

(つくば3Eフォーラム)

# バイオマスタウンつくばを目指して

2007年12月16日

(独) 農業・食品産業技術総合研究機構  
農村工学研究所  
資源循環システム研究チーム長

柚山(ゆやま)義人

# ミッション

2030年までに、つくば市からの  
CO<sub>2</sub>排出量を50%削減する。

そのために、都市再構築(省エネ  
都市づくり)を行う。

# 「つくば」ってどんなマチ？

## ～ 20年住んで，20年後を考える ～

- 筑波山を象徴とする農業地帯
- 豊かな里山
- 芝の生産日本一
- 霞ヶ浦から上水，下水処理水は利根川へ（一部）
- 研究学園都市，民間企業の進出
- 科学万博，市町村合併，公園，国際交流，TX
- 伝統文化，新文化
- スポーツ少年団，数多くのイベント
- 「つくば」がブランドになった
- 多様な考え方の存在

# どんなマチをつくるのか

- Visionと留意点を明確にする  
人口が増加する  
緑・清らかな水環境を保全したい  
20年後は、社会インフラの更新時期にあたる  
新住民の中では、第2, 3世代が中心的役割を担う
- 農業と日常生活の視点でも考える
- 目指すは、田園科学都市か？
- 農業・農村の多面的機能を活かす

# 温室効果ガス排出量の削減

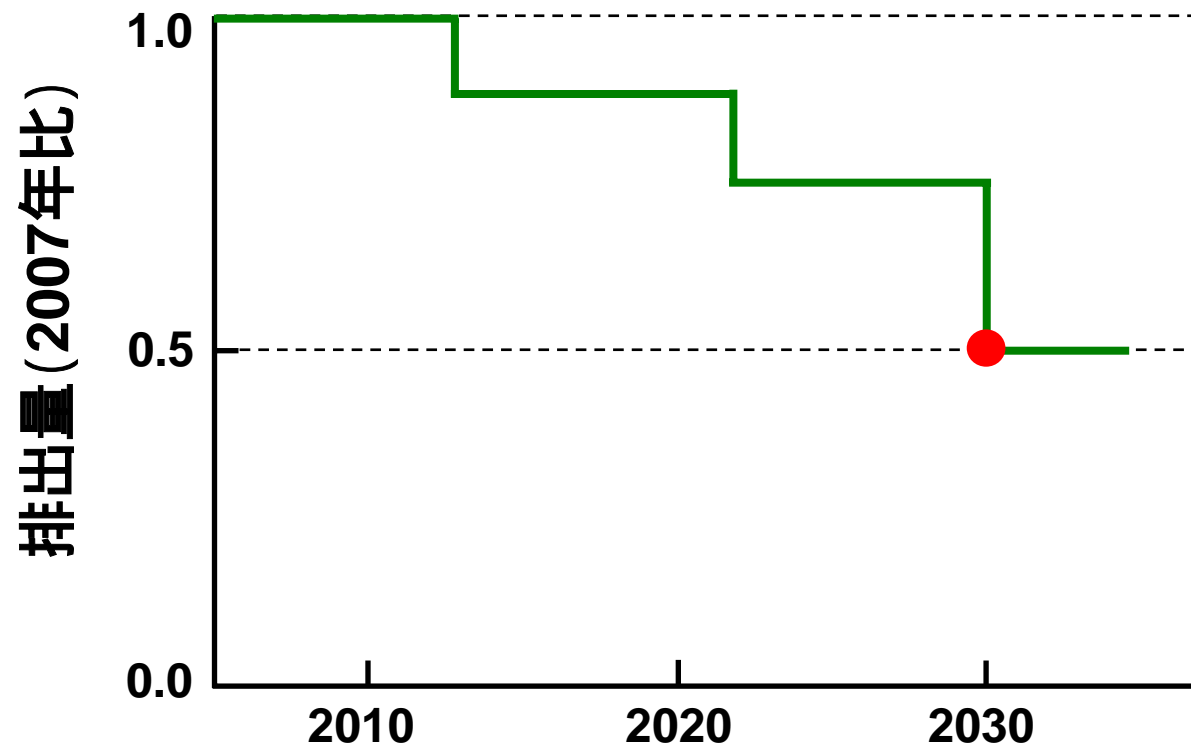
- 13.6億tCO<sub>2</sub>/年(日本)
- 本当は1/6以下にしないといけないらしい
- 1人1日1kgのCO<sub>2</sub>削減でも4,400万tCO<sub>2</sub>/年の減

# つくば市からの温室効果ガス発生源

- 人間(住居, オフィス)  
上水・下水道  
電気・ガス・灯油
- 輸送用燃料(ガソリン, 軽油等)
- ゴミ処理
- 製造業
- 農業・畜産業
- 土地利用(農地・水域を含む)
- 吸収(植物や土壌による吸収)

