

**【事業名】バイオエタノール製造におけるエネルギーコスト削減のための超音波濃縮に関する技術開発**

**【代表者】三井造船(株) 木本浩介**

**【実施年度】平成19~20年度**

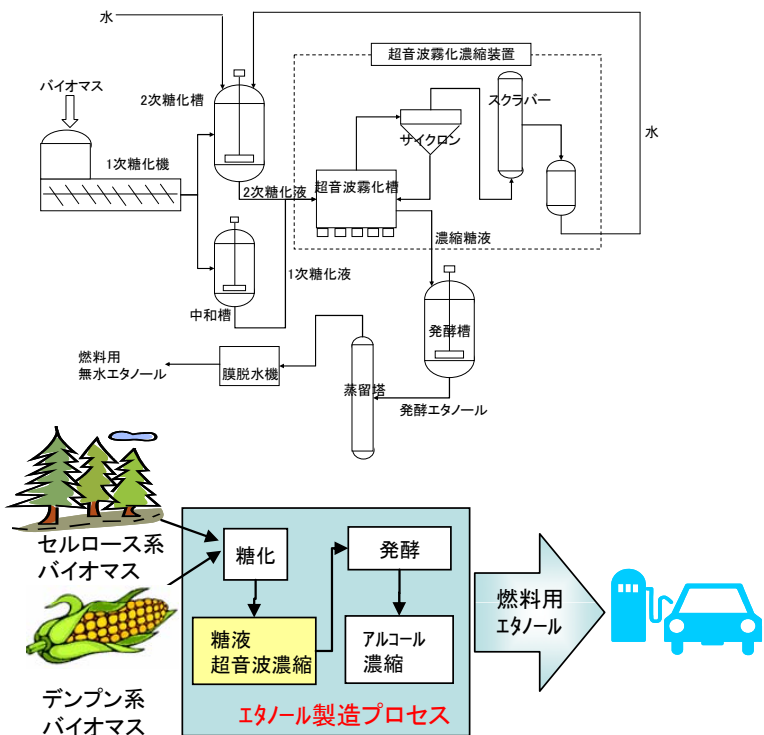
**No. 19-11**

**(1)事業概要**

本事業は、蒸発による濃縮より、数分の1のエネルギーで濃縮が可能となる超音波霧化法を利用し、発酵槽に投入する前の糖液を濃縮する。これにより、発酵後のエタノール濃度を高めることで、エタノール濃縮時(蒸留)のエネルギー量を削減し、バイオエタノール製造プロセスにおける総消費エネルギーを削減する。

**(2)技術開発の成果/製品のイメージ**

バイオエタノール製造では、発酵後数%濃度のエタノールを、燃料用として使用できる99%まで濃縮するために、多量のエネルギーが使用されている。蒸留でのエネルギー消費量は、発酵後のエタノール濃度を高くすることで削減することが可能で、そのためには発酵槽前の糖濃度を上げる必要がある。本事業では、水を蒸発させて糖を濃縮するより、数分の1のエネルギーで濃縮が可能となる超音波霧化法を利用し、エネルギー消費量を抑えて糖を濃縮する技術を開発する。これにより、発酵槽以後の装置の小型化、蒸留エネルギー及び排水量の削減し、設備全体での省エネ化をはかる。



**(3)製品仕様**

開発規模:濃縮糖能力35ton/hr  
 性能:霧化能力 17.5ton/hr 耐用年数10年  
 水分分離エネルギー:120cal/g(水の蒸発潜熱の1/5)  
 予定販売価格:30,000万円(10年償却での回収可能価格)  
 バイオエタノールシステムにおける省エネルギー率:20%

**(4)事業化による販売実績/目標**

<事業展開における目標およびCO2削減見込み>

2009年からの導入初期は、当面の市場となるアメリカで有望顧客の探索。販売体制を確立し、2010年からアメリカ全土での販売を展開する。

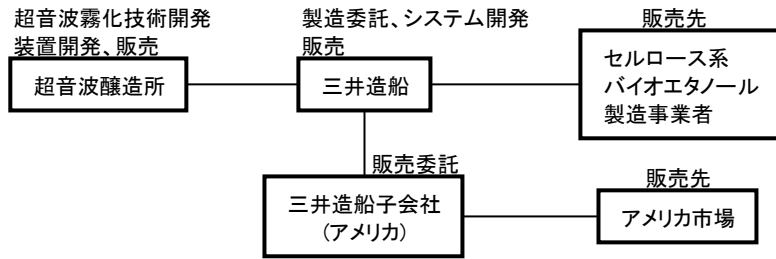
年度	2008	2009	2010	2012	2030 (最終目標)
目標販売台数(台)	0	1	1	5	100
目標販売価格(円/台)	30,000万	25,000万	20,000万	20,000万	20,000万
CO2削減量(t-CO2/年)	0	350	4,000	20,000	40万

<事業拡大の見通し/波及効果>

三井造船社の販売ネットワークを核として、2009年からの導入初期はアメリカの有望顧客と共にモデル事業を実施する。その実績を元に2010年からアメリカ市場での本格的な導入拡大を目指す。また、今後増加が予想されるセルロース系新規設備への導入を目指す。

年度	2008	2009	2010	2012	2030 (最終目標)
有望顧客とのモデル事業		→			
販売網による販売拡大			→		
セルロース系設備へ展開				→	
応用した製品の波及					→

### (5) 事業／販売体制



### (6) 成果発表状況

- ・08年3月31日 「バイオマスアルコールの製造方法」特許出願
- ・08年7月22日 日経産業社よりプレスリリース「バイオ燃料の超音波製法」の紹介

### (7) 期待される効果

#### ○2008年時点の削減効果(実績に基づくこと。実績がない場合は、見込みを記載。)

- ・モデル事業により1台導入(標準仕様の1/10規模)
  - ・年間CO2削減量: 350t-CO2 / 年
- |        |                                      |
|--------|--------------------------------------|
| 従来システム | 1.5kg-CO2/ℓ-Etoh・・・(A)               |
| 本システム  | 1.2kg-CO2/ℓ-Etoh(2007時点)・・・(B)       |
| 以上より、  | 1,155kℓ/年 × ((A) - (B)) = 350t-CO2/年 |

