度	
日程	2010年7月7日	2010年9月2日	2010年10月12日	2010年11月	2011年3月15日
調査先	東京大学農学部 森田教授	高森町産業観光課・ 阿蘇森林組合高森支所	アグリセンター・熊本森林管理署・阿蘇地域振興局林務課	九州沖縄農業研究センター我有氏（採草・分析）	東京大学農学部 鮫島教授
内容	草本系バイオマスの栽培・燃料化技術について	牧野利用状況・広葉樹活用状況・高森温泉館重油使用量（熱需要）について	牧野草本類収穫方法・牧草利用量・広葉樹統計データ受領	高森町ｽｽｷ・オギ採草（分析）・ｴﾘｱﾝｻｽ採草（分析）	草本系バイオマスのエタノール化技術について

⑥　バイオマス資源利用可能量

（a）高森町の現在の牧野利用状況

高森町資料より、高森町の牧野面積は 1,385ha である。

高森町、および牧草利用者であるアグリセンターへのヒアリングより、町内の牧野面積のうち、40.8%は放牧またはススキを牧草として収獲し、地域の畜産業に利用されており、残りの 59.2%にあたる 820.4ha は畜産等に利用されず、この大半について市内の牧野を管理する高森町牧野組合が、毎年ススキが立ち枯れし水分が無くなる春に火入れ作業を実施し、牧野の保全に努めている。

ススキが畜産等に利用されていない牧野の火入れ作業は、ススキの体高が高く火炎が大きくなるため危険が伴い、未利用のススキの収穫利用が望まれているとの事である。

表１　高森町の利用可能な牧野面積（未利用面積）

分類	牧野面積	利用可能面積＊	利用可能面積率
	(A)	(B)	(B)/(A)
	(ha)	(ha)	(%)
火入実施牧野	925.0	562.2	60.8%
火入未実施牧野	460.0	258.2	56.1%
合　計	1385.0	820.4	59.2%

高森町資料・担当者聞き取り・牧草利用者（アグリセンター）聞き取りより

＊畜産粗飼料・敷料利用以外

（b）高森町のススキ利用可能量

（b）-Ⅰ　未利用の牧野 820.4ha のススキ利用可能量

高森町の牧野のススキ立草密度については、平成 22 年 11 月に九州沖縄農業研究センター牧草・飼料作物育種ユニット長の我有氏に、現地のススキの採取と、含水率および重量の分析と報告を頂いた。

この結果は下記の通りである。11 月のススキの含水率は 60～70%であるが、立ち枯れ後、含水率 30%時に収獲することを想定した場合、高森町の牧野のススキ立草密度は 19.8t/ha（含水率 30%時）であった。

H22年11月　九州沖縄農業研究センターより
資源作物収量データ

自生種	自生条件（2010.10.30～11.6採取）	試料数	湿潤重量	乾物重量	含水率
			t/ha	t/ha	%
ススキ	高森町・久木野町	5	33.8	12.5	63.0
オギ	高森町・久木野町	5	42.5	13.6	68.0
ヨシ	高森町・久木野町	5	33.5	15.4	54.0
ススキ・オギ・ヨシ平均			36.6	13.8	61.7

ススキ・オギ・ヨシ平均　含水率30%とした場合（燃料利用時想定）

燃料原料	湿潤重量	乾物重量	含水率
	t/ha	t/ha	%
ススキ・オギ・ヨシ平均	19.8	13.8	30.0

これより、高森町の利用可能な牧野 820.4ha の自生ススキの利用可能量を算出した。

高森町の牧野のススキ立草密度を 19.8t/ha（含水率 30%）、実際の収獲・利用可能率を 50%とした場合、ススキ利用可能量は 8,122 トン/年（含水率 30%）である。

表２　高森町　ススキ利用可能量

ススキ・アシ・カヤ利用可能量				
利用可能な自生地面積	立ち枯後			
	立草密度*	利用可能率	利用可能量	含水率
ha	t/ha	%	t/年	%
820.4	19.8	50%	8,122.0	30.0

*立草密度はH22九州沖縄農業研究センター調査値

（b）-Ⅱ　未利用の牧野 820.4ha のエリアンサス生産可能量とススキ利用可能量

未利用の牧野 820.4ha を活用した、高収量飼料作物のエリアンサスの生産可能量についても、検討した。

牧野は、草本系バイオマスの栽培適地である。九州沖縄農業研究センター牧草・飼料作物育種ユニットでは、国内において東北地域以南で生産が可能であり、面積当たりの収量が最も大きい飼料作物「エリアンサス」の実用化研究を行っている。

九州地域でのエリアンサス収量単位について、九州沖縄農業研究センター牧草・飼料作物育種ユニット長の我有氏に、試験データを提供頂いた。立ち枯れ後、含水率 30%時に収獲することを想定した場合、エリアンサス収量単位は 64.29t/ha（含水率 30%時）である。

H22年11月　九州沖縄農業研究センターより
資源作物収量データ（九州地域平均値）

栽培種	湿潤重量	乾物重量	含水率
	t/ha	t/ha	%
エリアンサス	―	45.00	―

エリアンサス　含水率30%とした場合（燃料利用時想定

燃料原料	湿潤重量	乾物重量	含水率
	t/ha	t/ha	%
エリアンサス	64.29	45.00	30.0

我有氏へのヒアリングより、高森町の未利用の牧野 820.4ha でのエリアンサス生産で想定される緒元は、下記の通りである。

○　エリアンサスの収獲には、収量単位が大きいため大型収穫機「ケンパー」を使用
　ケンパー：定価 3,600 万円/台・収獲能力 40t/h
○　エリアンサス生産地は、収穫機ケンパーが使用可能な傾斜度 10 度以下の土地が対象
○　エリアンサスの植栽について
　植栽密度 1 株/2 ㎡、株購入費用は 50 円/株を想定（一般的な種苗価格）
○　エリアンサスの栽培について
　植栽から 3 年後には安定した収量となり、10 年以上の収獲が可能（現在収獲可能年数をモニタリング中）。
　ススキと同様に冬季に立ち枯れし、含水率が低下した状態で収獲する。
　収量が安定する 3 年目以降生産費　4.0 円/dry-kg ＝2.8 円/kg（含水率 30%）

エリアンサス生産地は、傾斜度 10 度以下に限定されることから、未利用の牧野 820.4ha のうち 20%の 164.1ha を傾斜度 10 度以下と想定しエリアンサスを生産、残り 80%の 656.3ha は自生ススキを収獲・利用することとした。

以上より、高森町の利用可能な牧野 820.4ha におけるエリアンサス生産可能量および自生ススキの利用可能量を算出した。

エリアンサスの立草密度 64.3t/ha（含水率 30%）、生産面積 164.1ha、収獲・利用可能率を 100%とし、自生ススキの立草密度 19.8t/ha（含水率 30%）、収獲面積 656.3ha、収獲・利用可能率を 50%とした場合、エリアンサス利用可能量は 10,548.7 トン/年（含水率 30%）、ススキ利用可能量は 6,497.6 トン/年（含水率 30%）である。

表３　高森町　エリアンサス利用可能量

エリアンサス栽培利用可能量				
利用可能な牧野面積	立ち枯後			
	立草密度*	利用可能率	利用可能量	含水率
ha	t/ha	%	t/年	%
164.1	64.3	100%	10,548.7	30.0

*立草密度はH22九州沖縄農業研究センター調査値

表４　高森町　ススキ利用可能量

ススキ・アシ・カヤ利用可能量				
利用可能な牧野面積	立ち枯後			
	立草密度*	利用可能率	利用可能量	含水率
ha	t/ha	%	t/年	%
656.3	19.8	50%	6,497.6	30.0

*立草密度はH22九州沖縄農業研究センター調査値

（c）高森町のカシ類（広葉樹）利用可能量

熊本県民有林資源調査書（平成 22 年 4 月・熊本県農林水産部森林整備課）、および熊本県森林管理署業務課へのヒアリングより、高森町の天然林広葉樹林面積は、民有林 2,355.1ha、国有林 311.5ha、合計で 2,666.6ha である。

これらの広葉樹の一部は、化石資源の使用に至る以前に、薪炭林として燃料生産に利用され、天然更新し、天然二次林化したものと考えられる。

そこで、供給が冬季に限定される牧野の草本系バイオマスを補完するものとして、町内の天然林広葉樹林 2,666.6ha のうち 50%の 1,333.3ha について伐採・利用が可能と想定した。

表 5　高森町　天然林広葉樹面積

分類	天然林・広葉樹面積	利用可能面積率	利用可能面積
	（A）	（B）	（A）×（B）
	ha	(%)	(ha)
民有林*1	2,355.1	50.0%	1,177.6
国有林*2	311.5	50.0%	155.8
合　計	2,666.6	50.0%	1,333.3

*1 熊本県民有林資源調査書（平成22年4月・熊本県農林水産部森林整備課）より　マツを除外した値

*2 熊本森林管理署業務課聞取り調査より聞取り値

高森町の天然林広葉樹林 1,333.3ha からの、広葉樹の伐採・利用可能量を算出した。

熊本県民有林資源調査書（平成 22 年 4 月・熊本県農林水産部森林整備課）より ha あたりの蓄積 187.6 ㎥/ha、伐期を 50 年、含水率 50%時の広葉樹の比重を 1.27 とした場合、広葉樹の利用可能量は 6,365.8 トン/年（含水率 50%）と算出された。

表 6　高森町　広葉樹利用可能量

広葉樹材利用可能量						
利用可能な森林面積	ha当たり蓄積*1	総材積	伐期（皆伐）	利用可能材積	比重*2	利用可能重量
（A）	（B）	（A）×（B）＝（C）	（D）	（C）/（D）＝（E）	（F）	（E）×（F）
ha	㎥/ha	㎥	年	㎥/年	含水率50%時	t/年
1333.3	187.6	250,130.8	50	5,002.6	1.27	6,365.8

*1 熊本県民有林資源調査書（平成22年4月・熊本県農林水産部森林整備課）より　マツを除外した値

*2　日本国温室効果ガスインベントリ報告書（2007年5月・地球環境センター）より、カシ・ナラ・クヌギ・その他広葉樹（大分・熊本）の比重から平均比重0.636を算出し、含水率50%に換算した

なお、広葉樹の容積密度について、日本国温室効果ガスインベントリ報告書（2007 年 5 月・地球環境センター）より、熊本地域の広葉樹の絶乾時の容積密度は平均で 0.636t/㎥、含水率 50%に換算すると 1.27 t/㎥となる。

表 7　広葉樹容積密度（絶乾時）

	日本国温室効果ガスインベントリ報告書（2007年5月 地球環境センター）より				広葉樹平均（大分・熊本）
	カシ	ナラ	クヌギ	その他広葉樹（大分・熊本）	
広葉樹容積密度（t/㎥）*	0.629	0.619	0.668	0.629	0.636

*絶乾時

⑦　バイオ燃料変換量

高森町の固形燃料（ペレット）製造事業、およびエタノール製造事業について、原料供給量を下記に設定し、固形燃料（ペレット）、エタノール変換量を、重油換算量として算出した。

Ⅰ　牧野・森林を活用した既存資源の利活用

表８　固形燃料（ペレット）製造　前提

原料	ススキ （含水率 30%）	広葉樹 （含水率 50%）	合計 （含水率 38.8%）
原料利用量　年間量	8,122 トン/年	6,365.8 トン/年	14,487.8 トン/年

Ⅱ　牧野を活用した新規バイオマス生産

表９　①固形燃料（ペレット）製造　前提

原料	ススキ （含水率 30%）	エリアンサス （含水率 30%）	合計 （含水率 30%）
原料利用量　年間量	6,497.6 トン/年	10,548.7 トン/年	17,046.3 トン/年

表 10　②エタノール製造　前提

原料	ススキ （含水率 30%）	エリアンサス （含水率 30%）	合計 （含水率 30%）
原料利用量　年間量	6,497.6 トン/年	10,548.7 トン/年	17,046.3 トン/年

（a） I　牧野・森林を活用した既存資源の利活用　固形燃料（ペレット）変換量

ススキ、広葉樹の固形燃料（ペレット）変換量について、発熱量は下記の計算式を用いて算出した。なお、固形燃料（ペレット）の含水率は 10%とした。

乾物発熱量原単位（GJ/dry-t）＝0.4571×（%C：炭素含有%）－2.7

高位発熱量（GJ/年）＝乾物発熱量原単位×絶乾重量

低位発熱量（GJ/年）＝高位発熱量（GJ/年）－2.6（20℃→100℃昇温＋水気化熱*3GJ/t）×水分発生量（t/年）

これより算出した、ススキ、広葉樹の固形燃料（ペレット）変換量は、重油換算量 3,968kL/年である。

原料			ペレット燃料（含水率10%）		乾物発熱原単位（GJ/dry-t）＝（0.4571×（%C:炭素含有%）－2.7）			高位発熱量（GJ/年）＝乾物発熱原単位×絶乾重量	低位発熱量（GJ/年）＝高位発熱量（GJ/年）-2.6（20℃→100℃昇温＋水気化熱*3GJ/t）×水分発生量（t/年）	
					乾物発熱単位	炭素含有割合 *1	補正値	高位発熱量（GJ/年）	低位発熱量（GJ/年）	重油換算量（kL/年）*2
ススキ（水分30%）	絶乾量(t/年)	5,685.4	絶乾量(t/年)	5,685.4	0.4571	0.409	−2.7			
	水分量(t/年)	2,436.6	水分量(t/年)	631.7						
	生重(t/年)	8,122.0	生重(t/年)	6,317.1				90,940	89,297	2,283.8
カシ類（水分50%）	絶乾量(t/年)	3,182.9	絶乾量(t/年)	3,182.9	0.4571	0.518	−2.7			
	水分量(t/年)	3,182.9	水分量(t/年)	353.7						
	生重(t/年)	6,365.8	生重(t/年)	3,536.6				66,770	65,851	1,684.2
合計（水分38.8%）	絶乾量(t/年)	8,868.3	絶乾量(t/年)	8,868.3						
	水分量(t/年)	5,619.5	水分量(t/年)	985.4						
	生重(t/年)	14,487.8	生重(t/年)	9,853.7				157,710	155,148	3,968.0

*1 バイオマス情報ヘッドクオーターより
出典：「バイオマス総合利活用マスタープラン」（平成16年3月　千葉県）
＊2 A重油発熱量39.1GJ/kL
（10,866kcal/kg・比重0.86）とした
*3 水気化熱＝539Kcal/100℃水1kgあたり

（b）Ⅱ　牧野を活用した新規バイオマス生産　①固形燃料（ペレット）変換量

ススキ、エリアンサスの固形燃料（ペレット）変換量について、発熱量は下記の計算式を用いて算出した。なお、固形燃料（ペレット）の含水率は 10%とした。

乾物発熱量原単位（GJ/dry-t）＝0.4571×（%C：炭素含有%）－2.7

高位発熱量（GJ/年）＝乾物発熱量原単位×絶乾重量

低位発熱量（GJ/年）＝高位発熱量（GJ/年）－2.6（20℃→100℃昇温＋水気化熱*3GJ/t）×水分発生量（t/年）

これより算出した、ススキ、エリアンサスの固形燃料（ペレット）変換量は、重油換算量 4,793.3kL/年である。

原料			ペレット燃料（含水率10%）		乾物発熱原単位（GJ/dry-t）＝（0.4571×（%C:炭素含有%）－2.7）			高位発熱量（GJ/年）＝乾物発熱原単位×絶乾重量	低位発熱量（GJ/年）＝高位発熱量（GJ/年）-2.6（20℃→100℃昇温＋水気化熱*3GJ/t）×水分発生量（t/年）	
					乾物発熱単位	炭素含有割合 *1	補正値	高位発熱量（GJ/年）	低位発熱量（GJ/年）	重油換算量（kL/年）*2
ススキ（水分30%）	絶乾量(t/年)	4,548.3	絶乾量(t/年)	4,548.3	0.4571	0.409	-2.7			
	水分量(t/年)	1,949.3	水分量(t/年)	505.4						
	生重(t/年)	6,497.6	生重(t/年)	5,053.7				72,752	71,438	1,827.1
エリアンサス（水分30%）	絶乾量(t/年)	7,384.1	絶乾量(t/年)	7,384.1	0.4571	0.409	-2.7			
	水分量(t/年)	3,164.6	水分量(t/年)	820.5						
	生重(t/年)	10,548.7	生重(t/年)	8,204.5				118,111	115,978	2,966.2
合計（水分30%）	絶乾量(t/年)	11,932.4	絶乾量(t/年)	11,932.4						
	水分量(t/年)	5,113.9	水分量(t/年)	1,325.8						
	生重(t/年)	17,046.3	生重(t/年)	13,258.2				190,863	187,416	4,793.3

*1 バイオマス情報ヘッドクオーターより
出典：「バイオマス総合利活用マスタープラン」（平成16年3月　千葉県）
＊2 A重油発熱量39.1GJ/kL
（10,866kcal/kg・比重0.86）とした
*3 水気化熱＝539Kcal/100℃水1kgあたり

（c）Ⅱ　牧野を活用した新規バイオマス生産　②エタノール変換量

ススキ、エリアンサスのエタノール変換量について、バイオ燃料技術革新協議会「バイオ燃料技術革新計画」より 2015 年目標値の木質・草本植物エタノール収量 0.3kL/絶乾 t を用いて算出した。

木質・草本植物エタノール収量　0.3kL/絶乾 t　＝　0.21 kL/ t（含水率 30%）

これより算出した、ススキ、エリアンサスのエタノール変換量は、重油換算量 1,952.8kL/年である。

原料	利用可能量	エタノール収量原単位*1	エタノール収量	
			エタノール収量	重油換算量*2
	t/年	kL/湿潤t（含水率30%時）	kL/年	kL/年
ススキ（水分30%）	6,497.6	0.21	1,364.5	744.4
エリアンサス（水分30%）	10,548.7	0.21	2,215.2	1,208.5
合計（水分30%）	17,046.3	0.21	3,579.7	1,952.8

*1 バイオ燃料技術革新協議会「バイオ燃料技術革新計画」より2015年目標値　木質・草本植物エタノール収量　0.30kl/絶乾t
*2 エタノール発熱量21.33GJ/kL、A重油発熱量39.1GJ/kLで換算

⑧　燃料需要量

今後高森町において、バイオ燃料等の再生可能エネルギーの導入を検討していくためには、町内のエネルギー需要量を把握する必要がある。

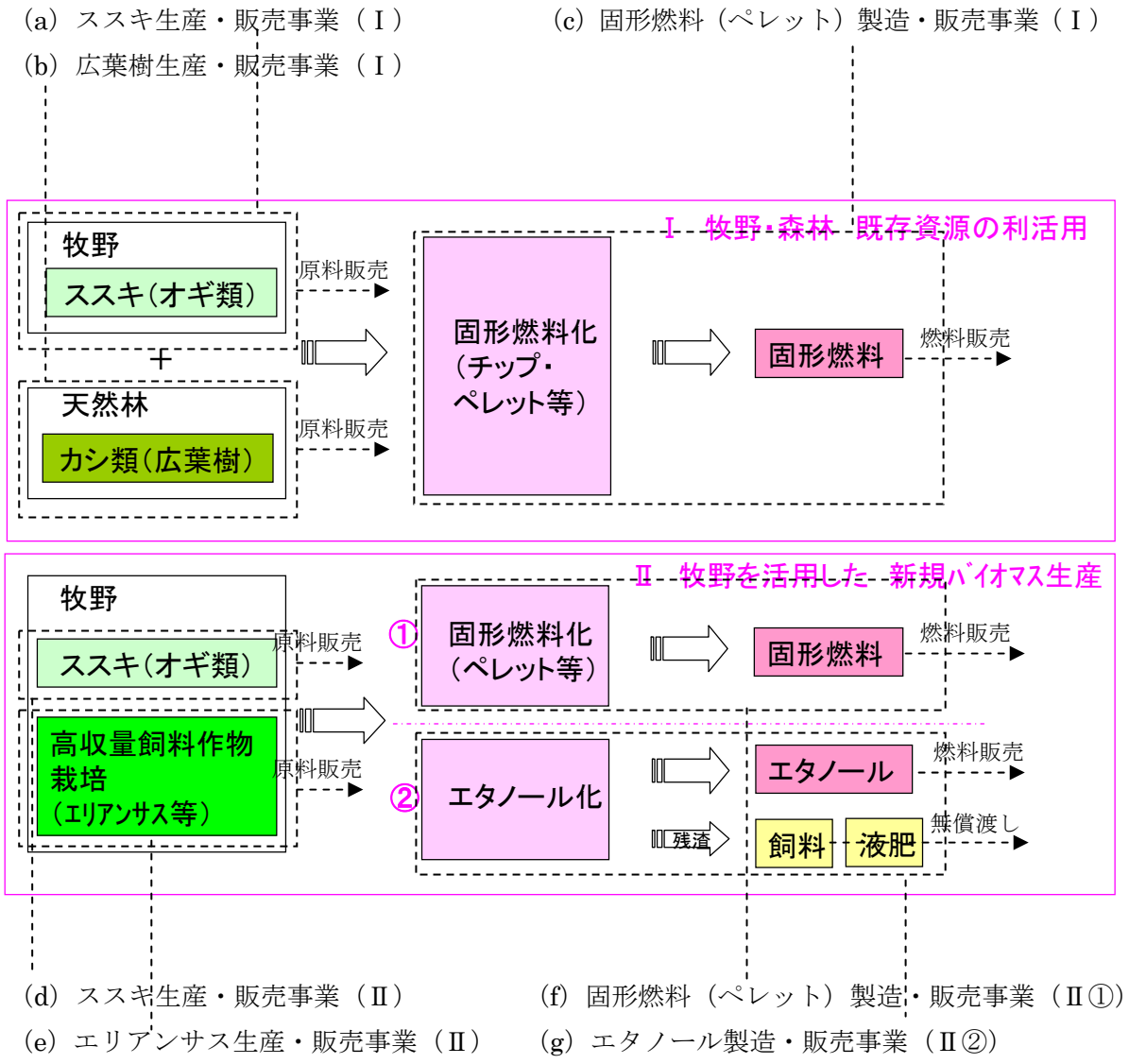
そこで今回、エネルギー需要があると考えられた町営の高森温泉館の化石燃料使用量について、ヒアリングを実施した。

現在、高森温泉館では、温泉追い焚き用燃料として平成 21 年度 180kL の重油を使用しているとの事である。さらに町は、この重油ボイラが耐用年数に達しており、バイオマスボイラへの更新を検討している。

本調査の「Ⅰ牧野・森林を活用した既存資源の利活用」におけるススキ、広葉樹の固形燃料（ペレット）変換量は重油換算量 3,968kL/年、また「Ⅱ牧野を活用した新規バイオマス生産」におけるススキ、エリアンサスの①固形燃料（ペレット）変換量は重油換算量 4,793.3kL/年、②エタノール変換量は重油換算量 1,952.8kL/年であり、全てのケースにおいて高森温泉館の重油代替は十分に可能である。

⑨　燃料等製造事業化提案

高森町において、牧野・森林を活用したバイオマス生産および燃料製造事業について、(a) ススキ生産・販売事業（Ⅰ）、(b) 広葉樹生産・販売事業（Ⅰ）、(c) 固形燃料（ペレット）製造・販売事業（Ⅰ）、(d) ススキ生産・販売事業（Ⅱ）、(e) エリアンサス生産・販売事業（Ⅱ）、(f) 固形燃料（ペレット）製造・販売事業（Ⅱ①）、(g) エタノール製造・販売事業（Ⅱ②）について試算をし、事業性を評価した。



（a）ススキ生産・販売事業試算（Ⅰ牧野・森林を活用した既存資源の利活用）

高森町の利用可能な**牧野 820.4haの自生ススキを収穫し、燃料原料として販売する事業**について、試算を実施した。試算表は、次頁に示す。

この結果を下記に取り纏めた。本事業における、**ススキの販売価格は 5.1 円/kg（含水率 30%）**となる。

本事業の地域への効果は、**雇用創生数 3.9 人**である。

	項目		単位等	条件・結果等	備考
前提条件	事業概要	生産方法	牧野の自生ススキを収穫		牧野面積 820.4ha
		生産ﾊﾞｲｵﾏｽ	ススキ（含水率 30%）		燃料原料として販売
			t/年	8,122.0	
	事業条件	事業者	牧野組合		
		生産地	牧野 820.4ha（自己所有地）		
		ほか	収獲作業は、対象面積の 30%は手刈り、70%は機械刈り（ﾍｲﾊﾞｰﾗｰ 565 型・既存）とした		
			ｽｽｷの運搬は 2t ﾄﾗｯｸを使用するものとした		
	試算条件	ｲﾆｼｬﾙｺｽﾄについて	全て借入金で賄い、10 年返済・金利負担 3%とし、返済金をﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄに組み入れた		
		一般管理費	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄの 10%とした		
		ﾊﾞｲｵﾏｽ販売価格の算出方法	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄと一般管理費の合計を、ﾊﾞｲｵﾏｽ生産量で割った額を販売価格とした		
試算結果	イニシャルコスト	土地取得費	千万円	0	
		設備等	千万円	0	
	ランニングコスト	人件費	千万円/年	1.4	
		その他	千万円/年	2.4	返済金を含む
	販売価格	販売ﾊﾞｲｵﾏｽ	ススキ（含水率 30%）		
		販売価格	円/kg	5.1	
地域への効果	雇用創生	雇用創生数	人	3.9	360 万円/人/年とした

ススキ生産事業（820ha）　ススキ　8,122トン/年（含水率30%）

工程		事業者	期間	イニシャル				ランニング			
				土地		設備・機器		資材・ﾒﾝﾃﾅﾝｽ		人	
項目	細分			面積	取得費（円）	種類	購入費（円）	項目	費用(円/年)	要因数（人日/年）	人件費（円/年）
栽培準備	牧野組合協力要請	牧野組合	1年	820.4ha	0	4連モア（既存）	0				
栽培											
収穫	手刈り		11月～3月	250.0ha						2500 *2	13,125,000
	機械刈			570.4ha				軽油*1 11.4kL/年	1,254,000	ｵﾍﾟﾚｰﾀｰ*3 114人日	897,750
								機械損料 *3（114日）	570,000		
運搬	ﾄﾗｯｸ輸送			820.4ha		2tﾄﾗｯｸ（既存）	0	運賃*4 11 台 × 100 日	22,000,000		
元金返済（10年返済）								ｲﾆｼｬﾙ損料	0		
金利返済（金利3%・10年返済）								ｲﾆｼｬﾙ金利返済	0		
小計（円・円/年）					0		0		23,824,000		14,022,750
合計（円/年）									37,846,750		
一般管理費（ランニングの10%）				3,784,675							
総計（円/年）				41,631,425							
原料販売	8,122.0 t/年 (含水率30%)	販売単価（円/t）		5,126							
		販売単価（円/kg）		5.1							
		売上合計（円/年）		41,631,425							

*1 熊本県最低賃金（平成 22 年 11 月 5 日）より 643 円/h×1.1＝700 円/h

700 円/h×7.5h/日＝5,250 円/人日とした

*2 H22 年度高森町アグリセンターヒアリングより

手刈り　1,000 ㎡/人日

*3 H22 年度高森町アグリセンターヒアリングより

機械刈り

日本ニューホーランド製　ヘイベーラー　565 型

能力 5ha/人日　軽油使用量 100L/日（7.5h）　軽油 110 円/L

本体価格 1,000 万円/台　耐用年数 7 年（2,555 日）より

機械損料 3,913 円/日＋ﾒﾝﾃﾅﾝｽ費等＝5,000 円/日

オペレーター単価　700 円/h×1.5＝1,050 円/h（7,875 円/人日）

*4　2t 積載/2t トラック　→8,122t/4,061 台

100 日間稼動　→4,061 台÷100 日＝40.61 台/日

40.61 台/日÷4 ストローク/台・日＝10.15 台/日≒11 台/日必要

運賃　2t トラック　2 万円/日

（b）広葉樹生産・販売事業試算（Ⅰ牧野・森林を活用した既存資源の利活用）

高森町の<u>天然林広葉樹林 1,333.3haを対象に、50 年伐期で毎年 26.7haを伐採（皆伐）し、燃料原料として販売する事業</u>について、試算を実施した。試算表は、次頁に示す。

この結果を下記に取り纏めた。本事業における、<u>広葉樹の販売価格は 3.8 円/kg（含水率 50%）</u>となる。

本事業の地域への効果は、<u>雇用創生数 0.8 人</u>、<u>山元収入（立木購入料）1.3 千万円/年</u>である。

	項目		単位等	条件・結果等	備考
前提条件	事業概要	生産方法	天然林広葉樹を伐採・生産		対象林面積 1,333.3ha（50 年伐期・26.7ha/年を皆伐）
		生産ﾊﾞｲｵﾏｽ	広葉樹（含水率 50%）		燃料原料として販売
			t/年	6,365.8	
	事業条件	事業者	森林組合		
		生産地	天然林広葉樹林 1,333.3ha（50 年伐期・26.7ha/年を伐採・山元から立木購入）		山元へ立木購入料を支払
		ほか	伐採作業は、9 人 1 班で実施し、ﾌﾟﾛｾｯｻｰ・ﾌｫﾜｰﾀﾞ・ｸﾞﾗｯﾌﾟﾙ・ｸﾞﾗｯﾌﾟﾙﾔｰﾀﾞを 80 万円/月でﾘｰｽし使用するものとした		
			広葉樹の運搬は 20t ﾄﾗｯｸを使用するものとした		
			天然更新を前提とし、伐採後植栽等の造林は行わないものとした		
	試算条件	ｲﾆｼｬﾙｺｽﾄについて	全て借入金で賄い、10 年返済・金利負担 3%とし、返済金をﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄに組み入れた		
		一般管理費	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄの 10%とした		
		ﾊﾞｲｵﾏｽ販売価格の算出方法	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄと一般管理費の合計を、ﾊﾞｲｵﾏｽ生産量で割った額を販売価格とした		
試算結果	イニシャルコスト	土地取得費	千万円	0	
		設備等	千万円	0	ﾌﾟﾛｾｯｻｰ・ﾌｫﾜｰﾀﾞ・ｸﾞﾗｯﾌﾟﾙ・ｸﾞﾗｯﾌﾟﾙﾔｰﾀﾞ（ﾘｰｽ）
	ランニングコスト	人件費	千万円/年	0.28	
		その他	千万円/年	1.9	返済金を含む
	販売価格	販売ﾊﾞｲｵﾏｽ	広葉樹（含水率 50%）		
		販売価格	円/kg	3.8	
地域への効果	雇用創生	雇用創生数	人	0.8	360 万円/人/年とした
	経済効果	山元収入	千万円/年	1.3	立木購入料

広葉樹材生産事業（1,333ha）　広葉樹　6,366トン/年（含水率50%）

工程		事業者	期間	イニシャル				ランニング			
				土地		設備・機器		資材・メンテナンス		人	
項目	細分			面積	取得費（円）	種類	購入費（円）	項目	費用(円/年)	項目	人件費（円/年）
栽培準備	森林組合協力要請	森林組合	1年	1,333.3ha	0	ﾌﾟﾛｾｯｻｰ 1台（ﾘｰｽ）*1	0				
						ﾌｫﾜｰﾀﾞ 1台（ﾘｰｽ）*1	0				
						ｸﾞﾗｯﾌﾟﾙ 1台（ﾘｰｽ）*1	0				
						ｸﾞﾗｯﾌﾟﾙﾔｰﾀﾞ1台（ﾘｰｽ）*1	0				
栽培											
立木購入			通年	26.7ha/年（50年伐期）				広葉樹 6,365.8t/年 購入（山元へ）*6	12,771,705		
伐採・収集						ﾌﾟﾛｾｯｻｰ・ﾌｫﾜｰﾀﾞ・ｸﾞﾗｯﾌﾟﾙ・ｸﾞﾗｯﾌﾟﾙﾔｰﾀﾞ（ﾘｰ		軽油*1 14kL/年	1,540,000	251人日 *3*5	2,823,750
								機械ﾘｰｽ料 *1*2（28日）	800,000		
運搬	ﾄﾗｯｸ輸送					20tﾄﾗｯｸ		運賃*4 3台×28日	4,200,000		
元金返済（10年返済）								ｲﾆｼｬﾙ損料	0		
金利返済（金利3%・10年返済）								ｲﾆｼｬﾙ金利返済	0		
小計（円・円/年）					0		0		19,311,705		2,823,750
合計（円/年）									22,135,455		
一般管理費（ランニングの10%）				2,213,545							
総計（円/年）				24,349,000							
原料販売	6,365.8 t/年 (含水率50%)	販売単価（円/t）		3,825							
		販売単価（円/kg）		3.8							
		売上合計（円/年）		24,349,000							

*1 平成 20 年 1 月㈱TRES　北薩森林組合聞き取り調査より

9 人/1 班（オペレーター含む）

プロセッサー・フォワーダ・グラップル・グラップルフォワーダ　各 1 台リース

＝80 万円/月

軽油使用量　一式（上記 4 台）　500L/日（7.5h）　軽油 110 円/L

*2 「次世代林業システム」（社）日本プロジェクト産業協議会　森林再生事業化研究会　平成 22 年 3 月　より

高性能林業機械に必要な事業規模

皆伐のイメージ

3,000ha（立ち木材積密度 250 ㎥/ha）を対象に 50 年伐期で主伐材伐採量 15,000 ㎥/年

このとき、人員　従業員 3 人、250 日/年、約 20 ㎥/人日

*3 6,365.8t/年＝5,012.4 ㎥/年（含水率 50%・比重 1.27 で換算）

5,012.4 ㎥/年÷20 ㎥/人日＝250.6 人日/年≒251 人日/年

251 人日/年÷9 人/1 班＝27.9 日/年≒28 日/年

*4 20t 積載/20t トラック　→6,365.8t/318.3 台

28 日間稼動　→318.3 台÷28 日＝11.37 台/日

11.37 台/日÷4 ストローク/台・日＝2.84 台/日≒3 台/日必要

運賃　20t トラック　5 万円/日

*5 林業者単価　1,500 円/h×7.5h/日＝11,250 円/人日

*6 森林・林業白書平成 22 年度版（林野庁編）参考付表 P14　より抜粋

（財）日本不動産研究所「山林素地及び山元立木価格調」より

平成 21 年 9 月スギの山元立木価格（山元支払い単価）　2,548 円/㎥

よって、広葉樹も同等の 2,548 円/㎥とした場合、

2,548 円/㎥＝2,006.3 円/t（含水率 50%・広葉樹比重 1.27 で換算）

（c）固形燃料（ペレット）製造・販売事業試算（Ⅰ牧野・森林を活用した既存資源の利活用）

ススキ、広葉樹を原料として固形燃料（ペレット）を製造・販売する事業について、試算を実施した。試算表は、次頁に示す。

この結果を下記に取り纏めた。ススキを 5.1 円/kg（含水率 30%）、広葉樹を 3.8 円/kg（含水率 50%）で購入し、ペレット化した場合、製造する固形燃料（ペレット）の販売価格は 21.8 円/kg、重油換算価格で 54.2 円/Lとなる。通常、木質ペレット化事業等でスケールメリットが出るとされる原料 5,000t/年規模と比較して、約 3 倍の事業規模であり、本試算の燃料価格は現在の重油価格 80 円/Lより安く、事業採算性は良いと判断される。これは、スケールメリットに加えて、原料のススキ、広葉樹の購入単価が安いことが要因となっている。

本事業の地域への効果は、雇用創生数 6.0 人、また3,968.0kL/年の重油代替となる。

	項目		単位等	条件・結果等	備考
前提条件	事業概要	燃料変換方法	ペレット化		
		原料ﾊﾞｲｵﾏｽ①	ススキ（含水率 30%）		購入
			t/年	8,122.0	
		原料ﾊﾞｲｵﾏｽ②	広葉樹（含水率 50%）		購入
			t/年	6,365.8	
		製造燃料	ペレット（含水率 10%）		全量販売
			t/年	9,854.0	
		燃料重油換算量	kL/年	3,968.0	
	事業条件	事業者	新規事業者		
		事業地	購入（0.71ha）		
	試算条件	ｲﾆｼｬﾙｺｽﾄについて	全て借入金で賄い、10 年返済・金利負担 3%とし、返済金をﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄに組み入れた		
		一般管理費	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄの 10%とした		
		ﾊﾞｲｵ燃料販売価格の算出方法	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄと一般管理費の合計を、ﾊﾞｲｵ燃料製造量で割った額を販売価格とした		
試算結果	イニシャルコスト	土地取得費	千万円	3.55	0.71ha
		設備等	千万円	48.3	ペレット化設備
	ランニングコスト	人件費	千万円/年	2.2	
		その他	千万円/年	17.4	返済金を含む
	燃料販売価格	販売燃料	ペレット（含水率 10%）		
		販売価格	円/kg	21.8	
		重油換算価格	円/L	54.2	
地域への効果	雇用創生	雇用創生数	人	6.0	360 万円/人/年とした
	重油代替	重油代替量	kL/年	3,968.0	

ペレット燃料製造事業　原料：ススキ8,122t/年(含水率30%)＋広葉樹6,366（含水率50%）
燃料：ペレット 9,854t/年（重油換算3,968kL/年）

工程		事業者	期間	イニシャル				ランニング			
				土地		設備・機器		資材・メンテナンス		人	
項目	細分			面積	取得費（円）	種類	購入費（円）	項目	費用(円/年)	項目	人件費（円/年）
設備準備	設備建設	新規事業者	1年	0.71ha*1*2	35,500,000	粉砕機*2	143,000,000				
						原料貯蔵設備*2	63,000,000				
						付帯設備*2	63,000,000				
						乾燥設備*2	143,000,000				
						成型設備*2	71,000,000				
原料購入	ｱｼ・ｽｽｷ 8,122t/年（含水率30%）		11月～3月					原料購入（ｱｼ・ｽｽｷ 8,122t/年）	41,631,425		
	広葉樹 6,365.8t/年（含水率50%）		通年					原料購入（広葉樹 6,365.8t/年）	24,349,000		
燃料製造			通年					電力*2 350kW	15,750,000	6人体制 *3	21,600,000
								重油*4 308.2kL	24,648,000		
								ﾒﾝﾃﾅﾝｽ *2	14,300,000		
元金返済（10年返済）								ｲﾆｼｬﾙ損料	51,850,000		
金利返済（金利3%・10年返済）								ｲﾆｼｬﾙ金利返済	1,555,500		
小計（円・円/年）					35,500,000		483,000,000		174,083,925		21,600,000
合計（円/年）									195,683,925		
一般管理費（ランニングの10%）				19,568,393							
総計（円/年）				215,252,318							
燃料販売	9,854 t/年（含水率10%）	販売単価（円/t）		21,845							
		販売単価（円/kg）		21.8							
		重油換算（円/L）		54.2							
		売上合計（円/年）		215,252,318							

ペレット燃料　発熱量計算

ペレット燃料			乾物発熱原単位（GJ/dry-t）＝（0.4571×（%C:乾物基準）－2.7）			高位発熱量（MJ/年）＝乾物発熱原単位×絶乾発生量	低位発熱量（MJ/年）＝高位発熱量（MJ/年）－2,600（20℃→100℃昇温＋水気化熱*3 MJ/t）×水分発生量（t/年）	
			乾物発熱単位	炭素含有割合*1	補正値	高位発熱量（GJ/年）	低位発熱量（GJ/年）	重油換算量（kL/年）*2
ｱｼ・ｽｽｷ（水分10%）	絶乾量（t/年	5,685	0.4571	0.409	−2.7			
	水分量（t/年	632						
	生重（t/年）	6,317				90,940	89,298	2,283.8
広葉樹（水分10%）	絶乾量（t/年	3,183	0.4571	0.518	−2.7			
	水分量（t/年	354						
	生重（t/年）	3,537				66,770	65,851	1,684.2
合計（水分10%）	絶乾量（t/年	8,868						
	水分量（t/年	985						
	生重（t/年）	9,854				157,710	155,148	3,968.0