## 必要な作業

- 削減できるものと、できないものの分類  
(削減できないものの条件付け)
- 削減対策のリストアップと優先順位づけ
- 適正技術の段階的適用



**2030年に至るまでの適用技術の切り替え**



化石資源が使えなくなったらどうするか？

something new or 原子力

and

スローなライフスタイル

太陽の恵みである自然エネルギー群をより効率的に  
獲得し使用

化石資源の消費量・環境負荷量を1/6に

# 「スロー」なライフスタイルについて

現金収入の必要な経済合理主義の競争社会においてどのように実現できるか？

一斉に、ペースダウンできるか？

環境税がバッファーになる。

あるから買う、買わされる、でも使い切らない。

本当に必要なものだけを作って使う。

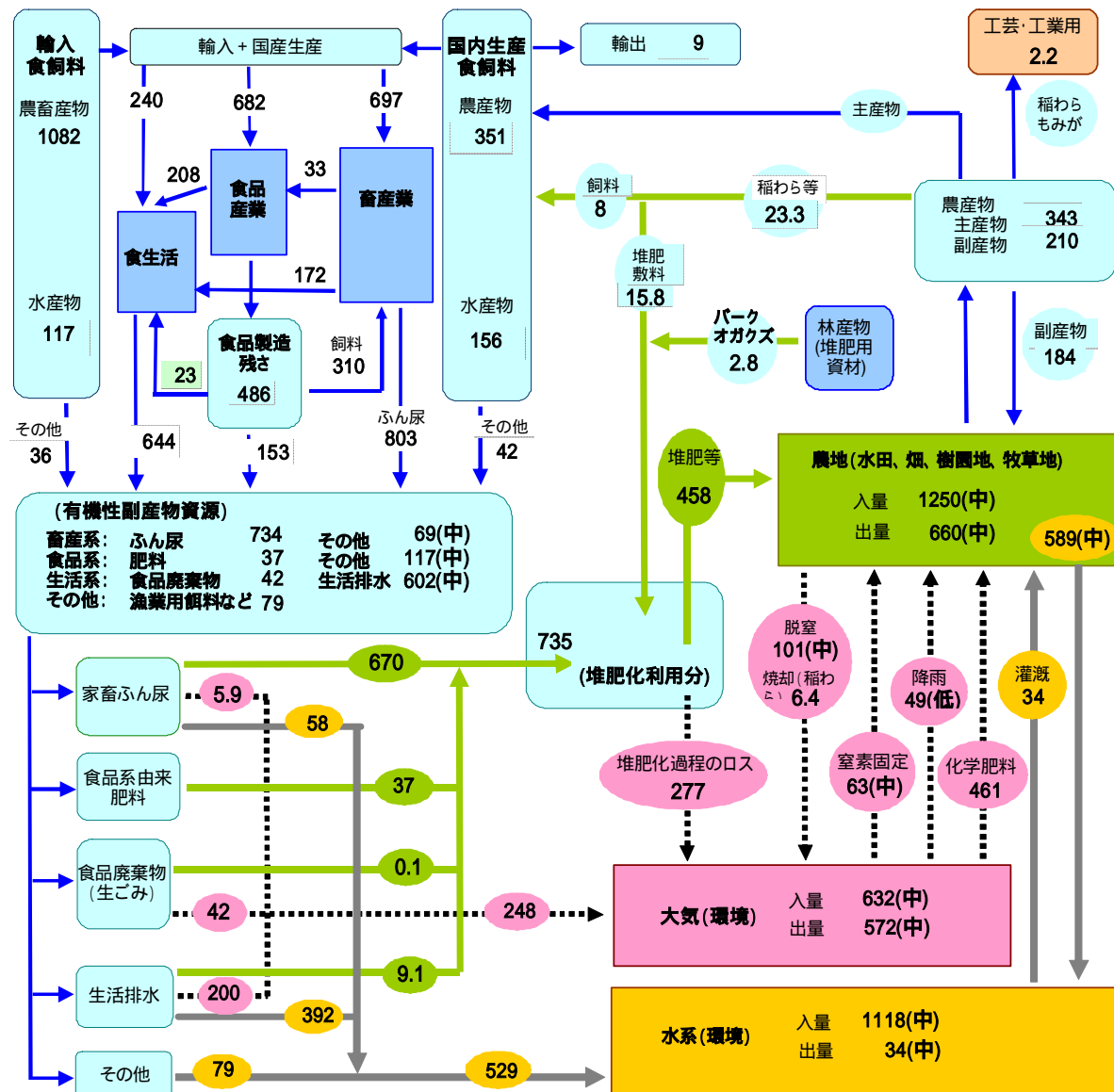
パーフェクトを望まない。

風土に合った暮らし。

市民(人間)が一次生産者になる。

# 農業・食生活から循環を考える

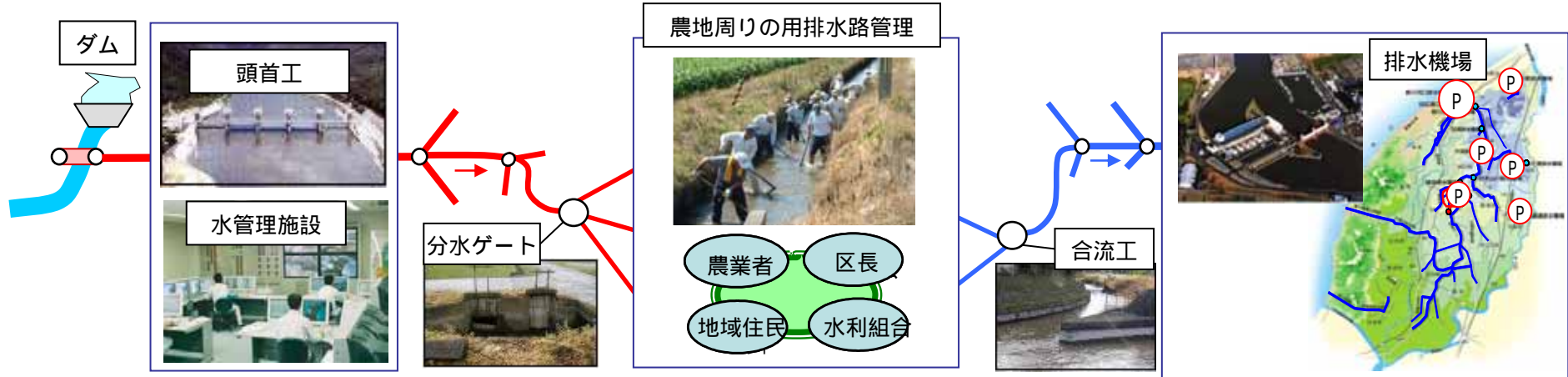
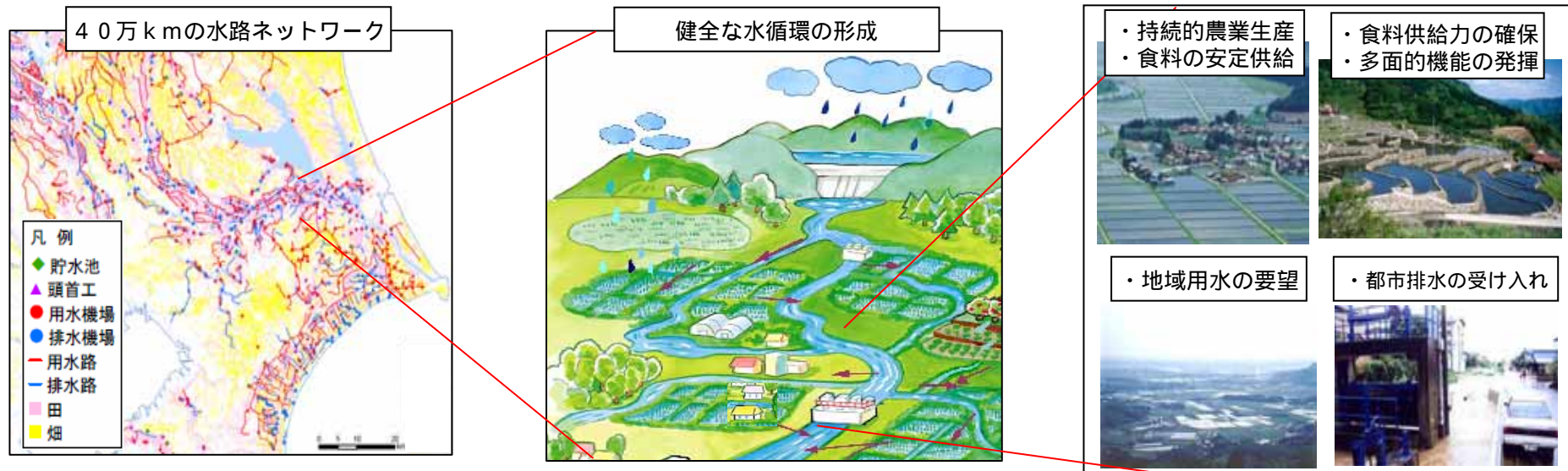




(織田ら, 2007より)



# 農業用排水の構造



公的管理（国，機構，県，市町等）

土地改良区  
による管理

地域による管理

公的管理（国，機構，県，市町等）

土地改良区  
による管理

# 清らかな水環境の創出と持続的な農業生産

- (1) 食料・飼料自給率の大幅な向上(地産地消)
- (2) 集水域の保全を通して水と土の資源を守る  
(+ 人の営み = 自然共生)
- (3) 農業生産基盤の維持
- (4) 環境保全型農業の推進(+ GAP)
- (5) 農業生産における化石資源使用量を削減



# 水稲作の多面的機能

- ・洪水緩和
- ・水資源の涵養
- ・水質と生態系の保全
- ・土壌の流出防止
- ・保健休養・やすらぎ(アメニティ)
- ・気候緩和

# 農業・農村の多面的機能の環境経済統合勘定 (農工研, 2004)

環境費用(負荷) 10兆590億円

環境便益 47兆6260億円

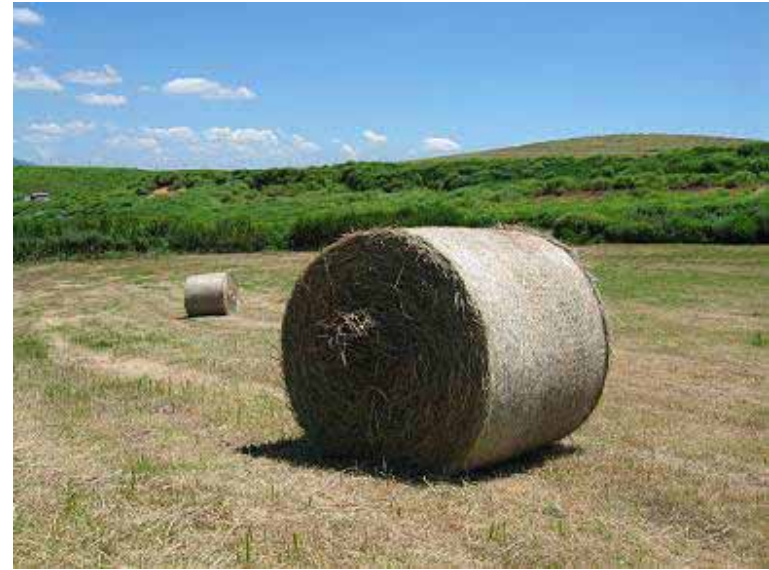
多面的機能20%喪失の回復

4,441円/世帯・年(CVM)

個別機能:洪水防止機能が1/100確率の洪水に対して  
2兆6,321億円,窒素の水質浄化機能が水田で700億  
円の外部経済,有機性資源活用機能が240億円/年  
(条件の違いによる評価額の変化幅は100~1,200億  
円)等