#### ○2010年時点の削減効果

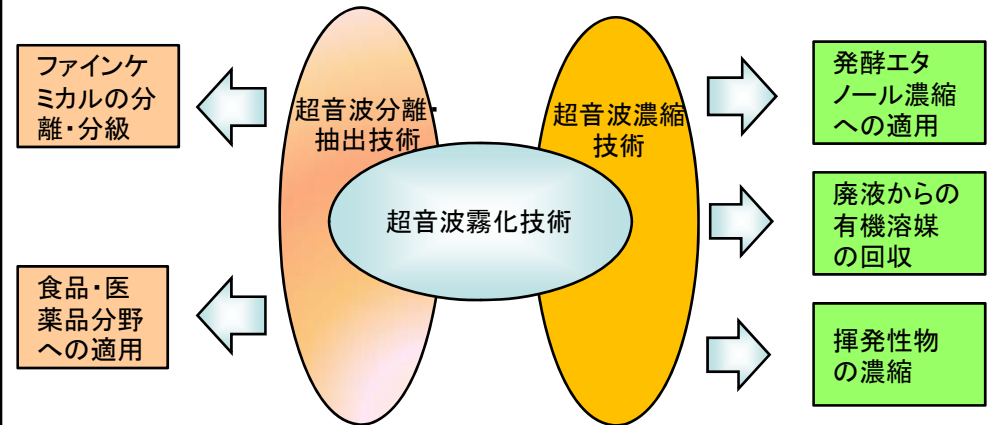
- ・モデル事業により1台導入(標準仕様)
  - ・年間CO2削減量: 4,000t-CO2 / 年
- |        |  |
|--------|--|
| 従来システム | 1.4kg-CO2/ℓ-Etoh・・・(A)                 |
| 本システム  | 1.15kg-CO2/ℓ-Etoh(2010時点)・・・(B)        |
| 以上より、  | 11,550kℓ/年 × ((A) - (B)) = 4000t-CO2/年 |

#### ○2030年時点の削減効果

- ・国内潜在市場規模: 600万kl-Etoh/年(農水省試算)
  - ・2030年度に期待される最大普及量: 100台(生産能力増強計画に基づく年間最大生産5設備。)
  - ・年間CO2削減量: 40万t-CO2 / 年
- |       |   |
|-------|---|
| 本システム | 1.15kg-CO2/ℓ-Etoh/年(2030時点)・・・(C)           |
| 以上より、 | 100台(100万kl/年) × ((A) - (C)) = 40万t-CO2 / 年 |

### (8) 技術・システムの応用可能性

超音波霧化法は、従来の蒸留法や濃縮缶等のような重油燃焼による熱エネルギーを利用したものと異なり、消費エネルギーが少ない上、必要エネルギーは電気で濃縮・分離を可能とする技術で、今回開発した大型工業化設備をバイオ燃料以外にも例えば、電子材料工場から排出される廃液からの有機溶媒の回収のような揮発性有機化合物向けの新しい分離・精製法として実用化していくことでCO2削減効果が期待される。また、本技術は非熱作用であるため香料やアミノ酸、医薬品等の熱に弱い物質の分離・精製にも有効である。今回の霧化ミストの分離操作技術の習得により分離精度を高めることが可能となり高付加価値物分野への導入を検討し、商品化を目指す。



### (9) 今後の事業展開に向けての課題

#### ○事業拡大の実現に向けた課題

- ・モデル事業規模長期運転実証
- ・大型装置生産体制の確立
- ・更なる低コスト化に向けた省エネ化、装置の小型化
- ・海外への事業展開に向けた海外技術動向
- ・国内のバイオエタノール導入の推進

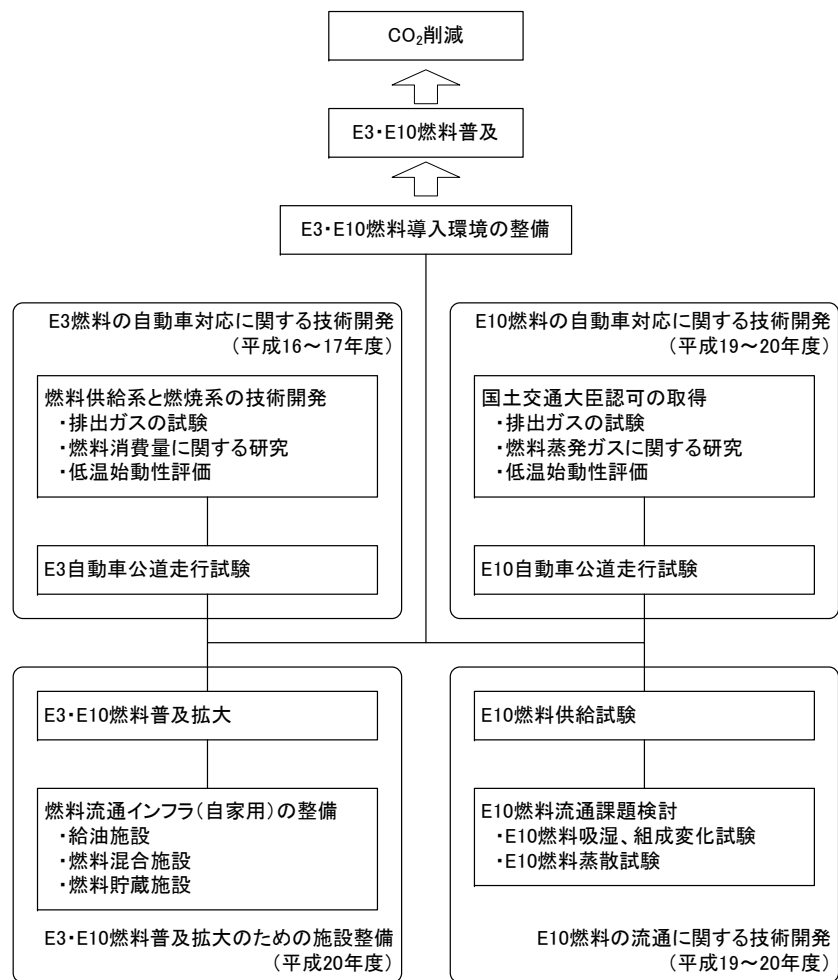
#### ○行政との連携に関する意向

- ・CO2削減に対する支援/補助の拡大
- ・バイオエタノール製造者とのモデル事業導入支援

(1)事業概要

バイオエタノールは、以前より積極的な導入を実施してきたブラジルや北米に加え、近年では中南米、欧州、アジア、オセアニアでも生産、利用のための政策が進められており、それらのうち多くの国では、混合率10%以上が検討されている。本技術開発事業では、日本におけるE3・E10燃料の早期普及実現のための自動車対応と流通に関する技術開発を行い、知見を蓄積する事によって、導入環境を早期に整備する事を目的とする。

(2)技術開発の成果/製品のイメージ



(3)製品仕様

E3・E10燃料普及のため、E3・E10燃料の導入環境を整備する。

- 自動車対応に関する技術開発
  - E3対応自動車の公道走行試験を実施し、E3燃料使用による不具合無き事を確認。
  - E10対応自動車の公道走行試験を実施し、E10燃料使用による不具合無き事を確認。
- 燃料流通に関する技術開発
  - E10燃料の性質に起因する、流通上の留意事項についてまとめた文書を作成。

