３Eフォーラム「エネルギーシステム評価TF」

# 地方自治体における低炭素社会の構築
## ～「エネルギーシステム評価TF」の活動紹介～

平成22年12月12日

筑波大学大学院システム情報工学研究科
内山　洋司

# 地球温暖化対策に係る中長期ロードマップ
## ～環境大臣試案：ロードマップ策定の3視点～

【日々の暮らし】

- 大量消費に生活の豊かさを求める社会から脱却
- 消費時等の意思決定における環境配慮を推進
- ライフスタイル・ワークスタイルの変革を含め、環境に配慮した低炭素で快適な暮らし

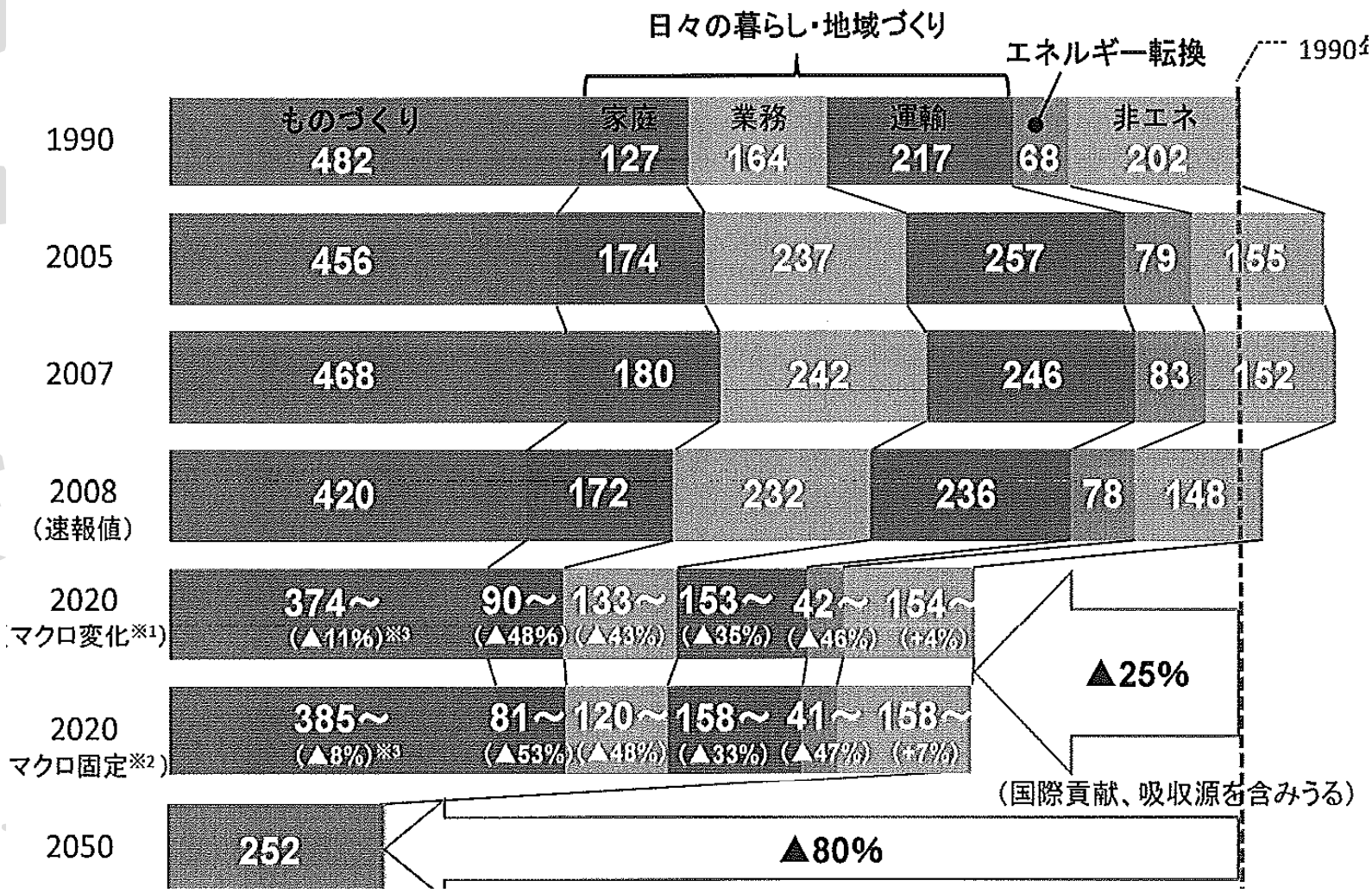
【地域づくり】

- 地域ごとの特性を活かしながら、公共交通を骨格としたコンパクトシティづくり、自然資本や地域資源の活用を進め、快適に暮らせる低炭素型都市の理想像を実現
- 農山漁村地域をゼロカーボン化し、都市域との連携による地球温暖化対策の推進により、農山漁村地域の振興