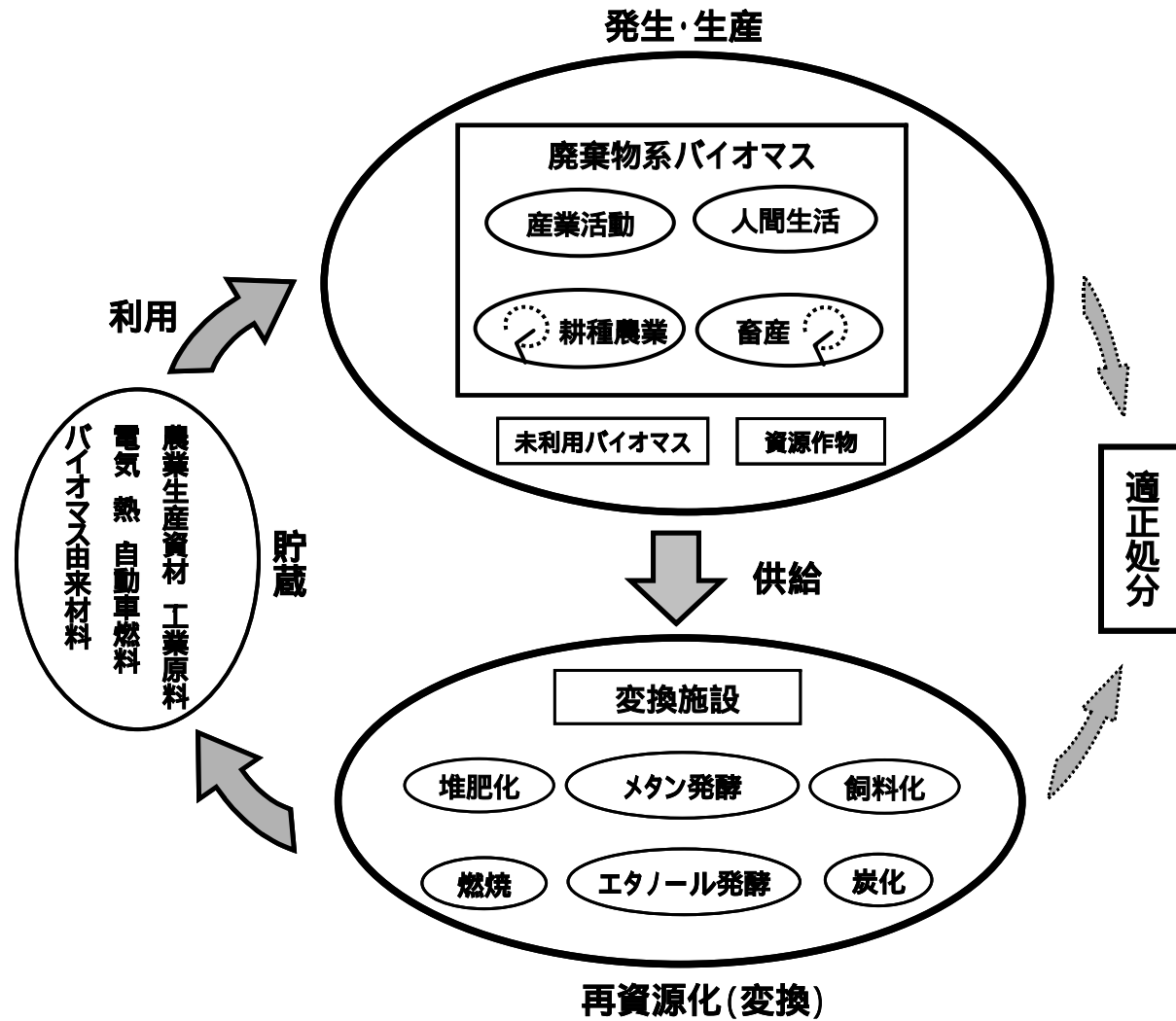
# 様々なバイオマス(その1)





## 様々なバイオマス(その2)





## バイオマス利活用のイメージ

# バイオマスが資源になるには

分散している物質の集積・改質，位置エネルギーの増加という自然界の生きものによる機能によって資源となる。広く薄く分散して存在しており，収集・変換（再資源化）して実用上の価値が生じる。

# 何から何ができるか

名称	対象原料	利用態様
堆肥化	家畜排せつ物, 食品廃棄物	肥料, 土壌改良材
メタン発酵	家畜排せつ物, 食品廃棄物	電気・熱 ( ガスエンジン発電 ), 燃料, 液肥
炭化	家畜排せつ物, 食品廃棄物	肥料, 土壌改良材, 燃料
飼料化	食品残さ	飼料
バイオディーゼル燃料化	廃食用油 ( 使用済み天ぷら油等 ), 資源作物	ディーゼルエンジンの燃料
エタノール発酵	資源作物, 作物残さ, 木質系バイオマス	バイオエタノール ( ガソリン代替 )

## どのくらいできるか

牛ふん尿 1t → メタンガス 13m<sup>3</sup>

ヒマワリ種子 1t → バイオディーゼル燃料 480L

玄米 1t → バイオエタノール 430L

# バイオマス利活用が望まれる背景

大量生産，大量消費，大量廃棄の社会システムが，自然の浄化能力を超え，地球温暖化，水質汚濁，廃棄物，有害物質等の様々な環境問題を深刻化させている。

バイオマスがエネルギー・環境問題軽減に貢献できると見直されるようになったのは，バイオマスの有する，再生可能であること，貯蔵性・代替性があること，膨大な賦存量を有すること，**カーボン・ニュートラル**であること，という特性による。

# バイオマス利活用推進のための施策

- ・2002.12 バイオマス・ニッポン総合戦略(閣議決定)
- ・2000.5 循環型社会形成推進基本法の制定  
(食品リサイクル法, 家畜排せつ物法, 持続型農業導入推進法)
- ・2005.2 京都議定書の発効
- ・2006.3 バイオマス・ニッポン総合戦略(見直し)
- ・2007.2 国産バイオ燃料の大幅な生産拡大に向けて  
の工程表(農水大臣 総理)



# バイオマス・ニッポン総合戦略

- 地球温暖化防止
- 循環型社会の形成
- 農林水産業，農山漁村の活性化
- 競争力ある戦略的産業の育成
- 国産バイオ燃料の導入
- アジア諸国等海外との連携

# バイオマス発生量と利活用の現状

対象バイオマス	年間発生量	バイオマスの利用状況
家畜排せつ物	約8,700万トン	<div> <div>たい肥等での利用 約90%</div> <div>未利用 約10%</div> </div>
食品廃棄物	約2,000万トン	<div> <div>肥飼料等への利用 約20%</div> <div>未利用 80%</div> </div>
廃棄紙	約3,700万トン	<div> <div>素材原料・たい肥等への利用 約60%</div> <div>未利用 40%</div> </div>
黒液	約7,000万トン	<div> <div>エネルギーへの利用 約100%</div> </div>
製材工場等残材	約 430万トン	<div> <div>製紙原料・エネルギー等への利用 約95%</div> <div>未利用 約5%</div> </div>
建設発生木材	約 470万トン	<div> <div>製紙原料・家畜敷料等への利用 約70%</div> <div>未利用 約30%</div> </div>
林地残材	約 340万トン	<div> <div>製紙原料等への利用 約2%</div> <div>ほとんど未利用</div> </div>
下水汚泥(濃縮汚泥ベース)	約7,500万トン	<div> <div>建築資材・たい肥等への利用 約70%</div> <div>未利用 約30%</div> </div>
農作物非食用部 (稲わら, もみがら等)	約1,400万トン	<div> <div>たい肥, 飼料, 家畜敷料等への利用 約30%</div> <div>未利用 約70%</div> </div>

2006年12月時点(出典:農林水産省環境バイオマス政策課)