*1 バイオマス情報ヘッドクオーターより出典：「バイオマス総合利活用マスタープラン」（平成16年3月　千葉県）

＊2 A重油発熱量39.1GJ/kL（10,866kcal/kg・比重0.86）とした

*3 水気化熱＝539Kcal/100℃水1kgあたり

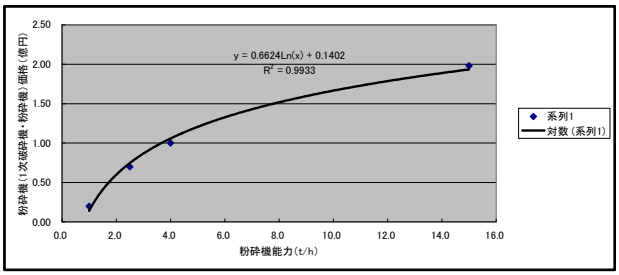
*1　高森町　５千円/㎡（16,500 円/坪）とした

*2　下記施設調査を実施し、ペレット製造施設の設備費、従業員数、土地面積、使用電力量を算出した（7.5h/日×300 日稼動の場合）。

調査事例				粉砕機能力	ペレット製造設備費								従業員	土地	電力使用規模	
					粉砕設備				ペレット製造設備							
粉砕施設・ペレット製造施設調査先	原料		粉砕量		粉砕機（1次破砕機・粉砕機）	原料貯蔵設備	付帯設備	小計	乾燥設備	成型設備	小計	合計			使用電力規模	電気代（20円/kWh）
		t/年	t/h（2,250h/年）	t/h	億円	億円	億円	億円	億円	億円	億円	億円	人	ha	kW	億円/年
粉砕機：T社（ヒアリング）	木質バイオマス	9,000.0	4.00	4.0	1.00	0.36	0.30	1.66	1.00	0.50	1.50	3.16	4	0.50	200	0.0900
上記以外は㈱TRES試算値	草本系バイオマス	（Z）		（X）	（Y）	（Z×4/100,000）	（Y×0.3）		（Y×1.0）	（Y×0.5）			（Y×4）	（Y×0.5）	（X×50）	（kW×2,250h/年×20円）
長崎県G市（現地調査）	針葉樹	5,625.0	2.50	2.5	0.70	0.23	0.21	1.14					3	0.35	125	0.0563
N社（ヒアリング）	針葉樹	1,890.0	0.84	1.0	0.20	0.08	0.06	0.34					1	0.10	50	0.0225
門川ペレット工場（公表値）	針葉樹	33,750.0	15.00	15.0	1.98	1.35	0.59	3.92	1.98	0.99	2.97	6.89	8	0.99	750	0.3375

*破砕機価格をペレット工場総事業費6.6億円の30%とした

（青字は㈱TRES試算に準じた算出値。門川ペレット工場施設は合計値が算出値と公表値が合致した。）



本報告試算条件		原料	粉砕量	原料規模	粉砕機能力	ペレット製造設備費							合計	従業員	土地	電力使用規模	
						粉砕設備				ペレット製造設備							
						粉砕機（1次破砕機・粉砕機）	原料貯蔵設備	付帯設備	小計	乾燥設備	成型設備	小計				使用電力規模	電気代（20円/kWh）
				Z	X	Y=0.6624Ln(X)+0.1402	Z×4/100,000	Y×0.3		Y×1.0	Y×0.5			Y×4	Y×0.5	X×50	kW×2,250h/年×20円
		t/年	t/h（2,250h/	t/年	t/h	億円	億円	億円	億円	億円	億円	億円	億円	人	ha	kW	億円/年
高森町	アシ・ススキ・広葉樹	14,487.8	6.44	15,750	7.0	1.43	0.63	0.63	2.69	1.43	0.71	2.14	4.83	6	0.71	350	0.1575

ペレット製造設備積算根拠（㈱TRES試算）

破砕設備
原料貯蔵設備

	原料	原料貯蔵設備	原料貯蔵設備建設単価
門川ペレット工場（公表値）	t/年	億円	千円/(t/年)
	①	②	②÷①
	33,750.0	1.35	4.0

粉砕機能力	稼働時間			原料量	破砕機能力	設備費	付帯設備費
	h/日	日/年	h/年	t/年	t/h	億円/基	億円/基
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
木質バイオマス	7.5	300	2250	対象地発生量	④÷③	⑥=0.662Ln⑤+0.1402	⑦=⑥×30%
草本系バイオマス	7.5	300	2250	対象地発生量	④÷③	⑥=0.662Ln⑤+0.1402	⑦=⑥×30%

注）：⑥は設備費曲線より

ペレット製造設備

乾燥機	稼働時間			原料量	乾燥機能力	設備費
	h/日	日/年	h/年	t/年	t/h	円/基
	①	②	③	④	⑤	⑥
木質バイオマス	7.5	300	2250	対象地発生量	④÷③	破砕機と同額とした
草本系バイオマス	7.5	300	2250	対象地発生量	④÷③	破砕機と同額とした

ペレット製造設備

ペレタイザー能力	稼働時間			原料量	ペレタイザー能力	設備費
	h/日	日/年	h/年	t/年	t/h	円/基
	①	②	③	④	⑤	⑥
木質バイオマス	7.5	300	2250	対象地発生量	④÷③	破砕機の半額とした
草本系バイオマス	7.5	300	2250	対象地発生量	④÷③	破砕機の半額とした

本試算条件：

7.5h/日×300 日＝2,250h/年稼動の場合

14,487.8t/2,250ｈ＝6.44t/h 粉砕量

粉砕機の能力 7t/h　ペレット製造 4.83 億円/設備一式、従業員数 6 人、土地 0.71ha とした。

メンテナンス費用 1.43 千万円/年（粉砕機価格の 10%）

電力使用費　1,575 万円/年

*3　人件費　360 万円/年・人とした

*4　乾燥工程に必要な燃料量（重油）：ペレット発熱量重油換算量－原料発熱量重油換算量

重油購入価格　80 円/L とした

ペレット燃料　発熱量計算

ペレット燃料			乾物発熱原単位（GJ/dry-t）＝（0.4571×（%C:乾物基準）－2.7）			高位発熱量（MJ/年）＝乾物発熱原単位×絶乾発生量	低位発熱量（MJ/年）＝高位発熱量（MJ/年）－2,600（20℃→100℃昇温＋水気化熱*3MJ/t）×水分発生量（t/年）	
			乾物発熱単位	炭素含有割合*1	補正値	高位発熱量（GJ/年）	低位発熱量（GJ/年）	重油換算量（kL/年）*2
アシ・ススキ（水分10%）	絶乾量(t/年	5,685	0.4571	0.409	−2.7			
	水分量(t/年	632						
	生重(t/年)	6,317				90,940	89,298	2,283.8
広葉樹（水分10%）	絶乾量(t/年	3,183	0.4571	0.518	−2.7			
	水分量(t/年	354						
	生重(t/年)	3,537				66,770	65,851	1,684.2
合計（水分10%）	絶乾量(t/年	8,868						
	水分量(t/年	985						
	生重(t/年)	9,854				157,710	155,148	3,968.0

*1 バイオマス情報ヘッドクオーターより出典：「バイオマス総合利活用マスタープラン」（平成16年3月　千葉県）
＊2 A重油発熱量39.1GJ/kL（10,866kcal/kg・比重0.86）とした
*3 水気化熱＝539Kcal/100℃水1kgあた

原料発熱量計算

ペレット燃料			乾物発熱原単位（GJ/dry-t）＝（0.4571×（%C:乾物基準）－2.7）			高位発熱量（MJ/年）＝乾物発熱原単位×絶乾発生量	低位発熱量（MJ/年）＝高位発熱量（MJ/年）－2,600（20℃→100℃昇温＋水気化熱*3MJ/t）×水分発生量（t/年）	
			乾物発熱単位	炭素含有割合*1	補正値	高位発熱量（GJ/年）	低位発熱量（GJ/年）	重油換算量（kL/年）*2
アシ・ススキ（水分30%）	絶乾量(t/年	5,685	0.4571	0.409	−2.7			
	水分量(t/年	2,437						
	生重(t/年)	8,122				90,940	84,605	2,163.8
広葉樹（水分50%）	絶乾量(t/年	3,183	0.4571	0.518	−2.7			
	水分量(t/年	3,183						
	生重(t/年)	6,366				66,770	58,495	1,496.0
合計（水分38.8%）	絶乾量(t/年	8,868						
	水分量(t/年	5,620						
	生重(t/年)	14,488				157,710	143,100	3,659.8

*1 バイオマス情報ヘッドクオーターより出典：「バイオマス総合利活用マスタープラン」（平成16年3月　千葉県）
＊2 A重油発熱量39.1GJ/kL（10,866kcal/kg・比重0.86）とした
*3 水気化熱＝539Kcal/100℃水1kgあた

乾燥用重油計算	3,968.0	－	3,659.8	＝	308.2　KL/年

（d）ススキ生産・販売事業試算（Ⅱ　牧野を活用した新規バイオマス生産）

高森町の利用可能な牧野 820.4haのうち、**エリアンサス生産可能地（傾斜度 10 度以下・栽培条件良好）を除いた 656.3haの自生ススキを収穫し、燃料原料として販売する事業**について、試算を実施した。試算表は、次頁に示す。

この結果を下記に取り纏めた。本事業における、**ススキの販売価格は 5.6 円/kg（含水率 30%）**となる。

本事業の地域への効果は、**雇用創生数 3.8 人**である。

	項目		単位等	条件・結果等	備考
前提条件	事業概要	生産方法	牧野の自生ススキを収穫		牧野面積 656.3ha
		生産ﾊﾞｲｵﾏｽ	ススキ（含水率 30%）		燃料原料として販売
			t/年	6,497.6	
	事業条件	事業者	牧野組合		
		生産地	牧野 656.3ha（自己所有地）		
		ほか	収獲作業は、利用可能な牧野全体 820.4ha の 30%の 250ha は手刈り、残り 406.3ha は機械刈り（ﾍｲﾍﾞｰﾗｰ 565 型・既存）とした		
			ｽｽｷの運搬は 2t ﾄﾗｯｸを使用するものとした		
	試算条件	ｲﾆｼｬﾙｺｽﾄについて	全て借入金で賄い、10 年返済・金利負担 3%とし、返済金をﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄに組み入れた		
		一般管理費	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄの 10%とした		
		ﾊﾞｲｵﾏｽ販売価格の算出方法	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄと一般管理費の合計を、ﾊﾞｲｵﾏｽ生産量で割った額を販売価格とした		
試算結果	イニシャルコスト	土地取得費	千万円	0	
		設備等	千万円	0	
	ランニングコスト	人件費	千万円/年	1.4	
		その他	千万円/年	1.9	返済金を含む
	販売価格	販売ﾊﾞｲｵﾏｽ	ススキ（含水率 30%）		
		販売価格	円/kg	5.6	
地域への効果	雇用創生	雇用創生数	人	3.8	360 万円/人/年とした

ススキ生産事業（656ha）　ススキ　6,498トン/年（含水率30%）

工程		事業者	期間	イニシャル				ランニング			
				土地		設備・機器		資材・メンテナンス		人	
項目	細分			面積	取得費（円）	種類	購入費（円）	項目	費用(円/年)	要因数（人日/年）	人件費（円/年）
栽培準備	牧野組合協力要請	牧野組合	1年	656.3ha	0	4連モア（既存）	0				
栽培											
収穫	手刈り		11月～3月	250.0ha						2500人日 *2	13,125,000
	機械刈			406.3ha				軽油*1 8.2kL/年	902,000	オペレーター*3 82人日	645,750
								機械損料 *3（82日）	410,000		
運搬	トラック輸送			656.3ha		2tトラック（既存）	0	運賃*4 9台×100日	18,000,000		
元金返済（10年返済）								イニシャル損料	0		
金利返済（金利3%・10年返済）								イニシャル金利返済	0		
小計（円・円/年）					0		0		19,312,000		13,770,750
合計（円/年）								33,082,750			
一般管理費（ランニングの10%）				3,308,275							
総計（円/年）				36,391,025							
原料販売	6,497.6 t/年 (含水率30%)	販売単価（円/t）		5,601							
		販売単価（円/kg）		5.6							
		売上合計（円/年）		36,391,025							

*1 熊本県最低賃金（平成 22 年 11 月 5 日）より 643 円/h×1.1＝700 円/h

700 円/h×7.5h/日＝5,250 円/人日とした

*2 H22 年度高森町アグリセンターヒアリングより

手刈り　1,000 ㎡/人日

*3 H22 年度高森町アグリセンターヒアリングより

機械刈り

日本ニューホーランド製　ヘイベーラー　565 型

能力 5ha/人日　軽油使用量 100L/日（7.5h）　軽油 110 円/L

本体価格 1,000 万円/台　耐用年数 7 年（2,555 日）より

機械損料 3,913 円/日＋ﾒﾝﾃﾅﾝｽ費等＝5,000 円/日

オペレーター単価　700 円/h×1.5＝1,050 円/h（7,875 円/人日）

*4　2t 積載/2t トラック　→6,497.6t/3,248.8 台

100 日間稼動　→3,248.8 台÷100 日＝32.5 台/日

32.5 台/日÷4 ストローク/台・日＝8.125 台/日≒9 台/日必要

運賃　2t トラック　2 万円/日

（e）エリアンサス生産・販売事業試算（Ⅱ　牧野を活用した新規バイオマス生産）

高森町の利用可能な牧野 820.4haのうち、**エリアンサス生産が可能（傾斜度 10 度以下・栽培条件良好）な 164.1haにエリアンサスを植栽し、収量が安定する 3 年目以降、燃料原料として収獲・販売する事業**について、試算を実施した。試算表は、次頁に示す。

この結果を下記に取り纏めた。本事業における、**エリアンサスの販売価格は 6.6 円/kg（含水率 30%）**となる。

本事業の地域への効果は、**雇用創生数 4.2 人**、ほか**イニシャルコストの植栽費にも人件費が含まれ、地元雇用を創生**する。

	項目		単位等	条件・結果等	備考
前提条件	事業概要	生産方法	牧野での栽培・生産		牧野面積 164.1ha
		生産ﾊﾞｲｵﾏｽ	エリアンサス（含水率 30%）		燃料原料として販売
			t/年	10,548.7	
	事業条件	事業者	牧野組合		
		生産地	牧野 164.1ha（自己所有地）		
		ほか	はじめの 2 年間は植栽のみ、3 年後から生産・販売を開始		
			収獲作業は、全て機械刈り（ｹﾝﾊﾟｰ・購入）とした		
			ｴﾘｱﾝｻｽの運搬は 4t ﾄﾗｯｸを使用するものとした		
	試算条件	ｲﾆｼｬﾙｺｽﾄについて	全て借入金で賄い、10 年返済・金利負担 3%とし、返済金をﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄに組み入れた		
		一般管理費	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄの 10%とした		
		ﾊﾞｲｵﾏｽ販売価格の算出方法	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄと一般管理費の合計を、ﾊﾞｲｵﾏｽ生産量で割った額を販売価格とした		
試算結果	イニシャルコスト	土地取得費	千万円	0	
		設備等	千万円	3.6	収穫機（ｹﾝﾊﾟｰ）
		植栽費	千万円	7.2	
	ランニングコスト	人件費	千万円/年	1.5	
		その他	千万円/年	4.8	返済金を含む
	販売価格①	販売ﾊﾞｲｵﾏｽ	エリアンサス（含水率 30%）		
		販売価格	円/kg	6.6	
地域への効果	雇用創生	雇用創生数	人	4.2	360 万円/人/年とした
	経済効果	ほか	植栽費にも人件費を含む		

エリアンサス生産事業（164ha）　エリアンサス　10,549トン/年（含水率30%）

工程		事業者	期間	イニシャル				ランニング			
				土地		設備・機器		資材・メンテナンス		人	
項目	細分			面積	取得費（円）	種類	購入費（円）	項目	費用(円/年)	項目	人件費（円/年）
栽培準備	牧野組合協力要請	牧野組合	1年	164.1ha	0	収穫機1台*1	36,000,000				
	植栽					苗82.05万株*2	41,025,000				
						地拵え*6	22,809,900				
						植付け*6	8,205,000				
栽培	3年目以降の条件*3		4月～10月	164.1ha				生産費*3 10,548.7t/年分	14,768,180	人件費*3 10,548.7t/年分	14,768,180
収穫	機械刈		11月～3月	164.1ha				軽油*1 14.3kL/年	1,573,000	オペレーター*5 35人日/年	275,625
運搬	トラック輸送			164.1ha		4tトラック（既存）	0	運賃*4 7台×100日	21,000,000		
元金返済（10年返済）								イニシャル損料	10,803,990		
金利返済（金利3%・10年返済）								イニシャル金利返済	324,120		
小計（円・円/年）					0		108,039,900		48,469,290		15,043,805
合計（円/年）									63,513,095		
一般管理費（ランニングの10%）				6,351,309							
総計（円/年）				69,864,404							
原料販売	10,548.7 t/年	販売単価（円/t）		6,623							
		販売単価（円/kg）		6.6							
	（含水率30%）	売上合計（円/年）		69,864,404							

*1 九州沖縄農業研究センター　我有氏　研究資料より

収穫機　ケンパー（ドイツ製）　定価 3,600 万円/台

能力 40t/h　6 ヶ月（11 月～3 月）×30 日＝180 日

1 台の年間能力　40t/h×7.5h×180 日＝54,000t/年

10,548.7t/年収穫に必要な日数　10,548.7t/年÷（40t/h×7.5h/日）＝35.2 日≒35 日

軽油使用量 500L/日（7.5h）　軽油 110 円/L

*2　九州沖縄農業研究センター　我有氏　研究資料より

エリアンサス　1 株/2 ㎡

株購入費用は 50 円/株（一般的な種苗価格・聞取り値）とした

*3　九州沖縄農業研究センター　我有氏　研究資料より

エリアンサス　3 年目以降生産費　4.0 円/dry-kg ＝2.8 円/kg（含水率 30%）

この内訳を、資材・燃料費 1.4 円/kg、人件費 1.4 円/kg とした

*4　4t 積載/4t トラック　→10,548.7t/2,637.2 台

100 日間稼動　→2,637.2 台÷100 日＝26.4 台/日

26.4 台/日÷4 ストローク/台・日＝6.6 台/日≒7 台/日必要

運賃　4t トラック　3 万円/日

*5　熊本県最低賃金（平成 22 年 11 月 5 日）より 643 円/h×1.1＝700 円/h

オペレーター単価　700 円/h×1.5＝1,050 円/h（7,875 円/人日）

*6「造林コストはどこまで下げうるか」儲かる林業研究会　寺岡行雄（鹿児島大学農学部）

平成 22 年 10 月 25 日　JAPIC 低コスト造林研修会　より抜粋

南九州地域でのスギ再造林の標準単価　鹿児島県　ha あたり

植栽合計 514,000 円（地拵え 139,000 円（15 人日）＋植え付け 125,000 円（12.5 人日）＋苗木代 250,000 円（2,500 本×100 円））

下刈り 702,000 円（全刈り 4 回）

エリアンサスの植栽コスト　ha あたり下記とした

（スギ 2,500 本/ha に対し、エリアンサス 5,000 株/ha（草本株）を考慮）

地拵え 139,000 円（15 人日）＋植え付け50,000 円（5 人日）

（f）①固形燃料（ペレット）製造・販売事業（Ⅱ　牧野を活用した新規バイオマス生産）

ススキ、エリアンサスを原料として固形燃料（ペレット）を製造・販売する事業について、試算を実施した。試算表は、次頁に示す。

この結果を下記に取り纏めた。ススキを 5.6 円/kg（含水率 30%）、エリアンサスを 6.6 円/kg（含水率 30%）で購入し、ペレット化した場合、製造する固形燃料（ペレット）の販売価格は 21.8 円/kg、重油換算価格で 54.2 円/Lとなる。通常、木質ペレット化事業等でスケールメリットが出るとされる原料 5,000t/年規模と比較して、約 3 倍の事業規模であり、本試算の燃料価格は現在の重油価格 80 円/Lより安く、事業採算性は良いと判断される。これは、スケールメリットに加えて、原料のススキ、エリアンサスの購入単価が安いことが要因となっている。

本事業の地域への効果は、雇用創生数 6.0 人、また4,793.0kL/年の重油代替となる。

	項目		単位等	条件・結果等	備考
前提条件	事業概要	燃料変換方法	ペレット化		
		原料ﾊﾞｲｵﾏｽ①	ススキ（含水率 30%）		購入
			t/年	6,497.6	
		原料ﾊﾞｲｵﾏｽ②	エリアンサス（含水率 30%）		購入
			t/年	10,548.7	
		製造燃料	ペレット（含水率 10%）		全量販売
			t/年	13,258.0	
		燃料重油換算量	kL/年	4,793.0	
	事業条件	事業者	新規事業者		
		事業地	購入（0.97ha）		
	試算条件	ｲﾆｼｬﾙｺｽﾄについて	全て借入金で賄い、10 年返済・金利負担 3%とし、返済金をﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄに組み入れた		
		一般管理費	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄの 10%とした		
		ﾊﾞｲｵ燃料販売価格の算出方法	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄと一般管理費の合計を、ﾊﾞｲｵ燃料製造量で割った額を販売価格とした		
試算結果	イニシャルコスト	土地取得費	千万円	4.85	0.97ha
		設備等	千万円	51.9	ペレット化設備
	ランニングコスト	人件費	千万円/年	2.2	
		その他	千万円/年	21.8	返済金を含む
	燃料販売価格	販売燃料	ペレット（含水率 10%）		
		販売価格	円/kg	19.9	
		重油換算価格	円/L	55.0	
地域への効果	雇用創生	雇用創生数	人	6.0	360 万円/人/年とした
	重油代替	重油代替量	kL/年	4,793.0	

①ペレット燃料製造事業

原料：ススキ6,498t/年(含水率30%)＋エリアンサス10,549t/年(含水率30%)

燃料： ペレット 13,258t/年（重油換算4,793kL/年）

工程		事業者	期間	イニシャル				ランニング			
				土地		設備・機器		資材・ﾒﾝﾃﾅﾝｽ		人	
項目	細分			面積	取得費（円）	種類	購入費（円）	項目	費用(円/年)	項目	人件費（円/年）
設備準備	設備建設	新規事業者	1年	0.97ha*1*2	48,500,000	粉砕機*2	152,000,000				
						原料貯蔵設備*2	72,000,000				
						付帯設備*2	67,000,000				
						乾燥設備*2	152,000,000				
						成型設備*2	76,000,000				
原料購入	ｴﾘｱﾝｻｽ 10,548.7t/年（含水率		11月～3月					原料購入（ｴﾘｱﾝｻｽ 10,548.7t/年）	69,864,404		
	ｱｼ・ｽｽｷ 6,497.6t/年（含水率30%）							原料購入（ｱｼ・ｽｽｷ 6,497.6t/年）	36,391,025		
燃料製造			通年					電力*2 400kW	18,000,000	6人体制 *3	21,600,000
								重油*4 251.9kL	20,152,000		
								ﾒﾝﾃﾅﾝｽ *2	15,200,000		
元金返済（10年返済）								ｲﾆｼｬﾙ損料	56,750,000		
金利返済（金利3%・10年返済）								ｲﾆｼｬﾙ金利返済	1,702,500		
小計（円・円/年）					48,500,000		519,000,000		218,059,929		21,600,000
合計（円/年）				239,659,929							
一般管理費（ランニングの10%）				23,965,993							
総計（円/年）				263,625,922							
燃料販売	13,258 t/年（含水率10%）	販売単価（円/t）		19,884							
		販売単価（円/kg）		19.9							
		重油換算（円/L）		55.0							
		売上合計（円/年）		263,625,922							

ペレット燃料　発熱量計算

ペレット燃料			乾物発熱原単位（GJ/dry-t）＝（0.4571×（%C:乾物基準）－2.7）			高位発熱量（MJ/年）＝乾物発熱原単位×絶乾発生量	低位発熱量（MJ/年）＝高位発熱量（MJ/年）－2,600（20℃→100℃昇温＋水気化熱*3 MJ/t）×水分発生量（t/年）	
			乾物発熱単位	炭素含有割合*1	補正値	高位発熱量（GJ/年）	低位発熱量（GJ/年）	重油換算量（kL/年）*2
ｴﾘｱﾝｻｽ・アシ・ｽｽｷ（水分10%）	絶乾量（t/年	11,932	0.4571	0.409	-2.7			
	水分量（t/年	1,326						
	生重（t/年）	13,258				190,864	187,416	4,793.3

*1 バイオマス情報ヘッドクオーターより出典：「バイオマス総合利活用マスタープラン」（平成16年3月　千葉県）

＊2 A重油発熱量39.1GJ/kL（10,866kcal/kg・比重0.86）とした

*3 水気化熱＝539Kcal/100℃水1kgあたり

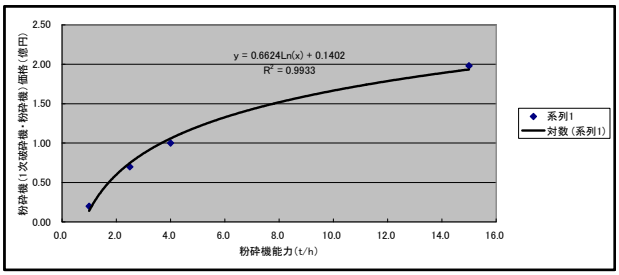
*1　高森町　５千円/㎡（16,500 円/坪）とした

*2　下記施設調査を実施し、ペレット製造施設の設備費、従業員数、土地面積、使用電力量を算出した（7.5h/日×300 日稼動の場合）。

調査事例				粉砕機能力	ペレット製造設備費								従業員	土地	電力使用規模	
					粉砕設備				ペレット製造設備							
粉砕施設・ペレット製造施設調査先	原料		粉砕量		粉砕機（1次破砕機・粉砕機）	原料貯蔵設備	付帯設備	小計	乾燥設備	成型設備	小計	合計			使用電力規模	電気代（20円/kWh）
		t/年	t/h（2,250h/年）	t/h	億円	億円	億円	億円	億円	億円	億円	億円	人	ha	kW	億円/年
粉砕機：T社（ヒアリング）	木質バイオマス	9,000.0	4.00	4.0	1.00	0.36	0.30	1.66	1.00	0.50	1.50	3.16	4	0.50	200	0.0900
上記以外は㈱TRES試算値	草本系バイオマス	（Z）		（X）	（Y）	（Z×4/100,000）	（Y×0.3）		（Y×1.0）	（Y×0.5）			（Y×4）	（Y×0.5）	（X×50）	（kW×2,250h/年×20円）
長崎県G市（現地調査）	針葉樹	5,625.0	2.50	2.5	0.70	0.23	0.21	1.14					3	0.35	125	0.0563
N社（ヒアリング）	針葉樹	1,890.0	0.84	1.0	0.20	0.08	0.06	0.34					1	0.10	50	0.0225
門川ペレット工場（公表値）	針葉樹	33,750.0	15.00	15.0	1.98	1.35	0.59	3.92	1.98	0.99	2.97	6.89	8	0.99	750	0.3375

*破砕機価格をペレット工場総事業費6.6億円の30%とした

（青字は㈱TRES試算に準じた算出値。門川ペレット工場施設は合計値が算出値と公表値が合致した。）



本報告試算条件		原料	粉砕量	原料規模	粉砕機能力	ペレット製造設備費								従業員	土地	電力使用規模	
						粉砕設備				ペレット製造設備							
						粉砕機（1次破砕機・粉砕機）	原料貯蔵設備	付帯設備	小計	乾燥設備	成型設備	小計	合計			使用電力規模	電気代（20円/kWh）
				Z	X	Y=0.6624Ln(X)+0.1402	Z×4/100,000	Y×0.3		Y×1.0	Y×0.5			Y×4	Y×0.5	X×50	kW×2,250h/年×20円
		t/年	t/h（2,250h/	t/年	t/h	億円	億円	億円	億円	億円	億円	億円	億円	人	ha	kW	億円/年
高森町	アシ・ススキ・エリアンサス	17,046.3	7.58	18,000	8.0	1.52	0.72	0.67	2.91	1.52	0.76	2.28	5.19	6	0.76	400	0.1800

ペレット製造設備積算根拠（㈱TRES試算）

破砕設備
原料貯蔵設備

	原料	原料貯蔵設備	原料貯蔵設備建設単価
門川ペレット工場（公表値）	t/年	億円	千円/(t/年)
	①	②	②÷①
	33,750.0	1.35	4.0

粉砕機能力	稼働時間			原料量	破砕機能力	設備費	付帯設備費
	h/日	日/年	h/年	t/年	t/h	億円/基	億円/基
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
木質バイオマス	7.5	300	2250	対象地発生量	④÷③	⑥＝0.662Ln⑤+0.1402	⑦＝⑥×30%
草本系バイオマス	7.5	300	2250	対象地発生量	④÷③	⑥＝0.662Ln⑤+0.1402	⑦＝⑥×30%

注）：⑥は設備費曲線より

ペレット製造設備

乾燥機	稼働時間			原料量	乾燥機能力	設備費
	h/日	日/年	h/年	t/年	t/h	円/基
	①	②	③	④	⑤	⑥
木質バイオマス	7.5	300	2250	対象地発生量	④÷③	破砕機と同額とした
草本系バイオマス	7.5	300	2250	対象地発生量	④÷③	破砕機と同額とした

ペレット製造設備

ペレタイザー能力	稼働時間			原料量	ペレタイザー能力	設備費
	h/日	日/年	h/年	t/年	t/h	円/基
	①	②	③	④	⑤	⑥
木質バイオマス	7.5	300	2250	対象地発生量	④÷③	破砕機の半額とした
草本系バイオマス	7.5	300	2250	対象地発生量	④÷③	破砕機の半額とした

本試算条件：

7.5h/日×300 日＝2,250h/年稼動の場合

17,046.3t/2,250ｈ＝7.58t/h 粉砕量

粉砕機の能力 8t/h　ペレット製造 5.19 億円/設備一式、従業員数 6 人、土地 0.76ha とした。

メンテナンス費用 1.52 千万円/年（粉砕機価格の 10%）

電力使用費　1,800 万円/年

*3　人件費　360 万円/年・人とした

*4　乾燥工程に必要な燃料量（重油）：ペレット発熱量重油換算量－原料発熱量重油換算量

重油購入価格　80 円/L とした

ペレット燃料　発熱量計算

ペレット燃料			乾物発熱原単位（GJ/dry-t）＝（0.4571×（%C:乾物基準）－2.7）			高位発熱量（MJ/年）＝乾物発熱原単位×絶乾発生量	低位発熱量（MJ/年）＝高位発熱量（MJ/年）－2,600（20℃→100℃昇温＋水気化熱*3 MJ/t）×水分発生量（t/年）	
			乾物発熱単位	炭素含有割合*1	補正値	高位発熱量（GJ/年）	低位発熱量（GJ/年）	重油換算量（kL/年）*2
ｴﾘｱﾝｻｽ・アシ・ｽｽｷ（水分10%）	絶乾量（t/年	11,932	0.4571	0.409	−2.7			
	水分量（t/年	1,326						
	生重（t/年）	13,258				190,864	187,416	4,793.3

*1 バイオマス情報ヘッドクオーターより出典：「バイオマス総合利活用マスタープラン」（平成16年3月　千葉県）

＊2 A重油発熱量39.1GJ/kL（10,866kcal/kg・比重0.86）とした

*3 水気化熱＝539Kcal/100℃水1kgあた

原料　発熱量計算

ペレット燃料			乾物発熱原単位（GJ/dry-t）＝（0.4571×（%C:乾物基準）－2.7）			高位発熱量（MJ/年）＝乾物発熱原単位×絶乾発生量	低位発熱量（MJ/年）＝高位発熱量（MJ/年）－2,600（20℃→100℃昇温＋水気化熱*3 MJ/t）×水分発生量（t/年）	
			乾物発熱単位	炭素含有割合*1	補正値	高位発熱量（GJ/年）	低位発熱量（GJ/年）	重油換算量（kL/年）*2
ｴﾘｱﾝｻｽ・アシ・ｽｽｷ（水分30%）	絶乾量（t/年	11,932	0.4571	0.409	−2.7			
	水分量（t/年	5,114						
	生重（t/年）	17,046				190,864	177,567	4,541.4

*1 バイオマス情報ヘッドクオーターより出典：「バイオマス総合利活用マスタープラン」（平成16年3月　千葉県）

＊2 A重油発熱量39.1GJ/kL（10,866kcal/kg・比重0.86）とした

*3 水気化熱＝539Kcal/100℃水1kgあた

乾燥用重油計算	4,793.3	－	4,541.4	＝	251.9　KL/年

（g）②エタノール製造・販売事業（Ⅱ　牧野を活用した新規バイオマス生産）

ススキ、エリアンサスをエタノール発酵しエタノールを販売する事業について、試算を実施した。試算表は、次頁に示す。

この結果を下記に取り纏めた。ススキを 5.6 円/kg（含水率 30%）、エリアンサスを 6.6 円/kg（含水率 30%）で購入し、エタノール発酵した場合、製造するエタノールの販売価格は 102 円/L、重油換算価格で 187 円/Lとなる。燃料価格は割高ではあるが、将来的に化石資源の枯渇問題が深刻化した場合、事業採算性は向上するものと予想される。また、エタノール化設備は他のバイオ燃料製造設備と比較してイニシャルコストが高いため、本試算の事業規模ではスケールデメリットが出ており、少なくともエタノール生産量 1 万kL規模以上で採算性が向上し実現の可能性が出てくると考える。

本事業の地域への効果は、雇用創生数 6.9 人、また1,952.8kL/年の重油代替、および235,823.8トン/年の飼料（リキッドフィーディング）代替となる。

	項目		単位等	条件・結果等	備考
前提条件	事業概要	燃料変換方法	エタノール発酵		NEDO ﾌﾟﾛｾｽ（濃硫酸加水分解・発酵法）
		原料ﾊﾞｲｵﾏｽ①	ススキ（含水率 30%）		購入
			t/年	6,497.6	t/年
		原料ﾊﾞｲｵﾏｽ②	エリアンサス（含水率 30%）		購入
			t/年	10,548.7	
		製造燃料	エタノール		全量販売
			kL/年	3,579.7	
		燃料重油換算量	kL/年	1,952.8	
		副産物	飼料（ﾘｷｯﾄﾞﾌｨｰﾃﾞｨﾝｸﾞ）		無償渡し
			t/年	235,823.8	
	事業条件	事業者	新規事業者		
		事業地	購入（0.25ha）		
		ほか	NEDO ﾌﾟﾛｾｽ（濃硫酸加水分解・発酵法）開発目標値を前提		NREL ﾌﾟﾛｾｽ（高温希硫酸処理・酵素糖化・発酵法）も開発目標は NEDO ﾌﾟﾛｾｽと変わらない
	試算条件	ｲﾆｼｬﾙｺｽﾄについて	全て借入金で賄い、10 年返済・金利負担 3%とし、返済金をﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄに組み入れた		
		一般管理費	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄの 10%とした		
		ﾊﾞｲｵ燃料販売価格の算出方法	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄと一般管理費の合計を、ﾊﾞｲｵ燃料製造量で割った額を販売価格とした		
試算結果	イニシャルコスト	土地取得費	千万円	1.25	0.25ha
		設備等	千万円	161.7	エタノール化設備
	ランニングコスト	人件費	千万円/年	2.5	
		その他	千万円/年	30.7	返済金を含む
	燃料販売価格	販売燃料	エタノール		
		販売価格	円/L	102.0	
		重油換算価格	円/L	187.0	
	副産物販売価格	副産物	飼料（ﾘｷｯﾄﾞﾌｨｰﾃﾞｨﾝｸﾞ）		無償渡し
		販売価格	円/t	0	
地域への効果	雇用創生	雇用創生数	人	6.9	360 万円/人/年とした
	重油代替	重油代替量	kL/年	1,952.8	
	飼料代替	飼料代替量（ﾘｷｯﾄﾞﾌｨｰﾃﾞｨﾝｸﾞ）	t/年	235,823.8	

②エタノール製造事業

原料：ススキ6,498t/年(含水率30%)＋エリアンサス10,549t/年(含水率30%)

燃料：エタノール 3,580kL/年（重油換算1,953kL/年）

工程		事業者	期間	イニシャル				ランニング			
				土地		設備・機器		資材・メンテナンス		人	
項目	細分			面積	取得費（円）	種類	購入費（円）	項目	費用(円/年)	項目	人件費（円/年）
設備準備	設備建設	新規事業者	1年	0.25ha *1	12,500,000	設備一式（4000kL/年生産規模）*2	1,617,000,000				
原料購入	エリアンサス 10,548.7 t/年（含水率30%）		11月～3月					原料購入（エリアンサス 10,548.7t/年）	69,864,404	人件費（6.96円/L）*2	24,914,712
	アシ・ススキ 6,497.6 t/年（含水率30%）							原料購入（アシ・ススキ 6,497.6t/年）	36,391,025		
燃料製造			通年					硫酸等ケミカルス費（5.0円/L）*2	17,898,500		
								発酵副原料費（2.0円/L）	7,159,400		
								蒸気・電力費（2.2円/L）	7,875,340		
元金返済（10年返済）								イニシャル損料	162,950,000		
金利返済（金利3%・10年返済）								イニシャル金利返済	4,888,500		
小計（円・円/年）					12,500,000		1,617,000,000		307,027,169		24,914,712
合計（円/年）									331,941,881		
一般管理費（ランニングの10%）				33,194,188							
総計（円/年）				365,136,069							

燃料コスト	エタノール 3,579.7 kL/年	コスト単価（円/kL）	102,002
		コスト単価（円/L）	102.0
		コスト換算（円/L）	187.0
		コスト合計（円/年）	365,136,069
売上			
飼料渡し*3（発酵残さ）	235,823.8 t/年	販売単価（円/t）	0
		販売単価（円/kg）	0
		売上合計（円/年）	0
燃料販売	エタノール 3,579.7 (kL/年)	販売単価（円/kL）	102,001
		販売単価（円/L）	102.0
		重油換算（円/L）	187.0
		売上合計（円/年）	365,136,069
総計（円/年）			365,136,069

エタノール　発熱量計算

原料	利用可能量	エタノール収量原単位*3	エタノール収量	
			エタノール収量	重油換算量*4
	t/年	kL/湿潤t（含水率30%時）	kL/年	kL/年
エリアンサス（水分30%）	10,548.7	0.21	2,215.2	1,208.5
アシ・ススキ（水分30%）	6,497.6	0.21	1,364.5	744.4
合計	17,046.3	0.21	3,579.7	1,952.8