【ものづくり】

- 最先端の技術により、製造時、使用時、廃棄時ともに、低炭素化で世界をリードする付加価値の高いものづくりを実現
- 低炭素製品・技術・システムを世界に展開していくことで、世界全体の排出削減に大きく貢献

# 地球温暖化対策に係る中長期ロードマップ
# ～将来の削減目標～



# 目標達成に必要な削減割合

| | 産業 | 家庭 | 業務 | 運輸 | エネ転換 | その他 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 削減割合 [%] | 3.6～ 8.3 | 36.6～ 52.9 | 29.7～ 48.2 | 26.3～ 33.1 | 35.9～ 47.4 | 6.8～ 12.2 |

日々の暮らし・地域づくり

# 地球温暖化対策に係る中長期ロードマップ
## ～削減に向けた対策・施策～

| | 2020年目標を目指した対策・施策 | 2050年目標を目指した対策・施策 |
|---|---|---|
| 対策・施策の基本的考え方 | ● 既存対策技術の大量普及<br>● 見える化の徹底<br>● 排出削減する主体が報われる仕組みづくり | ● 革新的技術の実用化を推進する仕組みづくり<br>● ハード及びソフトインフラ整備の推進<br>● 人材育成・環境教育、環境金融の活性化 |
| 主な対策 | ● 新築住宅・建築物は100%基準達成<br>● 新車販売の2台に1台を次世代自動車に<br>● スマートメータ 世帯の80%以上に設置<br>● 太陽光発電 最大1,000万世帯に普及 | ● 全ての住宅・建築物をゼロエミ住宅・建築物に<br>● LRT, BRTの整備<br>● 一人当たり自動車走行量を3～4割削減<br>● ゼロカーボン電源の実現 |
| 主な施策 | ● キャップ・アンド・トレード方式による国内排出量取引制度、地球温暖化対策税、固定価格買取制度<br>● 住宅・建築物省エネ基準達成の義務化<br>● 全部門での温室効果ガス排出量の「見える化」 | ● コンパクトシティのための施策<br>● 革新的技術の開発支援・国際市場展開促進<br>● 低炭素社会の担い手づくりの育成 |

# 低炭素社会構築に向けた国と地方自治体の役割

## 国の役割

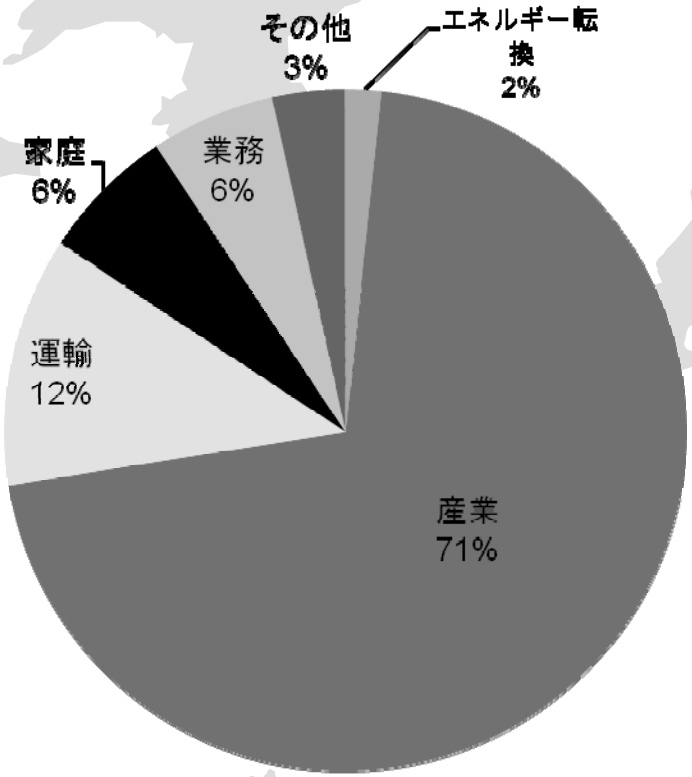
- 国際的な政策への対応と交渉
  （気候変動枠組条約、IPCCなど）
- 国内政策づくり
  （排出の実態調査と削減対策の評価）
- 国レベルでの対策と支援に向けた制度づくり
  （部門別政策、技術開発、規制、税制）

## 地方自治体の役割

- 県・市町村レベルでの政策づくり
  （排出の実態調査と削減対策の評価）
- 地域特性を活かした対策
  （交通システム、再生可能エネルギー利用）
- 住民への情報提供と「低炭素化意識」の醸成
  （「見える化」活動、学校教育と生涯学習）