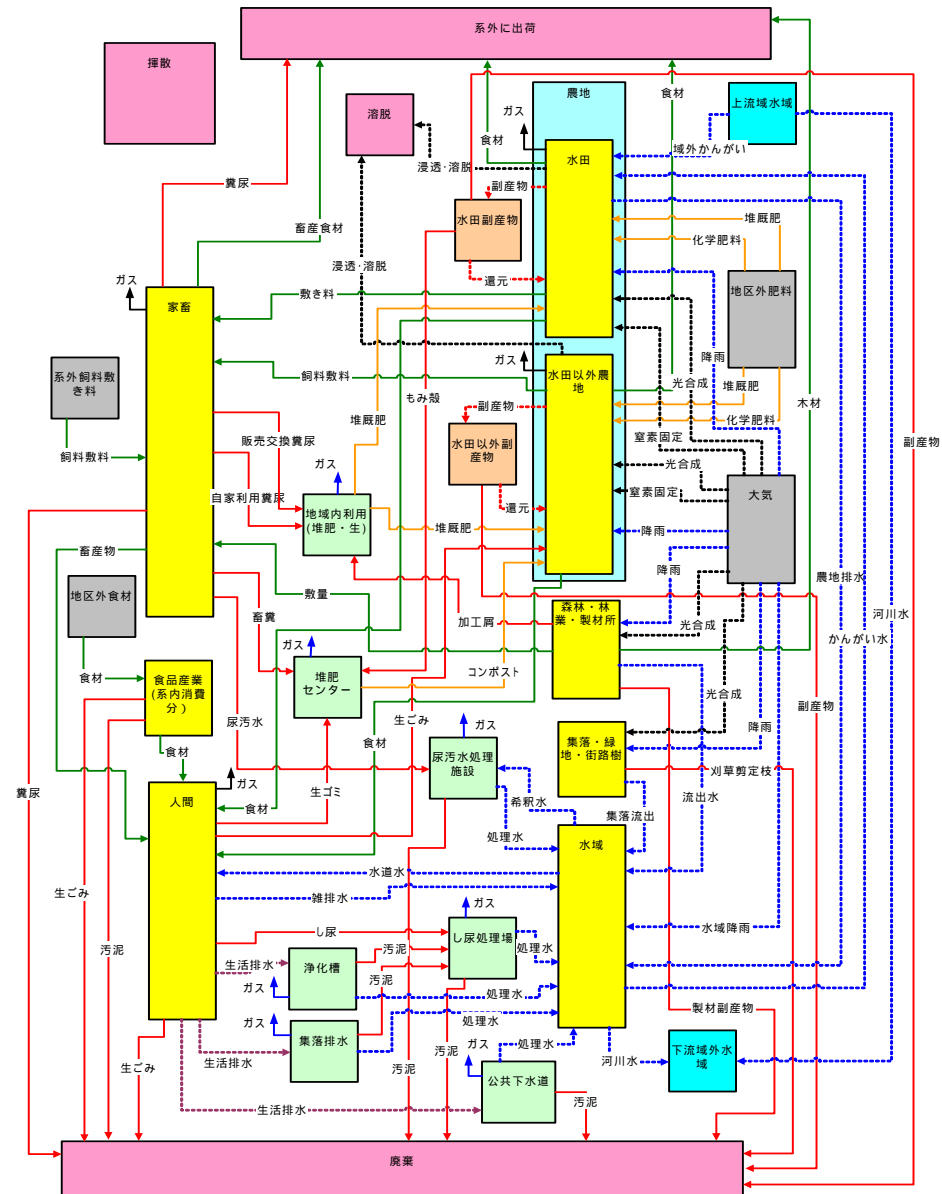
# 地産地消と地域活性化を目指す バイオマスタウン



# 地域診断

～ 現状を知り，対策案を比較 ～

- マチの自立度の理解
- どこから， $\text{CO}_2$ ， $\text{CH}_4$ ， $\text{N}_2\text{O}$ が出ているか
- 水域への排出とGHG排出がトレードオフになることもある



# バイオマス資源循環利用診断モデル

# 評価の観点

- 再生資源の需要量
- LCA
- 経済・環境統合勘定
- 安全性



# 本質的に大切なもの

- ・地域の景観形成・イメージアップ
- ・地域への愛着・誇り・自信・自然愛・人間愛の醸成
- ・活動への参画による達成感・満足感の実感
- ・公害や感染症発生の未然防止  
(健康予防)

# バイオマス多段階利用実証研究

バイオマス多段階利用システムの都市近郊農畜産業型として、千葉県北東部(香取市山田地域を中心とする)において、バイオマスの生産・収集から変換・利用に至る個別技術を適切に組み合わせた地域モデルの構築と、その一部を具現化するバイオマス変換プラント群を用いての実用化試験を通じた地域モデルの実証を行う。





# コンセプト

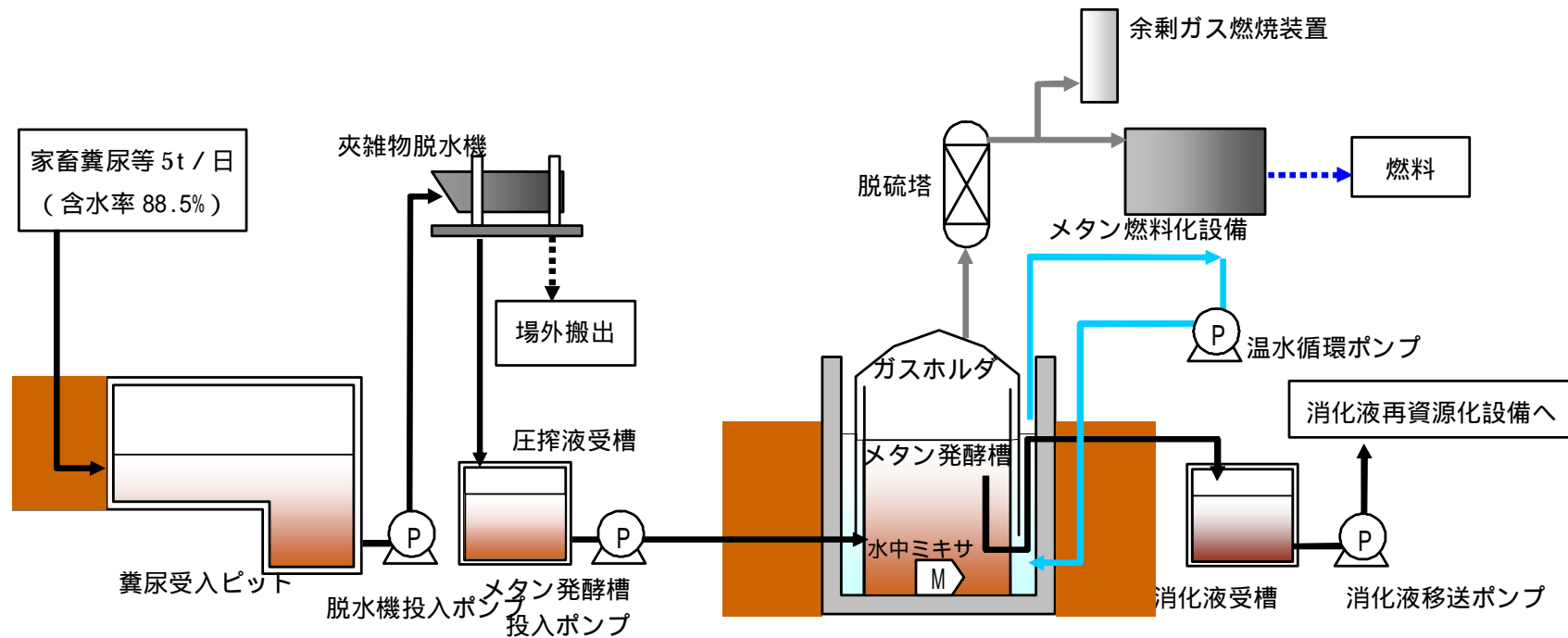
地域に散在するバイオマスをを用い、できるだけ化石資源を使わず、環境負荷を小さくすることを前提に、バイオマスの多段階利用により、有用な物質や燃料を生産し利用する仕組みをつくる。

(「バイオマスリファイナー」 東大・  
迫田章義教授)