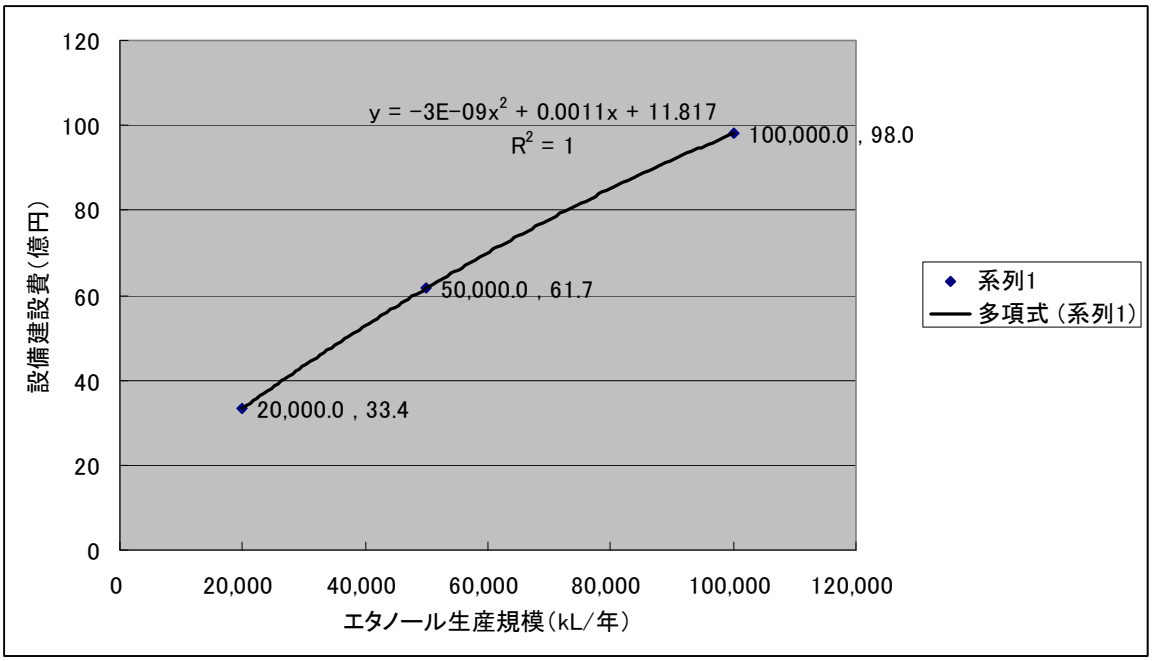
*3 バイオ燃料技術革新協議会「バイオ燃料技術革新計画」より2015年目標値　木質・草本植物エタノール収量　0.30kl/絶乾t

*4 エタノール発熱量21.33GJ/kL、A重油発熱量39.1GJ/kLで換算

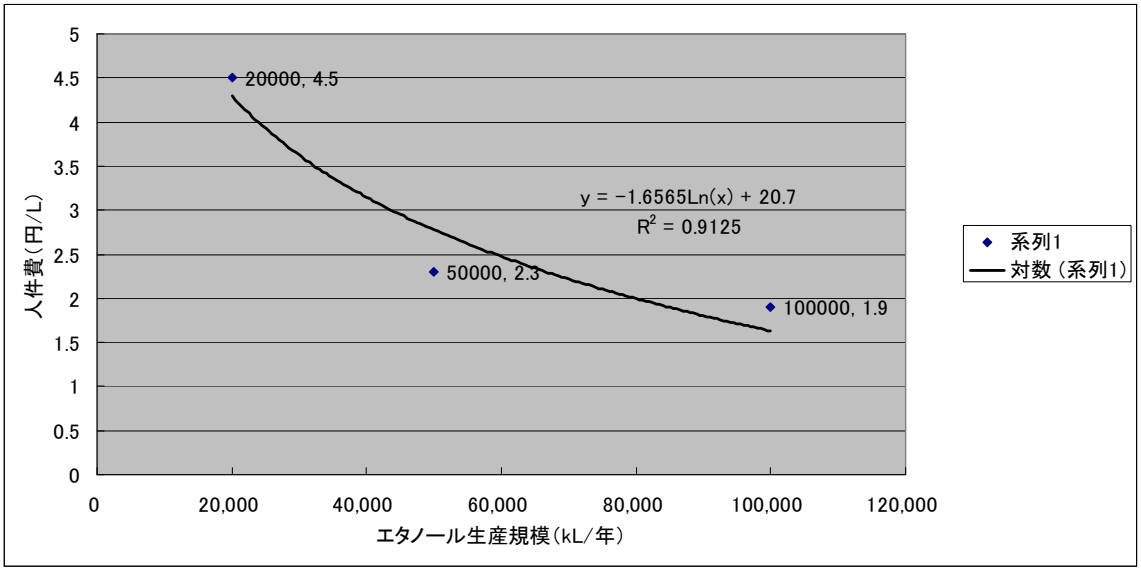
*1　高森町　５千円/㎡とした

*2　「次世代バイオエタノール生産の技術革新と事業展開」監修：鮫島正浩

		「次世代バイオエタノール生産の技術革新と事業展開」監修：鮫島正浩　より P246　建設廃材からの国内バイオエタノール生産施設試算条件（NEDO プロセス、全開発目標（2015 年？）＆発酵効率 90%達成ケース）			本試算条件 0.4 万 kL/年生産規模施設	備考
原料		建設廃材			草本系ﾊﾞｲｵﾏｽ	
エタノール年間規模		10 万 kL/年	5 万 kL/年	2 万 kL/年	0.4 万 kL/年	
施設建設費		98.0 億円	61.7 億円	33.4 億円	16.17 億円	下記グラフ 1 から算出
製造原価構成（円/L）	設備償却費	19.6	24.7	33.4		本試算結果より
	硫酸等ｹﾐｶﾙｽ費	5.0	5.0	5.0	5.0	同値
	発酵副原料費	2.0	2.0	2.0	2.0	同値
	蒸気・電力費	2.2	2.2	2.2	2.2	同値
	人件費	1.9	2.3	4.5	6.96	下記グラフ 2 から算出
	原料費	10.2	10.2	10.2	ｴﾘｱﾝｻｽ 21.9 ｱｼ・ｽｽｷ 25.7(656.3ha 収穫の場合)	
総生産原価（円/L-ｴﾀﾉｰﾙ）		40.9	46.3	57.3	95.3	本試算結果より



グラフ１



グラフ 2

*3 発酵時の原料含水率を 95%とした場合、

発酵残さ（t/年）＝発酵液（水 95%＋原料乾物 5%）（t/年）

－生成エタノール（kL/年）×エタノール比重（20℃）0.789（t/kL）

⑩　調査のまとめ

高森町の第 2 世代バイオ燃料の利活用について、ススキ、エリアンサス、広葉樹を対象とした本調査を実施した結果見えてきた可能性、課題、留意点について下記にまとめた。

（a）ススキ、エリアンサス、広葉樹の燃料化の可能性

現在の研究開発の進捗から、ススキ、エリアンサス、広葉樹から固形燃料（ペレット）、エタノールを生産することが可能である。特にススキ、エリアンサスは、毎年火入れをし未利用である牧野を利活用に転進することとなり、土地資源の有効活用となる。

（b）ススキ、エリアンサス、広葉樹の燃料化の課題

ススキ、エリアンサス、広葉樹からの固形燃料（ペレット）生産については、採算性は十分に見込める。エタノール生産については、他のバイオ燃料製造設備と比較してイニシャルコストが高いため、本調査のエタノール生産規模 3,580kL/年から、少なくとも 1 万 kL/年以上の規模への拡大が必要と考える。

原料収集について、広葉樹の生産は、本調査では天然広葉樹林の 50%と設定したが、具体的な利用可能区域の調査が必要であり、また林業・作業道等のインフラ整備による利用可能区域の確保が課題と考える。ススキの収穫、エリアンサスの栽培・収穫は、今後の研究開発により、低投入化・効率向上が期待されるところである。

（c）ススキ、エリアンサス、広葉樹の燃料化の留意点

天然林を活用し、広葉樹から燃料生産事業を実施するにあたっては県の地域森林計画に留意することが必要である。

牧野を活用し、ススキ、エリアンサスから燃料生産事業を実施するにあたっては、事業区域内に環境省が重要湿地 500 や特定植物群として指定する区域の有無について確認し、影響を与える可能性がある場合には、専門家の指導・助言を踏まえてそれらの保全が図られるような配慮が必要となる。

(5) 大分県佐伯市

① 佐伯市の概要

佐伯市（さいきし）は、大分県の南東部に位置する市である。

佐伯藩の城下町として栄えた江戸時代から「佐伯の殿様、浦でもつ」と言われており、豊富な海の幸と山の幸に恵まれ、「世界一、佐伯寿司」をキャッチフレーズとして、観光客の誘致にも力を入れている。

2005 年3 月 3 日に佐伯市と南海部郡 5 町 3 村が合併して新たに佐伯市となり、九州の市町村の中で最大の面積を持つことになった。

大分県の南東端、大分市の南東約 60 キロメートルの場所に位置する。東部は日豊海岸国定公園　の豊後水道に面しており、日本有数のリアス式海岸地帯が広がっている。また、内陸部は祖母傾国定公園の山々に囲まれており、南部は宮崎県との県境をなしている。市内を流れる一級河川の番匠川によってできた県南最大の沖積平野に市街地が拓けており、県南地域の中核都市となっている。

農林水産業について、農畜産業の産出額は約６４億円（平成１７年度実績）と盛んである。主要農産物の一つである米は、「レンゲ」、「唄げんか」、「ほたる」などのブランド化が図られている。また、野菜はナス、大根等多種多様な栽培がされており、果樹では温州ミカン、ポンカンなどの柑橘類がある。施設園芸ではアスパラガスやホオズキも栽培されている。また、キク、スイートピーなどの花きや独特の香りを持つ本匠の「釜炒り茶」で有名な茶も栽培されている。畜産は豚、鶏、乳・肉用牛が飼育されている。

当市は林業も盛んである。森林は佐伯市の面積の 87%を占める。天然林は、ほとんどがカシ、シイの広葉樹、人工林は主にスギとヒノキである。木材の他、タケノコ、シイタケも多く産出するが、木炭の生産は激減している。生産基盤である林道の総延長は、410ｋｍである。

水産業の生産高は、１６２億円（平成１７年実績）である。これは当市の一次産業生産高の７割近くを、また県内の水産業生産高の５割を占めることから、当市は県内随一の水産都市といえる。

工業は、戦後、海軍跡地へ企業誘致を進め、パルプ、セメント、合板、造船等が立地し、港湾を利用した工業都市として発展してきた。

佐伯市	基本統計情報	出展
人口	80,297 人	平成 17 年国勢調査
総土地面積	90,338 ha	2005 年農林業センサス
耕地面積（耕地率）	2,230 ha（2.5%）	2005 年農林業センサス
林野面積（林野率）	78,599 ha（87.0%）	2005 年農林業センサス

②　調査対象とした理由

佐伯市は、総土地面積 90,338ha の 34.3%にあたる 30,983ha が天然林広葉樹であり、未利用の木質バイオマス資源が豊富である。

これらの広葉樹の一部は、化石資源の使用に至る以前に、薪炭林として燃料生産に利用され、天然更新し、天然二次林化したものと考えられる。

そこで本事業において、まず、佐伯市の調査対象バイオマスをカシ類（広葉樹）とした。さらに資源量を底上げする補完バイオマスとして耕作放棄地を対象とした高収量飼料作物のエリアンサスの生産の可能性についても調査し、これらの燃料化事業のモデルプランを提案することとした。

・人口　80,297人
・総土地面積　90,338ha
耕地面積　2,230ha（2.5%）
林野面積　78,599ha（87.0%）
うち天然林広葉樹　30,983ha（林野面積の39.4%）

佐伯市は平成21年1月にバイオマスタウン構想を策定し、間伐材を含めた木質バイオマスの燃料化を検討中

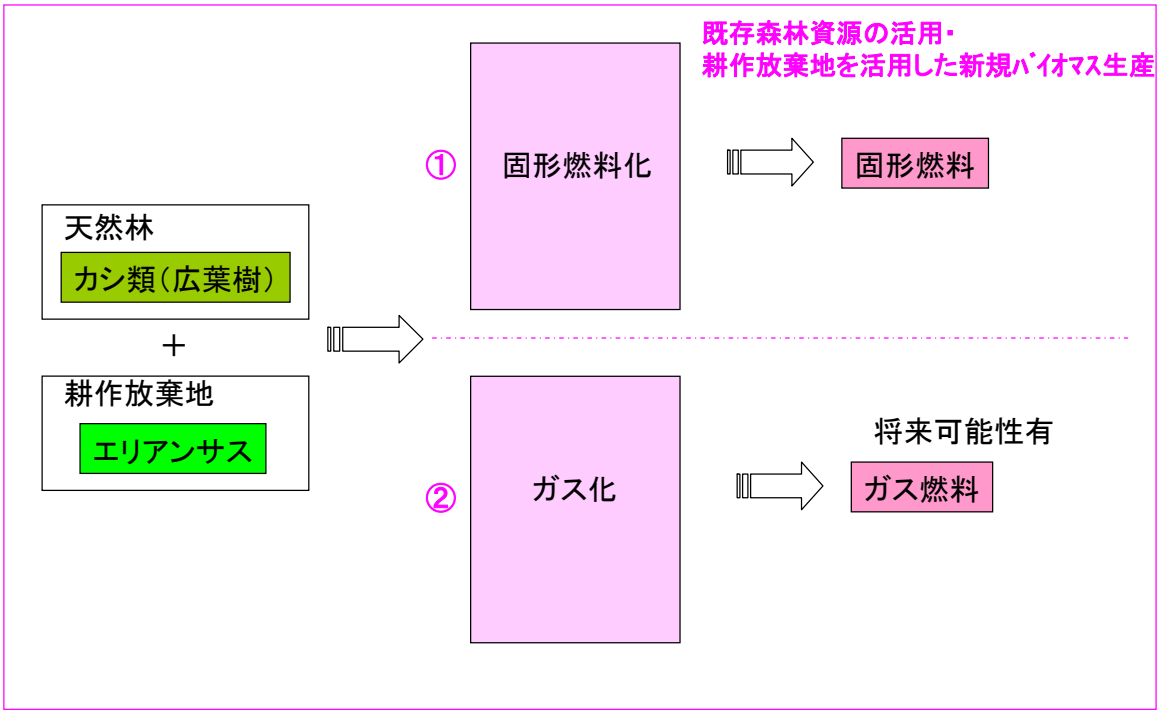
↑

天然林広葉樹（カシ類）を利活用し、バイオ燃料生産ができないか？

③　燃料生産事業モデルプランの設定

佐伯市のバイオ燃料生産事業のモデルプランを、既存森林資源の活用、および耕作放棄地を活用した新規バイオマス生産として、カシ類（広葉樹）、および耕作放棄地で生産するエリアンサスを原料とした、①固形燃料（ペレット）製造、または②ガス燃料製造とした。

■佐伯市　カシ類（天然林広葉樹）利活用事業モデル



④　調査対象バイオマスと変換燃料の設定

モデルプランの設定に従い、高森町の調査対象となるバイオマスと変換燃料は、下記の通りとした。

対象市町村		対象バイオマス		自生（既存）からの供給可能量	プランテーションからの供給可能量	燃料変換
県	市町村					
大分県	佐伯市	主	カシ類（カシ・シイ・コナラ・クヌギ）	○	－	①固形燃料化（ペレット） ②ガス化
		補完	エリアンサス	－	○	

⑤　調査方法

調査方法について、(a) 調査実施者・対応者、(b) 調査方法・スケジュールは下記の通りである。

(a)　調査実施者・対応者

調査実施者（事務局担当者）

区分	所属		担当者
事務局	㈱TRES	代表取締役社長	松野尾　淳
		代表取締役	福田　史恵

対応者（市町村担当者）

区分	市町名	担当課（係）	担当者
大分県	佐伯市	林業課　林務係	三浦　徹也

(b)　調査方法・スケジュール

佐伯市　調査スケジュール等					
	事前調査	H22年9～10月 【バイオマス利用可能量調査】		H22年11月～H23年3月 【燃料化事業可能性調査】	
		一次調査	二次調査	三次調査	
		事前ヒアリング 1～2h程度	現地調査 1日間	技術者ヒアリング等 （分析）	
日程	2010年7月9日	2010年9月3日	2010年10月18日	2010年11月	－
調査先	東京大学農学部 鮫島教授	佐伯市林業課	大分県森林管理署経営課・財務省大分財務事務所管財課・佐伯広域森林組合	九州沖縄農業研究センター我有氏（採草・分析）	－
内容	木本系バイオマスの燃料化技術について	耕作放棄地面積・市有地面積・市森林整備計画等	県有地（空き地）・県森林統計・国有地（空き地）・国有林について・森林組合広葉樹伐採状況	エリアンサス採草（分析）	－

⑥　バイオマス資源利用可能量

（a）佐伯市のカシ類（広葉樹）利用可能量

平成 19 年度大分県林業統計（大分県農林水産部）より、佐伯市の天然林広葉樹林面積は、民有林 26,782ha、国有林 4,201ha、合計で 30,983ha である。

これらの広葉樹の一部は、化石資源の使用に至る以前に、薪炭林として燃料生産に利用され、天然更新し、天然二次林化したものと考えられる。

そこで、市内の天然林広葉樹林 30,983ha のうち 50%の 15,491.5ha について伐採・利用が可能と想定した。（「五ヶ瀬川地域森林計画書」、「五ヶ瀬川国有林の地域別の森林計画書」を参考（いずれも計画期間：平成 21 年 4 月 1 日～平成 31 年 3 月 31 日））

表１　佐伯市　天然林広葉樹面積

分類	天然林・広葉樹面積*	利用可能面積率	利用可能面積
	（A）	（B）	（A）×（B）
	ha	(%)	(ha)
民有林	26,782.0	50.0%	13,391.0
国有林	4,201.0	50.0%	2,100.5
合　計	30,983.0	50.0%	15,491.5

*平成19年度大分県林業統計（大分県農林水産部）より

佐伯市の天然林広葉樹林 15,491.5ha からの、広葉樹の伐採・利用可能量を算出した。

平成 19 年度大分県林業統計（大分県農林水産部）より ha あたりの蓄積は民有林 127.1 ㎥/ha、国有林 157.6 ㎥/ha、伐期を 50 年、含水率 50%時の広葉樹の比重を 1.27 とした場合、広葉樹の利用可能量は 51,727.1 トン/年（含水率 50%）と算出された。

表２　佐伯市　広葉樹利用可能量

広葉樹材利用可能量							
分類	利用可能な森林面積	ha当たり蓄積*1	総材積	伐期（皆伐）	利用可能材積	比重	利用可能重量
	（A）	（B）	（A）×（B）＝（C）	（D）	（C）/（D）＝（E）	（F）	（E）×（F）
	ha	㎥/ha	㎥	年	㎥/年	含水率50%時	t/年
民有林	13,391.0	127.1	1,701,500	50	34,030.0	1.27	43,303.2
国有林	2,100.5	157.6	331,000	50	6,620.0	1.27	8,424.0
合　計	15491.5		2,032,500	50	40,650.0	1.27	51,727.1

*1 平成19年度大分県林業統計（大分県農林水産部）より　*2 日本国温室効果ガスインベントリ報告書（2007年5月・地球環境センター）より、カシ・ナラ・クヌギ・その他広葉樹（大分・熊本）の比重から平均比重0.636を算出し、含水率50%に換算した

なお、広葉樹の容積密度について、日本国温室効果ガスインベントリ報告書（2007 年 5 月・地球環境センター）より、大分地域の広葉樹の絶乾時の容積密度は平均で 0.636t/㎥、含水率 50%に換算すると 1.27 t/㎥となる。

表３　広葉樹容積密度（絶乾時）

	日本国温室効果ガスインベントリ報告書（2007年5月 地球環境センター）より				広葉樹平均（大分・熊本）
	カシ	ナラ	クヌギ	その他広葉樹（大分・熊本）	
広葉樹容積密度（t/㎥）*	0.629	0.619	0.668	0.629	0.636

*絶乾時

（b）耕作放棄地を活用した新規バイオマス生産モデル

次に、佐伯市のバイオマス生産可能地として、耕作放棄地面積を調べた。

平成 21 年度耕作放棄地全体調査速報（佐伯市・平成 22 年 11 月現在）より、田、畑、樹園地を合わせた耕作放棄地合計面積は 576ha である。

表４　佐伯市　耕作放棄地面積

	H21年度　耕作放棄地全体調査速報（佐伯市･H22.11月現在）より			
	田	畑	樹園地	合計
	ha	ha	ha	ha
耕作放棄地	49.0	40.0	487.0	576.0

本調査においては、耕作放棄地を活用した新規バイオマス生産モデルとして、樹園地のうち作業道等の条件の良いエリアを 33%として、この 160.7ha にエリアンサスを植栽し、バイオマス生産することを設定した。詳細は下記の通り。

表５　五島市の耕作放棄地　新規バイオマス生産利用モデル

	H21年度　耕作放棄地全体調査速報（佐伯市･H22.11月現在）より				
	田	畑	樹園地		合計
	ha	ha	ha		ha
耕作放棄地	49.0	40.0	487.0		576.0
土地利用ケース	↓（エリアンサス栽培には要調整）		↓ 作業道等条件の良い33%にエリアンサス栽培（新規） 160.7	↓（エリアンサス栽培には作業道等の整備が必要）	↓ エネルギープランテーション利用 160.7

（c）耕作放棄地 160.7ha のエリアンサス生産可能量

耕作放棄地 160.7ha を活用した、高収量飼料作物のエリアンサスの生産可能量について、検討した。

九州沖縄農業研究センター牧草・飼料作物育種ユニットでは、国内において東北地域以南で生産が可能であり、面積当たりの収量が最も大きい飼料作物「エリアンサス」の実用化研究を行っている。

九州地域でのエリアンサス収量単位について、九州沖縄農業研究センター牧草・飼料作物育種ユニット長の我有氏に、試験データを提供頂いた。立ち枯れ後、含水率 30%時に収獲することを想定した場合、エリアンサス収量単位は 64.29t/ha（含水率 30%時）である。

H22年11月　九州沖縄農業研究センターより
資源作物収量データ（九州地域平均値）

栽培種	湿潤重量	乾物重量	含水率
	t/ha	t/ha	%
エリアンサス	―	45.00	―

エリアンサス　含水率30%とした場合（燃料利用時想定）

燃料原料	湿潤重量	乾物重量	含水率
	t/ha	t/ha	%
エリアンサス	64.29	45.00	30.0

我有氏へのヒアリングより、佐伯市の耕作放棄地 160.7ha でのエリアンサス生産で想定される緒元は、下記の通りである。

○ エリアンサスの収獲には、収量単位が大きいため大型収穫機「ケンパー」を使用
　ケンパー：定価 3,600 万円/台・収獲能力 40t/h
○ エリアンサス生産地は、収穫機ケンパーが使用可能な傾斜度 10 度以下の土地が対象
○ エリアンサスの植栽について
　植栽密度 1 株/2 ㎡、株購入費用は 50 円/株を想定（一般的な種苗価格）
○ エリアンサスの栽培について
　植栽から 3 年後には安定した収量となり、10 年以上の収獲が可能（現在収獲可能年数をモニタリング中）。
　ススキと同様に冬季に立ち枯れし、含水率が低下した状態で収獲する。
　収量が安定する 3 年目以降生産費　4.0 円/dry-kg ＝2.8 円/kg（含水率 30%）

エリアンサス生産地は、傾斜度 10 度以下に限定される。耕作放棄地樹園地の 33%を作業道等の条件の良いエリアとした 160.7ha は、全て傾斜度 10 度以下と想定し、エリアンサスを生産することとした。

以上より、佐伯市の耕作放棄地 160.7ha におけるエリアンサス生産可能量を算出した。

エリアンサスの立草密度 64.3t/ha（含水率 30%）、生産面積 160.7ha、収獲・利用可能率を 100%とした場合、エリアンサス利用可能量は 10,332 トン/年（含水率 30%）である。

表６　佐伯市　エリアンサス利用可能量

エリアンサス利用可能量					
栽培可能な土地区分	栽培可能な面積	立ち枯後			
		立草密度	利用可能率	利用可能量	含水率
	ha	t/ha	%	t/年	%
耕作放棄地	160.7	64.29	100	10,332.0	30.0

⑦　バイオ燃料変換量

佐伯市の固形燃料（ペレット）製造事業、およびガス燃料製造事業について、原料供給量を下記に設定し、固形燃料（ペレット）、ガス燃料変換量を、重油換算量として算出した。

表 7　①固形燃料（ペレット）製造　前提

原料	広葉樹 （含水率 50%）	エリアンサス （含水率 30%）	合計 （含水率 46.7%）
原料利用量　年間量	51,727.1 トン/年	10,332.0 トン/年	62,059.1 トン/年

表 8　②ガス燃料製造　前提

原料	広葉樹 （含水率 50%）	エリアンサス （含水率 30%）	合計 （含水率 46.7%）
原料利用量　年間量	51,727.1 トン/年	10,332.0 トン/年	62,059.1 トン/年

（a）①固形燃料（ペレット）変換量

広葉樹、エリアンサスの固形燃料（ペレット）変換量について、発熱量は下記の計算式を用いて算出した。なお、固形燃料（ペレット）の含水率は 10%とした。

乾物発熱量原単位（GJ/dry-t）＝0.4571×（%C：炭素含有%）－2.7

高位発熱量（GJ/年）＝乾物発熱量原単位×絶乾重量

低位発熱量（GJ/年）＝高位発熱量（GJ/年）－2.6（20℃→100℃昇温＋水気化熱*3GJ/t）×水分発生量（t/年）

これより算出した、広葉樹、エリアンサスの固形燃料（ペレット）変換量は、重油換算量 16,590.4kL/年である。

原料			ペレット燃料（含水率10%）		乾物発熱原単位（GJ/dry-t）＝（0.4571×（%C:炭素含有%）－2.7）			高位発熱量（GJ/年）＝乾物発熱原単位×絶乾重量	低位発熱量（GJ/年）＝高位発熱量（GJ/年）-2,600（20℃→100℃昇温＋水気化熱*3GJ/t）×水分発生量（t/年）	
					乾物発熱単位	炭素含有割合 *1	補正値	高位発熱量（GJ/年）	低位発熱量（GJ/年）	重油換算量（kL/年）*2
カシ類（水分50%）	絶乾量（t/年）	25,863.6	絶乾量（t/年）	25,863.6	0.4571	0.518	-2.7			
	水分量（t/年）	25,863.6	水分量（t/年）	2,873.7						
	生重（t/年）	51,727.1	生重（t/年）	28,737.3				542,560	535,088	13,685.1
エリアンサス（水分30%）	絶乾量（t/年）	7,232.4	絶乾量（t/年）	7,232.4	0.4571	0.409	-2.7			
	水分量（t/年）	3,099.6	水分量（t/年）	803.6						
	生重（t/年）	10,332.0	生重（t/年）	8,036.0				115,685	113,596	2,905.3
合計（水分46.7%）	絶乾量（t/年）	33,096.0	絶乾量（t/年）	33,096.0						
	水分量（t/年）	28,963.2	水分量（t/年）	3,677.3						
	生重（t/年）	62,059.1	生重（t/年）	36,773.3				658,245	648,684	16,590.4

*1 バイオマス情報ヘッドクオーターより
出典：「バイオマス総合利活用マスタープラン」（平成16年3月　千葉県）
＊2 A重油発熱量39.1GJ/kL
（10,866kcal/kg・比重0.86）とした
*3 水気化熱＝539Kcal/100℃水1kgあたり

(b) ②ガス燃料変換量

広葉樹、エリアンサスのガス燃料変換量について、NEDO 事業「平成 14 年度バイオマス等未活用エネルギー実証試験事業」報告書より、中外炉工業㈱多筒型ロータリーキルンガス化炉の諸元を用いて算出した。詳細は下記の通りである。

ガス燃料変換　緒元

本報告試算条件						備考		
原料			ガス化			ガス化方式		出展
原料	形状	含水率	生成ガスエネルギー単位	原料(ガス化・外熱用合計)の生成ガス発生単位		中外炉工業㈱多筒型ロータリーキルンガス化炉	外熱式(間接加熱式)	NEDO・平成14年度バイオマス未活用エネルギー実証試験事業
			MJ/㎥	㎥/t	MJ/t			
木質・草本バイオマス	チップ・50mm以下	16%	10.70	942.9	10,088.6			

これより算出した、広葉樹、エリアンサスのガス燃料変換量は、重油換算量 10,166kL/年である。

	原料		ガス化原料変換(乾燥後)*1		ガス化ガス燃料変換単位*1			ガス収量		
					生成ガス発熱量単位	原料(ガス化・外熱用合計)の生成ガス発生単位		ガス収量	発熱量	重油換算量*2
	t/年	含水率	t/年	含水率	MJ/㎥	㎥/t	GJ/t	㎥/年	GJ/年	kL/年
カシ類	51,727.1	50.0%	30,789.9	16.0%	10.70	942.9	10.1	29,031,834.9	310,627.4	7,944.4
エリアンサス	10,332.0	30.0%	8,610.0	16.0%	10.70	942.9	10.1	8,118,369.0	86,862.8	2,221.6
合計	62,059.1	46.7%	39,399.9	16.0%				37,150,203.9	397,490.2	10,166.0

*1 NEDO・平成14年度バイオマス未活用エネルギー実証試験事業
中外炉工業㈱多筒型ロータリーキルンガス化炉(外熱・間接式)実証値
*2 A重油発熱量39.1GJ/kL (10,866kcal/kg・比重0.86)とした

⑧　燃料需要量

今後佐伯市において、バイオ燃料等の再生可能エネルギーの導入を検討していくためには、市内のエネルギー需要量を把握する必要がある。

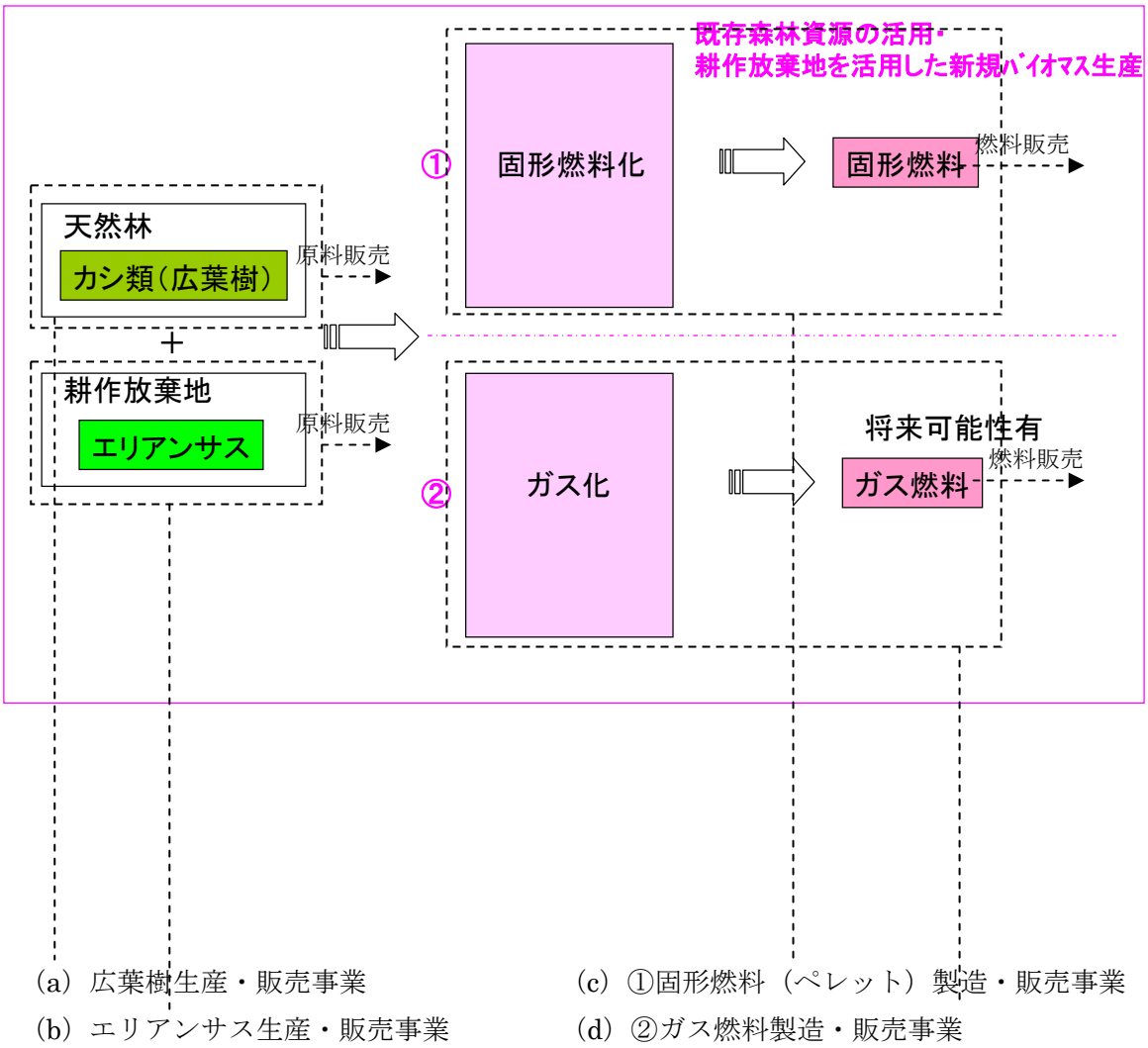
本調査の広葉樹・エリアンサスのペレット変換量、およびガス燃料変換量は、重油換算量でそれぞれ 16,590.4kL/年、および 10,166kL/年である。

これらの量は、農林水産物の乾燥やハウス・施設暖房等、複数の用途に仕向けられる大きなものである。

今回、燃料変換量が大きく、特定の燃料需要先の調査は実施しなかったが、今後の再生可能エネルギー導入の検討の課題として、燃料需要先の調査も必要となることを特記したい。

⑨　燃料等製造事業化提案

佐伯市において、森林・耕作放棄地を活用したバイオマス生産および燃料製造事業について、（a）広葉樹生産・販売事業、（b）エリアンサス生産・販売事業、（c）固形燃料（ペレット）製造・販売事業、（d）ガス燃料製造・販売事業について試算をし、事業性を評価した。



（a）広葉樹生産・販売事業
（b）エリアンサス生産・販売事業
（c）①固形燃料（ペレット）製造・販売事業
（d）②ガス燃料製造・販売事業

（a）広葉樹生産・販売事業試算

佐伯市の天然林広葉樹林 15,491.5haを対象に、50 年伐期で毎年 309.8haを伐採（皆伐）し、燃料原料として販売する事業について、試算を実施した。試算表は、次頁に示す。

この結果を下記に取り纏めた。本事業における、広葉樹の販売価格は 3.8 円/kg（含水率 50%）となる。

本事業の地域への効果は、雇用創生数 6.4 人、山元収入（立木購入料）10.4 千万円/年である。

	項目		単位等	条件・結果等	備考
前提条件	事業概要	生産方法	天然林広葉樹を伐採・生産		対象林面積 15,491.5ha（50 年伐期・309.8ha/年を皆伐）
		生産ﾊﾞｲｵﾏｽ	広葉樹（含水率 50%）		燃料原料として販売
			t/年	51,727.1	
	事業条件	事業者	森林組合		
		生産地	天然林広葉樹林 15,491.5ha（50 年伐期・309.8ha/年を伐採・山元から立木購入）		山元へ立木購入料を支払
		ほか	伐採作業は、9 人 1 班で実施し、ﾌﾟﾛｾｯｻｰ・ﾌｫﾜｰﾀﾞ・ｸﾞﾗｯﾌﾟﾙ・ｸﾞﾗｯﾌﾟﾙﾔｰﾀﾞを 80 万円/月でﾘｰｽし使用するものとした		
			広葉樹の運搬は 20t ﾄﾗｯｸを使用するものとした		
			天然更新を前提とし、伐採後植栽等の造林は行わないものとした		
	試算条件	ｲﾆｼｬﾙｺｽﾄについて	全て借入金で賄い、10 年返済・金利負担 3%とし、返済金をﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄに組み入れた		
		一般管理費	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄの 10%とした		
		ﾊﾞｲｵﾏｽ販売価格の算出方法	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄと一般管理費の合計を、ﾊﾞｲｵﾏｽ生産量で割った額を販売価格とした		
試算結果	イニシャルコスト	土地取得費	千万円	0	
		設備等	千万円	0	ﾌﾟﾛｾｯｻｰ・ﾌｫﾜｰﾀﾞ・ｸﾞﾗｯﾌﾟﾙ・ｸﾞﾗｯﾌﾟﾙﾔｰﾀﾞ（ﾘｰｽ）
	ランニングコスト	人件費	千万円/年	2.3	
		その他	千万円/年	15.7	返済金を含む
	販売価格	販売ﾊﾞｲｵﾏｽ	広葉樹（含水率 50%）		
		販売価格	円/kg	3.8	
地域への効果	雇用創生	雇用創生数	人	6.4	360 万円/人/年とした
	経済効果	山元収入	千万円/年	10.4	立木購入料

広葉樹材生産事業(15,492ha)　広葉樹　51,727トン/年（含水率50%）

工程		事業者	期間	イニシャル				ランニング			
				土地		設備・機器		資材・メンテナンス		人	
項目	細分			面積	取得費（円）	種類	購入費（円）	項目	費用(円/年)	項目	人件費（円/年）
栽培準備	森林組合協力要請	森林組合	1年	15,491.5ha	0	ﾌﾟﾛｾｯｻｰ 1台（ﾘｰｽ）*1	0				
						ﾌｫﾜｰﾀﾞ 1台（ﾘｰｽ）*1	0				
						ｸﾞﾗｯﾌﾟﾙ 1台（ﾘｰｽ）*1	0				
						ｸﾞﾗｯﾌﾟﾙヤーﾀﾞ1台（ﾘｰｽ）*1	0				
栽培											
立木購入			通年	309.8ha/年（50年伐期）				広葉樹 51,727.1 t/年 購入（山元へ）*6	103,780,081		
伐採・収集						ﾌﾟﾛｾｯｻｰ・ﾌｫﾜｰﾀﾞ・ｸﾞﾗｯﾌﾟﾙ・ｸﾞﾗｯﾌﾟﾙヤーﾀﾞ（リー		軽油*1 113.5kL/年	12,485,000	2,037 *3*5	22,916,250
								機械ﾘｰｽ料 *1*2（227	6,400,000		
運搬	ﾄﾗｯｸ輸送					20tﾄﾗｯｸ		運賃*4 3台×227日	34,050,000		
元金返済（10年返済）								ｲﾆｼｬﾙ損料	0		
金利返済（金利3%・10年返済）								ｲﾆｼｬﾙ金利返済	0		
小計（円・円/年）					0		0		156,715,081		22,916,250
合計（円/年）									179,631,331		
一般管理費（ランニングの10%）				17,963,133							
総計（円/年）				197,594,464							
原料販売	51,727.1 t/年 （含水率50%）	販売単価（円/t）		3,820							
		販売単価（円/kg）		3.8							
		売上合計（円/年）		197,594,464							

*1 平成 20 年 1 月㈱TRES　北薩森林組合聞き取り調査より

9 人/1 班（オペレーター含む）

プロセッサー・フォワーダ・グラップル・グラップルフォワーダ　各 1 台リース

＝80 万円/月

軽油使用量　一式（上記 4 台）　500L/日（7.5h）　軽油 110 円/L

*2 「次世代林業システム」（社）日本プロジェクト産業協議会　森林再生事業化研究会　平成 22 年 3 月　より

高性能林業機械に必要な事業規模

皆伐のイメージ

3,000ha（立ち木材積密度 250 ㎥/ha）を対象に 50 年伐期で主伐材伐採量 15,000 ㎥/年

このとき、人員　従業員 3 人、250 日/年、約 20 ㎥/人日

*3 51,727.1t/年＝40,730 ㎥/年（含水率 50%・比重 1.27 で換算）

40,730 ㎥/年÷20 ㎥/人日＝2,036.5 人日/年≒2,037 人日/年

2,037 人日/年÷9 人/1 班＝226.3 日/年≒227 日/年（=7.56≒8 ヶ月）

*4 20t 積載/20t トラック　→51,727.1t/2,586.4 台

227 日間稼動　→2,586.4 台÷227 日＝11.4 台/日

11.4 台/日÷4 ストローク/台・日＝2.85 台/日≒3 台/日必要

運賃　20t トラック　5 万円/日

*5 林業者単価　1,500 円/h×7.5h/日＝11,250 円/人日

*6 森林・林業白書平成 22 年度版（林野庁編）参考付表 P14　より抜粋

（財）日本不動産研究所「山林素地及び山元立木価格調」より

平成 21 年 9 月スギの山元立木価格（山元支払い単価）　2,548 円/㎥

よって、広葉樹も同等の 2,548 円/㎥とした場合、

2,548 円/㎥＝2,006.3 円/t（含水率 50%・広葉樹比重 1.27 で換算）

（b）エリアンサス生産・販売事業試算

佐伯市の耕作放棄地樹園地のうち、**エリアンサス生産が可能（傾斜度 10 度以下・栽培条件良好）な 160.7ha にエリアンサスを植栽し、収量が安定する 3 年目以降、燃料原料として収獲・販売する事業**について、試算を実施した。試算表は、次頁に示す。