(4)事業化による販売実績/目標

<事業展開における目標およびCO2削減見込み>

実用化段階におけるコスト目標:レギュラーガソリン市販価格相当

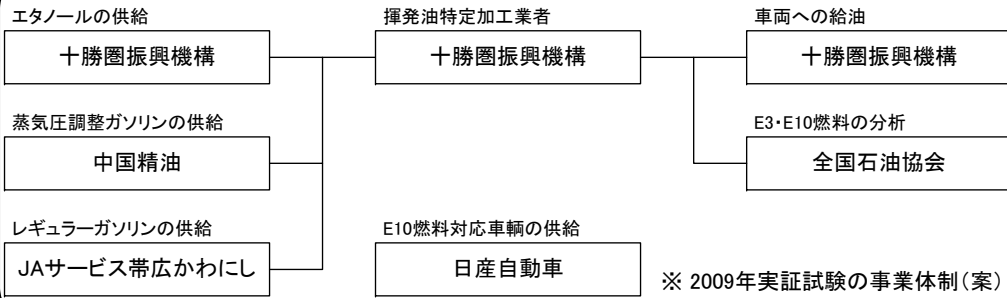
年度	2008	2009	2010	2012	2020 (最終目標)
目標販売シェア	E3 普及拡大 : 6台・月 E10技術開発 : 1台・年	E3 普及拡大 : 10台・年 E10実証試験 : 2台・年	E3 普及拡大 : 10台・年 E10普及拡大 : 10台・年	E3 普及拡大 : 270台・年 E10普及拡大 : 115台・年	十勝管内の全ガソリン車両の90%がE10燃料使用
目標販売価格	—	—	—	ガソリン相当	ガソリン相当
CO2削減量 (t-CO2/年)	0.085(E3) 0.178(E10)	0.283(E3) 0.357(E10)	0.283(E3) 1.783(E10)	9.61(E3) 14.86(E10)	21,377 (E10)

<事業拡大の見通し/波及効果>

2009年度まで、技術開発や走行試験を実施する。2009年度からは十勝管内の行政機関や農業団体によるE3・E10燃料の使用が徐々に開始され、普及が始まる。また、2010年からは一般市民の購入する新車も順次E10対応車となってゆき、2020年には十勝管内のE10燃料のシェアが90%程度となる。

年度	2008	2009	2010	2012	2020 (最終目標)
試験用途でのE10消費		→			
E3・E10燃料普及拡大				→	
E10燃料のシェア90%超					→

### (5)事業／販売体制



### (6)成果発表状況

- ・日本経済新聞「走れバイオエタノール車」(2006/12/8)
- ・国土交通省プレスリリース「E10対応車を初めて大臣認定」(2008/2/6)
- ・日産自動車プレスリリース「～とちかE10実証プロジェクトに参加」(2008/2/6)
- ・毎日新聞「国内初の高濃度バイオ燃料車、日産、公道テストへ」(2008/2/7)
- ・日経産業新聞「バイオ燃料、日産、実証試験に参加」(2008/2/7)
- ・十勝毎日新聞「とちか財団E10対応車を公開」(2008/2/26)
- ・北海道新聞「E10対応車の発表会」(2008/2/26)
- ・日本農業新聞「バイオ燃料の給油所整備」(2009/1/5)

### (7)期待される効果

#### ○2008年時点の削減効果(実績値)

- ・2008年12月より当財団の公用車6台でE3燃料を使用
- ・年間CO2削減量:0.085 t-CO2 /年  
 $\cong 1.8[\text{kL}] \times 0.0203 \times 34.6[\text{GJ/kL}] \times 0.0183[\text{t} \cdot \text{CO}_2/\text{GJ}] \times 44 \div 12$   
 但し、1.8[kL]: 公用車6台の月間E3燃料消費量  
 0.0203: E3燃料導入によるCO2排出削減率( $\cong 1 - 1.01 \times 0.97$ )
- ・本技術開発事業にて、E10対応車1台での走行試験を実施
- ・年間CO2削減量:0.178 t-CO2 /年  
 $\cong 1.2[\text{kL}] \times 0.064 \times 34.6[\text{GJ/kL}] \times 0.0183[\text{t} \cdot \text{CO}_2/\text{GJ}] \times 44 \div 12$   
 但し、1.2[kL]: 試験車1台の年間E10燃料消費量  
 0.064: E10燃料導入によるCO2排出削減率( $\cong 1 - 1.04 \times 0.9$ )

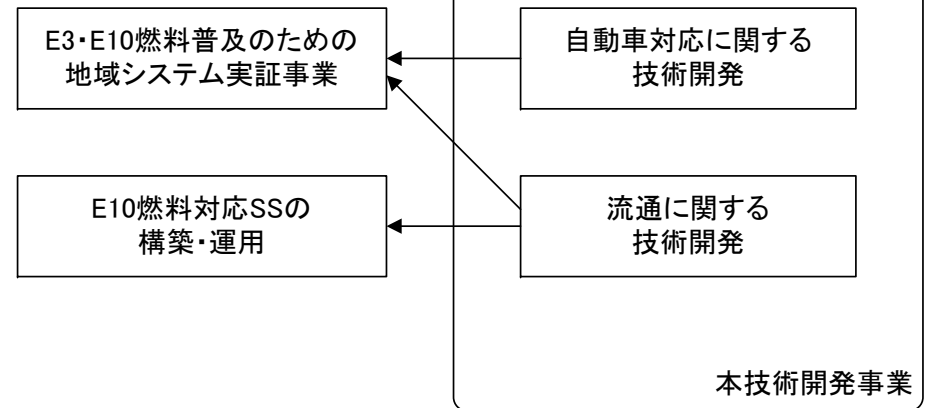
#### ○2020年時点の削減効果

- ・十勝管内E10燃料潜在需要: 159,853[Kl]( $\cong 2,541,380[\text{kL}] \times 0.0629$ )  
 但し、2,541,380[kL]: 石油連盟統計による2006年度の北海道ガソリン消費量  
 0.0629: H17年国勢調査による北海道内の十勝支庁人口比
- ・2020年度に期待される最大消費量: 143,868[kL]( $\cong 159,853[\text{kL}] \times 0.9$ )  
 但し、0.9: 十勝管内におけるE10燃料のシェア(予想値)
- ・年間CO2削減量: 21,377 t-CO2 /年  
 $\cong 143,868[\text{kL}] \times 0.064 \times 34.6[\text{GJ/kL}] \times 0.0183[\text{t} \cdot \text{CO}_2/\text{GJ}] \times 44 \div 12$

### (8)技術・システムの応用可能性

本技術開発の成果は、E3・E10燃料の普及を推進するための地域システム実証事業等に应用可能であり、具体的なCO2削減活動に展開可能である。  
 また、燃料流通時の課題が明確化される事から、E10燃料対応SSの構築や運用への応用が可能である。

#### <技術の応用>



### (9)今後の事業展開に向けての課題

#### ○事業拡大の実現に向けた課題

- ・エタノール直接混合を前提とした、低蒸気圧ガソリン流通の確立
- ・E10対応車(FFV車を含む)の早期市販
- ・E10実証事業の実施(要予算)
- ・E3、E10大規模実証事業の実施による、初期流通インフラの整備(要予算)