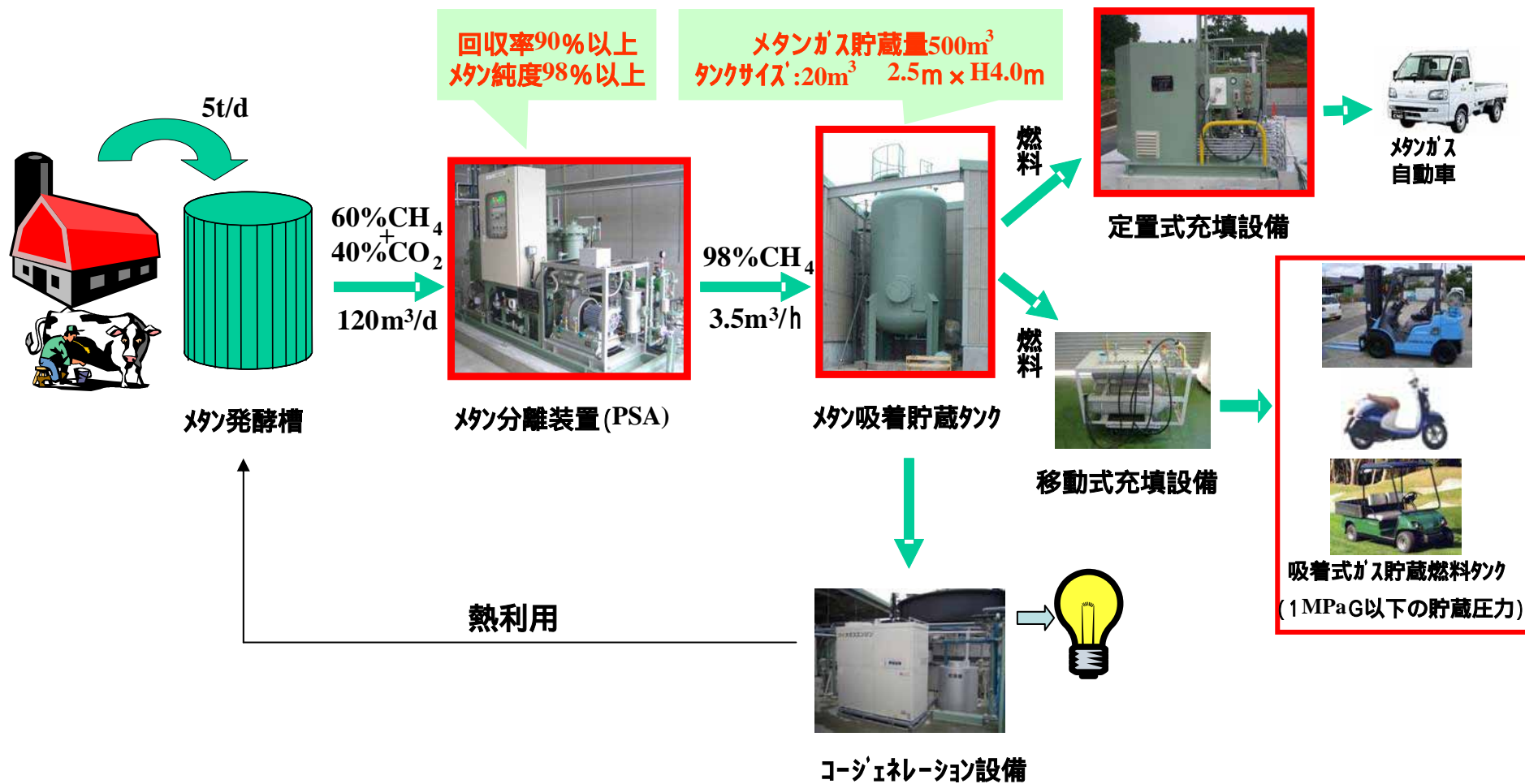




メタン発酵プラント



## メタン発酵プラントのフローシート

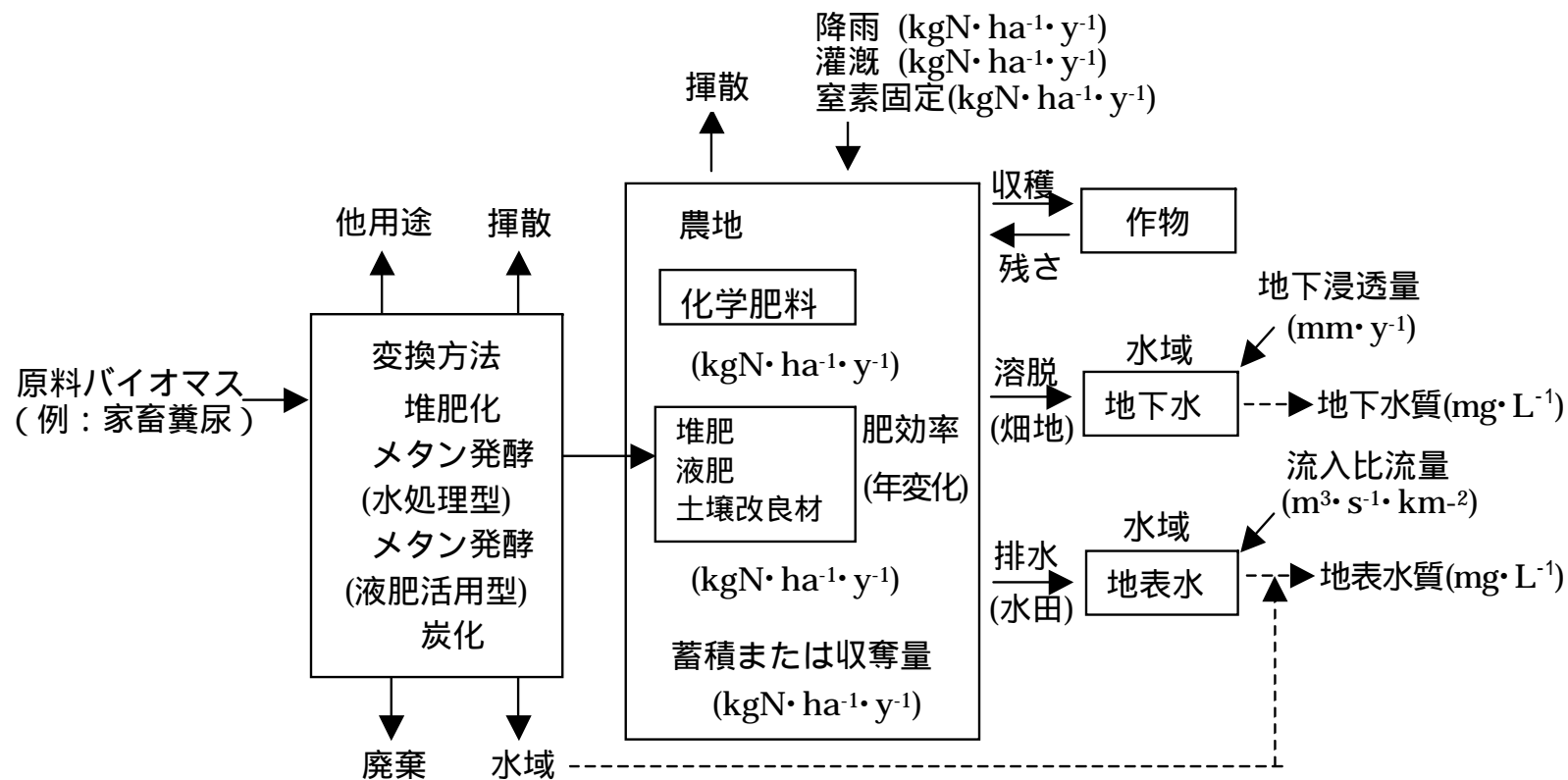


# メタンガスの製造と利用

# 天然ガスとバイオガス

**天然ガス**：6千万年～2億3千万年前に、海や湖のプランクトンや植物が死んで底にたまり、地下2,000～4,000mの60～150℃の温度下でバクテリアの働きにより、数十万年～数百万年もかかって生成したもの。

**バイオガス**：現代の地上の植物が光合成により吸収した二酸化炭素をメタン発酵技術で変換することにより約30日で生成できる。



## バイオマス利活用に伴う窒素の挙動

土壌モニタリング 土壌診断 施肥設計



# 関東都市近郊農業地域におけるバイオマス利用モデル

## 現状

- ・バイオガス製造を核とした変換プラントで実証（千葉県香取市）
- ・廃食用油及び油糧作物からの軽油代替燃料製造技術の開発

## 課題

- ・プラント群のライフサイクルコスト低減
- ・安定した高収量資源作物の生産
- ・環境保全効果の検証

## 目標

- ・多様なバイオマスの周年的利用技術の確立
- ・地域活性化に資する持続的循環モデルの構築・実証・評価

## 具体的な課題解決方向

### 変換システムの低コスト化・効率化

#### 時期別に変動する多様なバイオマスの受入



#### 再生資源の需要の時期的変動に対応した変換システムの高機能化・低コスト化

#### 農業資材

液肥・堆肥

用途に応じた低コスト・高付加価値化

#### エネルギー

電気・熱

高効率化

メタンガス

民生利用への拡大

### 再生資源の利活用技術の高度化、新用途開発

#### 再生資源利活用に伴う動態解明と環境保全技術の開発

- 農地への適正還元技術
- 有機濃縮液肥利用養液栽培

#### STING法による小型可搬型の軽油代替燃料製造・利用技術の開発

バイオエタノール及びBDF用資源作物（ソルガム、油糧作物等）生産技術の体系化

「地燃料」としての多様なバイオマス由来燃料（メタン、BDF、バイオエタノール）の利用技術の実証

LCC及びLC化石エネルギー使用量削減のための効率的なバイオマス管理手法の開発





**耕作放棄地には資源作物を**

# バイオマス利活用推進のポイント

- ・持続的な地域資源の管理
- ・信頼で結ばれた運営組織
- ・再生資源の安定的な需要の確保
- ・原料と製品・エネルギーの貯蔵・輸送
- ・適切な変換技術(群)の採用