この結果を下記に取り纏めた。本事業における、**エリアンサスの販売価格は 7.2 円/kg（含水率 30%）**となる。

本事業の地域への効果は、**雇用創生数 4.1 人**、ほか**イニシャルコストの植栽費にも人件費が含まれ、地元雇用を創生**する。

	項目		単位等	条件・結果等	備考
前提条件	事業概要	生産方法	耕作放棄地での栽培・生産		対象面積 160.7ha
		生産ﾊﾞｲｵﾏｽ	エリアンサス（含水率 30%）		燃料原料として販売
			t/年	10,332	
	事業条件	事業者	農業者		
		生産地	耕作放棄地 160.7ha（自己所有地）		
		ほか	はじめの 2 年間は植栽のみ、3 年後から生産・販売を開始		
			収獲作業は、作業条件の良い 50%を大型機械刈り（ｹﾝﾊﾟｰ・購入）とし、残りの 50%を既存の機械刈り（ﾍｲﾍﾞｰﾗｰ 565 型）とした		
			ｴﾘｱﾝｻｽの運搬は 2t ﾄﾗｯｸを使用するものとした		
	試算条件	ｲﾆｼｬﾙｺｽﾄについて	全て借入金で賄い、10 年返済・金利負担 3%とし、返済金をﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄに組み入れた		
		一般管理費	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄの 10%とした		
		ﾊﾞｲｵﾏｽ販売価格の算出方法	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄと一般管理費の合計を、ﾊﾞｲｵﾏｽ生産量で割った額を販売価格とした		
試算結果	イニシャルコスト	土地取得費	千万円	0	
		設備等	千万円	3.6	収穫機（ｹﾝﾊﾟｰ）
		植栽費	千万円	7.05	
	ランニングコスト	人件費	千万円/年	1.5	
		その他	千万円/年	5.3	返済金を含む
	販売価格①	販売ﾊﾞｲｵﾏｽ	エリアンサス（含水率 30%）		
		販売価格	円/kg	7.2	
地域への効果	雇用創生	雇用創生数	人	4.1	360 万円/人/年とした
	経済効果	ほか	植栽費にも人件費を含む		

エリアンサス生産事業（160.7ha）　エリアンサス　10,332トン/年（含水率30%）

工程		事業者	期間	イニシャル				ランニング			
				土地		設備・機器		資材・メンテナンス		人	
項目	細分			面積	取得費（円）	種類	購入費（円）	項目	費用(円/年)	項目	人件費（円/年）
栽培準備	農業者協力要請	農業者	1年	160.7ha	0	収穫機1台*1	36,000,000				
	植栽					苗80.35万株*2	40,175,000				
						地拵え*7	22,337,300				
						植付け*7	8,035,000				
栽培	3年目以降の条件*3		4月～10月	160.7ha				生産費*3 10,332t/年分	14,464,800	人件費*3 10,332t/ 年分	14,464,800
収穫	機械刈（収獲機）		11月～3月	80.35ha				軽油*1 9kL/年	990,000	ｵﾍﾟﾚｰﾀｰ*5 18人日/年	141,750
	機械刈（既存）			80.35ha		既存収穫機	0	軽油*6 4.1kL/年	451,000	ｵﾍﾟﾚｰﾀｰ*5 41人日	322,875
								機械損料*6（41日）	205,000		
運搬	ﾄﾗｯｸ輸送			160.7ha		2tﾄﾗｯｸ（既存）	0	運賃*4 13台 × 100日	26,000,000		
元金返済（10年返済）								ｲﾆｼｬﾙ損料	10,654,730		
金利返済（金利3%・10年返済）								ｲﾆｼｬﾙ金利返済	319,642		
小計（円・円/年）					0		106,547,300		53,085,172		14,929,425
合計（円/年）									68,014,597		
一般管理費（ランニングの10%）				6,801,460							
総計（円/年）				74,816,057							
原料販売	10,332.0 t/年 (含水率30%)	販売単価（円/t）		7,241							
		販売単価（円/kg）		7.2							
		売上合計（円/年）		74,816,057							

*1 九州沖縄農業研究センター　我有氏　研究資料より

収穫機　ケンパー（ドイツ製）　定価 3,600 万円/台

能力 40t/h　6 ヶ月（11 月～3 月）×30 日＝180 日

1 台の年間能力　40t/h×7.5h×180 日＝54,000t/年

本収穫機が使用できる面積を対象面積（160.7ha）の 1/2（80.35ha）とし、

収穫量を 5,166t/年とした場合、

5,166t/年収穫に必要な日数　5,166t/年÷（40t/h×7.5h）＝17.22 日≒18 日必要

軽油使用量 500L/日（7.5h）　軽油 110 円/L

*2　九州沖縄農業研究センター　我有氏　研究資料より

エリアンサス　1 株/2 ㎡

株購入費用は 50 円/株（一般的な種苗価格・聞取り値）とした

*3　九州沖縄農業研究センター　我有氏　研究資料より

エリアンサス　3 年目以降生産費　4.0 円/dry-kg ＝2.8 円/kg（含水率 30%）

この内訳を、資材・燃料費 1.4 円/kg、人件費 1.4 円/kg とした

*4　2t 積載/2t トラック　→10,332t/5,166 台

100 日間稼動　→5,166 台÷100 日＝51.7 台/日

51.7 台/日÷4 ストローク/台・日＝12.9 台/日≒13 台/日必要

運賃　2t トラック　2 万円/日

*5　熊本県最低賃金（平成 22 年 11 月 5 日）より 643 円/h×1.1＝700 円/h

オペレーター単価　700 円/h×1.5＝1,050 円/h（7,875 円/人日）

*6　既存収穫機を使用する面積を対象面積（160.7ha）の 1/2（80.35ha）とし、

収穫量を 5,166t/年とした場合、

H22 年度高森町アグリセンターヒアリングより

機械刈り　日本ニューホーランド製　ヘイベーラー　565 型

能力 2ha/人日

（ススキの場合 5ha であるが、エリアンサスの反収が大きいため 2ha/人日とした）

80.35ha/年収穫に必要な日数　80.35ha /年÷2ha/人日＝40.2 人日≒41 人日必要

軽油使用量 100L/日（7.5h）　軽油 110 円/L

本体価格 1,000 万円/台　耐用年数 7 年（2,555 日）より

機械損料 3,913 円/日＋ﾒﾝﾃﾅﾝｽ費等＝5,000 円/日

*7「造林コストはどこまで下げうるか」儲かる林業研究会　寺岡行雄（鹿児島大学農学部）

平成 22 年 10 月 25 日　JAPIC 低コスト造林研修会　より抜粋

南九州地域でのスギ再造林の標準単価　鹿児島県　ha あたり

植栽合計 514,000 円（地拵え 139,000 円（15 人日）＋植え付け 125,000 円（12.5 人日）

＋苗木代 250,000 円（2,500 本×100 円））

下刈り 702,000 円（全刈り 4 回）

エリアンサスの植栽コスト　ha あたり下記とした

（スギ 2,500 本/ha に対し、エリアンサス 5,000 株/ha（草本株）を考慮）

地拵え 139,000 円（15 人日）＋植え付け50,000 円（5 人日）

（c）①固形燃料（ペレット）製造・販売事業試算

広葉樹、エリアンサスを原料として固形燃料（ペレット）を製造・販売する事業について、試算を実施した。試算表は、次頁に示す。

この結果を下記に取り纏めた。広葉樹を 3.8 円/kg（含水率 50%）、エリアンサスを 7.2 円/kg（含水率 30%）、で購入し、ペレット化した場合、製造する固形燃料（ペレット）の販売価格は 19.2 円/kg、重油換算価格で 42.5 円/Lとなる。通常、木質ペレット化事業等でスケールメリットが出るとされる原料 5,000t/年規模と比較して、約 10 倍の事業規模であり、本試算の燃料価格は現在の重油価格 80 円/Lの約半値であり、事業採算性は非常に良いと判断される。これは、スケールメリットに加えて、原料のエリアンサス、広葉樹の購入単価が安いことが要因となっている。

本事業の地域への効果は、雇用創生数 10 人、また16,590.4kL/年の重油代替となる。

	項目		単位等	条件・結果等	備考
前提条件	事業概要	燃料変換方法	ペレット化		
		原料ﾊﾞｲｵﾏｽ①	エリアンサス（含水率 30%）		購入
			t/年	10,332	
		原料ﾊﾞｲｵﾏｽ②	広葉樹（含水率 50%）		購入
			t/年	51,727.1	
		製造燃料	ペレット（含水率 10%）		全量販売
			t/年	36,773	
		燃料重油換算量	kL/年	16,590.4	
	事業条件	事業者	新規事業者		
		事業地	購入（1.2ha）		
	試算条件	ｲﾆｼｬﾙｺｽﾄについて	全て借入金で賄い、10 年返済・金利負担 3%とし、返済金をﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄに組み入れた		
		一般管理費	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄの 10%とした		
		ﾊﾞｲｵ燃料販売価格の算出方法	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄと一般管理費の合計を、ﾊﾞｲｵ燃料製造量で割った額を販売価格とした		
試算結果	イニシャルコスト	土地取得費	千万円	6.0	1.2ha
		設備等	千万円	97.3	ペレット化設備
	ランニングコスト	人件費	千万円/年	3.6	
		その他	千万円/年	60.5	返済金を含む
	燃料販売価格	販売燃料	ペレット（含水率 10%）		
		販売価格	円/kg	19.2	
		重油換算価格	円/L	42.5	
地域への効果	雇用創生	雇用創生数	人	10.0	360 万円/人/年とした
	重油代替	重油代替量	kL/年	16,590.4	

①ペレット燃料製造事業

原料：エリアンサス10,332t/年(含水率30%)＋広葉樹51,727t/年（含水率50%）

燃料： ペレット 36,773t/年（重油換算16,590kL/年）

工程		事業者	期間	イニシャル				ランニング			
				土地		設備・機器		資材・メンテナンス		人	
項目	細分			面積	取得費（円）	種類	購入費（円）	項目	費用(円/年)	項目	人件費（円/年）
設備準備	設備建設	新規事業者	1年	1.2ha*1*2	60,000,000	粉砕機*2	239,000,000				
						原料貯蔵設備*2	270,000,000				
						付帯設備*2	105,000,000				
						乾燥設備*2	239,000,000				
						成型設備*2	120,000,000				
原料購入	エリアンサス 10,332t/年（含水率30%）		11月～3月					原料購入（エリアンサス 10,332t/年）	74,816,057		
	広葉樹 51,727.1t/年（含水率50%）		通年					原料購入（広葉樹 51,727.1t/年）	197,594,464		
燃料製造			通年					電力*2 1,500kW	67,500,000	10人体制 *3	36,000,000
								重油*4 1,681.4kL	134,512,000		
								メンテナンス *2	23,900,000		
元金返済（10年返済）								イニシャル損料	103,300,000		
金利返済（金利3%・10年返済）								イニシャル金利返済	3,099,000		
小計（円・円/年）					60,000,000		973,000,000		604,721,521		36,000,000
合計（円/年）									640,721,521		
一般管理費（ランニングの10%）				64,072,152							
総計（円/年）				704,793,673							
燃料販売	36,773 t/年（含水率10%）	販売単価（円/t）		19,166							
		販売単価（円/kg）		19.2							
		重油換算（円/L）		42.5							
		売上合計（円/年）		704,793,673							

ペレット燃料　発熱量計算

ペレット燃料			乾物発熱原単位（GJ/dry-t）＝（0.4571×（%C:乾物基準）－2.7）			高位発熱量（MJ/年）＝乾物発熱原単位×絶乾発	低位発熱量（MJ/年）＝高位発熱量（MJ/年）-2,600（20℃→100℃昇温＋水気化熱*3 MJ/t）×水分発	
			乾物発熱単位	炭素含有割合*1	補正値	高位発熱量（GJ/年）	低位発熱量（GJ/年）	重油換算量（kL/年）*2
エリアンサス（水分10%）	絶乾量（t/年	7,232	0.4571	0.409	-2.7			
	水分量（t/年	804						
	生重（t/年）	8,036				115,685	113,596	2,905.3
広葉樹（水分10%）	絶乾量（t/年	25,864	0.4571	0.518	-2.7			
	水分量（t/年	2,874						
	生重（t/年）	28,737				542,560	535,088	13,685.1
合計（水分10%）	絶乾量（t/年	33,096						
	水分量（t/年	3,677						
	生重（t/年）	36,773				658,245	648,684	16,590.4

*1 バイオマス情報ヘッドクオーターより出典：「バイオマス総合利活用マスタープラン」（平成16年3月　千葉県）

＊2 A重油発熱量39.1GJ/kL（10,866kcal/kg・比重0.86）とした

*3 水気化熱＝539Kcal/100℃水1kgあたり

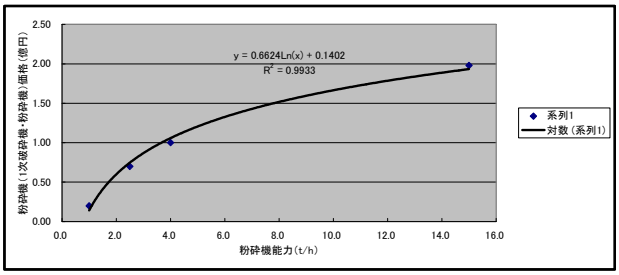
*1　佐伯市　５千円/㎡（16,500 円/坪）とした

*2　下記施設調査を実施し、ペレット製造施設の設備費、従業員数、土地面積、使用電力量を算出した（7.5h/日×300 日稼動の場合）。

調査事例				粉砕機能力	ペレット製造設備費								従業員	土地	電力使用規模	
					粉砕設備				ペレット製造設備							
粉砕施設・ペレット製造施設調査先	原料		粉砕量		粉砕機（1次破砕機・粉砕機）	原料貯蔵設備	付帯設備	小計	乾燥設備	成型設備	小計	合計			使用電力規模	電気代（20円/kWh）
		t/年	t/h（2,250h/年）	t/h	億円	億円	億円	億円	億円	億円	億円	億円	人	ha	kW	億円/年
粉砕機：T社（ヒアリング）	木質バイオマス	9,000.0	4.00	4.0	1.00	0.36	0.30	1.66	1.00	0.50	1.50	3.16	4	0.50	200	0.0900
上記以外は㈱TRES試算値	草本系バイオマス	（Z）		（X）	（Y）	（Z×4/100,000）	（Y×0.3）		（Y×1.0）	（Y×0.5）			（Y×4）	（Y×0.5）	（X×50）	（kW×2,250h/年×20円）
長崎県G市（現地調査）	針葉樹	5,625.0	2.50	2.5	0.70	0.23	0.21	1.14					3	0.35	125	0.0563
N社（ヒアリング）	針葉樹	1,890.0	0.84	1.0	0.20	0.08	0.06	0.34					1	0.10	50	0.0225
門川ペレット工場（公表値）*	針葉樹	33,750.0	15.00	15.0	1.98	1.35	0.59	3.92	1.98	0.99	2.97	6.89	8	0.99	750	0.3375

*破砕機価格をペレット工場総事業費6.6億円の30%とした

（青字は㈱TRES試算に準じた算出値。門川ペレット工場施設は合計値が算出値と公表値が合致した。）



本報告試算条件		原料	粉砕量	原料規模	粉砕機能力	ペレット製造設備費							合計	従業員	土地	電力使用規模	
						粉砕設備				ペレット製造設備							
						粉砕機（1次破砕機・粉砕機）	原料貯蔵設備	付帯設備	小計	乾燥設備	成型設備	小計				使用電力規模	電気代（20円/kWh）
				Z	X	Y=0.6624Ln(X)+0.1402	Z×4/100,000	Y×0.3		Y×1.0	Y×0.5			Y×4	Y×0.5	X×50	kW×2,250h/年×20円
		t/年	t/h（2,250h/	t/年	t/h	億円	億円	億円	億円	億円	億円	億円	億円	人	ha	kW	億円/年
佐伯市	ｴﾘｱﾝｻｽ・広葉樹	62,059.1	27.58	67,500	30.00	2.39	2.70	1.05	6.15	2.39	1.20	3.59	9.74	10	1.20	1,500	0.6750

ペレット製造設備積算根拠（㈱TRES試算）

破砕設備
原料貯蔵設備

	原料	原料貯蔵設備	原料貯蔵設備建設単価
門川ペレット工場（公表値）	t/年	億円	千円/(t/年)
	①	②	②÷①
	33,750.0	1.35	4.0

粉砕機能力	稼働時間			原料量	破砕機能力	設備費	付帯設備費
	h/日	日/年	h/年	t/年	t/h	億円/基	億円/基
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
木質バイオマス	7.5	300	2250	対象地発生量	④÷③	⑥=0.662Ln⑤+0.1402	⑦=⑥×30%
草本系バイオマス	7.5	300	2250	対象地発生量	④÷③	⑥=0.662Ln⑤+0.1402	⑦=⑥×30%

注）：⑥は設備費曲線より

ペレット製造設備

乾燥機	稼働時間			原料量	乾燥機能力	設備費
	h/日	日/年	h/年	t/年	t/h	円/基
	①	②	③	④	⑤	⑥
木質バイオマス	7.5	300	2250	対象地発生量	④÷③	破砕機と同額とした
草本系バイオマス	7.5	300	2250	対象地発生量	④÷③	破砕機と同額とした

ペレット製造設備

ペレタイザー能力	稼働時間			原料量	ﾍﾚﾀｲｻﾞｰ能力	設備費
	h/日	日/年	h/年	t/年	t/h	円/基
	①	②	③	④	⑤	⑥
木質バイオマス	7.5	300	2250	対象地発生量	④÷③	破砕機の半額とした
草本系バイオマス	7.5	300	2250	対象地発生量	④÷③	破砕機の半額とした

本試算条件：

7.5h/日×300 日＝2,250h/年稼動の場合

62,059.1t/2,250ｈ＝27.6t/h 粉砕量

粉砕機の能力 30h　ペレット製造 9.74 億円/設備一式、従業員数 10 人、土地 1.2ha とした。

メンテナンス費用 2.39 千万円/年（粉砕機価格の 10%）

電力使用費　6,750 万円/年

*3　人件費　360 万円/年・人とした

*4　乾燥工程に必要な燃料量（重油）：ペレット発熱量重油換算量－原料発熱量重油換算量

重油購入価格　80 円/L とした

ペレット燃料　発熱量計算

ペレット燃料			乾物発熱原単位（GJ/dry-t）＝（0.4571×（%C:乾物基準）－2.7）			高位発熱量（MJ/年）＝乾物発熱原単位×絶乾発	低位発熱量（MJ/年）＝高位発熱量（MJ/年）-2,600（20℃→100℃昇温＋水気化熱*3MJ/t）×水分発	
			乾物発熱単位	炭素含有割合*1	補正値	高位発熱量（GJ/年）	低位発熱量（GJ/年）	重油換算量（kL/年）*2
エリアンサス（水分10%）	絶乾量(t/年	7,232	0.4571	0.409	-2.7			
	水分量(t/年	804						
	生重(t/年)	8,036				115,685	113,596	2,905.3
広葉樹（水分10%）	絶乾量(t/年	25,864	0.4571	0.518	-2.7			
	水分量(t/年	2,874						
	生重(t/年)	28,737				542,560	535,088	13,685.1
合計（水分10%）	絶乾量(t/年	33,096						
	水分量(t/年	3,677						
	生重(t/年)	36,773				658,245	648,684	16,590.4

*1 バイオマス情報ヘッドクオーターより出典:「バイオマス総合利活用マスタープラン」（平成16年3月　千葉県）
＊2 A重油発熱量39.1GJ/kL（10,866kcal/kg・比重0.86）とした
*3 水気化熱＝539Kcal/100℃水1kgあたり

原料　発熱量計算

ペレット燃料			乾物発熱原単位（GJ/dry-t）＝（0.4571×（%C:乾物基準）－2.7）			高位発熱量（MJ/年）＝乾物発熱原単位×絶乾発	低位発熱量（MJ/年）＝高位発熱量（MJ/年）-2,600（20℃→100℃昇温＋水気化熱*3MJ/t）×水分発	
			乾物発熱単位	炭素含有割合*1	補正値	高位発熱量（GJ/年）	低位発熱量（GJ/年）	重油換算量（kL/年）*2
エリアンサス（水分30%）	絶乾量(t/年	7,232	0.4571	0.409	-2.7			
	水分量(t/年	3,100						
	生重(t/年)	10,332				115,685	107,626	2,752.6
広葉樹（水分50%）	絶乾量(t/年	25,864	0.4571	0.518	-2.7			
	水分量(t/年	25,864						
	生重(t/年)	51,727				542,560	475,315	12,156.4
合計（水分46.7%）	絶乾量(t/年	33,096						
	水分量(t/年	28,963						
	生重(t/年)	62,059				658,245	582,941	14,909.0

*1 バイオマス情報ヘッドクオーターより出典:「バイオマス総合利活用マスタープラン」（平成16年3月　千葉県）
＊2 A重油発熱量39.1GJ/kL（10,866kcal/kg・比重0.86）とした
*3 水気化熱＝539Kcal/100℃水1kgあたり

乾燥用重油計算	16,590.4	－	14,909.0	＝	1,681.4　KL/年

（d）②ガス燃料製造・販売事業

広葉樹、エリアンサスを原料としてガス燃料を製造・販売する事業について、試算を実施した。試算表は、次頁に示す。

この結果を下記に取り纏めた。広葉樹を 3.8 円/kg（含水率 50%）、エリアンサスを 7.2 円/kg（含水率 30%）、で購入し、ガス化した場合、製造するガス燃料の販売価格は 17.0 円/N㎥、重油換算価格で 62.0 円/Lとなる。本試算の燃料価格は現在の重油価格 80 円/Lより安く、事業採算性は良いと判断される。これは、スケールメリットに加えて、原料の広葉樹、エリアンサスの購入単価が安いことが要因となっている。

本事業の地域への効果は、雇用創生数 9.9 人、また10,166kL/年の重油代替となる。

	項目		単位等	条件・結果等	備考
前提条件	事業概要	燃料変換方法	ガス化		中外炉工業㈱多筒型ﾛｰﾀﾘｰｷﾙﾝｶﾞｽ化炉を前提・発電機を設置せず所内電力を外部から購入するものとした
		原料ﾊﾞｲｵﾏｽ①	エリアンサス（含水率 30%）		購入
			t/年	10,332	
		原料ﾊﾞｲｵﾏｽ②	広葉樹（含水率 50%）		購入
			t/年	51,727.1	
		製造燃料	ガス燃料		全量販売
			N ㎥/年	37,150,203.9	
		燃料重油換算量	kL/年	10,166	
	事業条件	事業者	新規事業者		
		事業地	購入（0.5ha）		
	試算条件	ｲﾆｼｬﾙｺｽﾄについて	全て借入金で賄い、10 年返済・金利負担 3%とし、返済金をﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄに組み入れた		
		一般管理費	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄの 10%とした		
		ﾊﾞｲｵ燃料販売価格の算出方法	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄと一般管理費の合計を、ﾊﾞｲｵ燃料製造量で割った額を販売価格とした		
試算結果	イニシャルコスト	土地取得費	千万円	2.5	0.5ha
		設備等	千万円	95.3	ガス化設備（中外炉工業㈱多筒型ﾛｰﾀﾘｰｷﾙﾝｶﾞｽ化炉・発電機無し）
	ランニングコスト	人件費	千万円/年	3.6	
		その他	千万円/年	53.7	返済金を含む
	燃料販売価格	販売燃料	ガス燃料		
		販売価格	円/ N ㎥	17.0	
		重油換算価格	円/L	62.0	
地域への効果	雇用創生	雇用創生数	人	9.9	360 万円/人/年とした
	重油代替	重油代替量	kL/年	10,166	

②ガス化燃料製造事業　原料：エリアンサス10,332t/年(含水率30%)＋広葉樹51,727.1（含水率50%）

燃料：ガス化ガス 37,150,204㎥/年（重油換算10,166kL/年）

工程		事業者	期間	イニシャル				ランニング			
				土地		設備・機器		資材・メンテナンス		人	
項目	細分			面積	取得費（円）	種類	購入費（円）	項目	費用(円/年)	項目	人件費（円/年）
設備準備	設備建設	新規事業者	1年	0.5ha*1*2	25,000,000	ガス化施設*2	953,000,000				
原料購入	エリアンサス 10,332t/年（含水率30%）		11月～3月					原料購入（エリアンサス 10,332t/年）	74,816,057	9.9人体制 *2*3	35,680,000
	広葉樹 51,727.1t/年（含水率50%）		通年					原料購入（広葉樹 51,727.1t/年）	197,594,464		
燃料製造			通年					用役費*2	5,090,000		
								電力*2 960kW	114,048,000		
								メンテナンス *2	45,030,000		
元金返済（10年返済）								イニシャル損料	97,800,000		
金利返済（金利3%・10年返済）								イニシャル金利返済	2,934,000		
小計（円・円/年）					25,000,000		953,000,000		537,312,521		35,680,000
合計（円/年）				572,992,521							
一般管理費（ランニングの10%）				57,299,252							
総計（円/年）				630,291,773							
燃料販売（ガス）	37,150,203.9 Nm³/年	販売単価（円/Nm³）		17.0							
		販売単価（円/MJ）*4		1.6							
		重油換算（円/L）*5		62.0							
		売上合計（円/年）		630,291,773							

*4 ガス発熱量10.7MJ/㎥（中外炉工業㈱資料値）で算出
*5 A重油発熱量39.1GJ/kL （10,866kcal/kg・比重0.86）とした

原料			ガス化原料変換（乾燥後）*1		ガス化ガス燃料変換単位*6			ガス収量		
					生成ガス発熱量単位	原料（ガス化・外熱用合計）の生成ガス発生単位		ガス収量	発熱量	重油換算量 *7
	t/年	含水率	t/年	含水率	MJ/㎥	㎥/t	GJ/t	Nm³/年	GJ/年	kL/年
カシ類	51,727.1	50.0%	30,789.9	16.0%	10.70	942.9	10.1	29,031,834.9	310,627.4	7,944.4
エリアンサス	10,332.0	30.0%	8,610.0	16.0%	10.70	942.9	10.1	8,118,369.0	86,862.8	2,221.6
合計	62,059.1	46.7%	39,399.9	16.0%				37,150,203.9	397,490.2	10,166.0

*1 NEDO・平成14年度バイオマス未活用エネルギー実証試験事業
中外炉工業㈱多筒型ロータリーキルンガス化炉（外熱・間接式）実証値
*2 A重油発熱量39.1GJ/kL （10,866kcal/kg・比重0.86）とした

*1　佐伯市　５千円/㎡とした

*2　中外炉工業㈱技術資料から、多筒型ロータリンキルンガス化炉（外熱式）施設の諸元を得て、これを参考値として、本報告試算条件を下記に算出した（330 日/年、24h/日稼動として）。

本報告試算条件						備考		
原料			ガス化			ガス化方式		出展
原料	形状	含水率	生成ガスエネルギー単位	原料（ガス化・外熱用合計）の生成ガス発生単位		中外炉工業㈱多筒型ロータリーキルンガス化炉	外熱式（間接加熱式）	NEDO・平成14年度バイオマス未活用エネルギー実証試験事業資料より H17年8月現在値
			MJ/㎥	㎥/t	MJ/t			
木質・草本バイオマス	チップ・50mm以下	16%	10.70	942.9	10,088.6			

本報告事例					本報告試算条件															備考
					施設概要				イニシャル			年間支出				年間収入				√（本報告事例原料使用量規模/参考値原料使用量規模）
	原料		ガス化原料（含水率16%）*4		原料使用量規模		発電機出力*1	所内消費電力*1	発電設備*2	ガス化施設*3	設備総建設費	減価償却費（15年償却）	メンテナンス費*3	人件費*3	用役費*3	ガス*4	電力*1	熱（温水・廃熱）		
	t/年	含水率	t/年	t/日（330日/	t/年（330日）	t/日	kW	kW	億円	億円	億円	万円/年	万円/年	万円/年	万円/年	GJ/年	kW	kW	GJ/年	
佐伯市	62,059.1	46.7%	39,400.1	119.4	39,600	120.0	0	960	0	9.53	9.53	0.64	4,503	3,568	509	397,492	0	原料乾燥消費		3.464
中外炉工業㈱（間接加熱式多筒型ロータリーキルンガス化炉）資料より、H17年8月現在実証値　支出・エネルギー出カグラフから換算した参考値					3,300	10.0	350	80	1.75	2.75	4.5	3,000	1,300	1,030	147	0	270	600	17,107	1

注：青字は推計値

*1 所内消費電力を参考値から原料使用量規模比で算出し、本報告試算事例では発電機を設置せず、所内電力量を外部から購入するものとし
*2 発電設備建設費を1kWあたり50万円で算出した（九州電力ヒアリングより）
*3 参考値×√原料使用量規模倍（備考列参照）で算出
*4 生成ガス量は、本報告事例のガス化原料量（t/年）×10,088.6MJ/tで算出
（中外炉工業㈱資料より、生成ガス10.7MJ/㎥、生成ガス量942.9㎥/バイオマスt）

用地面積は 0.5ha とした（原料 120t/日規模）。電力は外部から 15 円/kWh で購入とした。

*3　人件費 360 万円/年・人とした

⑩　調査のまとめ

佐伯市の第 2 世代バイオ燃料の利活用について、広葉樹、エリアンサスを対象とした本調査を実施した結果見えてきた可能性、課題、留意点について下記にまとめた。

（a）広葉樹、エリアンサスの燃料化の可能性

現在の研究開発の進捗から、広葉樹、エリアンサスから固形燃料（ペレット）、ガス燃料を生産することが可能である。

（b）ススキ、エリアンサス、広葉樹の燃料化の課題

広葉樹、エリアンサスからの固形燃料（ペレット）生産については、採算性は十分に見込める。ガス燃料生産については、他のバイオ燃料製造設備と比較してイニシャルコストが高いが、本調査のガス燃料生産規模であれば、燃料供給先を確保すれば採算性は十分に見込める。

原料収集について、広葉樹の生産は、本調査では天然広葉樹林の 50%と設定したが、具体的な利用可能区域の調査が必要であり、また林業・作業道等のインフラ整備による利用可能区域の確保が課題と考える。エリアンサスの栽培・収穫は、今後の研究開発により、低投入化・効率向上が期待されるところである。

（c）ススキ、エリアンサス、広葉樹の燃料化の留意点

天然林を活用し、広葉樹から燃料生産事業を実施するにあたっては県の地域森林計画に留意することが必要である。

耕作放棄地を活用し、エリアンサスから燃料生産事業を実施するにあたっては、事業区域内に環境省が重要湿地 500 や特定植物群として指定する区域の有無について確認し、影響を与える可能性がある場合には、専門家の指導・助言を踏まえてそれらの保全が図られるような配慮が必要となる。

(6) 宮崎県延岡市

① 延岡市の概要

延岡市（のべおかし）は、宮崎県北部に位置する市である。人口131,585 人（2008 年 6 月現在)。中心地域は宮崎県北部の中心都市としての性格を有する。戦前より宮崎県内屈指の工業都市の性格が強かったが、旧北方町、旧北浦町との2006 年の合併前の延岡市地域は旭化成の創業地工場群があるいわゆる企業城下町であった。

チキン南蛮、橋の日発祥の地である。

東は日向灘に面し、その他は山に囲まれている。五ヶ瀬川・大瀬川・祝子川・北川・沖田川・浜川など多くの河川が市内を流れ、豊かな水郷としての性格を持つ。 延岡市東側の海岸は日豊海岸国定公園に、北西部は祖母傾国定公園に指定されている。

産業について、2006 年の合併前の延岡市地域（その前は恒富村、岡富村、東海村）は旭化成の発祥の地であり、現在も同社グループの工場を中心とした企業城下町である。また市内の多くの企業が同社となんらかの関係をもって成り立っている。

特産品は、アユ、メヒカリ、牛肉（北川牛）、発泡スチロールなどが有名である。

鮎で有名な五ヶ瀬川流域から国定公園の日豊海岸までの工業と自然のバランスのとれた都市としてスタートした。農林水産物では空飛ぶ新玉ねぎ、オクラ、次郎柿、灘あじ、ひむか本さばなどのブランド化を図っている。

延岡市	基本統計情報	出展
人口	135,182 人	平成 17 年国勢調査
総土地面積	86,796 ha	2005 年農林業センサス
耕地面積（耕地率）	2,950 ha（3.4%）	2005 年農林業センサス
林野面積（林野率）	73,085 ha（84.2%）	2005 年農林業センサス

②　調査対象とした理由

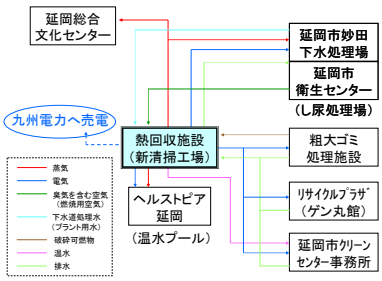
延岡市は九州地域で有数の工業都市である。平成 21 年から稼動を開始している延岡市新清掃工場では、廃棄物発電システムを導入し、また廃熱を近隣の温水プール施設へ供給するエネルギー循環システムを採用しており、省エネルギーへの取組みに意欲的な市である。

そこで、水、廃熱、技術、人を含めた工業インフラと、日照時間や温暖な気候資源を活かして、2020 年頃の実用化を目指した技術開発が行われている微細藻類のバイオ燃料生産を検討することとした。

また、耕作放棄地を活用したナタネ・ヒマワリ・ツバキについても調査し、これらの燃料化事業のモデルプランを提案することとした。

延岡市　新清掃工場（H21年度～）

新清掃工場　エネルギーフロー図



- 人口　135,182人
- 総土地面積　86,796ha
  - 耕地面積　2,950ha（3.4%）
  - 林野面積　73,085ha（84.2%）

- 延岡市は九州地域で有数の工業都市
- 市新清掃工場（H21年度～）では
  エネルギー循環システムを採用
- H21年11月にバイオマスタウン構想を策定し、バイオマス利活用を検討中

工業インフラ（水・廃熱・技術・人）・気候（日光・温度）資源を活かし、
2020年頃には実用化技術の確立が見込まれる微細藻類を利活用し、バイオ燃料生産ができないか？

③　燃料生産事業モデルプランの設定

延岡市のバイオ燃料生産事業のモデルプランを、下記の 2 通りとした。

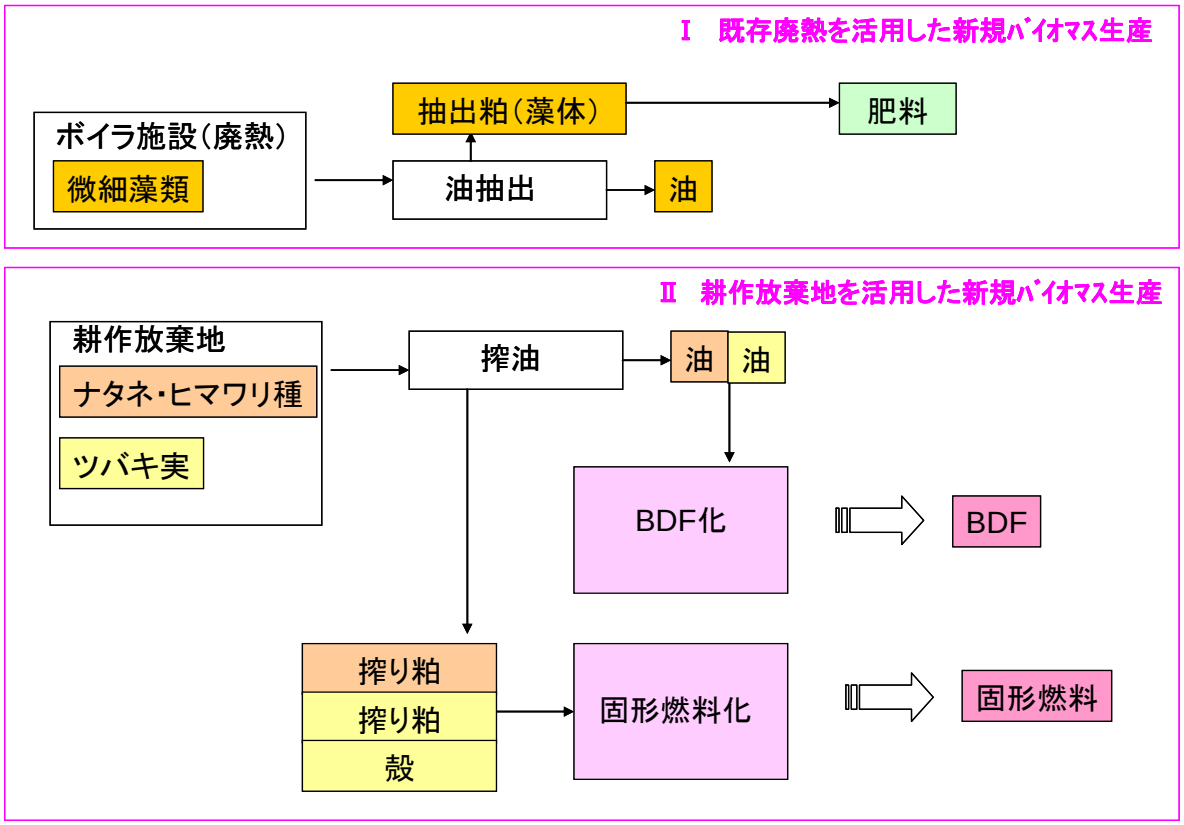
Ⅰ　既存廃熱を活用した新規バイオマス生産

市内の廃熱を活用した新規バイオマス生産として、微細藻類を原料とした、油燃料生産とした。

Ⅱ　耕作放棄地を活用した新規バイオマス生産

耕作放棄地を活用した新規バイオマス生産として、ナタネ・ヒマワリ（油・絞り粕）を主原料、ツバキ（廃食用油・絞り粕・殻）を補完原料とした、ナタネ・ヒマワリ油とツバキ油廃食用油からの BDF 製造、およびナタネ・ヒマワリ・ツバキ絞り粕・ツバキ殻からの固形燃料（ペレット）製造とした。

■延岡市　耕作放棄地等を活用したバイオ燃料生産事業モデル



④　調査対象バイオマスと変換燃料の設定

モデルプランの設定に従い、延岡市の調査対象となるバイオマスと変換燃料は、下記の通りとした。

対象市町村		対象バイオマス		自生（既存）からの供給可能量	プランテーションからの供給可能量	燃料変換
県	市町村					
宮崎県	延岡市	主	微細藻類	－	○	BDF化・残さは固形燃料化
		補完	ナタネ・ヒマワリ・ツバキ	－	○	