#### ○行政との連携に関する意向

- ・低蒸気圧ガソリン流通に対する政府方針の明確化
- ・E10対応車、あるいはFFV車の早期普及に対する政府方針の明確化
- ・特区制度を利用した税制優遇措置等、エタノール流通初期段階における普及推進策の策定(地域行政との連携)

【事業名】食品廃棄物のバイオ水素化・バイオガス化に関する技術開発

【代表者】広島大学 西尾 尚道

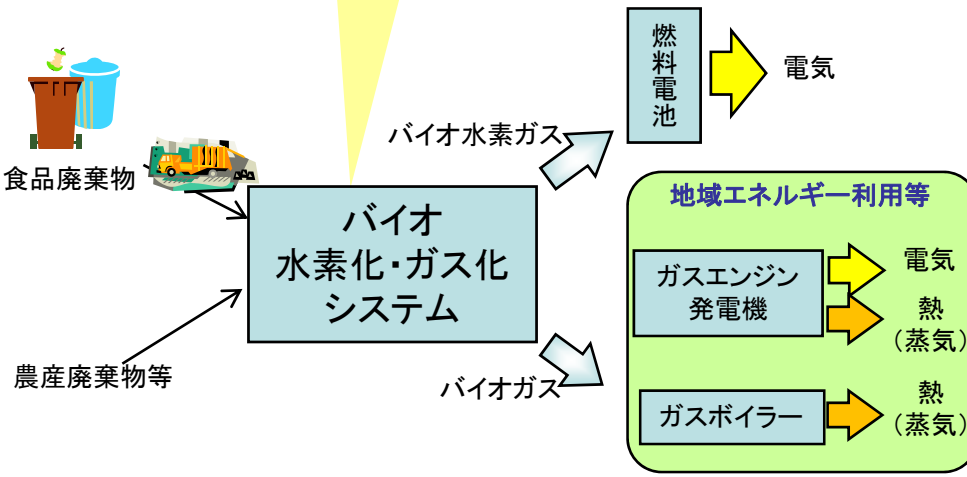
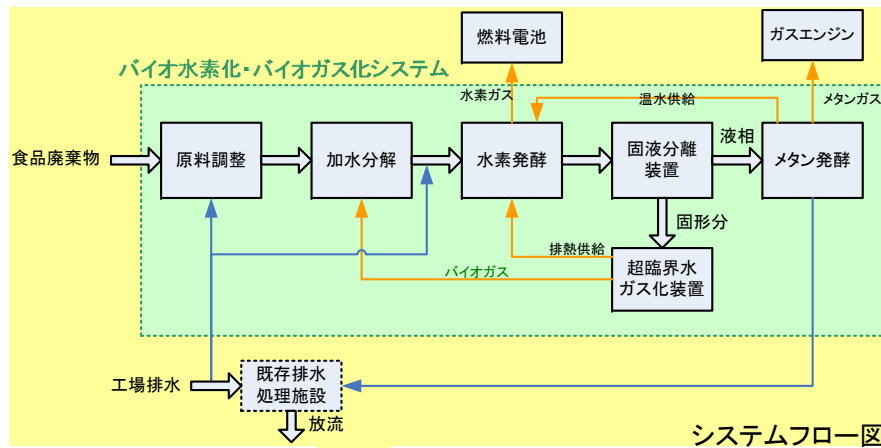
【実施年度】平成19～21年度

No. 19-13

(1)事業概要

本事業は、食品廃棄物から高効率エネルギー回収を行う「水素・メタン発酵生産、残渣の超臨界水バイオガス化」のシステム確立を図るものであり、廃熱を利用した物理化学的溶解と後段の生物プロセスでの溶解・水素発酵を組み合わせ、難溶解有機物の高効率溶解技術を開発し、食品廃棄物全般の処理を実現する。そして、本システムを事業所、地域社会へ普及させる枠組みを構築し、最終的に地域ネットワークモデルを提案する。

(2)システム構成



本システムの全体構成は、上記のとおりである。

(3)目標

- ①加水分解・水素発酵：固形物溶解率80%以上、バイオマスガス化率60%以上
- ②超臨界水ガス化：水素発酵残渣固形分を対象にガス化率95%wt以上
- ③食品廃棄物を対象にシステム全体のエネルギー回収率60%以上
- ④地域エネルギー利用事業モデルの検討

(4)導入シナリオ

本技術の主な「利用先」としては、食品製造業等における自社処理(オンサイト処理)と、市町村や廃棄物処理業者等による集合処理を想定している。

本システムの製品化は、対象物の性状が安定し、エネルギー需要が高い「オンサイト処理システム」の開発を先行して実施する。2010年度より、実プラント規模(約2.5t/日)の実証設備を食品製造工場に併設し、通年の商業試験を行い、処理プラントのパッケージ化を行ったうえで、全国への普及・展開を図る。「集合処理システム」は、「オンサイト処理システム」のパッケージ化と併行して、地域のバイオマス利活用の促進を図るため市町村を対象にモデル事業を実施し、普及・展開を図る。導入拡大後に期待される効果は、下表のとおりである。

	対象食品廃棄物量	CO <sub>2</sub> 排出削減効果
製品化期(2010～2015)	25万t/年	2.1万t/年
普及促進期(2016～2020)	100万t/年	8.7万t/年
普及期(2021～)	508万t/年	44万t/年

<事業スケジュール>

2010年からの導入初期は食品工場に併設するオンサイトシステムを中心に商品生産・販売開始を実施するとともに、一般廃棄物を対象とした実証試験を実施する。そして、2016年からは、集合処理システムを含めた本格的な導入拡大を目指す。

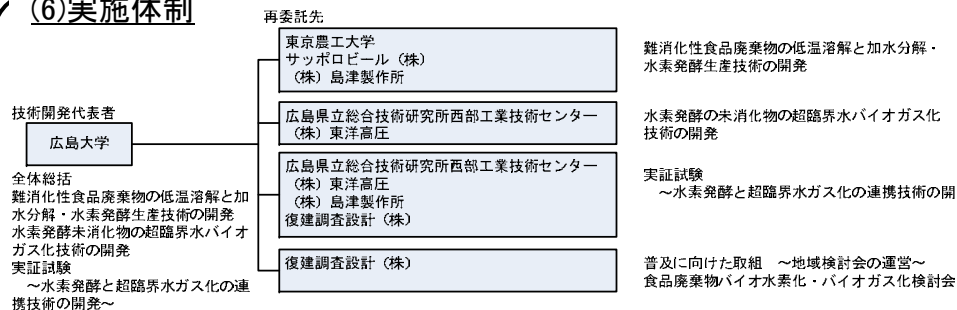
年度	2007 ～2009	2010 ～2014	2015 ～2020	2021 (最終目標)
オンサイト処理技術開発	→			
オンサイト処理システムの パッケージ化、商業試験		→		
オンサイト型機の設置・普及 促進			→	→
集合処理システムのモデル 事業		→		
集合処理システムの普及促 進			→	→