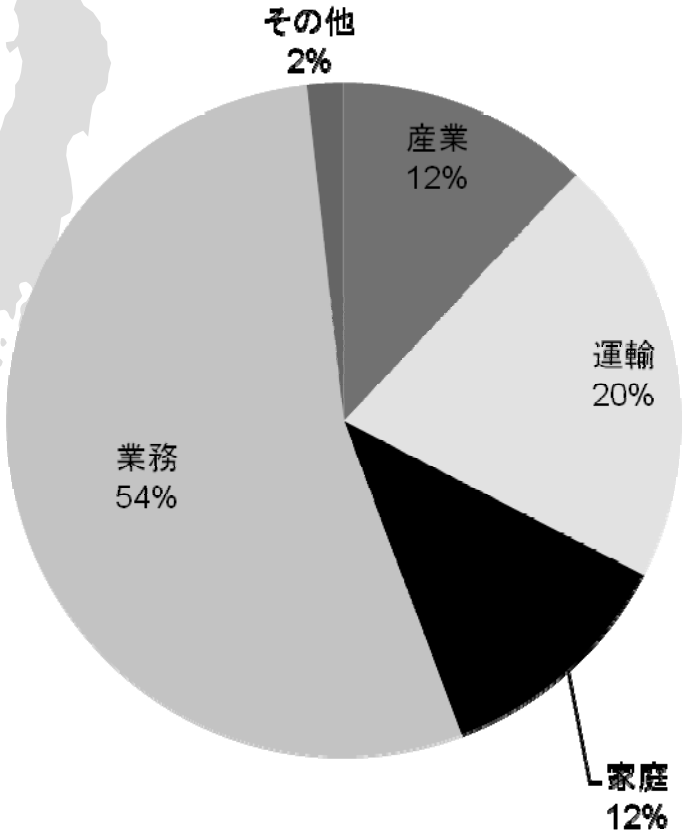
# 「茨城県」と「つくば市」の温室効果ガス排出量

## 県のCO2排出量(2006年度)




48,903千トン

## 市のCO2排出量(2006年度)




2,066千トン

# いばらき型グリーンニューディール
## ～推進の基本理念～

●『環境保全と経済成長の両立』

地球温暖化対策の推進によって，地域経済の活性化や雇用の創出など地域経済の健全な成長と質の高い県民生活の確保を図り，環境と経済が両立した社会の実現を目指す。

●『低炭素社会の実現に向けた好循環の創出』

地球温暖化防止に対する県民意識の向上が，企業による環境に配慮した技術の開発や商品・サービスの提供を促し，そうした企業行動が県民の意識やライフスタイルの転換をさらに進展させるといった好循環を生み出す施策の推進を図る。