⑤　調査方法

調査方法について、(a) 調査実施者・対応者、(b) 調査方法・スケジュールは下記の通りである。

(a)　調査実施者・対応者

調査実施者（事務局担当者）

区分	所属		担当者
事務局	㈱TRES	代表取締役社長	松野尾　淳
		代表取締役	福田　史恵

対応者（市町村担当者）

区分	市町名	担当課（係）	担当者
宮崎県	延岡市	農林畜産課	係長　工藤　博一
			田中　芳典

(b)　調査方法・スケジュール

延岡市　調査スケジュール等					
	事前調査	H22年9～10月 【バイオマス利用可能量調査】		H22年11月～H23年3月 【燃料化事業可能性調査】	
		一次調査	二次調査	三次調査	
		事前ヒアリング 1～2h程度	現地調査 1日間	技術者ヒアリング等 2h程度	
日程	2010年8月24日～25日	2010年9月9日	2010年10月19日	2010年11月11日 （北九州工業大学脇坂委員同行）	2011年3月11日
調査先	メガセミナー（東京・セミナー受講）	延岡市農林畜産課・延岡市農業委員会	延岡市下水処理場・新清掃工場・NPOリバーパル五ヶ瀬川	電源開発㈱ 松本氏	電源開発㈱ 松本氏
内容	微細藻の燃料化技術について	耕作放棄地面積・市有地面積・市森林整備計画等	下水処理場（空き地）・新清掃工場（空き地）・ナタネ栽培状況について	微細藻燃料化技術・実証状況について	微細藻燃料化技術・実証状況について

⑥　バイオマス資源利用可能量

（a）　廃熱を活用した微細藻油生産可能量（Ⅰ　既存廃熱を活用した新規バイオマス生産）

現在国内外において、燃料原料または燃料相当の油を産生する微細藻類について、2020 年頃の実用化を目指した技術開発が行われている。

この中で、北九州市内で実証試験を実施している、平成 21 年度～JST　CREST　「二酸化炭素排出抑制に資する革新的技術の創出」「海洋微細藻類の高層化培養によるバイオディーゼル生産」研究体 LCA・プロセスグループは、野外ビニールハウス内のオープンポンドで、外気温、日光条件下のプラント実証レベルの微細藻培養に成功しており、また油生産まで、事業化を目指した培養から油生産まで一貫したプロセスの開発に取組んでいる。

そこで、上記グループの実証事業の進捗度が、最も事業化に近いものと考え、本グループにヒアリングを実施し、微細藻油生産可能量についての緒元を得た。

また、年間を通じて微細藻類を培養するためには、廃熱の供給が必要であるとのことであった。

そこで、延岡市の廃熱供給可能地として、延岡市新清掃工場の敷地内で微細藻を培養し、焼却炉から廃熱を供給することを検討した。

延岡市新清掃工場へのヒアリングより、駐車場部分に 2 階を新設した場合、有効面積 5,200 ㎡の敷地が利用可能であり、焼却炉からの廃熱も供給可能であるとのことであった。

よって、有効面積 5,200 ㎡に設置可能な微細藻培養水槽面積を 5,000 ㎡とし、上記グループの現在の実証緒元を用いた場合、微細藻油の年間利用可能量は 0.3 トン/年と算出された。

表 1　延岡市　廃熱を活用した微細藻油生産可能量

微細藻類（D社所有株）からの利用可能量*										
利用可能な土地区分	条件					回収単位		収量（年間）		
	計画培養面積	水深20cmの場合培養水体積	培養液回収量（1回あたり）	培養液藻体濃度	培養液藻体オイル収量	藻体回収量（90%含水）	回収回数	年間藻体回収量(90%含水)	年間オイル回収量	年間残渣発生量(90%含水)
	㎡	㎥	m^3/日	kg/m^3	(%)	kg/日	回/年	t/年	t/年	t/年
延岡市清掃工場駐車場上部（2階）	5,000.0	1,000.0	50.0	0.585	3.50%	29.3	250.0	7.3	0.3	7.1

＊JST　CREST「二酸化炭素排出抑制に資する革新的技術の創出」
「海洋微細藻類の高層化培養によるバイオディーゼル生産」研究体LCA・プロセスグループ聞き取り調査より、現在の試験実証値

(b) 耕作放棄地を活用した新規バイオマス生産モデル

（Ⅱ　耕作放棄地を活用した新規バイオマス生産）

延岡市のバイオマス生産可能地として、耕作放棄地面積を調べた。

延岡市農業委員会調査資料より、①再耕作易、②再耕作難、③未分類、④農地・非農地通知書発行済みを合わせた耕作放棄地合計面積は 259.03ha である。

表 2　延岡市　耕作放棄地面積

（単位：ha）

地区	①		②		①+②	③		④		③+④
	筆	面積	筆	面積	面積	筆	面積	筆	面積	面積
旧延岡地区	723	31.06	1681	62.35	93.41	419	13.55	412	13.69	27.24
旧北方地区	60	4.73	276	13.06	17.79	5	0.21	16	1.32	1.53
旧北浦地区	462	14.26	803	33.63	47.89	0	0.00	512	33.13	33.13
旧北川地区	148	6.98	454	22.82	29.80	229	7.55	24	0.69	8.24
合　計	1393	57.03	3214	131.86	188.89	653	21.31	964	48.83	70.14

＊延岡市農業委員会資料より

①:再耕作易

②:再耕作難

③:未分類

④:非農地通知書発行済み

そこで本調査においては、耕作放棄地を活用した新規バイオマス生産モデルとして、①再耕易、②再耕作難を合わせた 188.89ha にはナタネ・ヒマワリを 2 毛作で栽培、③未分類、④非農地通知書発行済みを合わせた 70.14ha にはにはツバキを植栽し、バイオマス生産することを設定した。詳細は下記の通り。

①再耕易＋②再耕作難　合計 188.89ha

→　ナタネ・ヒマワリ栽培（2 毛作・新規）

③未分類＋④非農地通知書発行済み　合計 70.14ha

→　ツバキ植栽（新規）

表 3　延岡市の耕作放棄地　新規バイオマス生産利用モデル

	H21年度　耕作放棄地全体調査（延岡市農業委員会）より				
	1　再耕作易	2　再耕作難	3　未分類	4　非農地通知書発行済	合計
	ha	ha	ha	ha	ha
耕作放棄地	57.03	131.86	21.31	48.83	259.03
土地利用ケース	ナタネ・ヒマワリ栽培（新規）（2毛作）		椿栽培（新規）		エネルギープランテーション利用
	188.89		70.14		259.03

（c）耕作放棄地を活用した新規ナタネ・ヒマワリ生産可能量

（Ⅱ　耕作放棄地を活用した新規バイオマス生産）

農林水産省統計「平成 13 年産なたね（子実用）の作付面積及び収穫量（主産県）」より、ナタネの収量は、2.17 トン/ha/年である。

またヒマワリ生産の取組み事例として、「えひめバイオマスプロジェクト」公表資料より、ヒマワリ種の収量目標値は、1.0 トン/ha/年である。

ナタネからの油生産量と絞り粕発生量については、今年度五島市調査においてツバキとナタネの搾油をしている搾油所へのヒアリングより、ナタネ重量を 1 とした場合、油：絞り粕は 0.3：0.7 である。そこでヒマワリについてもナタネと同様とした。

○ 1 ha（ナタネ・ヒマワリ 2 毛作）

→【1 作目】ナタネ　2.17 トン/年（100%）　→ナタネ油　0.651 トン/年（30%）

→油絞り粕　1.519 トン/年（70%）

→【2 作目】ヒマワリ種 1.0 トン/年（100%）　→ヒマワリ油 0.3 トン/年（30%）

→油絞り粕　0.7 トン/年（70%）

以上を参考に、（b）で設定した耕作放棄地を活用した新規ナタネ・ヒマワリ栽培からの、油生産量、および油生産残さの発生量を算出した。

この結果を下表にまとめた。油生産量は 179.6 トン/年、絞り粕発生量は 419.1 トン/年と推定される。

ナタネ・ヒマワリ油については消費者単価が 1,000 円/L 程度と高価格ではあるが、今回全量を燃料原料として利用することが可能とした。

絞り粕も全量を燃料原料として利用することが可能とした。

表 4　延岡市　耕作放棄地を活用した新規ナタネ・ヒマワリ生産可能量

耕作放棄地でのナタネ・ヒマワリ植栽（2毛作）				ナタネ・ヒマワリ新規栽培 ha 188.9	
区分	発生物	重量比	含水率（%）		
生産量推算（t/年）	ナタネ収穫量	1	10	409.9	
	油（生産）	0.3	0	123.0	
	搾り粕	0.7	10	286.9	
	ヒマワリタネ収穫量 1.0t/ha*	1	10	188.9	
	油（生産）	0.3	0	56.7	
	搾り粕	0.7	10	132.2	
生産量合計（t/年）	収穫量合計 t/ha*	1	10	598.8	
	油（生産）合計	0.3	0	179.6	→燃料利用
	搾り粕合計	0.7	10	419.1	→燃料利用

＊資源作物収量：
菜種収量2.17t/ha（主要県平均値）：農林水産省統計情報部「平成13年産なたね（子実用）の作付面積及び収穫量（主産県）」より
ヒマワリ種収量1.0t/ha：えひめバイオマスプロジェクト資料より
平成22年度目標値として掲載されていたもの

（d）　耕作放棄地を活用した新規ツバキ生産可能量

（Ⅱ　耕作放棄地を活用した新規バイオマス生産）

今年度五島市調査において、ツバキ生産農家、および市内 4 箇所の搾油所でのヒアリングより、ツバキ油生産に関するの生産量の諸元は下記の通りである。

○　ツバキ木　1 本　→ツバキ実　0.5kg/年（100%）　→ツバキ油　0.15kg/年（30%）

→油絞り粕　0.35kg/年（70%）

→ツバキ殻　0.4kg/年（80%）

また、ツバキ植栽からツバキ油生産までのスケジュールは下記の通りである。

①植栽：ツバキ苗 1000 本/ha 植栽

②実の収穫（8 月末～9 月末）初め：植栽から 7 年目

③実の収穫量が安定：植栽から 10 年目

以上を参考に、(b)で設定した耕作放棄地を活用した新規ツバキ栽培からの、ツバキ油生産量、およびツバキ油生産残さの発生量を算出した。

この結果を下表にまとめた。ツバキ油生産量は 10.5 トン/年、絞り粕発生量は 24.5 トン/年、殻発生量は 28.1 トン/年と推定される。

ツバキ油については、消費者単価は 1 万円/L と付加価値の高いものであるため、市内で食用利用した後発生する廃食用油 5.3 トン/年（食用油から 5 割発生とした場合）をバイオ燃料原料に利用することが可能と考えた。

絞り粕、殻は全量を燃料原料として利用することが可能とした。

表 5　延岡市　耕作放棄地を活用した新規ツバキ生産可能量

耕作放棄地への椿植栽				椿新規植栽	
				ha	
				70.1	
				本	
				70,140	
区分	発生物	重量比	含水率(%)		
生産量推算（t/年）	実収穫量 0.5kg/本	1	10	35.1	
	油（生産）	0.3	0	10.5	→食用利用し廃食用油を燃料利用
	搾り粕	0.7	10	24.5	→燃料利用
	椿殻	0.8	10	28.1	→燃料利用

⑦　バイオ燃料変換量

「Ⅰ　既存廃熱を活用した新規バイオマス生産」および「Ⅱ　耕作放棄地を活用した新規バイオマス生産」における、延岡市の BDF 製造事業、および固形燃料（ペレット）製造事業について、原料供給量を下記に設定し、BDF、固形燃料（ペレット）変換量を、重油換算量として算出した。

Ⅰ　既存廃熱を活用した新規バイオマス生産

表 6　BDF 製造　前提

原料	微細藻油 （含水率 0%）
原料利用量 年間量	0.3 トン/年

Ⅱ　耕作放棄地を活用した新規バイオマス生産

表 7　BDF 製造　前提

原料	ツバキ廃食用油 （含水率 0%）	ナタネ油 （含水率 0%）	ヒマワリ油 （含水率 0%）	合計
原料利用量 年間量	5.3 トン/年	123.0 トン/年	56.7 トン/年	184.9 トン/年

表 8　固形燃料（ペレット）製造　前提

原料	ツバキ絞り粕 （含水率 10%）	ツバキ殻 （含水率 10%）	ナタネ絞り粕 （含水率 10%）	ﾋﾏﾜﾘ絞り粕 （含水率 10%）	合計
原料利用量 年間量	24.5 トン/年	28.1 トン/年	286.9 トン/年	132.2 トン/年	471.8 トン/年

（a）BDF 変換量（Ⅰ　既存廃熱を活用した新規バイオマス生産）

微細藻油の BDF 変換量について、文献値より、原料量と BDF 量の重量比を 1 とし、発熱量は下記の計算式を用いて算出した。

乾物発熱量原単位（GJ/dry-t）＝0.4571×（%C：炭素含有%）－2.7

発熱量（GJ/年）＝乾物発熱量原単位×絶乾重量

＊対象原料は含水率 0%のため、上記発熱量は高位発熱量、低位発熱量ともに同値

これより算出した、微細藻油の BDF 変換量は、重油換算量 0.2kL/年である。

原料			BDF換算量（t/年）	乾物発熱原単位（GJ/dry-t）＝（0.4571×（%C:乾物基準）－2.7）			発熱量（GJ/年）＝乾物発熱原単位×絶乾発生量	重油換算量（kL/年）*2
				乾物発熱単位	炭素含有割合*1	補正値	発熱量（GJ/年）	
微細藻油（水分0%）	絶乾量(t/年	0.3		0.4571	0.714	-2.7		
	水分量(t/年	0.0						
	生重(t/年)	0.3	0.3				9.0	0.2

*1 バイオマス情報ヘッドクオーターより出典:「バイオマス総合利活用マスタープラン」(平成16年3月　千葉県)

＊2 A重油発熱量39.1GJ/kL（10,866kcal/kg・比重0.86）とした

（b）BDF 変換量（Ⅱ　耕作放棄地を活用した新規バイオマス生産）

ツバキ廃食用油、ナタネ油、ヒマワリ油の BDF 変換量について、文献値より、原料量と BDF 量の重量比を 1 とし、発熱量は下記の計算式を用いて算出した。

乾物発熱量原単位（GJ/dry-t）＝0.4571×（%C：炭素含有%）－2.7

発熱量（GJ/年）＝乾物発熱量原単位×絶乾重量

＊対象原料は含水率 0%のため、上記発熱量は高位発熱量、低位発熱量ともに同値

これより算出した、ツバキ廃食用油、ナタネ油、ヒマワリ油の BDF 変換量は、重油換算量 141.6kL/年である。

原料			BDF換算量（t/年）	乾物発熱原単位（GJ/dry-t）＝（0.4571×（%C:炭素含有割合%）－2.7）			発熱量（GJ/年）＝乾物発熱原単位×絶乾発生量	重油換算量（kL/年）*2
				乾物発熱単位	炭素含有割合*1	補正値	発熱量（GJ/年）	
廃食用椿油（水分0%）	絶乾量（t/年	5.3		0.4571	0.714	-2.7		
	水分量（t/年	0.0						
	生重（t/年）	5.3	5.3				157.5	4.0
ナタネ油（水分0%）	絶乾量（t/年	123.0						
	水分量（t/年	0.0						
	生重（t/年）	123.0	123.0				3681.3	94.2
ヒマワリ油（水分0%）	絶乾量（t/年	56.7						
	水分量（t/年	0.0						
	生重（t/年）	56.7	56.7				1696.4	43.4
合計	絶乾量（t/年	184.9						
	水分量（t/年	0.0						
	生重（t/年）	184.9	184.9				5,535.2	141.6

*1 バイオマス情報ヘッドクオーターより出典：「バイオマス総合利活用マスタープラン」（平成16年3月　千葉県）

＊2 A重油発熱量39.1GJ/kL（10,866kcal/kg・比重0.86）とした

（c）固形燃料（ペレット）変換量（Ⅱ　耕作放棄地を活用した新規バイオマス生産）

ツバキ絞り粕、ツバキ殻、ナタネ絞り粕、ヒマワリ油絞り粕の固形燃料（ペレット）変換量については、五島市内の搾油所よりツバキ絞り粕、ツバキ殻、ナタネ絞り粕を試料として頂き、これについて熊本大学工学部鳥居教授に含水率と発熱量の分析と報告を頂いた。

この結果は下記の通りである。

測定結果報告

熊本大学　大学院自然科学研究科
鳥　居　修　一
torii@mech.kumamoto-u.ac.jp
TEL&FAX: 096-342-3756

Kumamoto University

燃料の発熱量
および含水率の計測

発熱測定装置
（SHIMAZU CA-4AJ,島津燃研式自動ボンベ熱量計）

含水率測定装置
（AND　MF-50）

発熱量，含水率計測

ナタネかす（その１）

moisture content [%]	10.25
heat value [kcal/kg]	4491

ツバキかす（その１）

moisture content [%]	7.60
heat value [kcal/kg]	4660

試料名：つばき実の外側にある殻

moisture content [%]	10.45
heat value [kcal/kg]	3884

これより算出した、ツバキ絞り粕、ツバキ殻、ナタネ絞り粕、ヒマワリ油絞り粕の固形燃料（ペレット）変換量は、重油換算量 225.5kL/年である。

原料			低位発熱量単位*1 (kcal/kg)	低位発熱量 (GJ/年)*2	重油換算量 (kL/年)*3
椿搾り粕（水分10%）	絶乾量(t/年	22.1	4,660		
	水分量(t/年	2.5			
	生重(t/年)	24.5		479.0	12.2
椿殻（水分10%）	絶乾量(t/年	25.3	3,884		
	水分量(t/年	2.8			
	生重(t/年)	28.1		456.2	11.7
ナタネ搾り粕（水分10%）	絶乾量(t/年	258.2	4,491		
	水分量(t/年	28.7			
	生重(t/年)	286.9		5,395.0	138.0
ヒマワリ搾り粕（水分10%）	絶乾量(t/年	119.0	4,491		
	水分量(t/年	13.2			
	生重(t/年)	132.2		2,486.2	63.6
合計	絶乾量(t/年	424.6			
	水分量(t/年	47.2			
	生重(t/年)	471.8		8,816.4	225.5

＊1 H22年11月　熊本大学工学部鳥居教授分析値
＊2　4.1868kJ/kcalで算出
＊3 A重油発熱量39.1GJ/kL
（10,866kcal/kg･比重0.86）とした

⑧　燃料需要量

今後延岡市において、バイオ燃料等の再生可能エネルギーの導入を検討していくためには、市内のエネルギー需要量を把握する必要がある。

本調査の「Ⅱ　耕作放棄地を活用した新規バイオマス生産」におけるツバキ廃食用油・ナタネ油・ヒマワリ油の BDF 変換量は重油換算量 141.6kL/年、ツバキ絞り粕・ツバキ殻・ナタネ絞り粕・ヒマワリ油絞り粕の固形燃料（ペレット）変換量は重油換算量 225.5kL/年である。

BDF は、収集運搬車や農業用車両など、需要は十分にあると考える。固形燃料（ペレット）については、農林水産物の乾燥、ハウス・施設暖房、または温泉の追い焚きなど、需給バランスの合う特定の用途に仕向けられる。

今回、固形燃料（ペレット）の需要先について調査は実施しなかったが、今後の再生可能エネルギー導入の検討の課題として、調査が必要となることを特記したい。

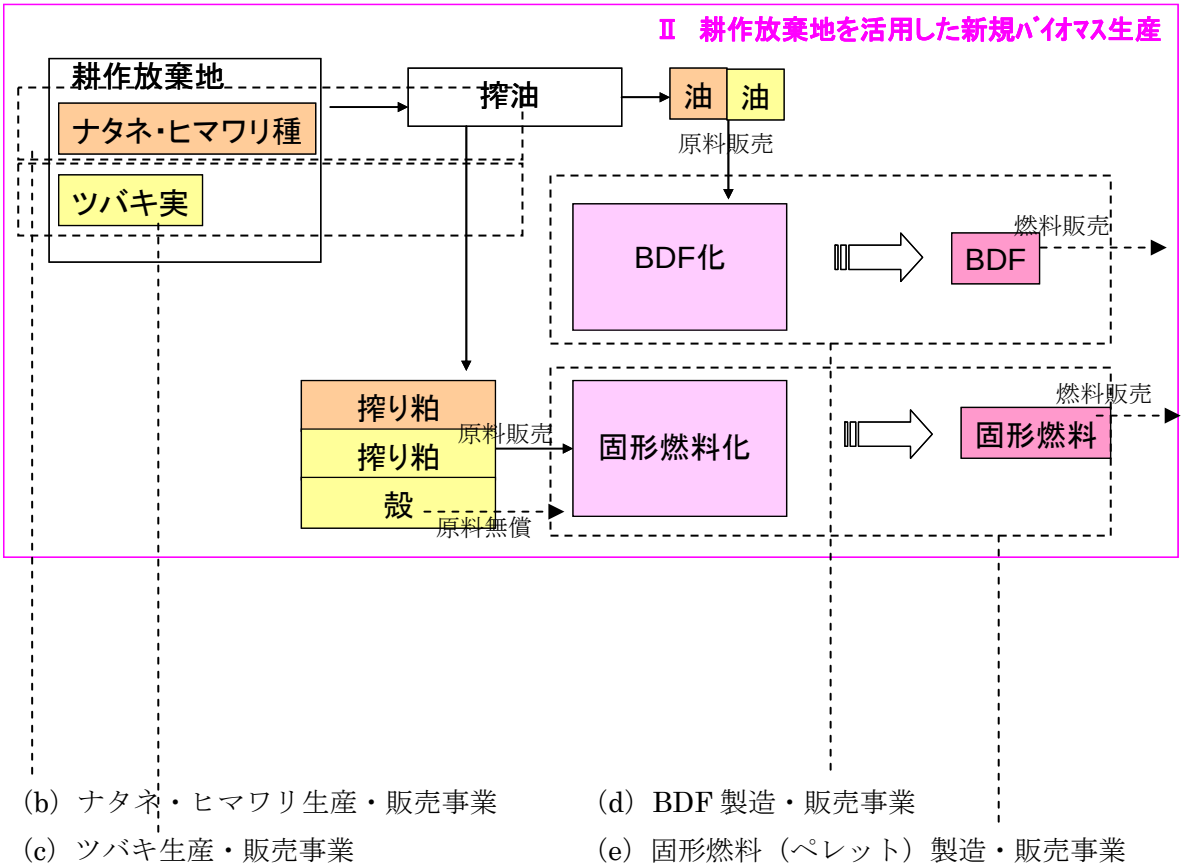
⑨　燃料等製造事業化提案

延岡市において、「Ⅰ　既存廃熱を活用した新規バイオマス生産」および「Ⅱ　耕作放棄地を活用した新規バイオマス生産」燃料製造事業について、バイオマス生産・販売事業、バイオ燃料製造・販売事業について試算をし、事業性を評価した。

「Ⅰ　既存廃熱を活用した新規バイオマス生産」における燃料生産事業については、現在国内においては研究開発の段階であり、本調査で事業試算の緒元を得ることは出来なかった。

そこで、(a) 微細藻油生産事業　事業化実証試験の動向として、平成 21 年度～JST　CREST「二酸化炭素排出抑制に資する革新的技術の創出」「海洋微細藻類の高層化培養によるバイオディーゼル生産」研究体 LCA・プロセスグループへの聞き取り調査より、平成 22 年度現在の試験実証値と今後の展望について、ヒアリングした内容を記載した。

「Ⅱ　耕作放棄地を活用した新規バイオマス生産」および燃料製造事業については、(b) ナタネ・ヒマワリ生産・販売事業、(c) ツバキ生産・販売事業、(d) BDF 製造・販売事業、(e) 固形燃料（ペレット）製造・販売事業について試算をし、事業性を評価した。



(b) ナタネ・ヒマワリ生産・販売事業　　(d) BDF 製造・販売事業

(c) ツバキ生産・販売事業　　(e) 固形燃料（ペレット）製造・販売事業

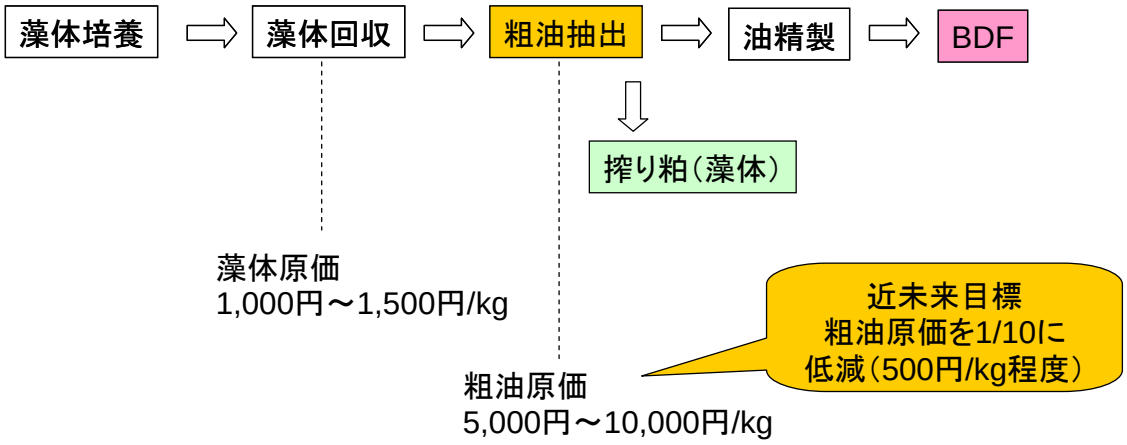
(a) 微細藻油生産事業　事業化実証試験の動向（Ⅰ　既存廃熱を活用した新規ﾊﾞｲｵﾏｽ生産）

平成 21 年度～JST　CREST　「二酸化炭素排出抑制に資する革新的技術の創出」「海洋微細藻類の高層化培養によるバイオディーゼル生産」研究体LCA・プロセスグループへの聞き取り調査より、平成 22 年度現在の試験実証値は、BDFに精製する前の粗油の段階で、原価 5,000～10,000 円/kgである。

本グループは、今後の展望として、各プロセスを改良することにより、粗油原価を現在の 1/10 の 500 円/kg程度に低減することを目標とし取組んでいるとのことである。

微細藻BDF製造事業（0.52ha）　原料（生産）：微細藻油　0.3t/年
搾り粕　7.1トン/年
燃料：BDF 0.3t/年（重油換算0.2kL/年）

平成21~ JST CREST「二酸化炭素排出抑制に資する革新的技術の創出」
「海洋微細藻類の高層化培養によるバイオディーゼル生産」研究体LCA・プロセスグループ聞き取り調査より、平成22年度現在の試験実証値



(b) ナタネ・ヒマワリ生産・販売事業試算（Ⅱ　耕作放棄地を活用した新規バイオマス生産）

耕作放棄地 188.89haでナタネ・ヒマワリを 2 毛作し、種を収穫・搾油し、油、絞り粕を燃料原料として販売する事業について、試算を実施した。試算表は、次頁に示す。

この結果を下記に取り纏めた。本事業における、バイオマスの販売価格はナタネ・ヒマワリ油 840.4 円/kg（含水率 0%）、ツバキ絞り粕 40 円/kg（含水率 10%）となる。

本事業の地域への効果は、雇用創生数 17.8 人、農地所有者収入（農地賃借料）1.1 千万円/年である。

	項目		単位等	条件・結果等	備考
前提条件	事業概要	生産方法	耕作放棄地での栽培（ﾅﾀﾈ・ﾋﾏﾜﾘ 2 毛作）・種収獲・搾油		栽培面積 188.89ha
		生産ﾊﾞｲｵﾏｽ①	ﾅﾀﾈ・ﾋﾏﾜﾘ絞り粕（含水率 10%）		燃料原料として販売
			t/年	419.1	
		生産ﾊﾞｲｵﾏｽ②	ﾅﾀﾈ・ﾋﾏﾜﾘ油（含水率 0%）		燃料原料として販売
			t/年	179.6	
	事業条件	事業者	農業者		
		生産地	耕作放棄地 188.89ha（賃借）		農地所有者へ賃借料を支払
	試算条件	ｲﾆｼｬﾙｺｽﾄについて	全て借入金で賄い、10 年返済・金利負担 3%とし、返済金をﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄに組み入れた		
		一般管理費	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄの 10%とした		
		ﾊﾞｲｵﾏｽ販売価格の算出方法	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄと一般管理費の合計を、ﾊﾞｲｵﾏｽ生産量で割った額を販売価格とした		
試算結果	イニシャルコスト	土地取得費	千万円	0	
		設備等	千万円	2.0	搾油設備
	ランニングコスト	人件費	千万円/年	6.4	
		その他	千万円/年	8.8	返済金を含む
	販売価格①	販売ﾊﾞｲｵﾏｽ①	ﾅﾀﾈ・ﾋﾏﾜﾘ絞り粕（含水率 10%）		油粕（肥料）の一般的な価格 800 円/20kg と同じとした
		販売価格	円/kg	40	
	販売価格②	販売ﾊﾞｲｵﾏｽ②	ﾅﾀﾈ・ﾋﾏﾜﾘ油（含水率 0%）		ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄと一般管理費の合計から絞り粕売上を差し引いた額を、ﾅﾀﾈ・ﾋﾏﾜﾘ油生産量で割った額を販売価格とした
		販売価格	円/kg	840.4	
地域への効果	雇用創生	雇用創生数	人	17.8	360 万円/人/年とした
	経済効果	農地所有者収入	千万円/年	1.1	農地賃借料

ナタネ・ヒマワリ油生産事業（189ha）　ナタネ・ヒマワリ油　180トン/年
搾り粕　419トン/年

工程		事業者	期間	イニシャル				ランニング			
				土地		設備・機器		資材・メンテナンス		人	
項目	細分			面積	取得費（円）	種類	購入費（円）	項目	費用(円/年)	項目	人件費（円/年）
栽培準備	農業者協力要請	農業者	1年	188.89ha	0	搾油設備*3	20,000,000				
原料購入			通年（2毛作）	188.89ha				種苗費*1	1,148,512	人件費*1 11,334人日	59,503,500
								肥料費*1	12,444,073		
								農機具燃料費*1	5,666,700		
収穫								コンバイン費*1	28,333,500		
								運搬費*1	3,777,800		
								農機具燃料費*1	5,666,700		
出荷								乾燥・調整費*1	18,133,440		
土地賃借料								畑地賃借料*2	10,995,287		
搾油										900人日 *3*4	4,725,000
元金返済（10年返済）								イニシャル損料	2,000,000		
金利返済（金利3%・10年返済）								イニシャル金利返済	60,000		
小計（円・円/年）									88,226,012		64,228,500
合計（円/年）									152,454,512		
一般管理費（ランニングの10%）				15,245,451							
総計（円/年）				167,699,963							
原料コスト（ナタネ・ヒマワリ油）	179.6 t/年	コスト単価（円/t）		933,741							
		コスト単価（円/kg）		933.7							
		コスト合計（円/年）		167,699,963							

売上

原料販売①（ナタネ・ヒマワリ搾り粕）	419.1 t/年 *5	販売単価（円/t）	40,000
		販売単価（円/kg）	40.0
		売上合計（円/年）	16,764,000
原料販売②（ナタネ・ヒマワリ油）	179.6 t/年	販売単価（円/t）	840,401
		販売単価（円/kg）	840.4
		売上合計（円/年）	150,935,963
総売上（円/年）			167,699,963

*1　平成 21 年度　地産地消型バイオディーゼル燃料の農業機械長期･安定利用技術に関するガイドライン（未定稿）　平成 22 年 3 月　（社）日本農業機械化協会より

P40　ナタネ生産の 10a 当り収支（支出項）（東北農業研究センター調査事例）

表 5　ナタネ生産の 10a 当たり収支　（東北農業研究センター調査事例）

項目		金額（円）	備考
収入	出荷額	19696	収量 200kg、等級は全てＢと仮定
	国庫助成	23176	25kg 当たり 2897 円
	合計	42872	
支出	種苗費	304	800g
	肥料費	3294	化成肥料 40kg
	収穫料金	8500	コンバイン 7500 円、運搬料 1000 円
	乾燥調製料金	4800	水分含量 20%と仮定
	農機具費	3000	油代など
	出荷経費	6888	紙袋代・保管料・手数料など
	合計	26768	
収支		16104	

ナタネ・ヒマワリ 2 毛作の場合、上記支出（資材・メンテナンス費）の 2 倍とした

生産に必要な人件費は、6 人日/10a/年とした。

*2　(財)日本不動産研究所　田畑価格及び賃借料調（平成 22 年 3 月末現在）より抜粋

付表 1　田畑価格及び山林素地価格等（全国平均（普通品等価格））

　畑賃借料　10a 当り　5,821 円

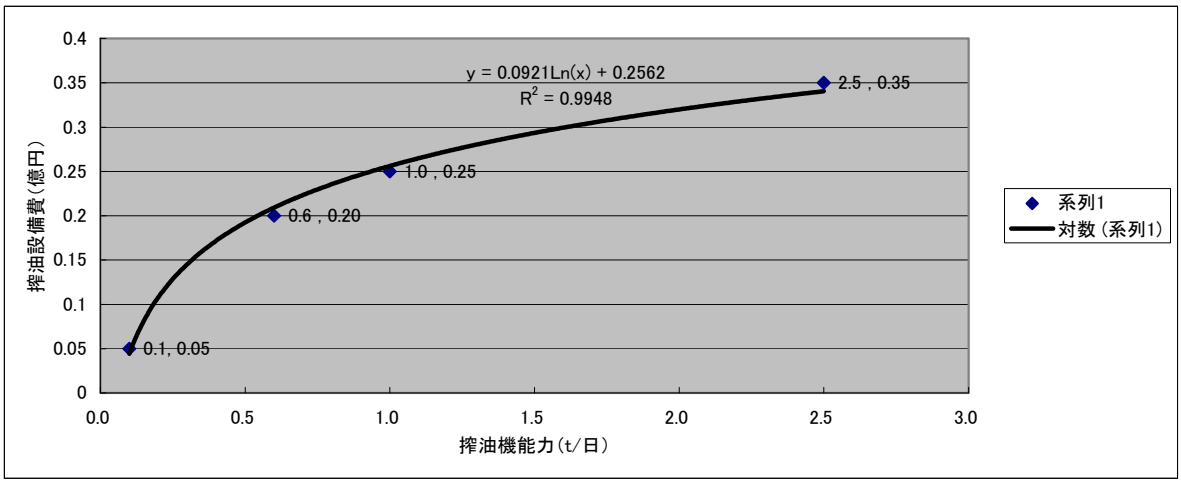
*3　油生産量 179.6t/年　搾油量 600kg/日（300 日/年）

搾油機　能力 600kg/日（300 日/年）搾油設備 2,000 万円

3 名×300 日＝900 人日必要とした

ヒアリング等より下記試算表を参考

本報告試算	原料			搾油能力	搾油設備費	従業員	備考
		t/年	t/日（300日/年）	t/日	億円	人	
五島市	ナタネ･ヒマワリ油	744.0	2.48	2.5	0.35	6	300日稼動（2毛作）
延岡市	ナタネ･ヒマワリ油	179.6	0.60	0.6	0.20	3	
五島市	ツバキ油	156.0	0.52	1.0	0.25	3	150日稼動
延岡市	ツバキ油	10.5	0.04	0.1	0.05	1	



*4　熊本県最低賃金（平成 22 年 11 月 5 日）より 643 円/h×1.1＝700 円/h

700 円/h×7.5h/日＝5,250 円/人日とした

*5　ナタネ・ヒマワリ搾り粕は、油粕（肥料）800 円/20kg 見合で燃料原料として販売とした。

（c）ツバキ生産・販売事業試算（Ⅱ　耕作放棄地を活用した新規バイオマス生産）

耕作放棄地 70.14haにツバキを植栽し、実を収穫・搾油し、油を食用販売、絞り粕を燃料原料として販売する事業について、試算を実施した。試算表は、次頁に示す。

この結果を下記に取り纏めた。本事業における、バイオマスの販売価格はツバキ油 3,888.5 円/kg（含水率 0%）、ツバキ絞り粕 40 円/kg（含水率 10%）となる。

本事業の地域への効果は、雇用創生数 8 人、農地所有者収入（農地賃借料）0.4 千万円/年、ほかイニシャルコストの植栽費にも人件費が含まれ、地元雇用を創生する。

	項目		単位等	条件・結果等	備考
前提条件	事業概要	生産方法	耕作放棄地での栽培・実収獲・搾油		栽培面積 70.14 ha
		生産ﾊﾞｲｵﾏｽ①	ツバキ絞り粕（含水率 10%）		燃料原料として販売
			t/年	24.5	
		生産ﾊﾞｲｵﾏｽ②	ツバキ油（含水率 0%）		食用として販売
			t/年	10.5	
		副産物	ツバキ殻（含水率 10%）		燃料原料として無償供給
			t/年	28.1	
	事業条件	事業者	農業者		
		生産地	耕作放棄地 70.14 ha（賃借）		農地所有者へ賃借料を支払
		ほか	はじめの 10 年間は植栽のみ、10 年後から生産・販売を開始		
			実収獲作業の人件費は、現在の五島市の搾油所の実購入価格 800 円/kg 見合で算出した		
	試算条件	ｲﾆｼｬﾙｺｽﾄについて	全て借入金で賄い、10 年返済・金利負担 3%とし、返済金をﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄに組み入れた		
		一般管理費	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄの 10%とした		
		ﾊﾞｲｵﾏｽ販売価格の算出方法	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄと一般管理費の合計を、ﾊﾞｲｵﾏｽ生産量で割った額を販売価格とした		
試算結果	イニシャルコスト	土地取得費	千万円	0	
		設備等	千万円	0.5	搾油設備
		植栽費	千万円	4.5	
	ランニングコスト	人件費	千万円/年	2.9	
		その他	千万円/年	0.9	返済金を含む
	販売価格①	販売ﾊﾞｲｵﾏｽ①	ツバキ絞り粕（含水率 10%）		油粕（肥料）の一般的な価格 800 円/20kg と同じとした
		販売価格	円/kg	40	
	販売価格②	販売ﾊﾞｲｵﾏｽ②	ツバキ油（含水率 0%）		ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄと一般管理費の合計から絞り粕売上を差し引いた額を、ﾂﾊﾞｷ油生産量で割った額を販売価格とした
		販売価格	円/kg	3,888.5	
地域への効果	雇用創生	雇用創生数	人	8.0	360 万円/人/年とした
	経済効果	農地所有者収入	千万円/年	0.4	農地賃借料
		ほか	植栽費にも人件費を含む		

ツバキ油生産事業（70.14ha）　ツバキ油　10.5トン/年
搾り粕　24.5トン/年

工程		事業者	期間	イニシャル				ランニング			
				土地		設備・機器		資材・メンテナンス		人	
項目	細分			面積	取得費（円）	種類	購入費（円）	項目	費用(円/年)	項目	人件費（円/年）
栽培準備	農業者協力要請	農業者	10年	70.14ha	0	搾油設備*3	5,000,000				
	ツバキ植栽					地拵え*1（70.14ha分）	9,749,460				
						植え付け*1（70.14ha分）	3,507,000				
						苗木代*1（70.14ha分）	7,014,000				
						下刈り*1（70.14ha分）	24,619,140				
収穫			通年	70.14ha						10.5/0.3=35t/年（実）実35t×800円/kg×1,000kg/t÷5,250円/人日＝5,333.3人日	27,999,825
乾燥											
土地賃借料								畑地賃借料*2	4,082,849		
搾油										150人日*3*4	787,500
元金返済（10年返済）								イニシャル損料	4,988,960		
金利返済（金利3%・10年返済）								イニシャル金利返済	149,669		
小計（円・円/年）					0		49,889,600		9,221,478		28,787,325
合計（円/年）				38,008,803							
一般管理費（ランニングの10%）				3,800,880							
総計（円/年）				41,809,684							
コスト販売（ツバキ油）	10.5 t/年	コスト単価（円/t）		3,981,875							
		コスト単価（円/kg）		3,981.9							
		コスト合計（円/年）		41,809,684							

売上

原料販売①（ツバキ搾り粕）	24.5 t/年 *5	販売単価（円/t）	40,000
		販売単価（円/kg）	40.0
		売上合計（円/年）	980,000
原料販売②（ツバキ油）	10.5 t/年	販売単価（円/t）	3,888,541
		販売単価（円/kg）	3,888.5
		売上合計（円/年）	40,829,684
総売上（円/年）			41,809,684