## (5)技術開発スケジュール及び事業費

	H19年度	H20年度	H21年度
難消化性食品廃棄物の低温溶解と加水分解・水素発酵生産技術の開発	→		
水素発酵の未消化物の超臨界水バイオガス化技術の開発	→		
実証試験 ～水素発酵と超臨界水ガス化の連携技術の開発～		→	
普及に向けた取組 ～地域検討会の運営～	→		
	60,200千円	68,400千円	76,000千円

## (6)実施体制



## (7)技術・システムの技術開発の詳細

### (1)難消化性食品廃棄物の低温溶解と、加水分解・水素発酵生産(要素技術A)

- 難消化性成分の前処理方法として低温での脱リグニン・植物構造の破壊を、前処理後の加水分解・水素発酵生産として取得済みのセルロース資化性水素生産菌やセルロース分解菌などの共生発酵技術による直接水素生産の技術開発、実用化を行う。
- 事業系食品製造廃棄物は難消化性成分が10～30%(固形分換算)混入し、固形物溶解率80%以上、ガス化率60wt%以上をパイロット装置で実証することを目標とする。

### (2)水素発酵の未消化物の超臨界水バイオガス化(要素技術B)

- 水素発酵後に発生する未消化発酵残渣(固形分)を連続式超臨界水ガス化技術により完全ガス化を行い、バイオガスを回収する技術開発、実用化を行う。
- 水素発酵槽から発生する未消化発酵残渣篩い分け後の固形分を対象に、バイオマスガス化率95wt%以上をパイロット装置で実証することを目標とする。

### (3)要素技術A及び要素技術Bを組み込んだ全体システムの最適化

- 水素発酵と超臨界水ガス化のパイロット設備を連携させ、事業系食品製造廃棄物等からバイオガス回収を行う総合エネルギー回収システムの技術開発、実用化を行う。
- 事業系食品製造廃棄物等を対象に、設備全体のエネルギー回収率60%以上をパイロット装置で実証することを目標とする。

### (4)普及に向けた取組 ～地域検討会の運営～

- 本システムの普及を図るため、本システムを事業所、地域社会へ普及させる地域ネットワークモデルを提案することを目的に、広島県北広島町をモデルに地域検討会を設置し、地域バイオマスを中心としたエネルギー循環モデルを構築し、エネルギー利用事業のモデル検討を行う。

## (8)これまでの成果

- 本技術開発全体** :技術開発全体の65%達成
- 【加水分解・水素発酵】** :目標の70%達成(年度目標は100%達成)
- 5m<sup>3</sup>規模の水素発酵パイロット設備(実用機の10分の1規模)を目標どおり作成。
  - 加水分解・水素発酵ラボ技術確立:平成20年度に全体目標の70%、平成21年度完了。
- 【超臨界水ガス化】** :目標の70%達成(年度目標は100%達成)
- 水素発酵残渣の基本特性の把握:ほぼ目標達成。実験に合わせ随時分析を行う。
  - 水素発酵残渣のラボスケールガス化:平成20年度中に目標の80%達成。引き続き基礎データ収集を行い平成21年度に完了。
  - パイロット設備(実用機の10分の1規模)を製作、設置完了。
  - 実証試験:オカラ及び食品廃棄物水素発酵残渣のガス化について実験中。平成20年度中に目標の70%達成。平成21年度までに完了。
- 【実証試験】** :本年度未実施(平成21年度実施)
- 【普及に向けた取組】** :目標の60%達成(年度目標は100%達成)
- 広島県北広島町をモデル地域とした地域検討会を設置し、検討会を3回開催。地域活用計画素案まで策定した。平成21年度までに8回実施予定。

## (9)成果発表状況

- 【発表論文】**
- 宗綱, 今村, 玉井, 樋口, 橋本, 野口, 松村「超臨界水を利用した食品廃棄物のガス化の基礎的検討」日本エネルギー学会誌, 88, 50-57 (2009)
- 【口頭発表】**
- Naomichi Nishio 「Hydrogen, ammonia and methane recovery from organic wastes and wastewater, 1st Annual World Congress of Industrial Biotechnology, May18-21, 2008, Hangzhou, China
  - 宗綱, 今村, 野口, 松村「水熱処理による食品廃棄物ガス化装置の開発とその特性について」第42回水環境学会年会, 2008. 3. 19-21, 場所:名古屋大学
  - 原, 松村, 宗綱, 野田「触媒懸濁型超臨界水ガス化における反応工学的検討」第17回日本エネルギー学会。2008. 8. 4-5, 場所:工学院大学
- 他、3編

## (10)期待される効果

### ○2010年時点の削減効果

- オンサイト処理により年間1,000t処理
- 年間CO<sub>2</sub>削減量:87t-CO<sub>2</sub>

$$\left[ \begin{array}{l} \text{従来システム} \quad 55\text{kg-CO}_2/\text{t-ごみ} \\ \text{本システム} \quad 87\text{kg-CO}_2/\text{t-ごみ} \\ \text{以上より、} 1,000\text{t-ごみ}/\text{年} \times 87\text{kg-CO}_2/\text{t-ごみ} = 87\text{t-CO}_2 \end{array} \right]$$

### ○2021年時点の削減効果

- 未利用食品廃棄物量:25.4百万t(「バイオマス・ニッポン総合戦略」関係資料等)
- 2021年度に期待される本システムの導入率:20%(508万t/年)
- 年間CO<sub>2</sub>削減量:44万t-CO<sub>2</sub>

$$\left[ \begin{array}{l} \text{本システム} \quad 87\text{kg-CO}_2/\text{t-ごみ} \\ \text{以上より、} 508\text{万t/年} \times 87\text{kg-CO}_2/\text{t-ごみ} = 44\text{万t-CO}_2 \end{array} \right]$$