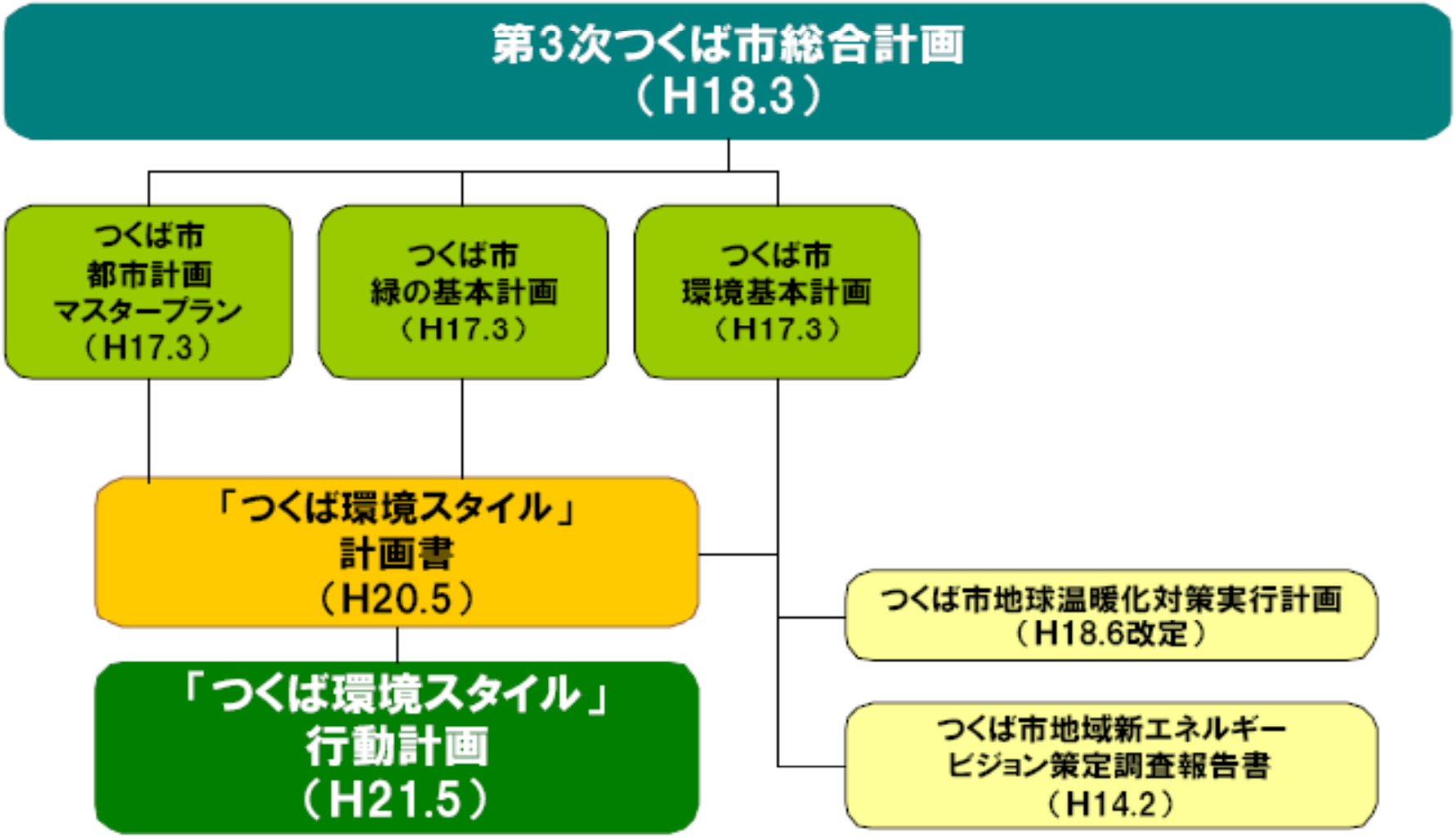
●『県の地域特性を活かした施策の推進』

豊かな自然や広大な農地，つくば・東海・日立・鹿島地区に集積する産業や最先端の科学技術など，我が国有数の産業・科学技術の拠点であるという，県の特性や優位性を最大限活用し，地域の実情に即した施策を推進する。

# 削減に向けた県の重点プロジェクト

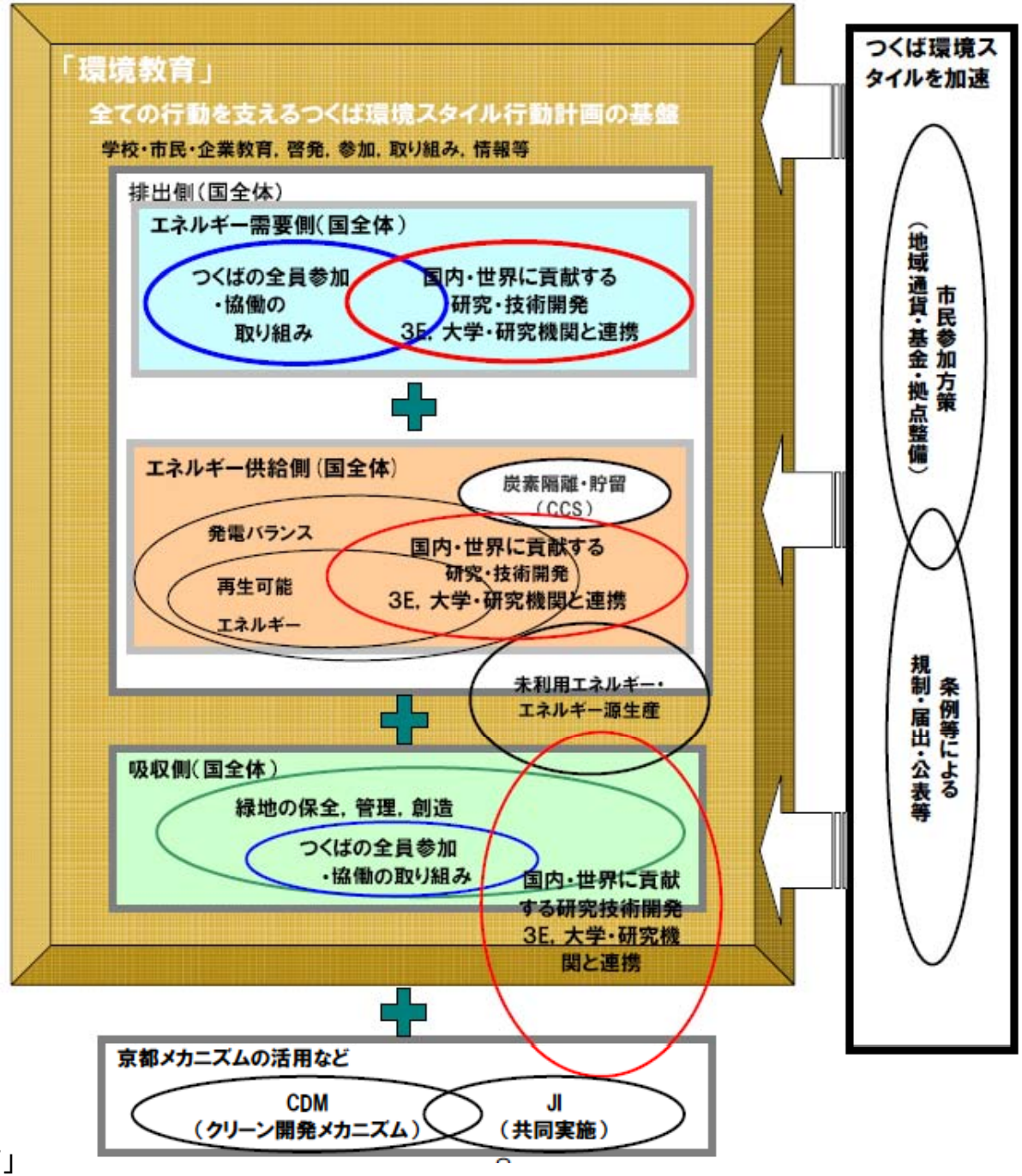
【産業部門】
（1） 大規模排出源対策プロジェクト
（2） エコ事業所プラスプロジェクト
（3） 農業の低炭素化推進プロジェクト
【業務部門】
（4） 大規模建築物省エネ高度化プロジェクト
【家庭部門】
（5） エコ住宅化推進プロジェクト
【運輸部門】
（6） 環境に配慮した自動車利用推進プロジェクト
【再生可能エネルギーの活用】
（7） MW(メガワット)級再生可能エネルギー導入促進プロジェクト
【森林吸収源対策】
（8） 森づくり推進プロジェクト
【地球温暖化への適応策】
（9） CO2「見える化」プロジェクト
【総合的に進める施策】
（10）低炭素な地域づくりプロジェクト
（11）環境産業育成プロジェクト
（12）人づくりプロジェクト