*1「造林コストはどこまで下げうるか」儲かる林業研究会　寺岡行雄（鹿児島大学農学部）

平成 22 年 10 月 25 日　JAPIC 低コスト造林研修会　より抜粋

南九州地域でのスギ再造林の標準単価　鹿児島県　ha あたり

植栽合計 514,000 円（地拵え 139,000 円（15 人日）＋植え付け 125,000 円（12.5 人日）＋苗木代 250,000 円（2,500 本×100 円））

下刈り 702,000 円（全刈り 4 回）

ツバキの植栽コスト　ha あたり下記とした

（スギ 2,500 本/ha に対しツバキ 1,000 本/ha を考慮）

植栽合計 289,000 円（地拵え 139,000 円（15 人日）＋植え付け50,000 円（5 人日）＋苗木代 100,000 円（1,000 本×100 円））

下刈り 351,000 円（全刈り 2 回）

*2　(財)日本不動産研究所　田畑価格及び賃借料調（平成 22 年 3 月末現在）より抜粋

付表 1　田畑価格及び山林素地価格等（全国平均（普通品等価格））

畑賃借料　10a 当り　5,821 円

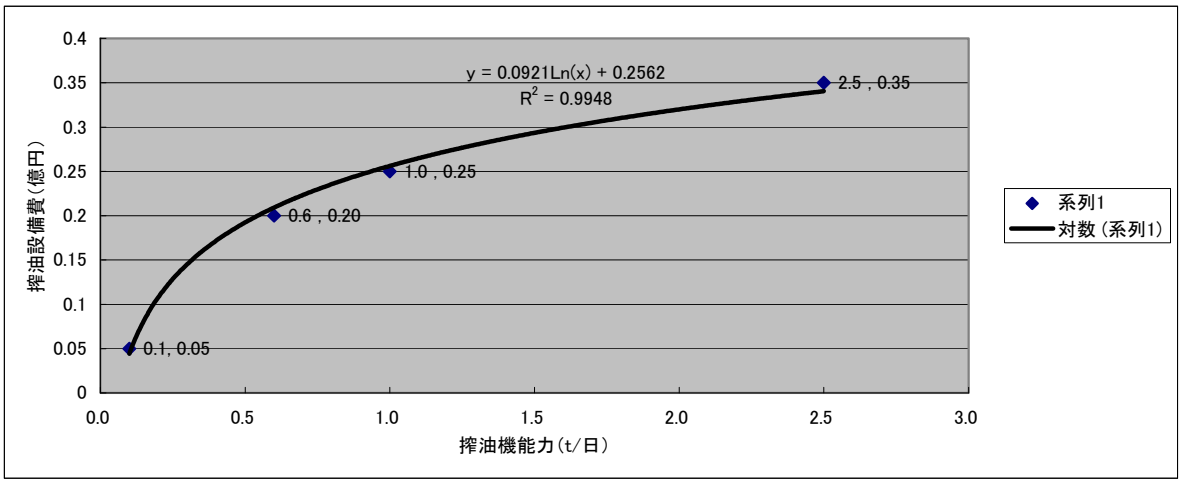
*3　油生産量 10.5t/年　搾油機　能力 40kg/日（150 日/年）

搾油機　能力 100kg/日（150 日/年）搾油設備 500 万円

1 名×150 日＝150 人日必要とした

ヒアリング等より下記試算表を参考

本報告試算	原料			搾油能力	搾油設備費	従業員	備考
		t/年	t/日（300日/年）	t/日	億円	人	
五島市	ナタネ・ヒマワリ油	744.0	2.48	2.5	0.35	6	300日稼動（2毛作）
延岡市	ナタネ・ヒマワリ油	179.6	0.60	0.6	0.20	3	
五島市	ツバキ油	156.0	0.52	1.0	0.25	3	150日稼動
延岡市	ツバキ油	10.5	0.04	0.1	0.05	1	



*4　熊本県最低賃金（平成 22 年 11 月 5 日）より 643 円/h×1.1＝700 円/h

700 円/h×7.5h/日＝5,250 円/人日とした

*5　ツバキ搾り粕は、油粕（肥料）800 円/20kg 見合で燃料原料として販売とした。

（d）BDF 製造・販売事業試算（Ⅱ　耕作放棄地を活用した新規バイオマス生産）

ナタネ・ヒマワリ油、ツバキ油廃食用油を原料としてBDFを製造・販売する事業について、試算を実施した。試算表は、次頁に示す。

この結果を下記に取り纏めた。ナタネ・ヒマワリ油を 840.4 円/kg（含水率 0%）で購入し、ツバキ油廃食用油を無償で引き取り、BDFした場合、製造するBDFの販売価格は 981.2 円/kg、重油換算価格で 1,281.5 円/Lとなる。燃料価格は割高であり、事業採算性は良くないと判断される。これは、原料のナタネ・ヒマワリ油購入価格が高いことが原因となっている。従って、BDF原料は廃食用油としなければ、BDF化事業は実現しづらいと考える。しかし、将来的に化石資源の枯渇問題が深刻化した場合、本試算も想定外では無くなる可能性はある。

本事業の地域への効果は、雇用創生数 0.9 人、また141.6kL/年の重油代替となる。

	項目		単位等	条件・結果等	備考
前提条件	事業概要	燃料変換方法	BDF 化		
		原料ﾊﾞｲｵﾏｽ①	ﾅﾀﾈ・ﾋﾏﾜﾘ油（含水率 0%）		購入
			t/年	179.6	
		原料ﾊﾞｲｵﾏｽ②	ﾂﾊﾞｷ廃食用油（含水率 0%）		無償引取
			t/年	5.3	
		製造燃料	BDF		全量販売
			t/年	184.9	
		燃料重油換算量	kL/年	141.6	
	事業条件	事業者	新規事業者		
		事業地	既存地		
		ほか	BDF 化設備は、大規模集中型ではなく、1 バッチ 200L 容量の小型汎用設備を用いた小規模分散型事業とした		
	試算条件	ｲﾆｼｬﾙｺｽﾄについて	全て借入金で賄い、10 年返済・金利負担 3%とし、返済金をﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄに組み入れた		
		一般管理費	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄの 10%とした		
		ﾊﾞｲｵ燃料販売価格の算出方法	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄと一般管理費の合計を、ﾊﾞｲｵ燃料製造量で割った額を販売価格とした		
試算結果	イニシャルコスト	土地取得費	千万円	0	
		設備等	千万円	4.55	BDF 化設備（1 バッチ 200L 容量）650 万円/台×7 台
	ランニングコスト	人件費	千万円/年	0.3	
		その他	千万円/年	16.2	返済金を含む
	燃料販売価格	販売燃料	BDF		
		販売価格	円/kg	981.2	
		重油換算価格	円/L	1281.5	
地域への効果	雇用創生	雇用創生数	人	0.9	360 万円/人/年とした
	重油代替	重油代替量	kL/年	141.6	

BDF製造事業　原料：ナタネ・ヒマワリ油180t/年＋ツバキ油廃食用油5.3t/年
燃料：BDF 185t/年（重油換算142kL/年）

工程		事業者	期間	イニシャル				ランニング			
				土地		設備・機器		資材・メンテナンス		人	
項目	細分			面積	取得費（円）	種類	購入費（円）	項目	費用(円/年)	項目	人件費（円/年）
設備準備	新規事業者協力要請	新規事業者	1年	既存地を利用	0	BDF製造設備*1	45,500,000				
原料仕入れ	ナタネ・ヒマワリ油179.6t/年		通年					ナタネ・ヒマワリ油購入	150,935,963		
	ツバキ油廃食用油5.3t/年							ツバキ油廃食用油引取り	0		
BDF変換								ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄ33.3円/kg*1	6,157,170	2人×300日*1*2	3,150,000
元金返済（10年返済）								ｲﾆｼｬﾙ損料	4,550,000		
金利返済（金利3%・10年返済）								ｲﾆｼｬﾙ金利返済	136,500		
小計（円・円/年）					0		45,500,000		161,779,633		3,150,000
合計（円/年）								164,929,633			
一般管理費（ランニングの10%）				16,492,963							
総計（円/年）				181,422,596							
燃料販売（BDF）	184.9 t/年	販売単価（円/t）		981,193							
		販売単価（円/kg）		981.2							
		重油換算（円/L）		1,281.5							
		売上合計（円/年）		181,422,596							

BDF　発熱量計算

BDF			乾物発熱原単位（GJ/dry-t）＝（0.4571×（%C:乾物基準）－2.7）			高位発熱量（MJ/年）＝乾物発熱原単位×絶乾発生量	低位発熱量（MJ/年）＝高位発熱量（MJ/年）-2,600（20℃→100℃昇温＋水気化熱*3 MJ/t）×水分発生量（t/年）	
			乾物発熱単位	炭素含有割合*1	補正値	高位発熱量（GJ/年）	低位発熱量（GJ/年）	重油換算量（kL/年）*2
BDF（水分0%）	絶乾量（t/年	185	0.4571	0.714	-2.7			
	水分量（t/年	0						
	生重（t/年）	185				5,535	5,535	141.6

*1 バイオマス情報ヘッドクオーターより　＊2 A重油発熱量39.1GJ/kL
出典：「バイオマス総合利活用マスタープラン」（平成16年3月　千葉県）　（10,866kcal/kg・比重0.86）とした
*3 水気化熱＝539Kcal/100℃水1kgあたり

*1　2009 年 10 月 14 日バイオマス・ニッポン in 佐賀　資料より
佐賀県鹿島福祉作業所　BDF プラント
200L/バッチ/2 日（30kL/年/300 日）　設備費 650 万円
ランニングコスト（人件費を含まない）　30 円/L
BDF 生産量 184.9t/年の場合、300 日稼動として
184.9t/年＝205.4KL/年（比重 0.9）≒上記設備30kL/年×6.8 台　→7 台必要
よって設備費を上記の 7 倍（650 万円×7＝4,550 万円）、
ランニングコスト（人件費を含まない）は同値（30 円/L＝33.3 円/kg）、
従業員は2 人/7 台体制とした（0.3 人/台）。

*2　熊本県最低賃金（平成 22 年 11 月 5 日）より 643 円/h×1.1＝700 円/h
700 円/h×7.5h/日＝5,250 円/人日とした

（e）固形燃料（ペレット）製造・販売事業試算（Ⅱ　耕作放棄地を活用した新規ﾊﾞｲｵﾏｽ生産）

ナタネ・ヒマワリ絞り粕、ツバキ絞り粕、ツバキ殻を原料として固形燃料（ペレット）を製造・販売する事業について、試算を実施した。試算表は、次頁に示す。

この結果を下記に取り纏めた。ナタネ・ヒマワリ絞り粕、ツバキ絞り粕を 40 円/kg（含水率 10%）で購入し、ツバキ殻を無償で引き取り、ペレット化した場合、製造する固形燃料（ペレット）の販売価格は 63.7 円/kg、重油換算価格で 133.4 円/Lとなる。本試算の燃料価格は現在の重油価格 80 円/Lより高く、事業採算性は良いとは判断できないが、通常、木質ペレット化事業等でスケールメリットが出るとされる原料 5,000t/年規模と比較して、約 10 分の 1 の事業規模にもかかわらず、極端なスケールデメリットは見られない。これは、原料の含水率が 10%であることから乾燥設備が必要なくイニシャルコストを下げていること、および原料のナタネ・ヒマワリ絞り粕、ツバキ絞り粕の発熱量が通常の木質原料等と比較して高いことが要因となっている。従って事業規模を本試算の 5 倍程度に拡大すれば、燃料コストも重油と同等となると考えられる。詳しくは、五島市の報告を参照されたい。

本事業の地域への効果は、雇用創生数 1.0人、また225.5kL/年の重油代替となる。

	項目		単位等	条件・結果等	備考
前提条件	事業概要	燃料変換方法	ペレット化		乾燥工程なし
		原料ﾊﾞｲｵﾏｽ①	ﾅﾀﾈ・ﾋﾏﾜﾘ絞り粕（含水率 10%）		購入
			t/年	419.1	
		原料ﾊﾞｲｵﾏｽ②	ﾂﾊﾞｷ絞り粕（含水率 10%）		購入
			t/年	24.5	
		原料ﾊﾞｲｵﾏｽ③	ﾂﾊﾞｷ殻（含水率 10%）		無償引取
			t/年	28.1	
		製造燃料	ペレット（含水率 10%）		全量販売
			t/年	472	
		燃料重油換算量	kL/年	225.5	
	事業条件	事業者	新規事業者		
		事業地	購入（0.04ha）		
		ほか	原料のﾅﾀﾈ・ﾋﾏﾜﾘ・ﾂﾊﾞｷ絞り粕は、油粕（肥料）の一般的な価格 800 円/20kg 見合で購入するものとした		
			通常ﾍﾟﾚｯﾄ化施設には、燃料製品含水率 10%とするため、乾燥設備を整備するが、本事業の原料含水率は 10%のため、乾燥設備は整備しないものとした		
	試算条件	ｲﾆｼｬﾙｺｽﾄについて	全て借入金で賄い、10 年返済・金利負担 3%とし、返済金をﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄに組み入れた		
		一般管理費	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄの 10%とした		
		ﾊﾞｲｵ燃料販売価格の算出方法	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄと一般管理費の合計を、ﾊﾞｲｵ燃料製造量で割った額を販売価格とした		
試算結果	イニシャルコスト	土地取得費	千万円	0.2	0.04ha
		設備等	千万円	1.6	ペレット化設備（乾燥設備無し）
	ランニングコスト	人件費	千万円/年	0.36	
		その他	千万円/年	2.4	返済金を含む
	燃料販売価格	販売燃料	ペレット（含水率 10%）		
		販売価格	円/kg	63.7	
		重油換算価格	円/L	133.4	
地域への効果	雇用創生	雇用創生数	人	1.0	360 万円/人/年とした
	重油代替	重油代替量	kL/年	225.5	

ペレット燃料製造事業

原料：ナタネ・ヒマワリ搾り粕419t/年＋ツバキ搾り粕24.5t/年＋ツバキ殻28.1t/年

燃料：ペレット 472t/年（重油換算226kL/年）

工程		事業者	期間	イニシャル				ランニング			
				土地		設備・機器		資材・メンテナンス		人	
項目	細分			面積	取得費（円）	種類	購入費（円）	項目	費用(円/年)	項目	人件費（円/年）
設備準備	設備建設	新規事業者	1年	0.04ha*1*2	2,000,000	粉砕機*2	7,000,000				
						原料貯蔵設備*2	2,000,000				
						付帯設備*2	3,000,000				
						成型設備*2	4,000,000				
原料仕入れ	ナタネ・ヒマワリ搾り粕 419.1t/年（含水率10%）		通年					ナタネ・ヒマワリ搾り粕購入*4（40円/kg）	19,644,000		
	ツバキ搾り粕 24.5t/年（含水率10%）							ツバキ搾り粕購入*4（40円/kg）	980,000		
	ツバキ殻 28.1t/年（含水率10%）							無償	0		
燃料製造								電力*2 13kW	560,000	1人体制*3	3,600,000
								メンテナンス*2	700,000		
元金返済（10年返済）								イニシャル損料	1,800,000		
金利返済（金利3%・10年返済）								イニシャル金利返済	54,000		
小計（円・円/年）					2,000,000		16,000,000		23,738,000		3,600,000
合計（円/年）									27,338,000		
一般管理費（ランニングの10%）				2,733,800							
総計（円/年）				30,071,800							
燃料販売	472 t/年（含水率10%）	販売単価（円/t）		63,738							
		販売単価（円/kg）		63.7							
		重油換算（円/L）		133.4							
		売上合計（円/年）		30,071,800							

ペレット燃料　発熱量計算

ペレット燃料		低位発熱量単位*5 (kcal/kg)	低位発熱量 (GJ/年)*6	重油換算量 (kL/年)*7
ナタネ搾り粕（含水率	286.9	4,491	5,395	138.0
ヒマワリ搾り粕（含水率	132.2	4,491	2,486	63.6
ツバキ搾り粕（含水率	24.5	4,660	478	12.2
ツバキ殻（含水率10%）	28.1	3,884	457	11.7
合計（含水率10%）	472	4,464	8,815.3	225.5

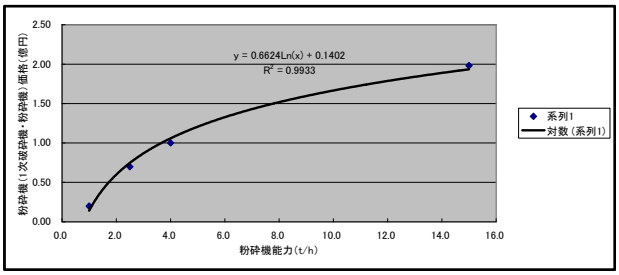
＊5 H22年11月　熊本大学工学部鳥居教授分析値
＊6　4.1868kJ/kcalで算出
＊7 A重油発熱量39.1GJ/kL
（10,866kcal/kg・比重0.86）とした

*1　延岡市　５千円/㎡（16,500 円/坪）とした

*2　下記施設調査を実施し、ペレット製造施設の設備費、従業員数、土地面積、使用電力量を算出した（7.5h/日×300 日稼動の場合）。

調査事例				粉砕機能力	ペレット製造設備費								従業員	土地	電力使用規模	
					粉砕設備				ペレット製造設備			合計				
粉砕施設・ペレット製造施設調査先	原料		粉砕量		粉砕機（1次破砕機・粉砕機）	原料貯蔵設備	付帯設備	小計	乾燥設備	成型設備	小計				使用電力規模	電気代（20円/kWh）
		t/年	t/h（2,250h/年）	t/h	億円	億円	億円	億円	億円	億円	億円	億円	人	ha	kW	億円/年
粉砕機：T社（ヒアリング）	木質バイオマス	9,000.0	4.00	4.0	1.00	0.36	0.30	1.66	1.00	0.50	1.50	3.16	4	0.50	200	0.0900
上記以外は㈱TRES試算値	草本系バイオマス	（Z）		（X）	（Y）	（Z×4/100,000）	（Y×0.3）		（Y×1.0）	（Y×0.5）			（Y×4）	（Y×0.5）	（X×50）	（kW×2,250h/年×20円）
長崎県G市（現地調査）	針葉樹	5,625.0	2.50	2.5	0.70	0.23	0.21	1.14					3	0.35	125	0.0563
N社（ヒアリング）	針葉樹	1,890.0	0.84	1.0	0.20	0.08	0.06	0.34					1	0.10	50	0.0225
門川ペレット工場（公表値）*	針葉樹	33,750.0	15.00	15.0	1.98	1.35	0.59	3.92	1.98	0.99	2.97	6.89	8	0.99	750	0.3375

*破砕機価格をペレット工場総事業費6.6億円の30%とした　　（青字は㈱TRES試算に準じた算出値。門川ペレット工場施設は合計値が算出値と公表値が合致した。）



本報告試算条件	原料	粉砕量	原料規模	粉砕機能力	ペレット製造設備費								従業員	土地	電力使用規模	
					粉砕設備				ペレット製造設備			合計				
					粉砕機（1次破砕機・粉砕機）	原料貯蔵設備	付帯設備	小計	乾燥設備	成型設備	小計				使用電力規模	電気代（20円/kWh）
			Z	X	Y＝0.6624Ln(X)+0.1402	Z×4/100,000	Y×0.3		Y×1.0	Y×0.5			Y×4	Y×0.5	X×50	kW×2,250h/年×20円
	t/年	t/h（2,250h/	t/年	t/h	億円	億円	億円	億円	億円	億円	億円	億円	人	ha	kW	億円/年
*下記は粉砕量（0.21t/h）が少なく上記試算式では粉砕機価格が関数外となるため、能力0.25t/hの粉砕機を700万円とし、他条件は上記試算式を使用した。																
延岡市	ﾅﾀﾈ・ﾋﾏﾜﾘ・ﾂﾊﾞｷ粕	471.8	0.21	563	0.25	0.07	0.02	0.03	0.12	0.07	0.04	0.11	0.23	1	0.04	13	0.0056

ペレット製造設備積算根拠（㈱TRES試算）

破砕設備
原料貯蔵設備

門川ペレット工場（公表値）	原料	原料貯蔵設備	原料貯蔵設備建設単価
	t/年	億円	千円/(t/年)
	①	②	②÷①
	33,750.0	1.35	4.0

粉砕機能力	稼働時間			原料量	破砕機能力	設備費	付帯設備費
	h/日	日/年	h/年	t/年	t/h	億円/基	億円/基
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
木質バイオマス	7.5	300	2250	対象地発生量	④÷③	⑥＝0.662Ln⑤+0.1402	⑦＝⑥×30%
草本系バイオマス	7.5	300	2250	対象地発生量	④÷③	⑥＝0.662Ln⑤+0.1402	⑦＝⑥×30%

注）：⑥は設備費曲線より

ペレット製造設備

乾燥機	稼働時間			原料量	乾燥機能力	設備費
	h/日	日/年	h/年	t/年	t/h	円/基
	①	②	③	④	⑤	⑥
木質バイオマス	7.5	300	2250	対象地発生量	④÷③	破砕機と同額とした
草本系バイオマス	7.5	300	2250	対象地発生量	④÷③	破砕機と同額とした

ペレット製造設備

ペレタイザー能力	稼働時間			原料量	ﾍﾟﾚﾀｲｻﾞｰ能力	設備費
	h/日	日/年	h/年	t/年	t/h	円/基
	①	②	③	④	⑤	⑥
木質バイオマス	7.5	300	2250	対象地発生量	④÷③	破砕機の半額とした
草本系バイオマス	7.5	300	2250	対象地発生量	④÷③	破砕機の半額とした

本試算条件：

7.5h/日×300 日＝2,250h/年稼動の場合

471.8t/2,250ｈ＝0.21t/h 粉砕量

粉砕機能力 0.25t/h　ペレット製造0.16 億円/設備一式（乾燥設備は設置しない）、

従業員数 1 人、土地 0.04ha とした。

メンテナンス費用 0.07 千万円/年（粉砕機価格の 10%）

電力使用費　225 万円/年

*3　人件費　56 万円/年・人とした

*4　原料仕入れ

ナタネ・ヒマワリ搾り粕とツバキ搾り粕は、油粕（肥料）800 円/20kg 見合で買取とした。

⑩　調査のまとめ

延岡市の第 2 世代バイオ燃料の利活用について、ツバキ油生産残さ（殻・油絞り粕）、ナタネ・ヒマワリ、および微細藻類を対象とした本調査を実施した結果見えてきた可能性、課題、留意点について下記にまとめた。

（a）微細藻類およびツバキ油生産残さ、ナタネ・ヒマワリの燃料化の可能性

現在の研究開発の進捗から、油から BDF、殻・油絞り粕から固形燃料（ペレット）を生産することが可能である。

ただし微細藻類からの BDF 生産については、現在研究開発の途上にあり、技術的には可能であるが、採算性の確保には今後 5~10 年を要する状況である。

（b）微細藻類およびツバキ油生産残さ、ナタネ・ヒマワリの燃料化の課題

油からの BDF 生産事業については、ツバキ油、ナタネ・ヒマワリ油ともに原料生産費が高いことから BDF 価格が高くなり採算性が見込めず、現時点では燃料より食料消費し、廃食用油を BDF 化することが現実的である。しかし将来化石燃料の枯渇問題が深刻化した場合、燃料費が高くなれば BDF 化利用も視野に入ってくる。

微細藻類については、現在原料の粗油生産から BDF 化まで一貫した技術開発が進められており、今後 5~10 年で採算性の確保に至ることが期待される。ただし、微細藻類の培養には熱供給が必要であり、焼却炉や発電所等の廃熱供給の確保が出来る場所での生産が必要と考える。

ツバキ殻・油絞り粕からの固形燃料（ペレット）生産については、本調査の固形燃料（ペレット）472t/年規模ではスケールデメリットが出たが、この倍以上の規模に拡大すれば、採算性は十分に見込める。原料収集について、油絞り粕は搾油所でまとまって発生することから収集は十分に可能であるが、現在林地還元されているツバキ殻について、収集方法の具体策が必要となる。

（c）微細藻類およびツバキ油生産残さ、ナタネ・ヒマワリの燃料化の留意点

耕作放棄地を活用し、ツバキ・ナタネ・ヒマワリを栽培し燃料生産事業を実施するにあたって、事業区域内に環境省が重要湿地 500 や特定植物群として指定する区域の有無について確認し、影響を与える可能性がある場合には、専門家の指導・助言を踏まえてそれらの保全が図られるような配慮が必要となる。

(7) 鹿児島県奄美市

① 奄美市の概要

奄美市（あまみし）は、鹿児島県奄美大島の市である。2006 年3 月 20 日、名瀬市と住用村・笠利町が合併して誕生した。人口・経済共に鹿児島県の離島自治体で最大規模を有する。

奄美大島は、鹿児島市から南へおよそ380キロメートルに位置し、全国の離島の中でも沖縄本島、佐渡島に次ぎ3番目に大きな島である。

奄美市は、島全体の約4割を占め、奄美群島の中核都市としての機能を持つ名瀬地区（旧名瀬市）、緑豊かな森林と清流を持つ住用地区（旧住用村）、広い農地と美しい海岸線を持つ笠利地区（旧笠利町）で構成されている。

当市では現在、世界自然遺産登録に向けた取り組みや自然環境の保全が推進されており、人と自然が共生する地域づくりに努めている。

農業について、平成20年度の農業総生産額は、約19億円であり、主な作物の生産額は、サトウキビが7億5千万円、果樹が3億9千万円、畜産が3億7千万円、野菜が3億5千万円となっている。

当市の農業形態は、笠利地区では平坦地を活用したサトウキビ・肉用牛等の土地利用型農業に加え、マンゴー等の施設園芸、野菜等の栽培が行われており、山地の多い名瀬地区・住用地区については、傾斜地を活用したタンカン等の亜熱帯果樹栽培、平坦地ではパッションフルーツ等の施設園芸、野菜等の栽培が行われている。

林業について、当市の森林は総面積の約8割を占めており、そのうち国有林が1割、民有林が9割となっている。民有林の7.5割がイタジイ等を主体とした天然林となっており、人工林率は2割、樹林地以外（竹林を含む）が0.5割となっている。かつてはチップ生産を中心とした林業が盛んであったが、近年は海外への生産地のシフトなどの理由から、林業生産が減少している。

水産業について、当市の水産業は、零細的な個人経営が多く、漁業形態の多くは、漁船による一本釣り漁業・刺網漁業で占められており、採介藻漁業、養殖業、潜水器漁業なども営まれている。

特産品は、農産品（ポンカン・タンカン・パッションフルーツ）、黒糖焼酎などがある。

奄美市	基本統計情報	出展
人口	49,617 人	平成 17 年国勢調査
総土地面積	30,647 ha	2005 年農林業センサス
耕地面積（耕地率）	1,360 ha（4.4%）	2005 年農林業センサス
林野面積（林野率）	24,568 ha（80.3%）	2005 年農林業センサス

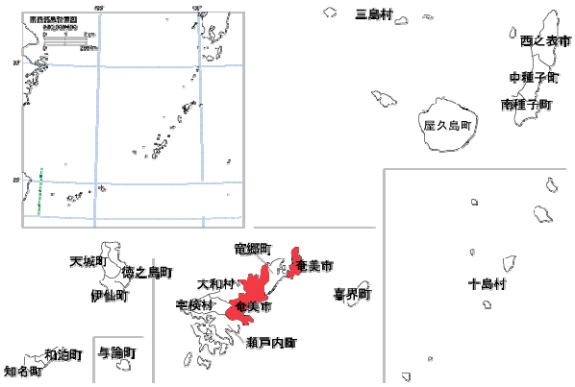
②　調査対象とした理由

奄美市は、亜熱帯気候の島しょ地域である。総土地面積 30,647ha の 80.3%にあたる 24,598ha が森林であり、そのほとんどが針葉樹:広葉樹が 3:7 の混交林であり、萌芽性が強く成長速度も速いため、天然更新力が強いという特徴を持っている。木質バイオマス資源が豊富であり、かつ本資源活用に有利な気候条件を有する地域である。

バイオ燃料生産の検討にあたり、まずは既存の森林資源の活用が有効であるが、現在、本地域は世界自然遺産登録候補地として検討が行われており、既存の森林について、資源活用可能な範囲が確定されていないことから、耕作放棄地等の未利用地を活用した木質バイオマスのプランテーションによるバイオ燃料生産について検討することとした。

奄美市では、木質プランテーション種として有望である早生樹のアカギが、市保存樹に指定され、役所や学校、また並木として植栽されている。小笠原諸島ではアカギの繁茂が問題となったが、奄美大島においては、他の樹種を駆逐する状況は起きていない。

そこで本事業において、奄美市の調査対象バイオマスをアカギとし、この燃料化事業のモデルプランを提案することとした。



・人口　49,617人
・総土地面積　30,647ha
**　耕地面積　1,360ha（4.4%）**
**　林野面積　24,598ha（80.3%）**

・奄美市は亜熱帯気候の島しょ地域
・木質プランテーション種として有望である早生樹アカギが
**　ほかの樹種を駆逐することなく自生し、市保存樹に指定されている**
・H23年3月公表を目指し、バイオマスタウン構想策定作業中

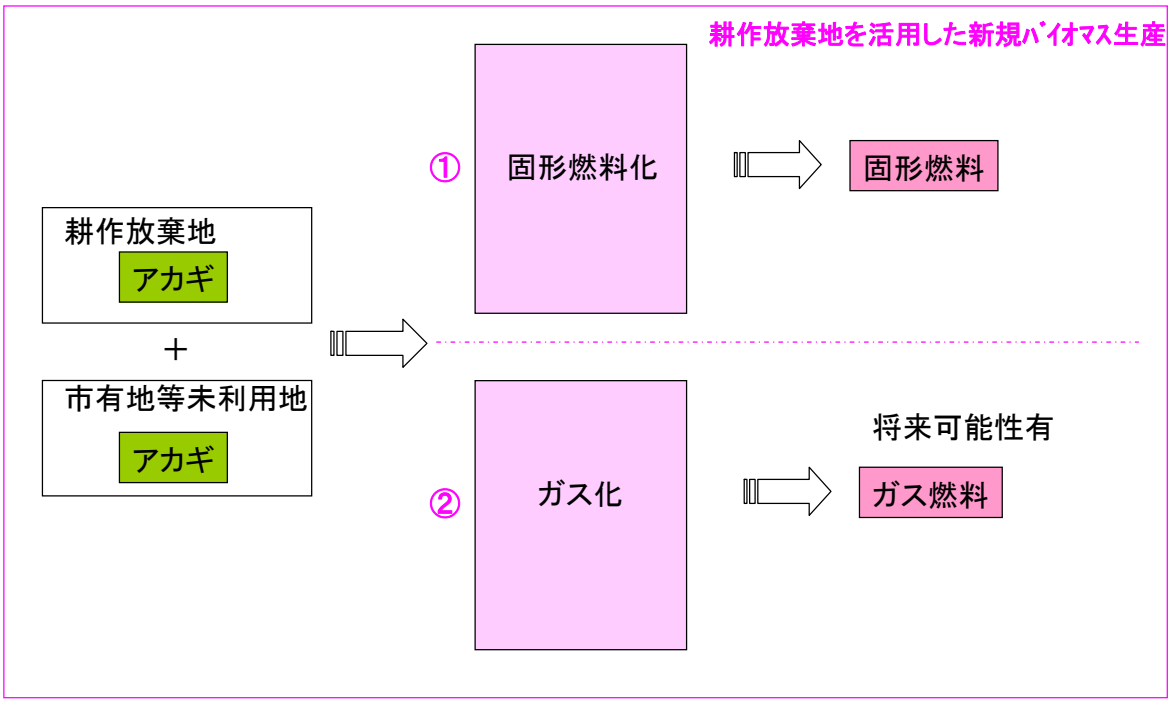
亜熱帯気候を活かし、アカギを利用したバイオ燃料生産ができないか？

③　燃料生産事業モデルプランの設定

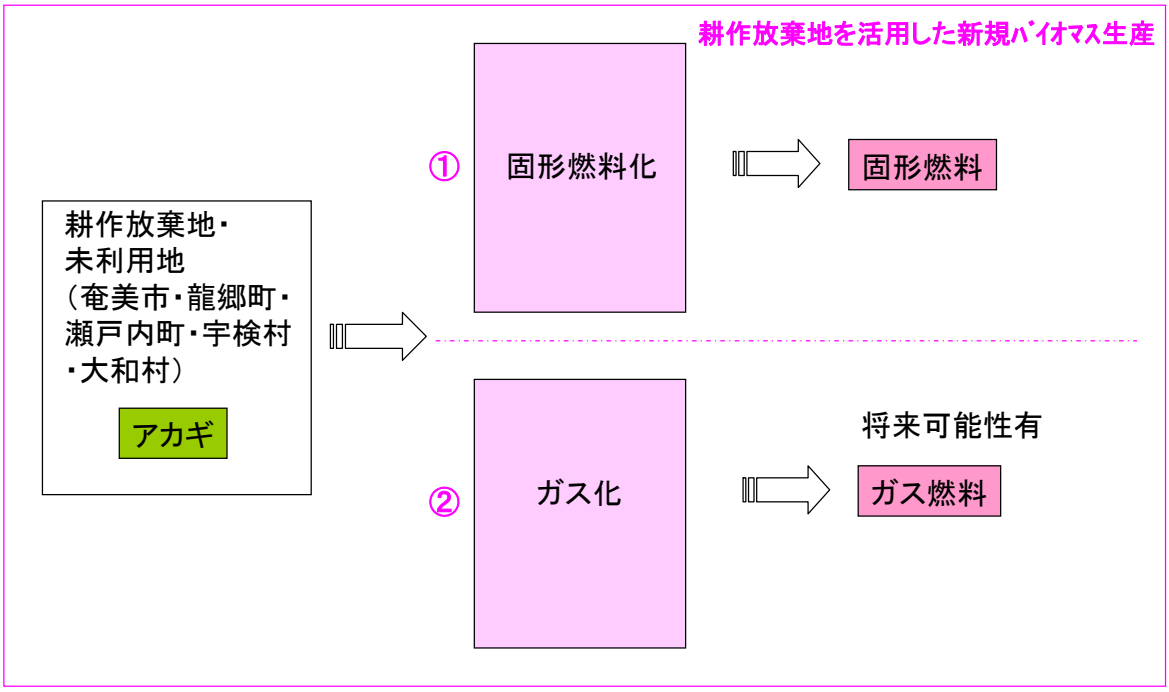
奄美市のバイオ燃料生産事業のモデルプランを、耕作放棄地を活用した新規バイオマス生産として、アカギを原料とした①固形燃料（ペレット）製造、または②ガス燃料製造とした。

このとき、生産地を奄美市に限定した場合（1）と、奄美大島全体（1 市 2 町 2 村）に拡大した場合（2）について、調査した。

■1　奄美市　耕作放棄地等を活用したバイオ燃料生産事業モデル



■2　奄美大島（1 市 2 町 2 村）　耕作放棄地等を活用したバイオ燃料生産事業モデル



④　調査対象バイオマスと変換燃料の設定

モデルプランの設定に従い、奄美市の調査対象となるバイオマスと変換燃料は、下記の通りとした。

対象市町村		対象バイオマス		自生（既存）からの供給可能量	プランテーションからの供給可能量	燃料変換
県	市町村					
鹿児島県	奄美市	主	アカギ	-	◯	①固形燃料化（ペレット） ②ガス化
		補完	ー	-	-	

⑤　調査方法

調査方法について、(a) 調査実施者・対応者、(b) 調査方法・スケジュールは下記の通りである。

(a)　調査実施者・対応者

調査実施者（事務局担当者）

区分	所属		担当者
事務局	㈱TRES	代表取締役社長	松野尾　淳
		代表取締役	福田　史恵

対応者（市町村担当者）

区分	市町名	担当課（係）	担当者
鹿児島県	奄美市	商水情報課	米田　大樹

(b)　調査方法・スケジュール

奄美市　調査スケジュール等					
	事前調査	H22年9～10月 【バイオマス利用可能量調査】		H22年10月～H23年3月 【燃料化事業可能性調査】	
		一次調査	二次調査	三次調査	
		事前ヒアリング 1日間	現地調査 1日間	技術者ヒアリング等 1日間	
日程	ー	2010年9月16日	2010年12月17日	2010年12月3日 （メール連絡）	2011年2月2日
調査先	ー	奄美市商水情報課・財政課・奄美市農業委員会	奄美市環境対策課・九州森林管理局鹿児島森林管理署名瀬森林事務所・九州財政局鹿児島財政事務所名瀬財政事務所・あまみ大島森林組合	鹿児島大学農学部 寺岡准教授	環境省奄美自然保護官事務所・大和村・宇検村・瀬戸内町・龍郷町
内容	ー	耕作放棄地面積・市有地面積・市森林整備計画等	世界遺産登録候補に係る環境保護地区について・アカギ自生状況、ほか森林資源について	アカギプランテーション技術について研究資料受領	世界遺産登録候補に係る環境保護地区について・本島内耕作放棄地面積

⑥　バイオマス資源利用可能量

（a）-1 奄美市の耕作放棄地等を活用した新規バイオマス生産モデル

奄美市のバイオマス生産可能地として、耕作放棄地面積を調べた。

平成 21 年度耕作放棄地全体調査（奄美市農業委員会）より、再耕作易、再耕作難、非農地通知書発行済みを合わせた耕作放棄地合計面積は 450.4ha である。

このうち、木質種であるアカギを植栽できるのは非農地発行済みの耕作放棄地 229.3ha である。

また、奄美市財政課より、アカギ生産の可能性のある市有地 4.0ha があるとのことである。

以上より、奄美市の新規バイオマス生産利用モデルとして、非農地発行済みの耕作放棄地 229.3ha と市有地 4.0ha、合計 233.3ha にアカギを植栽し、バイオマス生産することを設定した。詳細は下記の通り。

表 1　奄美市の耕作放棄地等　新規バイオマス生産利用モデル

	H21年度　耕作放棄地全体調査（奄美市農業委員会）より			
	1　再耕作易	2　再耕作難	3　非農地通知書発行済	合計
	ha	ha	ha	ha
耕作放棄地	89.0	132.1	229.3	450.4
耕作放棄地利用ケース	↓（アカギ栽培には要調整）		↓ アカギ栽培（新規）	↓ エネルギープランテーション利用
			229.3	229.3

	奄美市財政課より		
	バイオマス生産利用不可	バイオマス生産利用可	合計
	ha	ha	ha
市有地	1,075.3	4.0	1,079.3
市有地利用ケース	↓（アカギ栽培不可）	↓ アカギ栽培（新規）	↓ エネルギープランテーション利用
		4.0	4.0
【合計】土地利用ケース		↓ アカギ栽培（新規）	↓ エネルギープランテーション利用
		233.3	233.3

（a）-2 奄美大島（1 市 2 町 2 村）の耕作放棄地等を活用した新規バイオマス生産モデル

奄美大島のバイオマス生産可能地として、耕作放棄地面積を調べた。対象市町村は奄美市、龍郷町、瀬戸内町、宇検村、大和村の 1 市 2 町 2 村である。

平成 21 年度耕作放棄地全体調査（1 市 2 町 2 村農業委員会）より、再耕作易、再耕作難、非農地通知書発行済みを合わせた耕作放棄地合計面積は 2,475.8ha である。

このうち、木質種であるアカギを植栽できるのは非農地発行済みの耕作放棄地 937.2ha である。

また、奄美市にアカギ生産の可能性のある市有地 4.0ha がある。

以上より、奄美大島の新規バイオマス生産利用モデルとして、非農地発行済みの耕作放棄地 937.2ha と奄美市有地 4.0ha、合計 941.2ha にアカギを植栽し、バイオマス生産することを設定した。詳細は下記の通り。