# つくば市のフレーム(H14年調査)

## 人口(人)

37790	農家人口
154024	非農家人口

## 家畜飼養頭羽数(頭羽)

284	搾乳牛(牛乳)
1510	肉牛(雄2歳以上)
6920	肥育豚
26000	採卵鶏
119400	ブロイラー

## 農作物作付け延面積(ha)

3838	稲
668	麦類
54	かんしょ
40	雑穀
394	豆類
238	果樹
881	野菜
8	工芸農作物
8	桑
142	飼肥料作物
4039	その他作物

## 森林面積(ha)

4300
------

## 生活排水処理区分別人口(人)

3650	合併浄化槽
0	単独浄化槽(し尿のみ)
20198	し尿処理
106830	公共下水

## 雑排水無処理人口

40396	単独浄化槽, し尿処理場人口と重複
-------	-------------------

(注) 茎崎地区を除く

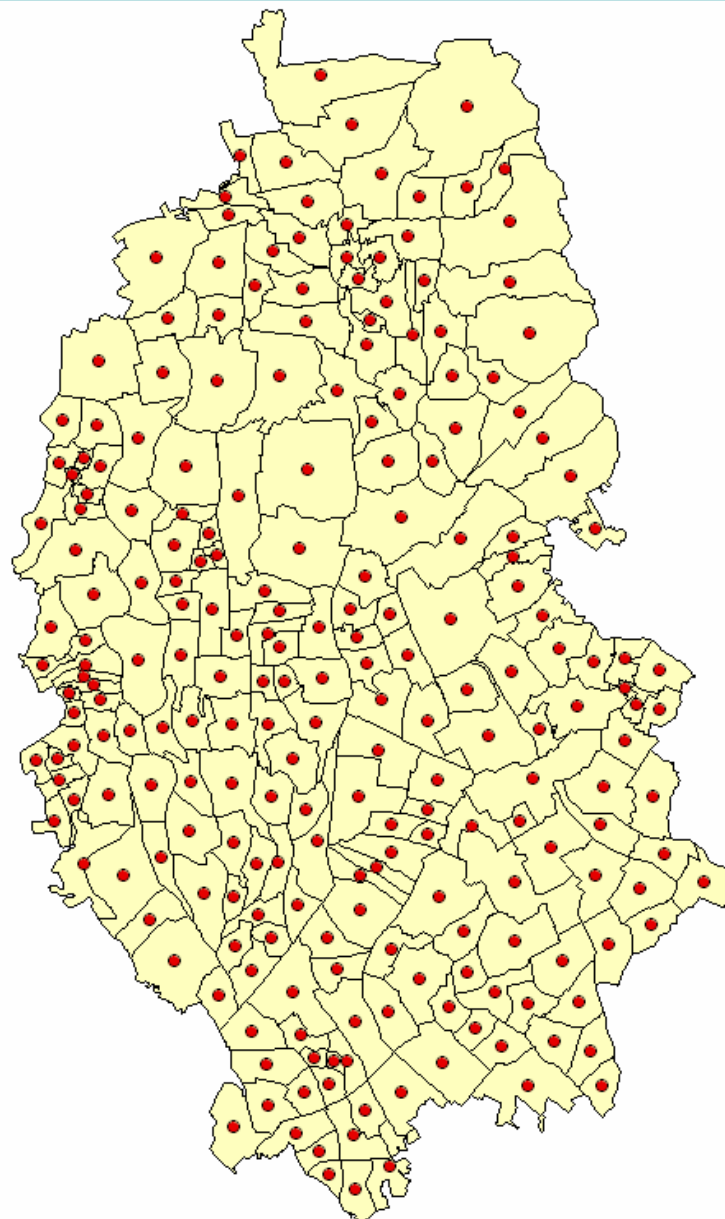
# 解析事例

～ 家畜排せつ物の堆肥化～

(島ら, 2006より)