# つくば環境スタイル行動計画




出典：つくば市「つくば環境スタイル行動計画」

# 基本的な考え方
# つくば市の削減に向けた




出典：つくば市「つくば環境スタイル行動計画」

# 具体的な施策

| 取組みの柱 | 施策の方向 | 具体的施策 |
|---|---|---|
| $CO_2$ 排出の可視化による「低炭素意識」にかかる環境教育 | 制度・システムの整備 | 学校環境教育プログラムの構築<br>市民・企業参加型環境教育プログラムの構築<br>情報発信施設の整備 |
| 新たな交通技術の導入と移動手段の発想の転換による「低炭素交通体系」の構築 | 意識啓発，教育 | 戦略的な情報提供による環境配慮行動の推進 |
| | クリーンエネルギー自動車の普及促進 | クリーンエネルギー自動車の普及促進<br>クリーンエネルギー自動車の導入試験<br>クリーンエネルギー乗用車対応の基盤整備 |
| | 公共交通機関の利用促進 | ＩＴＳの推進<br>公共交通体系の見直し<br>割引制度の導入・検討<br>乗り換え拠点の整備 |
| | 自転車のまちづくり | 自転車利用の施設整備<br>レンタサイクルや電動自転車の普及 |
| | TDM 施策 | TDM 施策 |
| | 高度道路交通システム（ITS）の推進 | ITS の推進 |
| | 新交通 | 新交通の導入検討・実証実験 |
| | 移動距離の短縮，エネルギー削減 | 物流拠点整備 |
| | 制度・システムの整備 | 土地利用交通モデルの適用 |
| 水と緑を活かした「低炭素田園空間」の創出 | 森林吸収源を増やす | 植樹等による緑化の推進<br>農地の保全<br>森林の整備保全<br>公園緑地や親水空間の整備・保全<br>グリーンバンク制度の創設 |
| | バイオ燃料生産 | 廃食油の利活用<br>バイオディーゼルの利活用に向けた実証実験<br>バイオマス利活用モデル実証実験及び構想の策定 |
| | 地産地消 | 地産地消の実施 |
| | 制度・システムの整備 | 制度による緑の確保<br>農業支援施策の実施<br>民間企業のシステム化 |
| モデル街区等における新たなエネルギー導入など「実験低炭素タウン」の展開 | 実験タウンによる実証実験及び実用段階に向けた研究・技術開発・技術 | 全員参加モニタリングシティ<br>低炭素環境モデルタウン<br>近未来エネルギー<br>低炭素技術開発ショーケース |
| | 総合エネルギーの効率化 | 高効率エネルギー利用システムの導入 |
| | 公共施設等への環境配慮技術の積極的導入 | 公共施設等への環境配慮技術の積極的導入 |
| | 革新的移動技術の研究開発 | 新交通の導入検討・実証実験 |
| | エコライフナビゲーションシステム | エコライフナビゲーションシステム |
| | 廃棄物の焼却に由来する二酸化炭素排出削減対策の推進 | 廃熱利用 |
| | 水素活用技術開発 | 水素製造技術<br>水素活用インフラの整備 |
| | 再生可能エネルギーの利用 | 再生可能エネルギーの利用 |