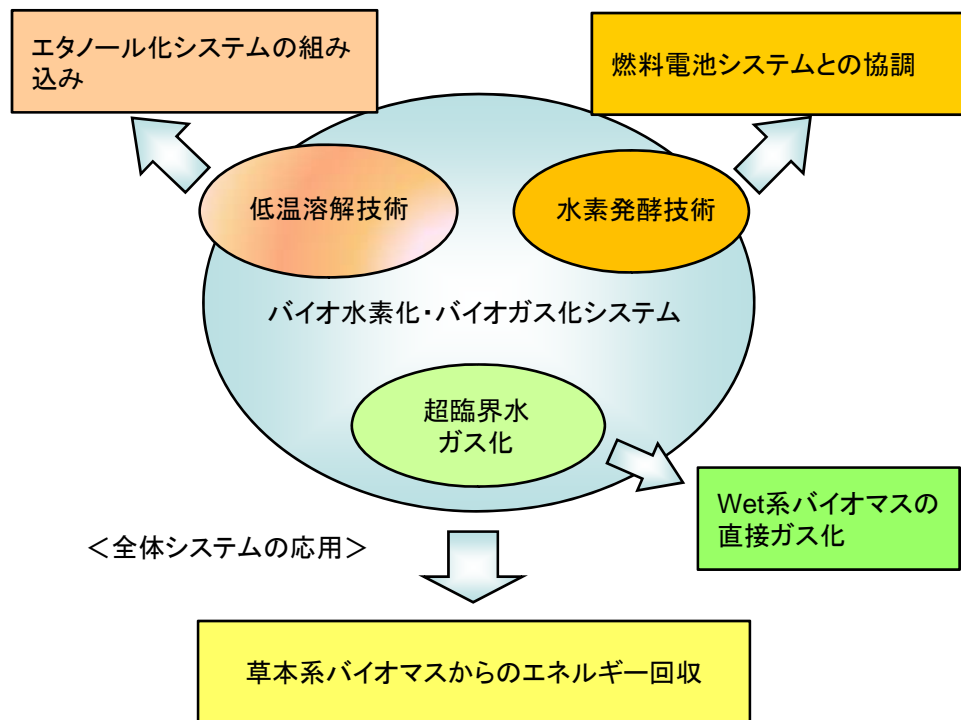
## (11)技術・システムの応用可能性

難消化性食品廃棄物の低温溶解技術は、今回開発したシステム以外にも、エタノール化システムへの組み込みが可能であるほか、水素発酵技術は、バイオマスから燃料電池へ直接水素を供給する効率的な手法となり、更なるCO<sub>2</sub>削減効果が期待される。

全体システムについては、稲わら、刈草や農業残渣等の草本系バイオマスへの適用が考えられ、小規模でエネルギー効率が高いシステムとなるため、地域と連携することで、バイオマスの収集が課題となる中山間地域においても地域エネルギーの地産地消を推進することが可能となり、CO<sub>2</sub>削減効果の拡大が見込まれる。

以上より、本システムの開発により、発生源が都市部に集中する食品廃棄物のみでなく、現在利用が進んでいない中山間地域等の草本系バイオマスを活用したCO<sub>2</sub>削減効果が進むことが期待される。

### <技術・システムの応用>



### <全体システムの応用>

草本系バイオマスからのエネルギー回収

## (12)技術開発終了後の事業展開

### ○量産化・販売計画

本技術の主な「利用先」としては、採算性(処理施設の建設・運営コスト)及び効率性の観点から、食品製造業等における自社処理(オンサイト処理)と、市町村や廃棄物処理業者等による集合処理を想定している。

本システムの製品化は、対象物の性状が安定し、エネルギー需要が高い「オンサイト処理システム」の開発を先行して実施する。2010年度より、食品製造工場への併設を想定した処理プラントのパッケージ化を行ったうえで、全国への普及・展開を図る。

先行して販売を行うオンサイト処理システムは、食品工場操業の経験を有するサッポロビールの販売網を活用して行う。プラント全体設計・エンジニアリング等は、国内外にバイオ燃料プラントの販売実績を有するサッポロビール系列のサッポロエンジニアリング社が行う。

販売価格は、当面5000万円/t以下、維持管理コストは現状の産廃処理費程度を目指し、対象となる施設規模は1~5t/日程度を想定している。なお、導入する食品工場の状況により、本システムのフルセットのみでなく、一部設備の簡略化等、柔軟な対応を行い、導入コストの低減を図る。

「集合処理用システム」は、「オンサイト処理システム」の開発と併行して、地域のバイオマス利活用の促進を図るため、当面、市町村による計画策定等の支援を広島大学・復建調査設計により行いつつ、市町村を対象にモデル事業を実施する。その後、オンサイト処理システムの導入実績をもって、本格的な導入を目指し、全国へ普及・展開を図る。

### ○事業拡大シナリオ

年度	2010	2011	2012	2013	2014
オンサイト処理システムのパッケージ化	→	→			
オンサイトシステム販売拡大		→	→	→	→
集合処理システムのモデル事業実施				→	
集合処理システム販売拡大				→	→

### ○シナリオ実現上の課題

- ・事業化に向けた製品パッケージの開発、実証
- ・販売網拡大のためのメーカーとの連携強化
- ・民生部門の温室効果ガス排出削減を目指し、ローカルエネルギー活用を図る地域エネルギー利活用システムの実証 等

### ○行政との連携に関する意向

- ・地方公共団体等、地域への導入支援事業の展開 等

【事業名】資源用トウモロコシを利用した大規模バイオエタノール製造拠点推進事業

【代表者】北海道立工業試験場 養嶋 裕典

【実施年度】平成19～21年度

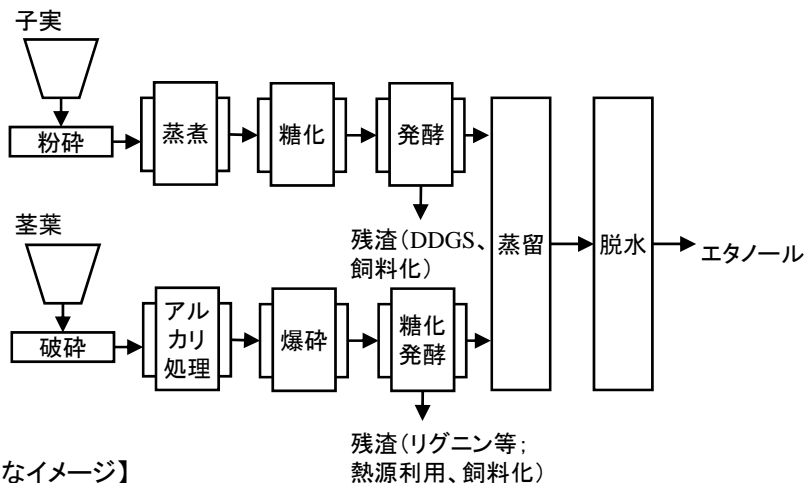
No. 19-14

(1)事業概要

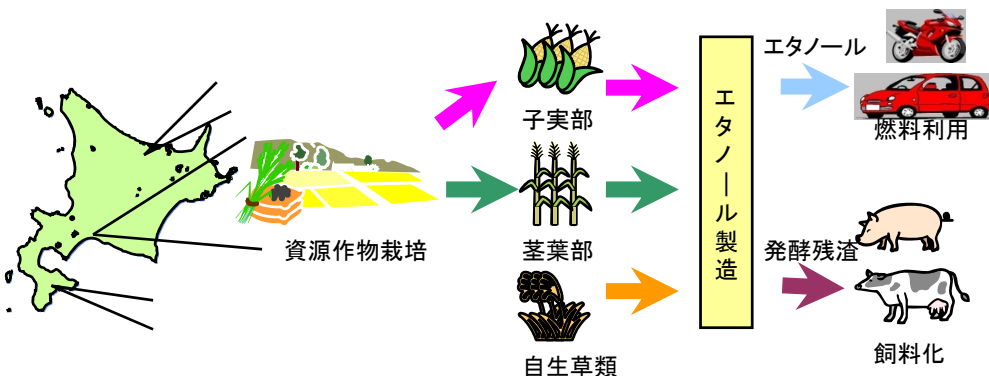
地球温暖化防止を図ることを目的とし、原野や雑種地において栽培した資源用トウモロコシの子実、さらにはセルロース系原料からの低コスト、高効率のバイオエタノール製造方法を開発し、大規模製造拠点の形成に向けたバイオ燃料化方を検討する。