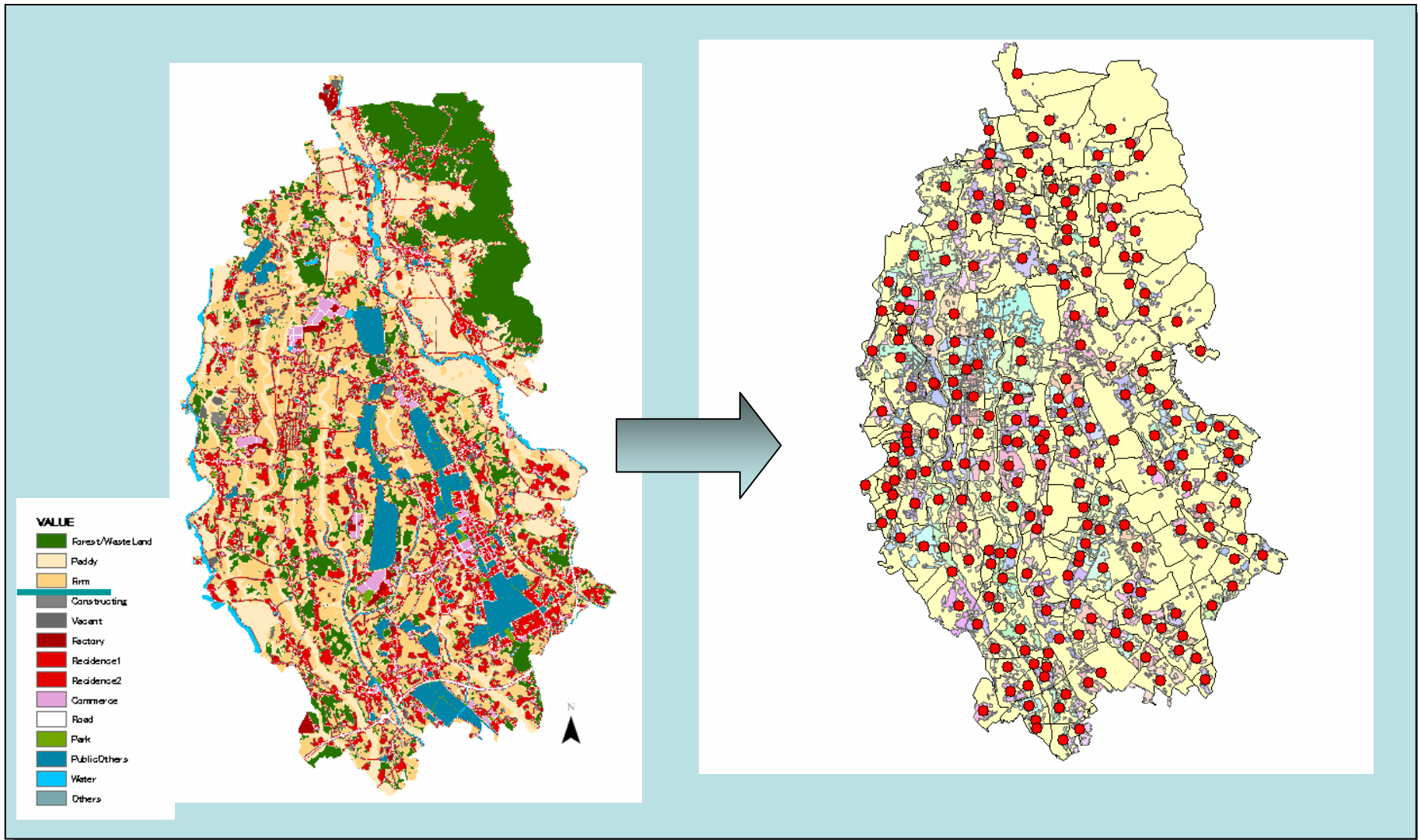
## 発生源の位置

集落内の畜産農家の位置を集落の重心として代表させる。



## 堆肥利用地の位置

10mメッシュ土地利用データより畑を抽出し、集落ごとにその重心を求め、利用地の代表点とした。

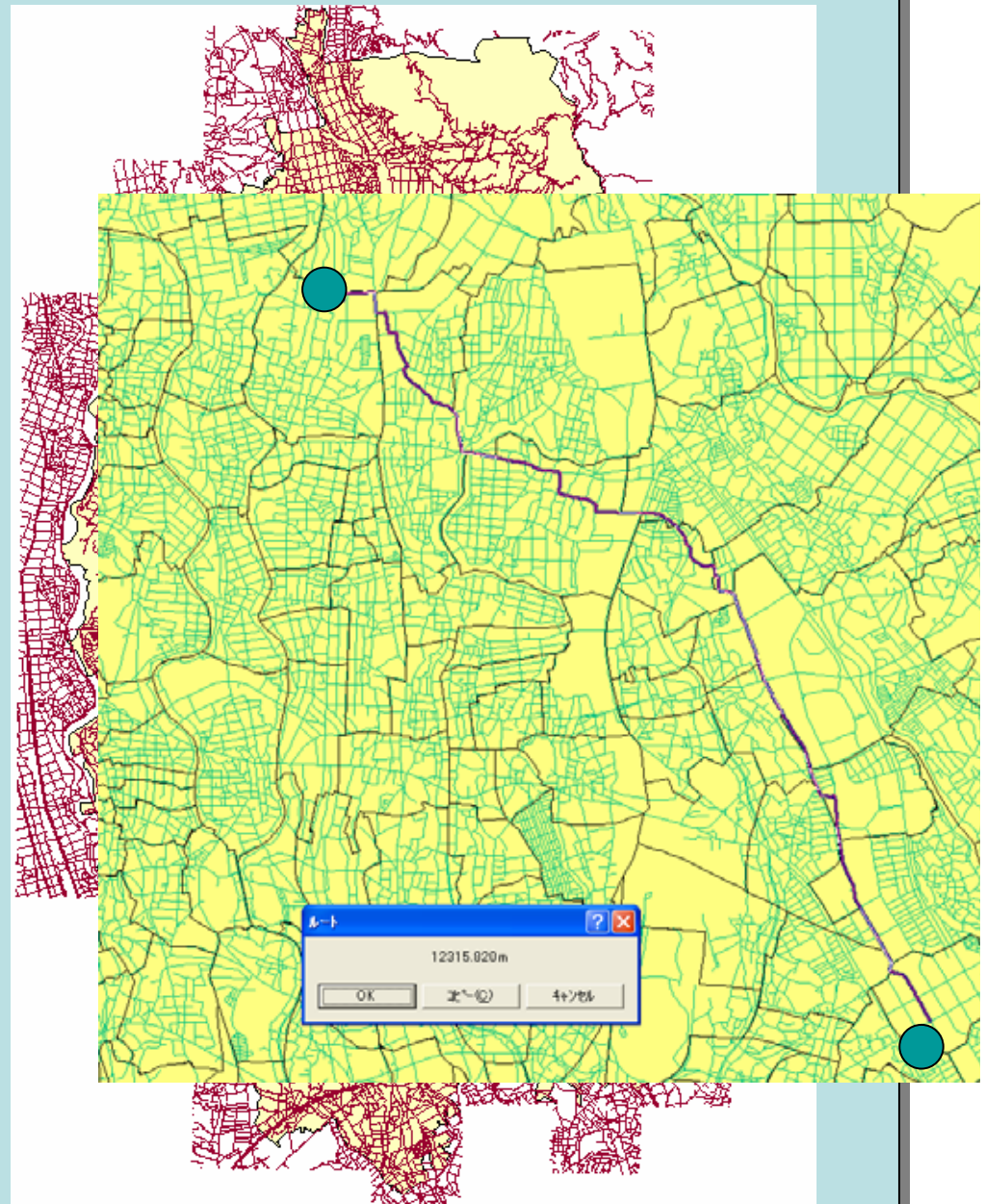




## 道路網

2500空間データ基盤  
の中で、整備されてい  
る道路情報を利用。

点・線の接続情報を持  
たせたトポロジーデー  
タに変換し、最短距離  
のネットワーク解析を  
行う。



# リソースマイル(RM)の算定方法

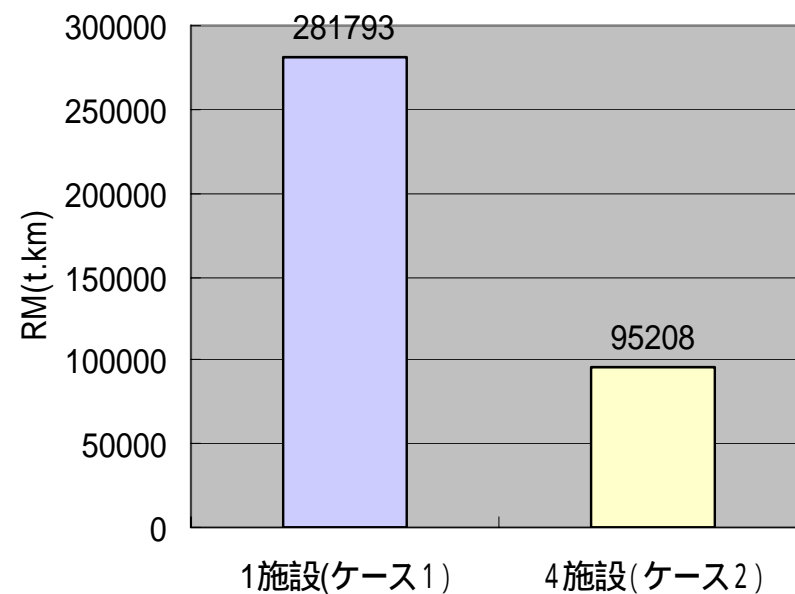
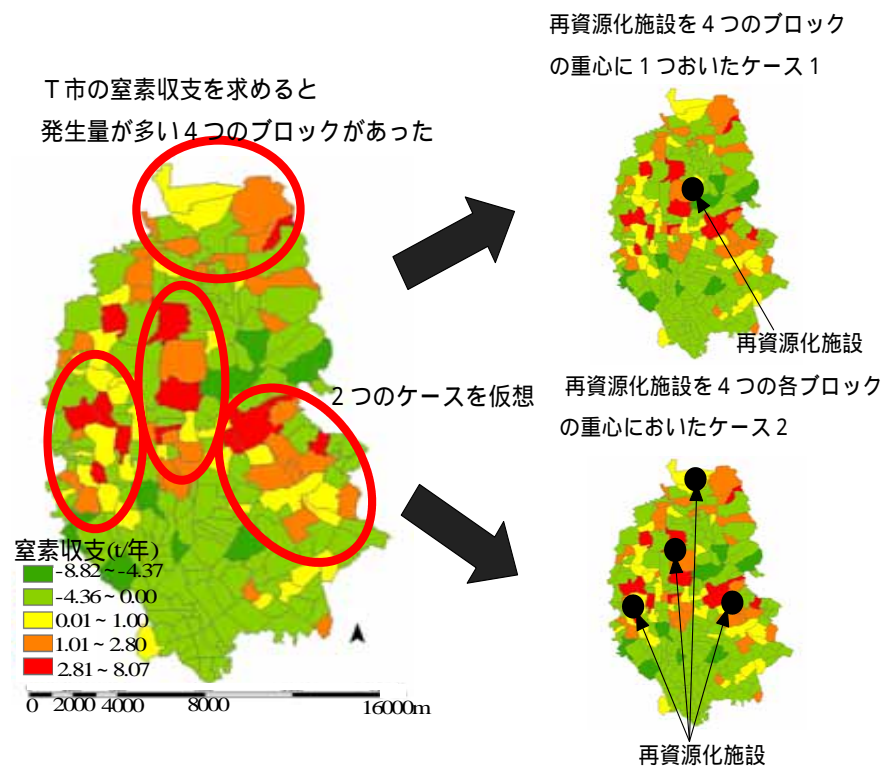
発生源 - 再資源化施設の $RM_1(t \cdot km)$