出典：つくば市「つくば環境スタイル行動計画」

# 「エネルギーシステム評価TF」の活動内容

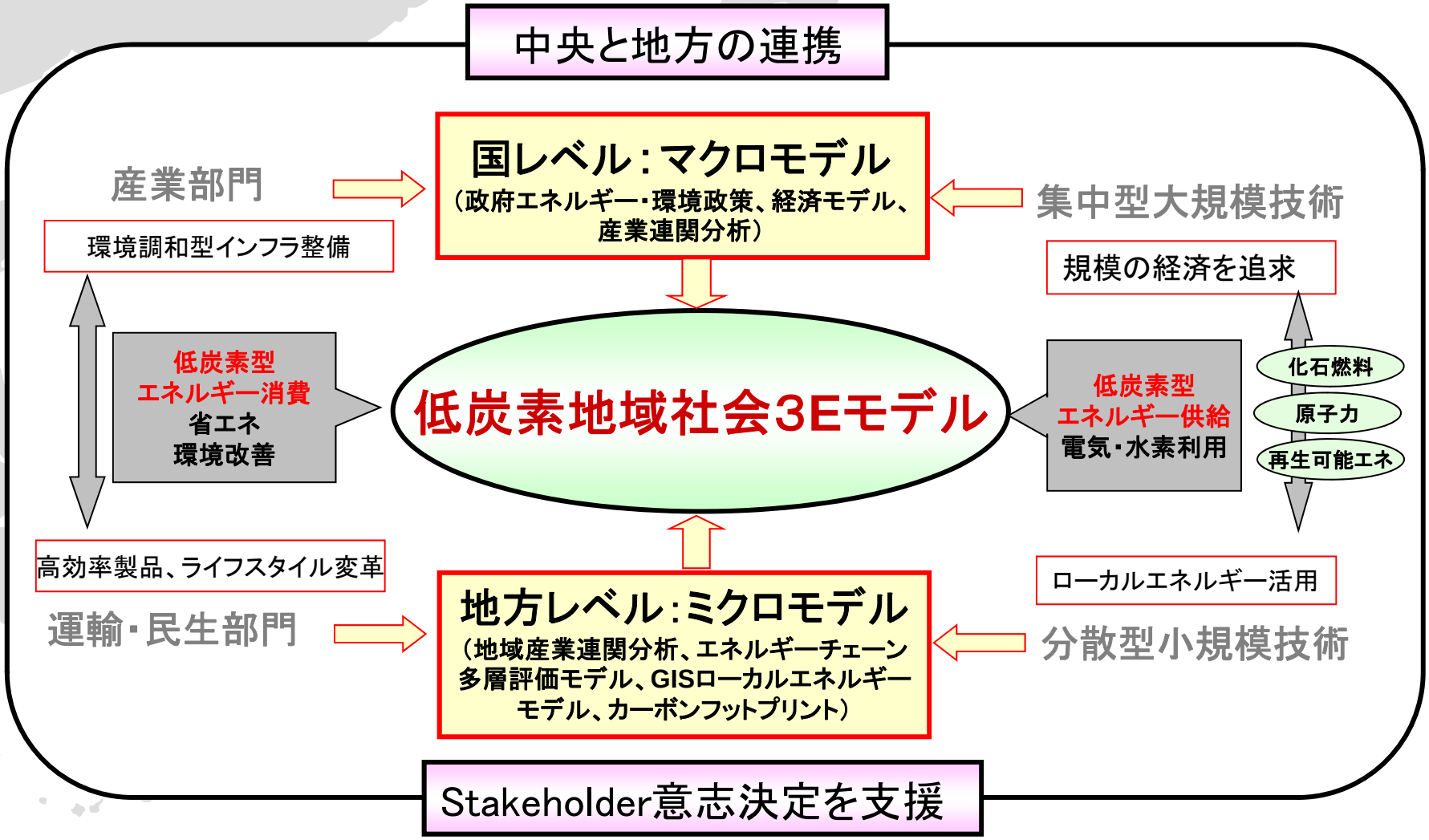
## 産業部門: 「茨城県」と「つくば市」の“低炭素社会評価法”

- 低炭素地域社会3E（経済・エネルギー・環境）モデルの開発
- 茨城県におけるバイオマス資源の賦損量調査
- つくば市における太陽光発電とヒートポンプの導入による
  再生可能エネルギー利用と二酸化炭素削減効果
- “実験タウンD（基礎研究）”の評価方法

## 民生・運輸部門: “見える化”に向けた取り組み

- LCA的方法論の開発、カーボンフットプリントなどによる“見える化”
  （大学・研究機関の役割）
- 地域データの収集、情報の伝達方法 （地方自治体の役割）
- 適用すべき製品、情報提供 （企業・NPOの役割）
- 初等教育と生涯学習におけるエネルギー・環境教育、
  省エネ製品・設備の共同購入 （各組織の協力）