表 2　奄美大島の耕作放棄地等　新規バイオマス生産利用モデル

奄美大島（奄美市・龍郷町・瀬戸内町・宇検村・大和村）	H21年度　耕作放棄地全体調査（1市2町2村農業委員会）より			
	1　再耕作易	2　再耕作難	3　非農地通知書発行済	合計
	ha	ha	ha	ha
耕作放棄地	1,050.7	487.9	937.2	2,475.8
耕作放棄地利用ケース	↓（アカギ栽培には要調整）		↓ アカギ栽培（新規）	↓ エネルギープランテーション利用
			937.2	937.2
奄美市	奄美市財政課より			
	バイオマス生産利用不可		バイオマス生産利用可	合計
	ha		ha	ha
市有地	1,075.3		4.0	1,079.3
市有地利用ケース	↓（アカギ栽培不可）		↓ アカギ栽培（新規）	↓ エネルギープランテーション利用
			4.0	4.0
【合計】2030年土地利用ケース			↓ アカギ栽培（新規）	↓ エネルギープランテーション利用
			941.2	941.2

（b）-1 奄美市の耕作放棄地等 233.3ha のアカギ生産可能量

耕作放棄地等 233.3ha を活用したアカギの生産可能量について、検討した。

鹿児島大学農学部では、アカギを含めた木質バイオマスのプランテーションについて試験研究を行っている。

アカギ収量単位について、鹿児島大学農学部寺岡准教授に、2004 年～2007 年宮古島アカギ人工林調査結果報告を提供頂いた。

これよりアカギのプランテーションについて、最大収量となる適伐期は 10 年、10 年生の ha あたりの蓄積は 163.5 ㎥/ha、絶乾時の容積密度は 0.428t/㎥であり、これを含水率 50%時に換算した容積密度は 0.856t/㎥、ha あたりの湿潤重量は 140 t /ha（含水率 50%時）である。

鹿児島大学寺岡准教授　2004年9月～2007年1月宮古島アカギ人工林調査結果報告より
プランテーション作物収量データ（宮古島アカギ人工林平均値）

植栽種	最大収量となる適伐期	アカギ10年生林		
		ha当たりの蓄積	容積密度（絶乾時）	
			容積密度	含水率
	年	㎥/ha	t/㎥	%
アカギ	10	163.5	0.428	0.0

アカギ　含水率50%とした場合（燃料利用時想定）

燃料原料	対象林齢	ha当たりの蓄積	容積密度（絶乾時）		ha当たりの湿潤重量
			容積密度	含水率	
	年	㎥/ha	t/㎥	%	t/ha
アカギ	10	163.5	0.856	50.0	140.0

以上より、奄美市の耕作放棄地等 233.3ha におけるアカギ生産可能量を算出した。

アカギの生産・利用可能率を 100%、伐期を 10 年とした場合、アカギ利用可能量は 3,265.7 トン/年（含水率 50%）である。

表 3　奄美市　アカギ利用可能量

分類	アカギ栽培面積	アカギ10年生林　ha当たりの蓄積*	総蓄積	伐採・利用可能率	伐期（皆伐）*	利用可能材積	アカギ比重*	利用可能重量
	（A）	（B）	（A）×（B）	（C）	（D）	（A）×（B）×（C）/100÷（D）＝（E）	（F）	（E）×（F）
	ha	㎥/ha	㎥	%	年	㎥/年	含水率50%時	t/年
耕作放棄地	229.3	163.5	37,490.6	100.0	10.0	3,749.1	0.86	3,209.2
市有地	4.0	163.5	660.5	100.0	10.0	66.1	0.86	56.5
合　計	233.3		38,151.1			3,815.1		3,265.7

*鹿児島大学寺岡准教授　2004年9月～2007年1月宮古島アカギ人工林調査結果報告より

（b）-2 奄美大島（1 市 2 町 2 村）の耕作放棄地等 941.2ha のアカギ生産可能量

耕作放棄地等 941.2ha を活用したアカギの生産可能量について、検討した。

鹿児島大学農学部では、アカギを含めた木質バイオマスのプランテーションについて試験研究を行っている。

アカギ収量単位について、鹿児島大学農学部寺岡准教授に、2004 年～2007 年宮古島アカギ人工林調査結果報告を提供頂いた。

これよりアカギのプランテーションについて、最大収量となる適伐期は 10 年、10 年生の ha あたりの蓄積は 163.5 ㎥/ha、絶乾時の容積密度は 0.428t/㎥であり、これを含水率 50%時に換算した容積密度は 0.856t/㎥、ha あたりの湿潤重量は 140 t /ha（含水率 50%時）である。

鹿児島大学寺岡准教授　2004年9月～2007年1月宮古島アカギ人工林調査結果報告より
プランテーション作物収量データ（宮古島アカギ人工林平均値）

植栽種	最大収量となる適伐期	アカギ10年生林		
		ha当たりの蓄積	容積密度（絶乾時）	
			容積密度	含水率
	年	㎥/ha	t/㎥	%
アカギ	10	163.5	0.428	0.0

アカギ　含水率50%とした場合（燃料利用時想定）

燃料原料	対象林齢	ha当たりの蓄積	容積密度（絶乾時）		ha当たりの湿潤重量
			容積密度	含水率	
	年	㎥/ha	t/㎥	%	t/ha
アカギ	10	163.5	0.856	50.0	140.0

以上より、奄美大島の耕作放棄地等 941.2ha におけるアカギ生産可能量を算出した。

アカギの生産・利用可能率を 100%、伐期を 10 年とした場合、アカギ利用可能量は 13,173.2 トン/年（含水率 50%）である。

表 4　奄美大島　アカギ利用可能量

分類	アカギ栽培面積	アカギ10年生林　ha当たりの蓄積*	総蓄積	伐採・利用可能率	伐期（皆伐）*	利用可能材積	アカギ比重*	利用可能重量
	（A）	（B）	（A）×（B）	（C）	（D）	（A）×（B）×（C）/100÷（D）＝（E）	（F）	（E）×（F）
	ha	㎥/ha	㎥	%	年	㎥/年	含水率50%時	t/年
奄美大島耕作放棄地	937.2	163.5	153,232.2	100.0	10.0	15,323.2	0.86	13,116.7
奄美市有地	4.0	163.5	660.5	100.0	10.0	66.1	0.86	56.5
合　計	941.2		153,892.7			15,389.3		13,173.2

*鹿児島大学寺岡准教授　2004年9月～2007年1月宮古島アカギ人工林調査結果報告より

⑦　バイオ燃料変換量

奄美市の固形燃料（ペレット）製造事業、およびガス燃料製造事業について、原料供給量を下記に設定し、固形燃料（ペレット）、ガス燃料変換量を、重油換算量として算出した。

表 5　①固形燃料（ペレット）製造　前提

原料生産対象	①-1 奄美市	①-2 奄美大島 （1 市 2 町 2 村）
原料	アカギ （含水率 50%）	アカギ （含水率 50%）
原料利用量　年間量	3,265.7 トン/年	13,173.2 トン/年

表 6　②ガス燃料製造　前提

原料生産対象	②-1 奄美市	②-2 奄美大島 （1 市 2 町 2 村）
原料	アカギ （含水率 50%）	アカギ （含水率 50%）
原料利用量　年間量	3,265.7 トン/年	13,173.2 トン/年

（a）-1 奄美市　①固形燃料（ペレット）変換量

アカギの固形燃料（ペレット）変換量について、発熱量は下記の計算式を用いて算出した。なお、固形燃料（ペレット）の含水率は 10%とした。

乾物発熱量原単位（GJ/dry-t）＝0.4571×（%C：炭素含有%）－2.7

高位発熱量（GJ/年）＝乾物発熱量原単位×絶乾重量

低位発熱量（GJ/年）＝高位発熱量（GJ/年）－2.6（20℃→100℃昇温＋水気化熱*3GJ/t）×水分発生量（t/年）

これより算出した、奄美市を原料生産対象としたアカギの固形燃料（ペレット）変換量は、重油換算量 864.0kL/年である。

原料			ペレット燃料（含水率10%）		乾物発熱原単位（GJ/dry-t）＝（0.4571×（%C:乾物基準）－2.7）			高位発熱量（GJ/年）＝乾物発熱原単位×絶乾発生量	低位発熱量（GJ/年）＝高位発熱量（GJ/年）-2,6（20℃→100℃昇温＋水気化熱*3GJ/t）×水分発生量（t/年）	
					乾物発熱単位	炭素含有割合*1	補正値	高位発熱量（GJ/年）	低位発熱量（GJ/年）	重油換算量（kL/年）*2
アカギ（水分50%）	絶乾量（t/年	1,632.9	絶乾量（t/年	1,632.9	0.4571	0.518	-2.7			
	水分量（t/年	1,632.9	水分量（t/年	181.4						
	生重（t/年）	3,265.7	生重（t/年）	1,814.3				34,254	33,782	864.0

*1 バイオマス情報ヘッドクオーターより
出典：「バイオマス総合利活用マスタープラン」（平成16年3月　千葉県）
＊2 A重油発熱量39.1GJ/kL
（10,866kcal/kg・比重0.86）とした
*3 水気化熱＝539Kcal/100℃水1kgあたり

（a）-2 奄美大島（1 市 2 町 2 村）　①固形燃料（ペレット）変換量

アカギの固形燃料（ペレット）変換量について、発熱量は下記の計算式を用いて算出した。なお、固形燃料（ペレット）の含水率は 10%とした。

乾物発熱量原単位（GJ/dry-t）＝0.4571×（%C：炭素含有%）－2.7

高位発熱量（GJ/年）＝乾物発熱量原単位×絶乾重量

低位発熱量（GJ/年）＝高位発熱量（GJ/年）－2.6（20℃→100℃昇温＋水気化熱*3GJ/t）×水分発生量（t/年）

これより算出した、奄美大島を原料生産対象としたアカギの固形燃料（ペレット）変換量は、重油換算量 3,485.2kL/年である。

原料			ペレット燃料（含水率10%）		乾物発熱原単位（GJ/dry-t）＝（0.4571×（%C:乾物基準）－2.7）			高位発熱量（MJ/年）＝乾物発熱原単位×絶乾発生量	低位発熱量（MJ/年）＝高位発熱量（MJ/年）-2,600（20℃→100℃昇温＋水気化熱*3MJ/t）×水分発生量（t/年）	
					乾物発熱単位	炭素含有割合*1	補正値	高位発熱量（GJ/年）	低位発熱量（GJ/年）	重油換算量（kL/年）*2
アカギ（水分50%）	絶乾量（t/年	6,586.6	絶乾量（t/年	6,586.6	0.4571	0.518	-2.7			
	水分量（t/年	6,586.6	水分量（t/年	731.8						
	生重（t/年）	13,173.2	生重（t/年）	7,318.5				138,172	136,270	3,485.2

*1 バイオマス情報ヘッドクオーターより
出典：「バイオマス総合利活用マスタープラン」（平成16年3月　千葉県）
＊2 A重油発熱量39.1GJ/kL
（10,866kcal/kg・比重0.86）とした
*3 水気化熱＝539Kcal/100℃水1kgあたり

（b）-1 奄美市　②ガス燃料変換量

アカギのガス燃料変換量について、NEDO 事業「平成 14 年度バイオマス等未活用エネルギー実証試験事業」報告書より、中外炉工業㈱多筒型ロータリーキルンガス化炉の諸元を用いて算出した。詳細は下記の通りである。

ガス燃料変換　緒元

本報告試算条件						備考		
原料			ガス化			ガス化方式		出展
原料	形状	含水率	生成ガスエネルギー単位	原料（ガス化・外熱用合計）の生成ガス発生単位		中外炉工業㈱多筒型ロータリーキルンガス化炉	外熱式（間接加熱式）	NEDO・平成14年度バイオマス未活用エネルギー実証試験事業
			MJ/㎥	㎥/t	MJ/t			
木質・草本バイオマス	チップ・50mm以下	16%	10.70	942.9	10,088.6			

これより算出した、奄美市を原料生産対象としたアカギのガス燃料変換量は、重油換算量501.6kL/年である。

原料			ガス化原料変換（乾燥後）*1		ガス化ガス燃料変換単位*1			ガス収量		
					生成ガス発熱量単位	原料（ガス化・外熱用合計）の生成ガス発生単位		ガス収量	発熱量	重油換算量*2
	t/年	含水率	t/年	含水率	MJ/㎥	㎥/t	GJ/t	㎥/年	GJ/年	kL/年
アカギ	3,265.7	50.0%	1,943.9	16.0%	10.70	942.9	10.1	1,832,874.1	19,610.9	501.6

*1 NEDO・平成14年度バイオマス未活用エネルギー実証試験事業
中外炉工業㈱多筒型ロータリーキルンガス化炉（外熱・間接式）実証値
*2 A重油発熱量39.1GJ/kL （10,866kcal/kg・比重0.86）とした

（b）-2 奄美大島（１市２町２村）　②ガス燃料変換量

アカギのガス燃料変換量について、NEDO 事業「平成 14 年度バイオマス等未活用エネルギー実証試験事業」報告書より、中外炉工業㈱多筒型ロータリーキルンガス化炉の諸元を用いて算出した。詳細は下記の通りである。

ガス燃料変換　緒元

本報告試算条件						備考		
原料			ガス化			ガス化方式		出展
原料	形状	含水率	生成ガスエネルギー単位	原料（ガス化・外熱用合計）の生成ガス発生単位		中外炉工業㈱多筒型ロータリーキルンガス化炉	外熱式（間接加熱式）	NEDO・平成14年度バイオマス未活用エネルギー実証試験事業
			MJ/m³	m³/t	MJ/t			
木質・草本バイオマス	チップ・50mm以下	16%	10.70	942.9	10,088.6			

これより算出した、奄美大島を原料生産対象としたアカギのガス燃料変換量は、重油換算量 2,023.2kL/年である。

原料			ガス化原料変換（乾燥後）*1		ガス化ガス燃料変換単位*1			ガス収量		
					生成ガス発熱量単位	原料（ガス化・外熱用合計）の生成ガス発生単位		ガス収量	発熱量	重油換算量*2
	t/年	含水率	t/年	含水率	MJ/m³	m³/t	GJ/t	m³/年	GJ/年	kL/年
アカギ	13,173.2	50.0%	7,841.2	16.0%	10.70	942.9	10.1	7,393,458.5	79,106.6	2,023.2

*1 NEDO・平成14年度バイオマス未活用エネルギー実証試験事業
中外炉工業㈱多筒型ロータリーキルンガス化炉（外熱・間接式）実証値
*2 A重油発熱量39.1GJ/kL （10,866kcal/kg・比重0.86）とした

⑧　燃料需要量

今後奄美市において、バイオ燃料等の再生可能エネルギーの導入を検討していくためには、市内のエネルギー需要量を把握する必要がある。

そこで、奄美市の市街地を包含する旧名瀬市のエネルギー需要について、旧名瀬市の平成 13 年度名瀬市地域新エネルギービジョン策定事業報告書（平成 14 年 2 月　名瀬市）より、下表 6 に抜粋した。

旧名瀬市では、電力、都市ガス、LP ガス、石油系液体燃料をエネルギーとして使用しており、本調査のペレット燃料は石油系液体燃料、ガス燃料は都市ガスまたは LP ガスの代替として有望である。

本調査の奄美市、および奄美大島における、アカギの①固形燃料（ペレット）変換量は低位発熱量 33,782GJ/年（重油換算 864.0kL/年）、および低位発熱量 136,270GJ/年（重油換算 3,485.2kL/年）、また②ガス燃料変換量は低位発熱量 19,611GJ/年（重油換算 501.6kL/年）、および低位発熱量 79,107GJ/年（重油換算 2,023.2kL/年）である。

全てのケースにおいて、バイオ燃料利用設備の新規導入は必要であるが、旧名瀬市において業務用等の区分単位でのエネルギー代替を検討していくことが十分に可能であると考える。

表 7　旧名瀬市のエネルギー需要量（平成 13 年度調査報告値）

（単位：GJ/年）

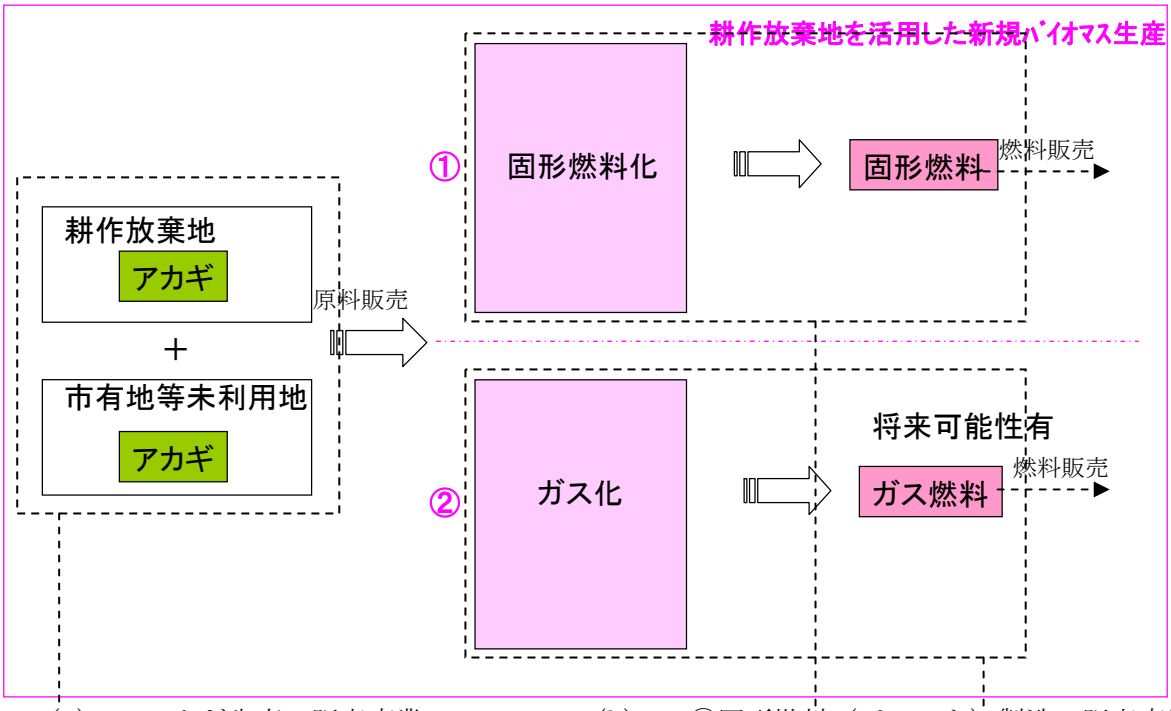
区分	電力	都市ガス	LPガス	石油系液体燃料	合計
家庭用	275,300	157,500	85,400	30,000	548,200
業務用	261,900	42,700	20,300	50,700	375,600
産業用	42,300	800	100	14,500	57,700
運輸用	0	0	62,400	913,300	975,700
合計	579,500	201,000	168,200	1,008,500	1,957,200

出展：平成13年度名瀬市地域新エネルギービジョン策定事業報告書（平成14年2月　名瀬市）

⑨　燃料等製造事業化提案

奄美市（1）、および奄美大島（2）における、耕作放棄地等を活用したバイオマス生産および燃料製造事業について、（a）アカギ生産・販売事業、（b）固形燃料（ペレット）製造・販売事業、（c）ガス燃料製造・販売事業について試算をし、事業性を評価した。

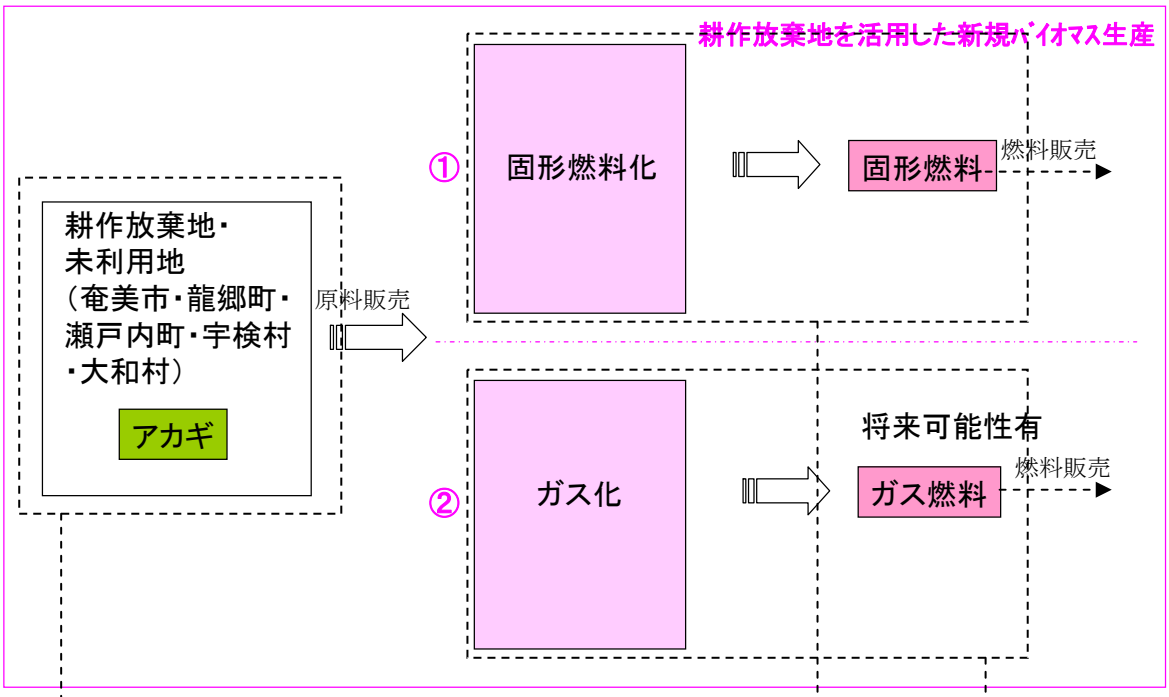
■1　奄美市　耕作放棄地等を活用したバイオ燃料生産事業モデル



（a）-1 アカギ生産・販売事業　　（b）-1 ①固形燃料（ペレット）製造・販売事業

（c）-1 ②ガス燃料製造・販売事業

■2　奄美大島（1 市 2 町 2 村）　耕作放棄地等を活用したバイオ燃料生産事業モデル



（a）-2 アカギ生産・販売事業　　（b）-2 ①固形燃料（ペレット）製造・販売事業

（c）-2 ②ガス燃料製造・販売事業

（a）-1　奄美市　アカギ生産・販売事業試算

奄美市の**耕作放棄地等 233.3haにアカギを植栽し、伐期に到達する 10 年目以降、燃料原料として収穫・販売する事業**について、試算を実施した。試算表は、次頁に示す。

この結果を下記に取り纏めた。本事業における、**アカギの販売価格は 16.4 円/kg（含水率 50%）**となる。

本事業の地域への効果は、**雇用創生数 2.9 人**、**農地所有者収入（農地賃借料）1.36 千万円/年**、ほか**イニシャルコストの植栽費にも人件費が含まれ、地元雇用を創生**する。

	項目		単位等	条件・結果等	備考
前提条件	事業概要	生産方法	耕作放棄地等での栽培・生産		対象面積 233.3ha
		生産ﾊﾞｲｵﾏｽ	アカギ（含水率 50%）		燃料原料として販売
			t/年	3,265.7	
	事業条件	事業者	農業者		
		生産地	耕作放棄地等 233.3ha（賃借）		農地所有者へ賃借料を支払
		ほか	はじめの 10 年間は植栽のみ、10 年後から生産・販売を開始		
			伐採作業は、9 人 1 班で実施し、ﾌﾟﾛｾｯｻｰ・ﾌｫﾜｰﾀﾞ・ｸﾞﾗｯﾌﾟﾙ・ｸﾞﾗｯﾌﾟﾙﾔｰﾀﾞを 80 万円/月でﾘｰｽし使用するものとした		
			アカギの運搬は 20t ﾄﾗｯｸを使用するものとした		
			天然更新を前提とし、伐採後植栽等の造林は行わないものとした		
	試算条件	ｲﾆｼｬﾙｺｽﾄについて	全て借入金で賄い、10 年返済・金利負担 3%とし、返済金をﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄに組み入れた		
		一般管理費	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄの 10%とした		
		ﾊﾞｲｵﾏｽ販売価格の算出方法	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄと一般管理費の合計を、ﾊﾞｲｵﾏｽ生産量で割った額を販売価格とした		
試算結果	イニシャルコスト	土地取得費	千万円	0	
		設備等	千万円	0	ﾌﾟﾛｾｯｻｰ・ﾌｫﾜｰﾀﾞ・ｸﾞﾗｯﾌﾟﾙ・ｸﾞﾗｯﾌﾟﾙﾔｰﾀﾞ（ﾘｰｽ）
		植栽費	千万円	20.2	
	ランニングコスト	人件費	千万円/年	1.0	
		その他	千万円/年	3.8	返済金を含む
	販売価格①	販売ﾊﾞｲｵﾏｽ	アカギ（含水率 50%）		
		販売価格	円/kg	16.4	
地域への効果	雇用創生	雇用創生数	人	2.9	360 万円/人/年とした
	経済効果	農地所有者収入	千万円/年	1.36	農地賃借料
		ほか	植栽費にも人件費を含む		

アカギ材生産事業(233ha)　アカギ　3,266トン/年（含水率50%）

工程		事業者	期間	イニシャル				ランニング			
				土地		設備・機器		資材・メンテナンス		人	
項目	細分			面積	取得費（円）	種類	購入費（円）	項目	費用(円/年)	項目	人件費（円/年）
栽培準備	森林組合協力要請	森林組合	1年	233.3ha*7	0	ﾌﾟﾛｾｯｻｰ 1台（ﾘｰｽ） *1	0				
						ﾌｫﾜｰﾀﾞ 1台（ﾘｰｽ） *1	0				
						ｸﾞﾗｯﾌﾟﾙ 1台（ﾘｰｽ） *1	0				
						ｸﾞﾗｯﾌﾟﾙﾔｰﾀﾞ1台（ﾘｰｽ） *1	0				
	アカギ造林		10年（23.3ha/年×10年）			地拵え*2（233.3ha分）	32,428,700				
						植え付け*2（233.3ha分）	29,162,500				
						苗木代*2（233.3ha分）	58,325,000				
						下刈り*2（233.3ha分）	81,888,300				
栽培	下刈り		通年	23.33ha/年（10年伐期）						下刈り*2	8,188,830
伐採・収集						ﾌﾟﾛｾｯｻｰ・ﾌｫﾜｰﾀﾞ・ｸﾞﾗｯﾌﾟﾙ・ｸﾞﾗｯﾌﾟﾙﾔｰﾀﾞ（ﾘｰ		軽油*1 10.5kL/年	1,155,000	190人日 *4*6	2,137,500
								機械ﾘｰｽ料 *1*3（21日）	800,000		
運搬	ﾄﾗｯｸ輸送					20tﾄﾗｯｸ		運賃*5 2台×21日	2,100,000		
土地賃借料								畑地賃借料 *7（233.3ha）	13,580,393		
元金返済（10年返済）								ｲﾆｼｬﾙ損料	20,180,450		
金利返済（金利3%・10年返済）								ｲﾆｼｬﾙ金利返済	605,414		
小計（円・円/年）					0		201,804,500		38,421,257		10,326,330
合計（円/年）									48,747,587		
一般管理費（ランニングの10%）				4,874,759							
総計（円/年）				53,622,345							
原料販売	3,265.7 t/年 （含水率50%）	販売単価（円/t）		16,420							
		販売単価（円/kg）		16.4							
		売上合計（円/年）		53,622,345							

*1 平成 20 年 1 月㈱TRES　北薩森林組合聞き取り調査より

9 人/1 班（オペレーター含む）

プロセッサー・フォワーダ・グラップル・グラップルフォワーダ　各 1 台リース

＝80 万円/月

軽油使用量　一式（上記 4 台）　500L/日（7.5h）　軽油 110 円/L

*2 「造林コストはどこまで下げうるか」儲かる林業研究会　寺岡行雄（鹿児島大学農学部）

平成 22 年 10 月 25 日　JAPIC 低コスト造林研修会　より抜粋

南九州地域でのスギ再造林の標準単価　鹿児島県　ha あたり

植栽合計 514,000 円（地拵え 139,000 円（15 人日）＋植え付け 125,000 円（12.5 人日）＋苗木代 250,000 円（2,500 本×100 円））

下刈り 702,000 円（全刈り 4 回）

アカギの造林コスト　ha あたり下記とした

植栽合計 514,000 円（地拵え 139,000 円（15 人日）＋植え付け 125,000 円（12.5 人日）＋苗木代 250,000 円（2,500 本×100 円））

下刈り 351,000 円（全刈り 2 回）

*3 「次世代林業システム」（社）日本プロジェクト産業協議会　森林再生事業化研究会　平成 22 年 3 月　より

高性能林業機械に必要な事業規模

皆伐のイメージ

3,000ha（立ち木材積密度 250 ㎥/ha）を対象に 50 年伐期で主伐材伐採量 15,000 ㎥/年

このとき、人員　従業員 3 人、250 日/年、約 20 ㎥/人日

*4 3,265.7t/年＝3,797.3 ㎥/年（含水率 50%・比重 0.86 で換算）

3,797.3 ㎥/年÷20 ㎥/人日＝189.9 人日/年≒190 人日/年

190 人日/年÷9 人/1 班＝21.1 日/年≒21 日/年

*5 20t 積載/20t トラック　→3,265.7t/163.3 台

21 日間稼動　→163.3 台÷21 日＝7.78 台/日

7.78 台/日÷4 ストローク/台・日＝1.9 台/日≒2 台/日必要

運賃　20t トラック　5 万円/日

*6 林業者単価　1,500 円/h×7.5h/日＝11,250 円/人日

*7 (財)日本不動産研究所　田畑価格及び賃借料調（平成 22 年 3 月末現在）より抜粋

付表 1　田畑価格及び山林素地価格等（全国平均（普通品等価格））

畑賃借料　10a 当り　5,821 円

（a）-2　奄美大島（1 市 2 町 2 村）　アカギ生産・販売事業試算

奄美大島の**耕作放棄地等 941.2haにアカギを植栽し、伐期に到達する 10 年目以降、燃料原料として収穫・販売する事業**について、試算を実施した。試算表は、次頁に示す。

この結果を下記に取り纏めた。本事業における、**アカギの販売価格は 16.4 円/kg（含水率 50%）**となる。

本事業の地域への効果は、**雇用創生数 11.6 人**、**農地所有者収入（農地賃借料）5.48 千万円/年**、ほか**イニシャルコストの植栽費にも人件費が含まれ、地元雇用を創生**する。

	項目		単位等	条件・結果等	備考
前提条件	事業概要	生産方法	耕作放棄地等での栽培・生産		対象面積 941.2ha
		生産ﾊﾞｲｵﾏｽ	アカギ（含水率 50%）		燃料原料として販売
			t/年	13,173.2	
	事業条件	事業者	農業者		
		生産地	耕作放棄地等 941.2ha（賃借）		農地所有者へ賃借料を支払
		ほか	はじめの 10 年間は植栽のみ、10 年後から生産・販売を開始		
			伐採作業は、9 人 1 班で実施し、ﾌﾟﾛｾｯｻｰ・ﾌｫﾜｰﾀﾞ・ｸﾞﾗｯﾌﾟﾙ・ｸﾞﾗｯﾌﾟﾙﾔｰﾀﾞを 80 万円/月でﾘｰｽし使用するものとした		
			アカギの運搬は 20t ﾄﾗｯｸを使用するものとした		
			天然更新を前提とし、伐採後植栽等の造林は行わないものとした		
	試算条件	ｲﾆｼｬﾙｺｽﾄについて	全て借入金で賄い、10 年返済・金利負担 3%とし、返済金をﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄに組み入れた		
		一般管理費	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄの 10%とした		
		ﾊﾞｲｵﾏｽ販売価格の算出方法	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄと一般管理費の合計を、ﾊﾞｲｵﾏｽ生産量で割った額を販売価格とした		
試算結果	イニシャルコスト	土地取得費	千万円	0	
		設備等	千万円	0	ﾌﾟﾛｾｯｻｰ・ﾌｫﾜｰﾀﾞ・ｸﾞﾗｯﾌﾟﾙ・ｸﾞﾗｯﾌﾟﾙﾔｰﾀﾞ（ﾘｰｽ）
		植栽費	千万円	81.4	
	ランニングコスト	人件費	千万円/年	4.2	
		その他	千万円/年	3.8	返済金を含む
	販売価格①	販売ﾊﾞｲｵﾏｽ	アカギ（含水率 50%）		
		販売価格	円/kg	16.4	
地域への効果	雇用創生	雇用創生数	人	11.6	360 万円/人/年とした
	経済効果	農地所有者収入	千万円/年	5.48	農地賃借料
		ほか	植栽費にも人件費を含む		

アカギ材生産事業(941.2ha)　アカギ　13,173トン/年（含水率50%）

工程		事業者	期間	イニシャル				ランニング			
				土地		設備・機器		資材・メンテナンス		人	
項目	細分			面積	取得費（円）	種類	購入費（円）	項目	費用(円/年)	項目	人件費（円/年）
栽培準備	森林組合協力要請	森 林 組合	1年	941.2ha*7	0	ﾌﾟﾛｾｯｻｰ 1台（ﾘｰｽ）*1	0				
						ﾌｫﾜｰﾀﾞ 1台（ﾘｰｽ）*1	0				
						ｸﾞﾗｯﾌﾟﾙ 1台（ﾘｰｽ）*1	0				
						ｸﾞﾗｯﾌﾟﾙﾔｰﾀﾞ1台（ﾘｰｽ）*1	0				
	アカギ造林		10年（94.12ha/年×10年）			地拵え*2（941.2ha分）	130,826,800				
						植え付け*2（941.2ha分）	117,650,000				
						苗木代*2（941.2ha分）	235,300,000				
						下刈り*2（941.2ha分）	330,361,200				
栽培	下刈り		通年	94.12ha/年（10年伐期）						下刈り*2	33,036,120
伐採・収集						ﾌﾟﾛｾｯｻｰ・ﾌｫﾜｰﾀﾞ・ｸﾞﾗｯﾌﾟﾙ・ｸﾞﾗｯﾌﾟﾙﾔｰﾀﾞ（ﾘｰ		軽油*1 42.5kL/年	4,675,000	766人日 *4*6	8,617,500
								機械ﾘｰｽ料 *1*3（85日）	2,400,000		
運搬	ﾄﾗｯｸ輸送					20tﾄﾗｯｸ		運賃*5 2台×85日	8,500,000		
土地賃借料								畑地賃借料 *7（941.2ha）	54,787,252		
元金返済（10年返済）								ｲﾆｼｬﾙ損料	81,413,800		
金利返済（金利3%・10年返済）								ｲﾆｼｬﾙ金利返済	2,442,414		
小計（円・円/年）					0		814,138,000		154,218,466		41,653,620
合計（円/年）								195,872,086			
一般管理費（ランニングの10%）				19,587,209							
総計（円/年）				215,459,295							
原料販売	13,173.2 t/年 (含水率50%)	販売単価（円/t）		16,356							
		販売単価（円/kg）		16.4							
		売上合計（円/年）		215,459,295							

*1 平成 20 年 1 月㈱TRES　北薩森林組合聞き取り調査より

9 人/1 班（オペレーター含む）

プロセッサー・フォワーダ・グラップル・グラップルフォワーダ　各 1 台リース

＝80 万円/月

軽油使用量　一式（上記 4 台）　500L/日（7.5h）　軽油 110 円/L

*2 「造林コストはどこまで下げうるか」儲かる林業研究会　寺岡行雄（鹿児島大学農学部）

平成 22 年 10 月 25 日　JAPIC 低コスト造林研修会　より抜粋

南九州地域でのスギ再造林の標準単価　鹿児島県　ha あたり

植栽合計 514,000 円（地拵え 139,000 円（15 人日）＋植え付け 125,000 円（12.5 人日）＋苗木代 250,000 円（2,500 本×100 円））

下刈り 702,000 円（全刈り 4 回）

アカギの造林コスト　ha あたり下記とした

植栽合計 514,000 円（地拵え 139,000 円（15 人日）＋植え付け 125,000 円（12.5 人日）＋苗木代 250,000 円（2,500 本×100 円））

下刈り 351,000 円（全刈り 2 回）

*3 「次世代林業システム」（社）日本プロジェクト産業協議会　森林再生事業化研究会　平成 22 年 3 月　より

高性能林業機械に必要な事業規模

皆伐のイメージ

3,000ha（立ち木材積密度 250 ㎥/ha）を対象に 50 年伐期で主伐材伐採量 15,000 ㎥/年

このとき、人員　従業員 3 人、250 日/年、約 20 ㎥/人日

*4 13,173.2t/年＝15,317.7 ㎥/年（含水率 50%・比重 0.86 で換算）

15,317.7 ㎥/年÷20 ㎥/人日＝765.9 人日/年≒766 人日/年

766 人日/年÷9 人/1 班＝85.1 日/年≒85 日/年（約 3 ヶ月）

*5 20t 積載/20t トラック　→13,173.2t/658.7 台

85 日間稼動　→658.7 台÷85 日＝7.75 台/日

7.75 台/日÷4 ストローク/台・日＝1.93 台/日≒2 台/日必要

運賃　20t トラック　5 万円/日

*6 林業者単価　1,500 円/h×7.5h/日＝11,250 円/人日

*7 (財)日本不動産研究所　田畑価格及び賃借料調（平成 22 年 3 月末現在）より抜粋

付表 1　田畑価格及び山林素地価格等（全国平均（普通品等価格））

畑賃借料　10a 当り　5,821 円

（b）-1 奄美市　①固形燃料（ペレット）製造・販売事業試算

原料生産対象を奄美市とした場合の、アカギを原料として固形燃料（ペレット）を製造・販売する事業について、試算を実施した。試算表は、次頁に示す。

この結果を下記に取り纏めた。アカギを 16.4 円/kg（含水率 50%）で購入し、ペレット化した場合、製造する固形燃料（ペレット）の販売価格は 55.1 円/kg、重油換算価格で 115.7 円/Lとなる。本試算の燃料価格は現在の重油価格 80 円/Lと比較した場合、割高となり、事業採算性は良いとは言えない。事業規模がやや小さくスケールデメリットが出ていることもあるが、　原料のアカギ購入費が、廃木材や広葉樹等より高いことに要因がある。これを解決するためには、事業規模を拡大し、スケールメリットを出すことが有効と考える。

本事業の地域への効果は、雇用創生数 2 人、また864kL/年の重油代替となる。

	項目		単位等	条件・結果等	備考
前提条件	事業概要	燃料変換方法	ペレット化		
		原料ﾊﾞｲｵﾏｽ	アカギ（含水率 50%）		購入
			t/年	3,265.7	
		製造燃料	ペレット（含水率 10%）		全量販売
			t/年	1,814	
		燃料重油換算量	kL/年	864.0	
	事業条件	事業者	新規事業者		
		事業地	購入（0.2ha）		
	試算条件	ｲﾆｼｬﾙｺｽﾄについて	全て借入金で賄い、10 年返済・金利負担 3%とし、返済金をﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄに組み入れた		
		一般管理費	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄの 10%とした		
		ﾊﾞｲｵ燃料販売価格の算出方法	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄと一般管理費の合計を、ﾊﾞｲｵ燃料製造量で割った額を販売価格とした		
試算結果	イニシャルコスト	土地取得費	千万円	1.0	0.2ha
		設備等	千万円	13.4	ペレット化設備
	ランニングコスト	人件費	千万円/年	0.72	
		その他	千万円/年	8.4	返済金を含む
	燃料販売価格	販売燃料	ペレット（含水率 10%）		
		販売価格	円/kg	55.1	
		重油換算価格	円/L	115.7	
地域への効果	雇用創生	雇用創生数	人	2.0	360 万円/人/年とした
	重油代替	重油代替量	kL/年	864.0	