$RM_1 = \text{家畜糞尿発生重量}(t) \times \text{発生源から再資源化施設までの最短距離}(km)$

再資源化施設 - 還元利用地の $RM_2(t \cdot km)$

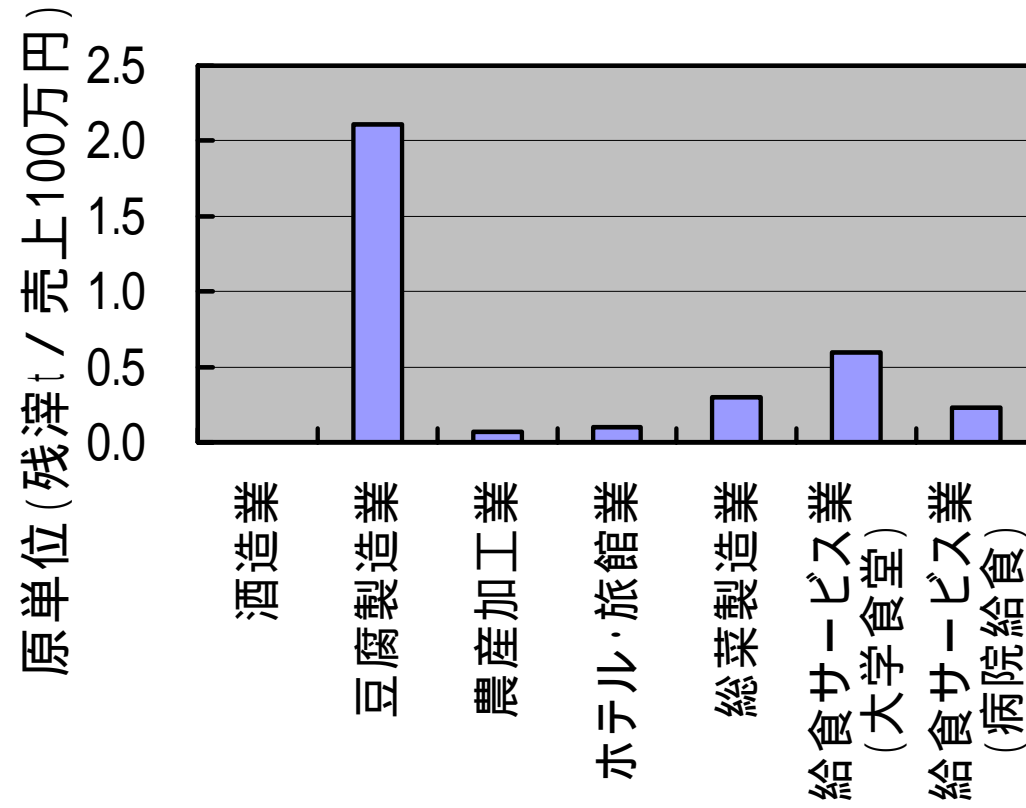
$RM_2 = \text{堆肥重量}(t) \times \text{再資源化施設から還元利用地までの最短距離}(km)$

$$RM = RM_1 + RM_2$$

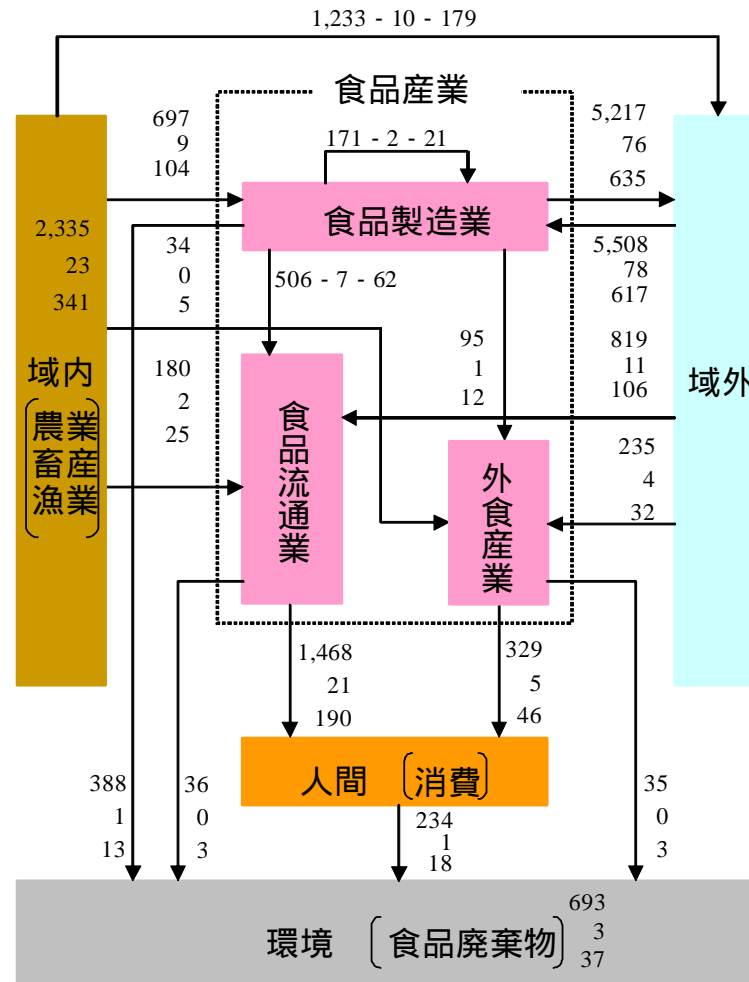


各集落の窒素収支と計算ケース

施設数とRM



つくば市内の食品関係事業所における残滓発生原単位  
(サンプル調査) (食総研, 2005)



茨城県における食品産業の物質フロー(1995年)(椎名ほか, 2006)  
(原重量:窒素:炭素, 単位:千t)



# 障害者施設でバイオディーゼル燃料

社会福祉法人・創志会(新保祐元理事長)が運営する「つくばライフサポートセンターみどり」(つくば市花島新田)内の「どリーむ工房」=伊藤勝江施設長(48)=は、使用済み天ぷら油をリサイクルしたバイオディーゼル燃料(BDF)生成の施設を公開した。障害者施設でBDF生成を行っているのは県内唯一という。

同センターには知的障害者や精神障害者など44人が登録されており、障害者同士のコミュニケーションの場として利用したり、影絵公演や手芸などの活動を行っている。

昨年11月には、「働きたい」「自立したい」という障害者のための施設としてどリーむ工房を開所。現在は生成機1台を導入して20人の障害者がBDF生成要員として働いている。

同工房では、スーパー・カスミなどから1リットル1円で回収した使用済み天ぷら油でBDFを生成し1リットル85円で販売。昨年11月から今年3月までに使用済み天ぷら油7300リットルを回収し、不純物などを取り除いて7282リットルをBDFとして販売したという。同工房のBDFは、県内スーパー大手、カスミの配送車2台と同施設の天ぷら油回収車に1台に使用されている。

4月からは市の学校給食センターからも使用済み天ぷら油の回収を始め、現在の回収先は3事業所、1カ月当たりの回収量は約3000リットルに上っているという。

伊藤施設長は「将来は生成機を3台に増やしてもっと事業を拡大したい」と話している。

(2007/06/18 02:46)

<http://www.sankei.co.jp/chiho/ibaraki/070618/ibr070618001.htm> より

# バイオマスタウンつくば の構想をつくらう

- ・地域の将来像(夢)を描こう
- ・地域を診断をしよう
- ・様々な支援(サービス)と事業制度を利用しよう

～ 人と技術と制度をつなげる ～

# バイオマス利活用のサポート

- 産総研バイオマス研究センター
- 農研機構バイオマス研究センター
- 研究独法バイオ燃料研究推進協議会

(五十音順)

- (独)交通安全環境研究所
- (独)国際農林水産業研究センター
- (独)国立環境研究所
- (独)産業技術総合研究所
- (独)新エネルギー・産業技術総合開発機構
- (独)森林総合研究所
- (独)水産総合研究センター
- (独)土木研究所
- (独)農業環境技術研究所
- (独)農業・食品産業技術総合研究機構
- (独)農業生物資源研究所
- (独)理化学研究所

# 魅力的なつくば構築のために

- 複合自然エネルギー利用
- 環境(安全・安心を含む)～技術～コスト～市民の達成感・満足感のバランス
- 早寝・早起き・マンパワーの発揮
- 信頼感を高めることによるリスク管理の経費・エネルギー消費量の削減