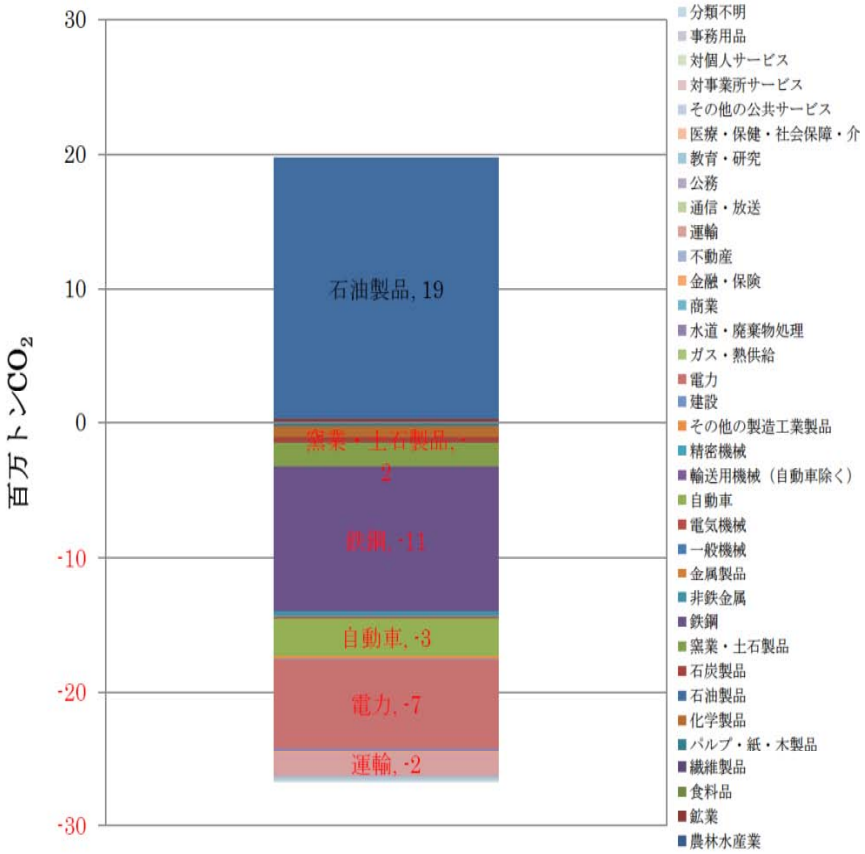
# 低炭素地域社会を支援する
# エネルギー・環境・経済モデルの構築



# 3E産業連関分析モデルの開発

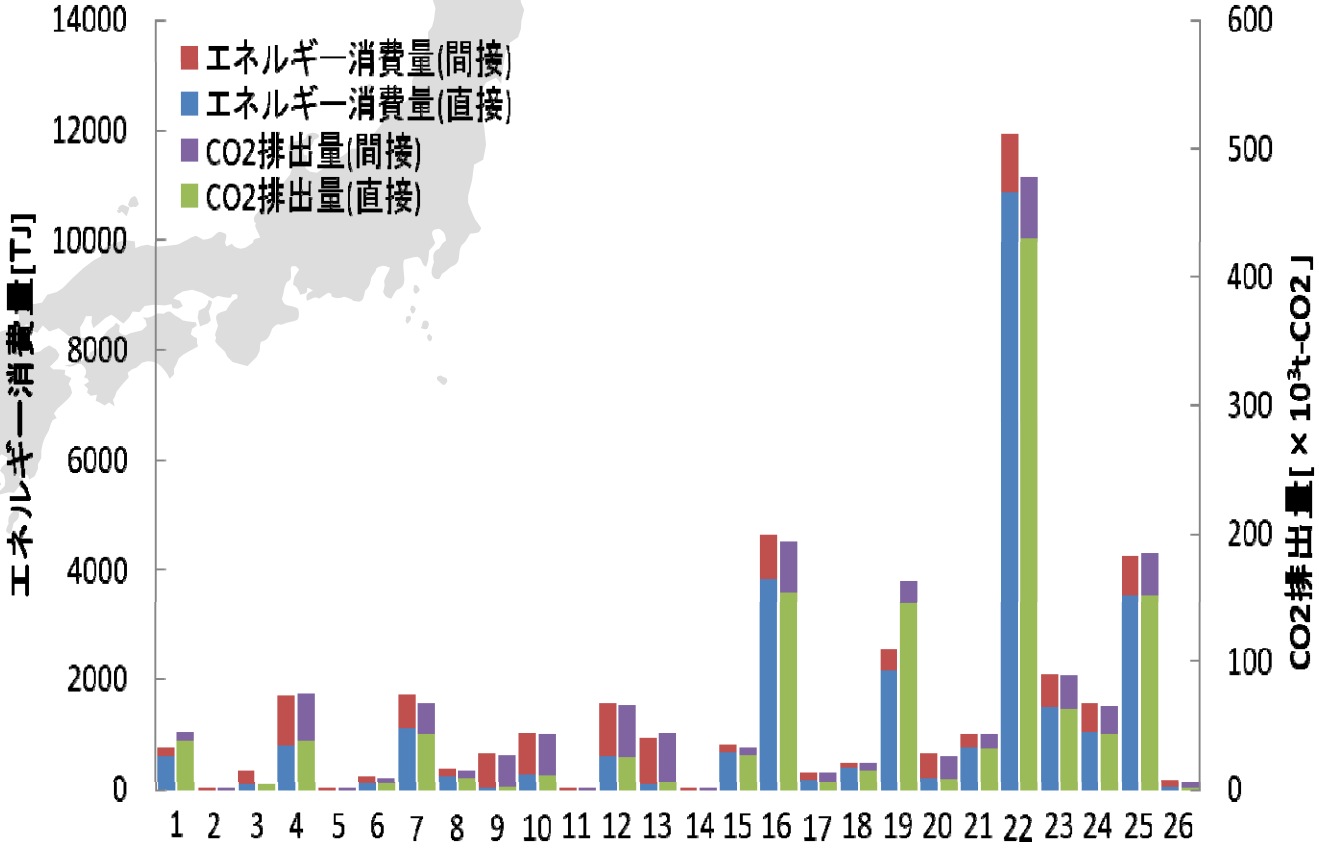
① 地域産業連関モデルの開発とエネルギー・環境分析
②電力化が社会に及ぼす環境・経済・エネルギーへの影響