(2)システム構成

【システム図】



【具体的なイメージ】



(3)目標

- ①原野や雑種地において栽培した国産資源用トウモロコシ子実のエタノール原料としての適性評価、エタノール製造工程の最適化、コスト評価
- ②同上のトウモロコシ茎葉の前処理方法の最適化、同時糖化・発酵工程の実現、エタノール製造工程の最適化
- ③受け入れから精製までの一連のプロセスの最適化、装置の開発、コストおよびLCA評価
- ④在来イネ科草種バイオマスの資源作物としての可能性の明確化
- ⑤発酵残渣の飼料特性、保存方法、給与基準の明確化

(4)導入シナリオ

<事業展開におけるコストおよびCO2削減見込み>

モデル地区導入生産規模: 3500kl/年(子実3350kl/年、茎葉150kl/年)  
 実用化段階生産規模: 10000kl/年(子実6700kl/年、茎葉3300kl/年)  
 実用化段階生産規模: 20000kl/年(子実13300kl/年、茎葉6700kl/年)

年度	2010	2011	2012	2013	2015 (最終目標)
目標プラント数(基)	0	1	0	2	3
目標総生産量(kl/年)	0	3500	5000	15000	35000
CO2削減量(t-CO2/年)	0	2700	3800	13600	34000

<事業スケジュール>

産・学・官が参画した「輸送用エコ燃料検討委員会」において、地産地消システムの確立などに関し2010年以降の事業化の検討を行う。2010年からモデル地区にパイロットプラントを導入、その後、各地に拡大を図る。

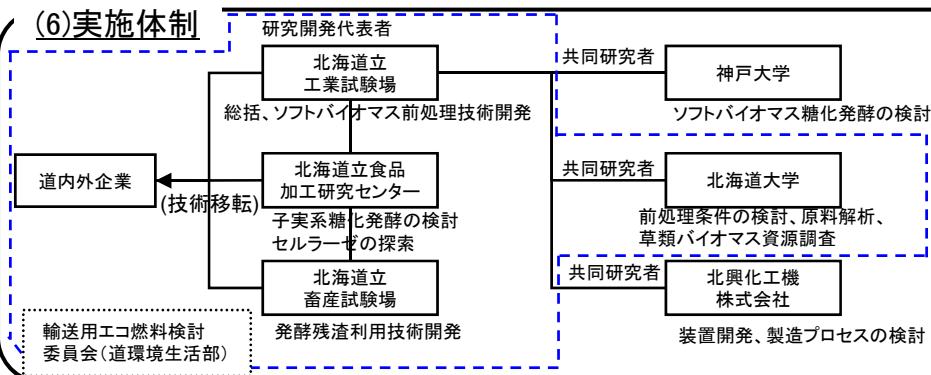
年度	2007	2008	2009	2010	2015 (最終目標)
エコ燃料検討委員会	設立	(2010年の事業化を検討)			
モデル地区への導入					
各地へ拡大					



## (5)技術開発スケジュール及び事業費

	H19年度	H20年度	H21年度
国産子実の発酵・糖化試験			
ソフトバイオマスの前処理技術開発			
糖化、発酵に関する技術			
プロセスの検討			
草類バイオマス資源の調査			
エタノール副産物の有効利用			
	69,731	77,280	80,000

## (6)実施体制



## (7)技術・システムの技術開発の詳細

### (1)国産資源用トウモロコシ子実を原料とした糖化・発酵試験

- 国内で事例のない資源用トウモロコシを原料としたドライミル法によるエタノール製造について糖化・発酵試験を行い、製造効率等の評価を行う。
- 発酵残渣利用を踏まえた原料処理方法の効率化・最適化を検討する。

### (2)ソフトバイオマスの前処理技術開発

- セルロースの酵素糖化・発酵に適した前処理方法の検討、装置の開発を行う。
- ヘミセルロースの過分解抑制、リグニンの分離が課題であり、アルカリ処理と蒸煮・爆砕法を組み合わせた方法について検討する。

### (3)ソフトバイオマスの糖化・発酵に関する技術開発

- 高温耐性酵母、セルラーゼの探索、機能性酵母の構築
- 高効率なセルロースの糖化・発酵を実現するため、冷却負荷の少ない高温耐性酵母の探索、糖化活性の高いセルラーゼの選抜、セルラーゼ生産・糖化・発酵を同時に行うことのできる機能性酵母を構築する。

### (4)ソフトバイオマスエタノール製造プロセスの検討

- 各工程における製造プロセスの最適化の検討をエネルギー効率、コスト評価、LCA評価を通して行う。

### (5)草類バイオマス資源の調査

- 原野に広く自生する在来イネ科草種について資源作物としての可能性を明らかにする。

### (6)エタノール製造副産物の有効利用技術開発

- 子実、茎葉由来の発酵残渣の飼料化など有効利用を図る。

## (8)これまでの成果

(項目(3)に対応)

- 6品種中4品種のデンプン含量は米国産に比べてやや高く、エタノール変換効率は85%程度まで高められた。また、胚芽除去の必要性は認められなかった。一方、道内産子実の水分含量は45%と高く、長期保存法の検討が必要と考えられた。
- セルロースの前処理の最適条件は、アルカリ処理条件:NaOH濃度1.3%、15°C、96時間、爆砕処理:190°C2分であった。糖化・発酵では38°Cで生育可能な耐熱性酵母を創製した。また、セルロース同時糖化・発酵が可能な酵母を創製した。
- 容量30Lの発酵装置、段数15段の泡鐘塔式蒸留装置、ゼオライト膜を利用したPV、VP両方式による脱水装置を試作した。また、発酵残渣は遺伝子組み換え体が残存しており、飼料化の他、燃料化を検討した。
- ススキ地上部/地下部のバイオマス量は夏~秋で大差がなく、3.2/12t ha<sup>-1</sup>であった。また、窒素肥料の効果は少なかったが、リン施肥で2倍増収した。
- 発酵残渣には不飽和度の高い脂肪が多く含まれ、牛への多給が困難であることを確認した。

## (9)成果発表状況

- 2008年4月、雑誌月刊マテリアルインテグレーション、インターマテリアルにて発表
- 2008年6月、国土交通先端技術フォーラムにて発表
- 2008年6月、環境新聞、日本経済新聞による事業の報道発表
- 2008年8,11月,2009年2月に開催された「輸送用エコ燃料検討委員会」にて成果報告
- 2009年1月、エネルギー学会バイオマス科学会議にて発表
- 2009年1月、化学工学会北海道支部、化学工学・粉体工学研究発表会にて発表