①ペレット燃料製造事業　原料：アカギ3,266t/年（含水率50%）
燃料：ペレット 1,814t/年（重油換算864kL/年）

工程		事業者	期間	イニシャル				ランニング			
				土地		設備・機器		資材・メンテナンス		人	
項目	細分			面積	取得費（円）	種類	購入費（円）	項目	費用(円/年)	項目	人件費（円/年）
設備準備	設備建設	新規事業者	1年	0.2ha*1*2	10,000,000	粉砕機*2	41,000,000				
						原料貯蔵設備*2	14,000,000				
						付帯設備*2	18,000,000				
						乾燥設備*2	41,000,000				
						成型設備*2	20,000,000				
原料購入	3,265.7t/年（含水率50%）		通年					原料購入	53,622,345		
燃料製造								電力*2 75kW	3,380,000	2人体制 *3	7,200,000
								重油*4 96.5kL	7,720,000		
								メンテナンス *2	4,100,000		
元金返済（10年返済）								イニシャル損料	14,400,000		
金利返済（金利3%・10年返済）								イニシャル金利返済	432,000		
小計（円・円/年）					10,000,000		134,000,000		83,654,345		7,200,000
合計（円/年）				90,854,345							
一般管理費（ランニングの10%）				9,085,435							
総計（円/年）				99,939,780							
燃料販売	1,814 t/年（含水率10%）	販売単価（円/t）		55,085							
		販売単価（円/kg）		55.1							
		重油換算（円/L）		115.7							
		売上合計（円/年）		99,939,780							

ペレット燃料　発熱量計算

ペレット燃料			乾物発熱原単位（GJ/dry-t）＝（0.4571×（%C:乾物基準）－2.7）			高位発熱量（MJ/年）＝乾物発熱原単位×絶乾発生量	低位発熱量（MJ/年）＝高位発熱量（MJ/年）－2,600（20℃→100℃昇温＋水気化熱*3 MJ/t）×水分発生量（t/年）	
			乾物発熱単位	炭素含有割合*1	補正値	高位発熱量（GJ/年）	低位発熱量（GJ/年）	重油換算量（kL/年）*2
アカギ（水分10%）	絶乾量（t/年	1,633	0.4571	0.518	-2.7			
	水分量（t/年	181						
	生重（t/年）	1,814				34,254	33,782	864.0

*1 バイオマス情報ヘッドクオーターより出典：「バイオマス総合利活用マスタープラン」（平成16年3月　千葉県）

＊2 A重油発熱量39.1GJ/kL（10,866kcal/kg・比重0.86）とした

*3 水気化熱＝539Kcal/100℃水1kgあたり

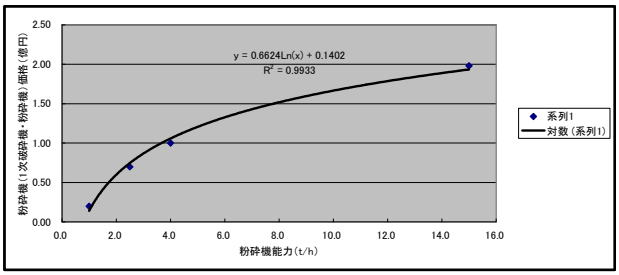
*1　奄美市　５千円/㎡（16,500 円/坪）とした

*2　下記施設調査を実施し、ペレット製造施設の設備費、従業員数、土地面積、使用電力量を算出した（7.5h/日×300 日稼動の場合）。

調査事例				粉砕機能力	ペレット製造設備費								従業員	土地	電力使用規模	
					粉砕設備				ペレット製造設備							
粉砕施設・ペレット製造施設調査先	原料		粉砕量		粉砕機（1次破砕機・粉砕機）	原料貯蔵設備	付帯設備	小計	乾燥設備	成型設備	小計	合計			使用電力規模	電気代（20円/kWh）
		t/年	t/h（2,250h/年）	t/h	億円	億円	億円	億円	億円	億円	億円	億円	人	ha	kW	億円/年
粉砕機：T社（ヒアリング）	木質バイオマス	9,000.0	4.00	4.0	1.00	0.36	0.30	1.66	1.00	0.50	1.50	3.16	4	0.50	200	0.0900
上記以外は㈱TRES試算値	草本系バイオマス	（Z）		（X）	（Y）	（Z×4/100,000）	（Y×0.3）		（Y×1.0）	（Y×0.5）			（Y×4）	（Y×0.5）	（X×50）	（kW×2,250h/年×20円）
長崎県G市（現地調査）	針葉樹	5,625.0	2.50	2.5	0.70	0.23	0.21	1.14					3	0.35	125	0.0563
N社（ヒアリング）	針葉樹	1,890.0	0.84	1.0	0.20	0.08	0.06	0.34					1	0.10	50	0.0225
門川ペレット工場（公表値）	針葉樹	33,750.0	15.00	15.0	1.98	1.35	0.59	3.92	1.98	0.99	2.97	6.89	8	0.99	750	0.3375

*破砕機価格をペレット工場総事業費6.6億円の30%とした

（青字は㈱TRES試算に準じた算出値。門川ペレット工場施設は合計値が算出値と公表値が合致した。）



本報告試算条件		原料	粉砕量	原料規模	粉砕機能力	ペレット製造設備費								従業員	土地	電力使用規模	
						粉砕設備				ペレット製造設備							
						粉砕機（1次破砕機・粉砕機）	原料貯蔵設備	付帯設備	小計	乾燥設備	成型設備	小計	合計			使用電力規模	電気代（20円/kWh）
				Z	X	Y=0.6624Ln(X)+0.1402	Z×4/100,000	Y×0.3		Y×1.0	Y×0.5			Y×4	Y×0.5	X×50	kW×2,250h/年×20円
		t/年	t/h（2,250h/	t/年	t/h	億円	億円	億円	億円	億円	億円	億円	億円	人	ha	kW	億円/年
奄美市	アカギ	3,265.7	1.45	3,375	1.5	0.41	0.14	0.18	0.72	0.41	0.20	0.61	1.34	2	0.20	75	0.0338

ペレット製造設備積算根拠（㈱TRES試算）

破砕設備
原料貯蔵設備

	原料	原料貯蔵設備	原料貯蔵設備建設単価
門川ペレット工場（公表値）	t/年	億円	千円/(t/年)
	①	②	②÷①
	33,750.0	1.35	4.0

粉砕機能力	稼働時間			原料量	破砕機能力	設備費	付帯設備費
	h/日	日/年	h/年	t/年	t/h	億円/基	億円/基
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
木質バイオマス	7.5	300	2250	対象地発生量	④÷③	⑥＝0.662Ln⑤+0.1402	⑦＝⑥×30%
草本系バイオマス	7.5	300	2250	対象地発生量	④÷③	⑥＝0.662Ln⑤+0.1402	⑦＝⑥×30%

注）：⑥は設備費曲線より

ペレット製造設備

乾燥機	稼働時間			原料量	乾燥機能力	設備費
	h/日	日/年	h/年	t/年	t/h	円/基
	①	②	③	④	⑤	
木質バイオマス	7.5	300	2250	対象地発生量	④÷③	破砕機と同額とした
草本系バイオマス	7.5	300	2250	対象地発生量	④÷③	破砕機と同額とした

ペレット製造設備

ペレタイザー能力	稼働時間			原料量	ﾍﾚﾀｲｻﾞｰ能力	設備費
	h/日	日/年	h/年	t/年	t/h	円/基
	①	②	③	④	⑤	⑥
木質バイオマス	7.5	300	2250	対象地発生量	④÷③	破砕機の半額とした
草本系バイオマス	7.5	300	2250	対象地発生量	④÷③	破砕機の半額とした

本試算条件：

7.5h/日×300 日＝2,250h/年稼動の場合

3,265.7t/2,250ｈ＝1.45t/h 粉砕量

粉砕機の能力 1.5t/h　ペレット製造 1.34 億円/設備一式、従業員数 2 人、土地 0.2ha とした。

メンテナンス費用 0.41 千万円/年（粉砕機価格の 10%）

電力使用費　338 万円/年

*3　人件費　360 万円/年・人とした

*4　乾燥工程に必要な燃料量（重油）：ペレット発熱量重油換算量－原料発熱量重油換算量

重油購入価格　80 円/L とした

ペレット燃料　発熱量計算

ペレット燃料			乾物発熱原単位（GJ/dry-t）＝（0.4571×（%C:乾物基準）－2.7）			高位発熱量（MJ/年）＝乾物発熱原単位×絶乾発生量	低位発熱量（MJ/年）＝高位発熱量（MJ/年）－2,600（20℃→100℃昇温＋水気化熱*3MJ/t）×水分発生量（t/年）	
			乾物発熱単位	炭素含有割合*1	補正値	高位発熱量（GJ/年）	低位発熱量（GJ/年）	重油換算量（kL/年）*2
アカギ（水分10%）	絶乾量（t/年	1,633	0.4571	0.518	−2.7			
	水分量（t/年	181						
	生重（t/年）	1,814				34,254	33,782	864.0

*1 バイオマス情報ヘッドクオーターより出典：「バイオマス総合利活用マスタープラン」（平成16年3月　千葉県）

＊2 A重油発熱量39.1GJ/kL（10,866kcal/kg・比重0.86）とした

*3 水気化熱＝539Kcal/100℃水1kgあた

原料　発熱量計算

ペレット燃料			乾物発熱原単位（GJ/dry-t）＝（0.4571×（%C:乾物基準）－2.7）			高位発熱量（MJ/年）＝乾物発熱原単位×絶乾発生量	低位発熱量（MJ/年）＝高位発熱量（MJ/年）－2,600（20℃→100℃昇温＋水気化熱*3MJ/t）×水分発生量（t/年）	
			乾物発熱単位	炭素含有割合*1	補正値	高位発熱量（GJ/年）	低位発熱量（GJ/年）	重油換算量（kL/年）*2
アカギ（水分50%）	絶乾量（t/年	1,633	0.4571	0.518	−2.7			
	水分量（t/年	1,633						
	生重（t/年）	3,266				34,254	30,008	767.5

*1 バイオマス情報ヘッドクオーターより出典：「バイオマス総合利活用マスタープラン」（平成16年3月　千葉県）

＊2 A重油発熱量39.1GJ/kL（10,866kcal/kg・比重0.86）とした

*3 水気化熱＝539Kcal/100℃水1kgあた

乾燥用重油計算	864.0	－	767.5	＝	96.5　KL/年

（b）-2 奄美大島（1 市 2 町 2 村）　①固形燃料（ペレット）製造・販売事業試算

原料生産対象を奄美大島とした場合の、アカギを原料として固形燃料（ペレット）を製造・販売する事業について、試算を実施した。試算表は、次頁に示す。

この結果を下記に取り纏めた。アカギを 16.4 円/kg（含水率 50%）で購入し、ペレット化した場合、製造する固形燃料（ペレット）の販売価格は 51.2 円/kg、重油換算価格で 107.5 円/Lとなる。本試算の燃料価格は現在の重油価格 80 円/Lと比較した場合、原料生産対象を奄美市とした場合よりもスケールメリットが出で販売価格は安くなっているものの、まだ割高となり、事業採算性は良いとは言えない。原料のアカギ購入費が、廃木材や広葉樹等より高いことに要因があり、これを解決するためには、事業規模をさらに拡大し、スケールメリットを出すことが有効と考える。

本事業の地域への効果は、雇用創生数 5 人、また3,485.2kL/年の重油代替となる。

	項目		単位等	条件・結果等	備考
前提条件	事業概要	燃料変換方法	ペレット化		
		原料ﾊﾞｲｵﾏｽ	アカギ（含水率 50%）		購入
			t/年	13,173.2	
		製造燃料	ペレット（含水率 10%）		全量販売
			t/年	7,318	
		燃料重油換算量	kL/年	3,485.2	
	事業条件	事業者	新規事業者		
		事業地	購入（0.66ha）		
	試算条件	ｲﾆｼｬﾙｺｽﾄについて	全て借入金で賄い、10 年返済・金利負担 3%とし、返済金をﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄに組み入れた		
		一般管理費	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄの 10%とした		
		ﾊﾞｲｵ燃料販売価格の算出方法	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄと一般管理費の合計を、ﾊﾞｲｵ燃料製造量で割った額を販売価格とした		
試算結果	イニシャルコスト	土地取得費	千万円	3.3	0.66ha
		設備等	千万円	44.4	ペレット化設備
	ランニングコスト	人件費	千万円/年	1.8	
		その他	千万円/年	32.3	返済金を含む
	燃料販売価格	販売燃料	ペレット（含水率 10%）		
		販売価格	円/kg	51.2	
		重油換算価格	円/L	107.5	
地域への効果	雇用創生	雇用創生数	人	5.0	360 万円/人/年とした
	重油代替	重油代替量	kL/年	3,485.2	

①ペレット燃料製造事業　原料：アカギ 13,173t/年（含水率50%）
燃料：ペレット 7,318t/年（重油換算3,485kL/年）

工程		事業者	期間	イニシャル				ランニング			
				土地		設備・機器		資材・メンテナンス		人	
項目	細分			面積	取得費（円）	種類	購入費（円）	項目	費用(円/年)	項目	人件費（円/年）
設備準備	設備建設	新規事業者	1年	0.66ha*1*2	33,000,000	粉砕機*2	133,000,000				
						原料貯蔵設備*2	54,000,000				
						付帯設備*2	58,000,000				
						乾燥設備*2	133,000,000				
						成型設備*2	66,000,000				
原料購入	13,173.2t/年（含水率50%）		通年					原料購入	215,459,295		
燃料製造								電力*2 300kW	13,500,000	5人体制 *3	18,000,000
								重油*4 389.3kL	31,144,000		
								メンテナンス *2	13,300,000		
元金返済（10年返済）								イニシャル損料	47,700,000		
金利返済（金利3%・10年返済）								イニシャル金利返済	1,431,000		
小計（円・円/年）					33,000,000		444,000,000		322,534,295		18,000,000
合計（円/年）				340,534,295							
一般管理費（ランニングの10%）				34,053,430							
総計（円/年）				374,587,725							
燃料販売	7,318 t/年（含水率10%）	販売単価（円/t）		51,184							
		販売単価（円/kg）		51.2							
		重油換算（円/L）		107.5							
		売上合計（円/年）		374,587,725							

ペレット燃料　発熱量計算

ペレット燃料			乾物発熱原単位（GJ/dry-t）＝（0.4571×（%C:乾物基準）－2.7）			高位発熱量（MJ/年）＝乾物発熱原単位×絶乾発生量	低位発熱量（MJ/年）＝高位発熱量（MJ/年）－2,600（20℃→100℃昇温＋水気化熱*3 MJ/t）×水分発生量（t/年）	
			乾物発熱単位	炭素含有割合*1	補正値	高位発熱量（GJ/年）	低位発熱量（GJ/年）	重油換算量（kL/年）*2
アカギ（水分10%）	絶乾量（t/年	6,587	0.4571	0.518	-2.7			
	水分量（t/年	732						
	生重（t/年）	7,318				138,172	136,269	3,485.2

*1 バイオマス情報ヘッドクオーターより出典：「バイオマス総合利活用マスタープラン」（平成16年3月　千葉県）

＊2 A重油発熱量39.1GJ/kL（10,866kcal/kg・比重0.86）とした

*3 水気化熱＝539Kcal/100℃水1kgあたり

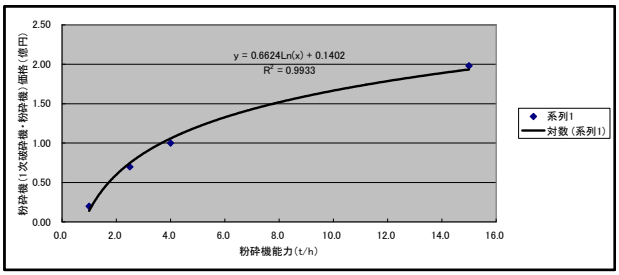
*1　奄美大島　５千円/㎡（16,500 円/坪）とした

*2　下記施設調査を実施し、ペレット製造施設の設備費、従業員数、土地面積、使用電力量を算出した（7.5h/日×300 日稼動の場合）。

調査事例				粉砕機能力	ペレット製造設備費								従業員	土地	電力使用規模	
					粉砕設備				ペレット製造設備							
粉砕施設・ペレット製造施設調査先	原料		粉砕量		粉砕機（1次破砕機・粉砕機）	原料貯蔵設備	付帯設備	小計	乾燥設備	成型設備	小計	合計			使用電力規模	電気代（20円/kWh）
		t/年	t/h（2,250h/年）	t/h	億円	億円	億円	億円	億円	億円	億円	億円	人	ha	kW	億円/年
粉砕機：T社（ヒアリング）	木質バイオマス	9,000.0	4.00	4.0	1.00	0.36	0.30	1.66	1.00	0.50	1.50	3.16	4	0.50	200	0.0900
上記以外は㈱TRES試算値	草本系バイオマス	（Z）		（X）	（Y）	（Z×4/100,000）	（Y×0.3）		（Y×1.0）	（Y×0.5）			（Y×4）	（Y×0.5）	（X×50）	（kW×2,250h/年×20円）
長崎県G市（現地調査）	針葉樹	5,625.0	2.50	2.5	0.70	0.23	0.21	1.14					3	0.35	125	0.0563
N社（ヒアリング）	針葉樹	1,890.0	0.84	1.0	0.20	0.08	0.06	0.34					1	0.10	50	0.0225
門川ペレット工場（公表値）	針葉樹	33,750.0	15.00	15.0	1.98	1.35	0.59	3.92	1.98	0.99	2.97	6.89	8	0.99	750	0.3375

*破砕機価格をペレット工場総事業費6.6億円の30%とした

（青字は㈱TRES試算に準じた算出値。門川ペレット工場施設は合計値が算出値と公表値が合致した。）



本報告試算条件		原料	粉砕量	原料規模	粉砕機能力	ペレット製造設備費							合計	従業員	土地	電力使用規模	
						粉砕設備				ペレット製造設備							
						粉砕機（1次破砕機・粉砕機）	原料貯蔵設備	付帯設備	小計	乾燥設備	成型設備	小計				使用電力規模	電気代（20円/kWh）
				Z	X	Y＝0.6624Ln(X)+0.1402	Z×4/100,000	Y×0.3		Y×1.0	Y×0.5			Y×4	Y×0.5	X×50	kW×2,250h/年×20円
		t/年	t/h（2,250h/	t/年	t/h	億円	億円	億円	億円	億円	億円	億円	億円	人	ha	kW	億円/年
奄美大島	アカギ	13,173.2	5.85	13,500	6.0	1.33	0.54	0.58	2.45	1.33	0.66	1.99	4.44	5	0.66	300	0.1350

ペレット製造設備積算根拠（㈱TRES試算）

破砕設備
原料貯蔵設備

	原料	原料貯蔵設備	原料貯蔵設備建設単価
門川ペレット工場（公表値）	t/年	億円	千円/(t/年)
	①	②	②÷①
	33,750.0	1.35	4.0

粉砕機能力	稼働時間			原料量	破砕機能力	設備費	付帯設備費
	h/日	日/年	h/年	t/年	t/h	億円/基	億円/基
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
木質バイオマス	7.5	300	2250	対象地発生量	④÷③	⑥＝0.662Ln⑤+0.1402	⑦＝⑥×30%
草本系バイオマス	7.5	300	2250	対象地発生量	④÷③	⑥＝0.662Ln⑤+0.1402	⑦＝⑥×30%

注）：⑥は設備費曲線より

ペレット製造設備

乾燥機	稼働時間			原料量	乾燥機能力	設備費
	h/日	日/年	h/年	t/年	t/h	円/基
	①	②	③	④	⑤	⑥
木質バイオマス	7.5	300	2250	対象地発生量	④÷③	破砕機と同額とした
草本系バイオマス	7.5	300	2250	対象地発生量	④÷③	破砕機と同額とした

ペレット製造設備

ペレタイザー能力	稼働時間			原料量	ﾍﾚﾀｲｻﾞｰ能力	設備費
	h/日	日/年	h/年	t/年	t/h	円/基
	①	②	③	④	⑤	⑥
木質バイオマス	7.5	300	2250	対象地発生量	④÷③	破砕機の半額とした
草本系バイオマス	7.5	300	2250	対象地発生量	④÷③	破砕機の半額とした

本試算条件：

7.5h/日×300 日＝2,250h/年稼動の場合

13,173.2t/2,250ｈ＝5.85t/h 粉砕量

粉砕機の能力 6t/h　ペレット製造 4.44 億円/設備一式、従業員数 5 人、土地 0.66ha とした。

メンテナンス費用 1.33 千万円/年（粉砕機価格の 10%）

電力使用費　1,350 万円/年

*3　人件費　360 万円/年・人とした

*4　乾燥工程に必要な燃料量（重油）：ペレット発熱量重油換算量－原料発熱量重油換算量

重油購入価格　80 円/L とした

ペレット燃料　発熱量計算

ペレット燃料			乾物発熱原単位（GJ/dry-t）＝（0.4571×（%C:乾物基準）－2.7）			高位発熱量（MJ/年）＝乾物発熱原単位×絶乾発生量	低位発熱量（MJ/年）＝高位発熱量（MJ/年）－2,600（20℃→100℃昇温＋水気化熱*3 MJ/t）×水分発生量（t/年）	
			乾物発熱単位	炭素含有割合*1	補正値	高位発熱量（GJ/年）	低位発熱量（GJ/年）	重油換算量（kL/年）*2
アカギ（水分10%）	絶乾量（t/年	6,587	0.4571	0.518	-2.7			
	水分量（t/年	732						
	生重（t/年）	7,318				138,172	136,269	3,485.2

*1 バイオマス情報ヘッドクオーターより　＊2 A重油発熱量39.1GJ/kL
出典：「バイオマス総合利活用マスタープラン」（平成16年3月　千葉県）　*3 水気化熱＝539Kcal/100℃水1kgあた（10,866kcal/kg・比重0.86）とした

原料　発熱量計算

ペレット燃料			乾物発熱原単位（GJ/dry-t）＝（0.4571×（%C:乾物基準）－2.7）			高位発熱量（MJ/年）＝乾物発熱原単位×絶乾発生量	低位発熱量（MJ/年）＝高位発熱量（MJ/年）－2,600（20℃→100℃昇温＋水気化熱*3 MJ/t）×水分発生量（t/年）	
			乾物発熱単位	炭素含有割合*1	補正値	高位発熱量（GJ/年）	低位発熱量（GJ/年）	重油換算量（kL/年）*2
アカギ（水分50%）	絶乾量（t/年	6,587	0.4571	0.518	-2.7			
	水分量（t/年	6,587						
	生重（t/年）	13,173				138,172	121,047	3,095.8

*1 バイオマス情報ヘッドクオーターより　＊2 A重油発熱量39.1GJ/kL
出典：「バイオマス総合利活用マスタープラン」（平成16年3月　千葉県）　*3 水気化熱＝539Kcal/100℃水1kgあた（10,866kcal/kg・比重0.86）とした

乾燥用重油計算	3,485.2	－	3,095.8	＝	389.3　KL/年

（c）-1 奄美市　②ガス燃料製造・販売事業

原料生産対象を奄美市とした場合の、アカギを原料としてガス燃料を製造・販売する事業について、試算を実施した。試算表は、次頁に示す。

この結果を下記に取り纏めた。アカギを 16.4 円/kg（含水率 50%）で購入し、ガス化した場合、製造するガス燃料の販売価格は 60.6 円/N㎥、重油換算価格で 221.5 円/Lとなる。本試算の燃料価格は現在の重油価格 80 円/Lより高く、事業採算性は良くないと判断される。これは、ガス化施設のイニシャルコストが高いことに起因するスケールデメリットに加えて、原料のアカギの購入単価が高いことが要因となっている。

本事業の地域への効果は、雇用創生数 2.2 人、また501.6kL/年の重油代替となる。

	項目		単位等	条件・結果等	備考
前提条件	事業概要	燃料変換方法	ガス化		中外炉工業㈱多筒型ﾛｰﾀﾘｰｷﾙﾝｶﾞｽ化炉を前提・発電機を設置せず所内電力を外部から購入するものとした
		原料ﾊﾞｲｵﾏｽ	アカギ（含水率 50%）		購入
			t/年	3,265.7	
		製造燃料	ガス燃料		全量販売
			N ㎥/年	1,832,874.1	
		燃料重油換算量	kL/年	501.6	
	事業条件	事業者	新規事業者		
		事業地	購入（0.1ha）		
	試算条件	ｲﾆｼｬﾙｺｽﾄについて	全て借入金で賄い、10 年返済・金利負担 3%とし、返済金をﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄに組み入れた		
		一般管理費	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄの 10%とした		
		ﾊﾞｲｵ燃料販売価格の算出方法	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄと一般管理費の合計を、ﾊﾞｲｵ燃料製造量で割った額を販売価格とした		
試算結果	イニシャルコスト	土地取得費	千万円	0.5	0.1ha
		設備等	千万円	21.3	ガス化設備（中外炉工業㈱多筒型ﾛｰﾀﾘｰｷﾙﾝｶﾞｽ化炉・発電機無し）
	ランニングコスト	人件費	千万円/年	0.798	
		その他	千万円/年	9.3	返済金を含む
	燃料販売価格	販売燃料	ガス燃料		
		販売価格	円/ N ㎥	60.6	
		重油換算価格	円/L	221.5	
地域への効果	雇用創生	雇用創生数	人	2.2	360 万円/人/年とした
	重油代替	重油代替量	kL/年	501.6	

②ガス化燃料製造事業　原料：アカギ3,266t/年（含水率50%）
燃料：ガス化ガス 1,832,874㎥/年（重油換算502kL/年）

工程		事業者	期間	イニシャル				ランニング			
				土地		設備・機器		資材・メンテナンス		人	
項目	細分			面積	取得費（円）	種類	購入費（円）	項目	費用(円/年)	項目	人件費（円/年）
設備準備	設備建設	新規事業者	1年	0.1ha*1*2	5,000,000	ガス化施設*2	213,000,000				
原料購入	3,265.7t/年（含水率50%）		通年					原料購入	53,622,345	2.2人体制*2*3	7,980,000
燃料製造								用役費*2	1,140,000		
								電力*2 48kW	5,702,400		
								メンテナンス*2	10,080,000		
元金返済（10年返済）								イニシャル損料	21,800,000		
金利返済（金利3%・10年返済）								イニシャル金利返済	654,000		
小計（円・円/年）					5,000,000		213,000,000		92,998,745		7,980,000
合計（円/年）								100,978,745			
一般管理費（ランニングの10%）				10,097,875							
総計（円/年）				111,076,620							
燃料販売（ガス）	1,832,874.1 Nm³/年	販売単価（円/Nm³）		60.6							
		販売単価（円/MJ）*4		5.7							
		重油換算（円/L）*5		221.5							
		売上合計（円/年）		111,076,620							

*4 ガス発熱量10.7MJ/㎥（中外炉工業㈱資料値）で算出
*5 A重油発熱量39.1GJ/kL （10,866kcal/kg・比重0.86）とした

原料			ガス化原料変換（乾燥後）*6		ガス化ガス燃料変換単位*6			ガス収量		
					生成ガス発熱量単位	原料（ガス化・外熱用合計）の生成ガス発生単位		ガス収量	発熱量	重油換算量*7
	t/年	含水率	t/年	含水率	MJ/㎥	㎥/t	GJ/t	Nm³/年	GJ/年	kL/年
アカギ	3,265.7	50.0%	1,943.9	16.0%	10.70	942.9	10.1	1,832,874.1	19,610.9	501.6

*6 NEDO・平成14年度バイオマス未活用エネルギー実証試験事業
中外炉工業㈱多筒型ロータリーキルンガス化炉（外熱・間接式）実証値
*7 A重油発熱量39.1GJ/kL （10,866kcal/kg・比重0.86）とした

*1　奄美市　5千円/㎡とした

*2　中外炉工業㈱技術資料から、多筒型ロータリンキルンガス化炉（外熱式）施設の諸元を得て、これを参考値として、本報告試算条件を下記に算出した（330日/年、24h/日稼動として）。

本報告試算条件						備考		
原料			ガス化			ガス化方式		出展
原料	形状	含水率	生成ガスエネルギー単位	原料（ガス化・外熱用合計）の生成ガス発生単位		中外炉工業㈱多筒型ロータリーキルンガス化炉	外熱式（間接加熱式）	NEDO・平成14年度バイオマス未活用エネルギー実証試験事業資料より H17年8月現在値
			MJ/㎥	㎥/t	MJ/t			
木質・草本バイオマス	チップ・50mm以下	16%	10.70	942.9	10,088.6			

本報告事例					本報告試算条件														備考
					施設概要				イニシャル			年間支出				年間収入				√（本報告事例原料使用量規模／参考値原料使用量規模）
	原料		ガス化原料（含水率16%）*4		原料使用量規模		発電機出力*1	所内消費電力*1	発電設備*2	ガス化施設*3	設備総建設費	減価償却費（15年償却）	メンテナンス費*3	人件費*3	用役費*3	ガス*4	電力*1	熱（温水・廃熱）		
	t/年	含水率	t/年	t/日（330日/	t/年（330日）	t/日	kW	kW	億円	億円	億円	万円/年	万円/年	万円/年	万円/年	GJ/年	kW	kW	GJ/年	
奄美市	3,265.7	50.0%	1,943.9	5.9	1,980	6.0	0	48	0	2.13	2.13	0.14	1,008	798	114	19,611	0	原料乾燥消費		0.775
中外炉工業㈱（間接加熱式多筒型ロータリーキルンガス化炉）資料より、H17年8月現在実証値　支出・エネルギー出カグラフから換算した参考値					3,300	10.0	350	80	1.75	2.75	4.5	3,000	1,300	1,030	147	0	270	600	17,107	1

注：青字は推計値

*1 所内消費電力を参考値から原料使用量規模比で算出し、本報告試算事例では発電機を設置せず、所内電力量を外部から購入するものとし
*2 発電設備建設費を1kWあたり50万円で算出した（九州電力ヒアリングより）
*3 参考値×√原料使用量規模倍（備考列参照）で算出
*4 生成ガス量は、本報告事例のガス化原料量（t/年）×10,088.6MJ/tで算出
（中外炉工業㈱資料より、生成ガス10.7MJ/㎥、生成ガス量942.9㎥/バイオマスt）

用地面積は0.1haとした（原料6t/日規模）。電力は外部から15円/kWhで購入とした。

*3　人件費360万円/年・人とした

（c）-2 奄美大島（1 市 2 町 2 村）　②ガス燃料製造・販売事業

原料生産対象を奄美大島とした場合の、アカギを原料としてガス燃料を製造・販売する事業について、試算を実施した。試算表は、次頁に示す。

この結果を下記に取り纏めた。アカギを 16.4 円/kg（含水率 50%）で購入し、ガス化した場合、製造するガス燃料の販売価格は 48.2 円/N㎥、重油換算価格で 176.3 円/Lとなる。本試算の燃料価格は現在の重油価格 80 円/Lより高く、原料生産対象を奄美市とした場合よりもスケールメリットが出で販売価格は安くなっているものの、まだ割高となり、事業採算性は良くないと判断される。これは、ガス化施設のイニシャルコストが高いことに起因するスケールデメリットに加えて、原料のアカギの購入単価が高いことが要因となっており、これを解決するためには、事業規模をさらに拡大し、スケールメリットを出すことが有効と考える。

本事業の地域への効果は、雇用創生数 4.5 人、また2,023.2kL/年の重油代替となる。

	項目		単位等	条件・結果等	備考
前提条件	事業概要	燃料変換方法	ガス化		中外炉工業㈱多筒型ﾛｰﾀﾘｰｷﾙﾝｶﾞｽ化炉を前提・発電機を設置せず所内電力を外部から購入するものとした
		原料ﾊﾞｲｵﾏｽ	アカギ（含水率 50%）		購入
			t/年	13,173.2	
		製造燃料	ガス燃料		全量販売
			N ㎥/年	7,393,458.5	
		燃料重油換算量	kL/年	2,023.2	
	事業条件	事業者	新規事業者		
		事業地	購入（0.2ha）		
	試算条件	ｲﾆｼｬﾙｺｽﾄについて	全て借入金で賄い、10 年返済・金利負担 3%とし、返済金をﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄに組み入れた		
		一般管理費	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄの 10%とした		
		ﾊﾞｲｵ燃料販売価格の算出方法	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄと一般管理費の合計を、ﾊﾞｲｵ燃料製造量で割った額を販売価格とした		
試算結果	イニシャルコスト	土地取得費	千万円	1.0	0.2ha
		設備等	千万円	43.5	ガス化設備（中外炉工業㈱多筒型ﾛｰﾀﾘｰｷﾙﾝｶﾞｽ化炉・発電機無し）
	ランニングコスト	人件費	千万円/年	1.6	
		その他	千万円/年	30.8	返済金を含む
	燃料販売価格	販売燃料	ガス燃料		
		販売価格	円/ N ㎥	48.2	
		重油換算価格	円/L	176.3	
地域への効果	雇用創生	雇用創生数	人	4.5	360 万円/人/年とした
	重油代替	重油代替量	kL/年	2,023.2	

②ガス化燃料製造事業　原料：アカギ 13,173t/年（含水率50%）
燃料：ガス化ガス 7,393,459㎥/年（重油換算2,023kL/年）

工程		事業者	期間	イニシャル				ランニング			
				土地		設備・機器		資材・メンテナンス		人	
項目	細分			面積	取得費（円）	種類	購入費（円）	項目	費用(円/年)	項目	人件費（円/年）
設備準備	設備建設	新規事業者	1年	0.2ha*1*2	10,000,000	ガス化施設*2	435,000,000				
原料購入	13,173.2t/年（含水率50%）		通年					原料購入	215,459,295	4.5人体制*2*3	16,280,000
燃料製造								用役費*2	2,320,000		
								電力*2 200kW	23,760,000		
								メンテナンス*2	20,550,000		
元金返済（10年返済）								イニシャル損料	44,500,000		
金利返済（金利3%・10年返済）								イニシャル金利返済	1,335,000		
小計（円・円/年）					10,000,000		435,000,000		307,924,295		16,280,000
合計（円/年）				324,204,295							
一般管理費（ランニングの10%）				32,420,430							
総計（円/年）				356,624,725							
燃料販売（ガス）	7,393,458.5 Nm³/年	販売単価（円/Nm³）		48.2							
		販売単価（円/MJ）*4		4.5							
		重油換算（円/L）*5		176.3							
		売上合計（円/年）		356,624,725							

*4 ガス発熱量10.7MJ/㎥（中外炉工業㈱資料値）で算出
*5 A重油発熱量39.1GJ/kL （10,866kcal/kg・比重0.86）とした

原料			ガス化原料変換（乾燥後）*6		ガス化ガス燃料変換単位*6			ガス収量		
					生成ガス発熱量単位	原料（ガス化・外熱用合計）の生成ガス発生単位		ガス収量	発熱量	重油換算量*7
	t/年	含水率	t/年	含水率	MJ/㎥	㎥/t	GJ/t	Nm³/年	GJ/年	kL/年
アカギ	13,173.2	50.0%	7,841.2	16.0%	10.70	942.9	10.1	7,393,458.5	79,106.6	2,023.2

*6 NEDO・平成14年度バイオマス未活用エネルギー実証試験事業
中外炉工業㈱多筒型ロータリーキルンガス化炉（外熱・間接式）実証値
*7 A重油発熱量39.1GJ/kL （10,866kcal/kg・比重0.86）とした

*1　奄美大島　5千円/㎡とした

*2　中外炉工業㈱技術資料から、多筒型ロータリンキルンガス化炉（外熱式）施設の諸元を得て、これを参考値として、本報告試算条件を下記に算出した（330 日/年、24h/日稼動として）。

本報告試算条件						備考		
原料			ガス化			ガス化方式		出展
原料	形状	含水率	生成ガスエネルギー単位	原料（ガス化・外熱用合計）の生成ガス発生単位				
			MJ/㎥	㎥/t	MJ/t			
木質・草本バイオマス	チップ・50mm以下	16%	10.70	942.9	10,088.6	中外炉工業㈱多筒型ロータリーキルンガス化炉	外熱式（間接加熱式）	NEDO・平成14年度バイオマス未活用エネルギー実証試験事業資料より H17年8月現在値

本報告事例					本報告試算条件															備考
					施設概要				イニシャル			年間支出				年間収入				√（本報告事例原料使用量規模／参考値原料使用量規模）
	原料		ガス化原料（含水率16%）*4		原料使用量規模		発電機出力*1	所内消費電力*1	発電設備*2	ガス化施設*3	設備総建設費	減価償却費（15年償却）	メンテナンス費*3	人件費*3	用役費*3	ガス*4	電力*1	熱（温水・廃熱）		
	t/年	含水率	t/年	t/日（330日/	t/年（330日）	t/日	kW	kW	億円	億円	億円	万円/年	万円/年	万円/年	万円/年	GJ/年	kW	kW	GJ/年	
奄美大島	13,173.2	50.0%	7,841.2	23.8	8,250	25.0	0	200	0	4.35	4.35	0.29	2,055	1,628	232	79,107	0	原料乾燥消費		1.581
中外炉工業㈱（間接加熱式多筒型ロータリーキルンガス化炉）資料より、H17年8月現在実証値　支出・エネルギー出カグラフから換算した参考値					3,300	10.0	350	80	1.75	2.75	4.5	3,000	1,300	1,030	147	0	270	600	17,107	1

注：青字は推計値
*1 所内消費電力を参考値から原料使用量規模比で算出し、本報告試算事例では発電機を設置せず、所内電力量を外部から購入するものとし
*2 発電設備建設費を1kWあたり50万円で算出した（九州電力ヒアリングより）
*3 参考値×√原料使用量規模倍（備考列参照）で算出
*4 生成ガス量は、本報告事例のガス化原料量（t/年）×10,088.6MJ/tで算出
（中外炉工業㈱資料より、生成ガス10.7MJ/㎥、生成ガス量942.9㎥/バイオマスt）

用地面積は 0.2ha とした（原料 10t/日規模）。電力は外部から 15 円/kWh で購入とした。

*3　人件費 360 万円/年・人とした

⑩　調査のまとめ

奄美市の第 2 世代バイオ燃料の利活用について、アカギを対象とした本調査を実施した結果見えてきた可能性、課題、留意点について下記にまとめた。

（a）アカギの燃料化の可能性

現在の研究開発の進捗から、アカギから固形燃料（ペレット）、ガス燃料を生産することが可能である。

（b）アカギの燃料化の課題

アカギからの固形燃料（ペレット）生産については、採算性は十分に見込める。スケールメリットを鑑みると、奄美市だけでなく奄美大島全体での原料生産が望ましい。

ガス燃料生産については、他のバイオ燃料製造設備と比較してイニシャルコストが高いため、本調査の奄美大島全体での 13,173t/年の原料生産規模でのガス燃料生産規模でもスケールでメリットが出ており、この倍以上の規模での燃料生産が望ましい。このためには、合わせて奄美大島の森林からの原料供給を実施することが有効と考える。また、燃料供給先を確保することも採算性の確保において不可欠である。

原料収集について、アカギの生産は、本調査では耕作放棄地のうち非農地通知書発行済みの区域と設定したが、地籍を踏まえた具体的な利用可能区域の調査が必要であり、また作業道等のインフラ整備による利用可能区域の確保が課題と考える。また、アカギの栽培・収穫は、今後の研究開発により、低投入化・効率向上が期待されるところである。

（c）アカギの燃料化の留意点

耕作放棄地を活用し、アカギから燃料生産事業を実施するにあたっては、事業区域内に環境省が重要湿地 500 や特定植物群として指定する区域の有無について確認し、影響を与える可能性がある場合には、専門家の指導・助言を踏まえてそれらの保全が図られるような配慮が必要となる。