## (10)期待される効果

### ○2010年時点の削減効果

- モデル地区の導入計画策定、年間CO2削減量:0t-CO2

### ○2011年時点の削減効果

- モデル地区で導入
- 年間CO2削減量:2700t-CO2

従来システム 78.4kg-CO2/GJ  
 本システム 41.7kg-CO2/GJ(3500kl/年(子実3350kl/年、茎葉150kl/年)規模、茎葉を熱源利用)  
 以上より、36.7kg-CO2/セルラーゼ遺伝子を組み込んだGJの削減  
 (エタノール生産量3500kl/年規模 3500kl×21.2MJ/l×(78.4-41.7)=2700t-CO2/年のCO2削減)

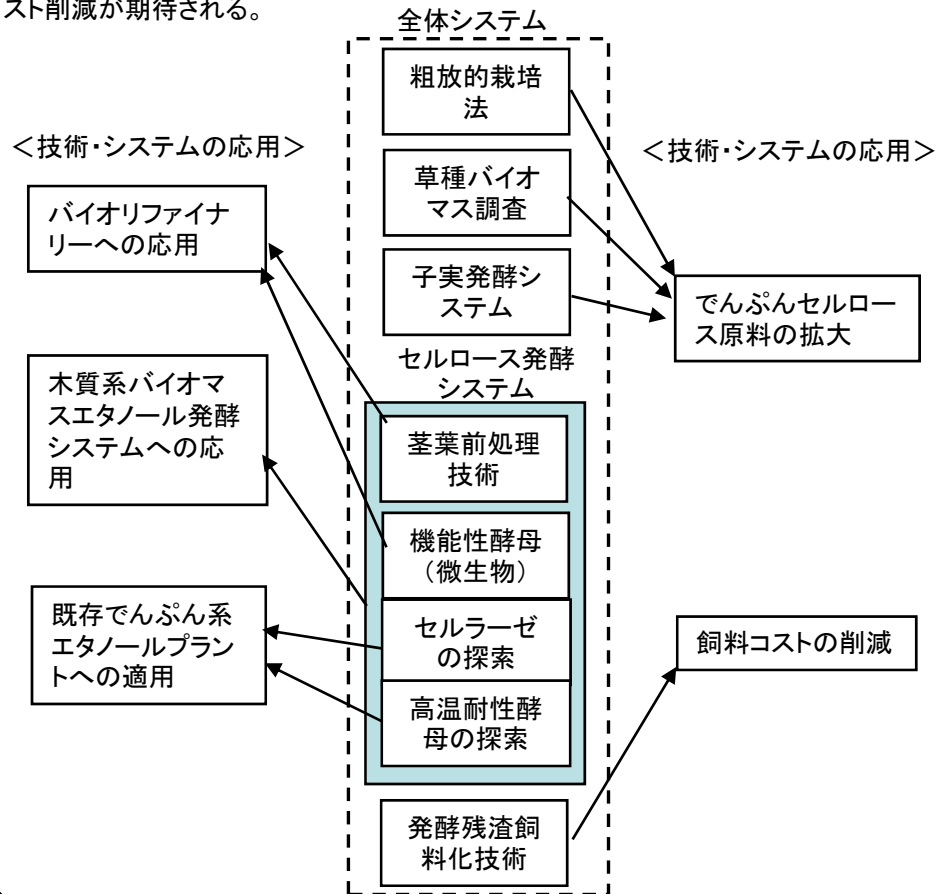
### ○2015年時点の削減効果

- 20000kl/年規模のプラントを1基(子実13300kl/年、茎葉6700kl/年)、10000kl/年規模1基(子実6700kl/年、茎葉3300kl/年)、5000kl/年1基(子実3500kl/年、茎葉1500kl/年)。
- 2015年度に期待される最大普及量35000kl/年・年間CO2削減量:3.4万t-CO2

5000kl規模(子実3500kl/年、茎葉1500kl/年) 38.2kg-CO2/GJ  
 10000kl規模(子実6700kl/年、茎葉3300kl/年) 34.2kg-CO2/GJ  
 20000kl規模(子実13300kl/年、茎葉6700kl/年) 30.4kg-CO2/GJ  
 以上より、5000kl×21.2MJ/l×(78.4-38.2)+10000kl×21.2MJ/l×(78.4-34.2)+20000kl×21.2MJ/l×(78.4-30.4)=3.4万t-CO2/年のCO2削減

## (11)技術・システムの応用可能性

- ・茎葉の前処理技術および機能性酵母(微生物)は、今回開発するシステム以外にも、現在石油から生産されている化学製品を、再生可能なバイオマスを利用したバイオプロセスによって生産することのできるバイオリファイナリーシステムへの応用が可能であり、更なるCO2削減効果が期待される。
- ・原料をススキなど他の草種に拡大し、でんぷん系原料の比率を下げることでシステムあたりのCO2削減量を向上させることが期待できる。このことは、さらに既存のでんぷん系原料を利用したエタノール製造プラントに対して、麦稈などセルロース系バイオマスを利用したエタノール製造法を付加的に適用することにより、それらのプラントから排出されるCO2を削減することが期待できる。
- ・ソフトセルロース系バイオマスのエタノール発酵技術は木質系バイオマスに発展させることが可能であり、さらにCO2削減量を増やすことができる。
- ・粗放的な原料栽培法は現在想定している苦東以外の非耕作地においても適用可能であり、原料供給の拡大が期待できる。
- ・地域の農産副産物を活用したエタノール発酵残渣飼料の製造が可能となり、飼料コスト削減が期待される。



## (12)技術開発終了後の事業展開

### ○量産化・販売計画

- ・2010年までに、低コスト栽培技術に関する技術開発(種苗関連企業と共同研究を実施中)。
- ・2009年までに「輸送用エコ燃料検討委員会」を通じて、エタノール生産事業者の決定、用地の確保等を行う。
- ・2010年までにエタノール直接混合、E3流通体系の検討
- ・2011年を目処として、モデル地区にプラントを建設
- ・2012年モデルプラントの検証
- ・2013年以降、各地に拡大およびエタノール製造企業への技術移転

### ○事業拡大シナリオ

年度	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2015 (最終目標)
低コスト栽培技術開発		→						
事業者決定、用地確保等		→						
EtOH直接混合、E3流通体系検討		→						
モデルプラントの建設					↔			
モデルプラントの検証						↔		
各地拡大、既存EtOH製造企業への技術移転								→

### ○シナリオ実現上の課題

- ・国内資源用トウモロコシの栽培技術の開発
- ・寒冷地適性のある品種開発
- ・製造システムの効率化
- ・バイオエタノールの地産地消システムの構築  
(道内でのガソリンへの直接混合、E3流通に係る課題の解決)
- ・セルロース系原料の前処理法の確立、同時糖化・発酵システムの構築
- ・エタノール蒸留廃液の有効利用の開発
- ・経済状況悪化に伴う投資意欲の減退

### ○行政との連携に関する意向

- ・バイオエタノールの地産地消に関する支援方針の明確化
- ・国産バイオ燃料の製造・流通・消費に関する支援
- ・輸入バイオ燃料との価格差への対応の明確化
- ・エタノール直接混合方式の普及に係る支援