| | 産業1 | 産業2 | 最終需要 | | 輸入 | 国内生産額 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 国内需要 | 輸出 | | |
| 産業1 | $x_{11}$ | $x_{12}$ | $Y_1$ | $E_1$ | $-M_1$ | $X_1$ |
| 産業2 | $x_{21}$ | $x_{22}$ | $Y_2$ | $E_2$ | $-M_2$ | $X_2$ |
| 粗付加価値 | $V_1$ | $V_2$ | | | | |
| 国内生産額 | $X_1$ | $X_2$ | | | | |

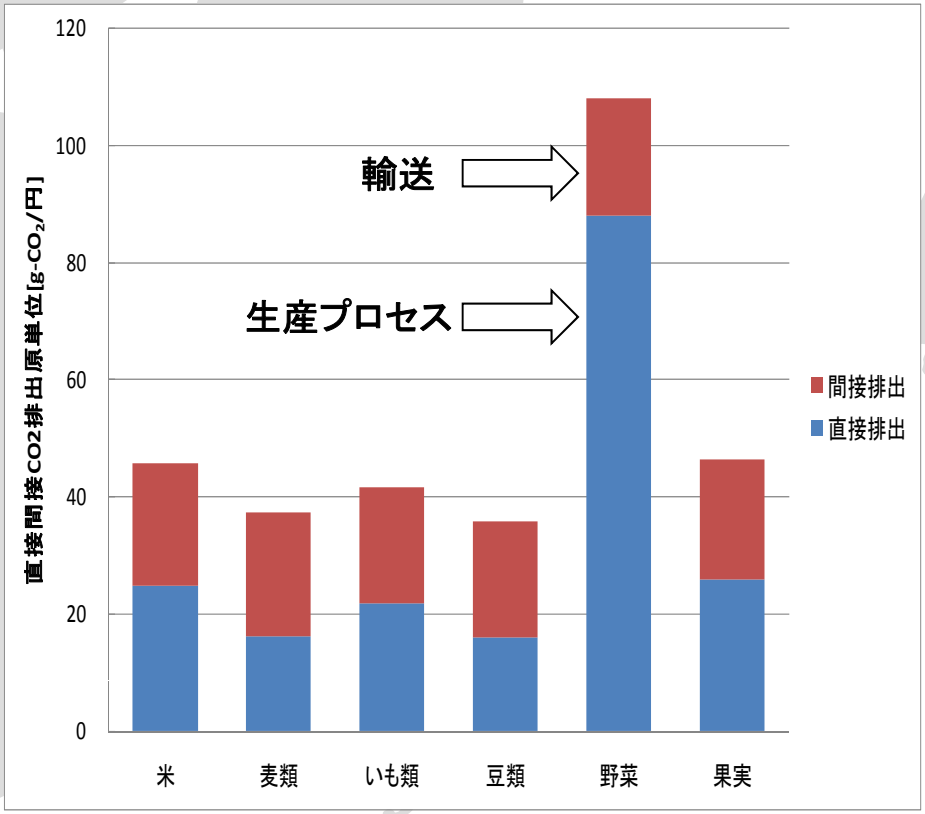


# つくば市の部門別エネルギー消費量とCO2排出量

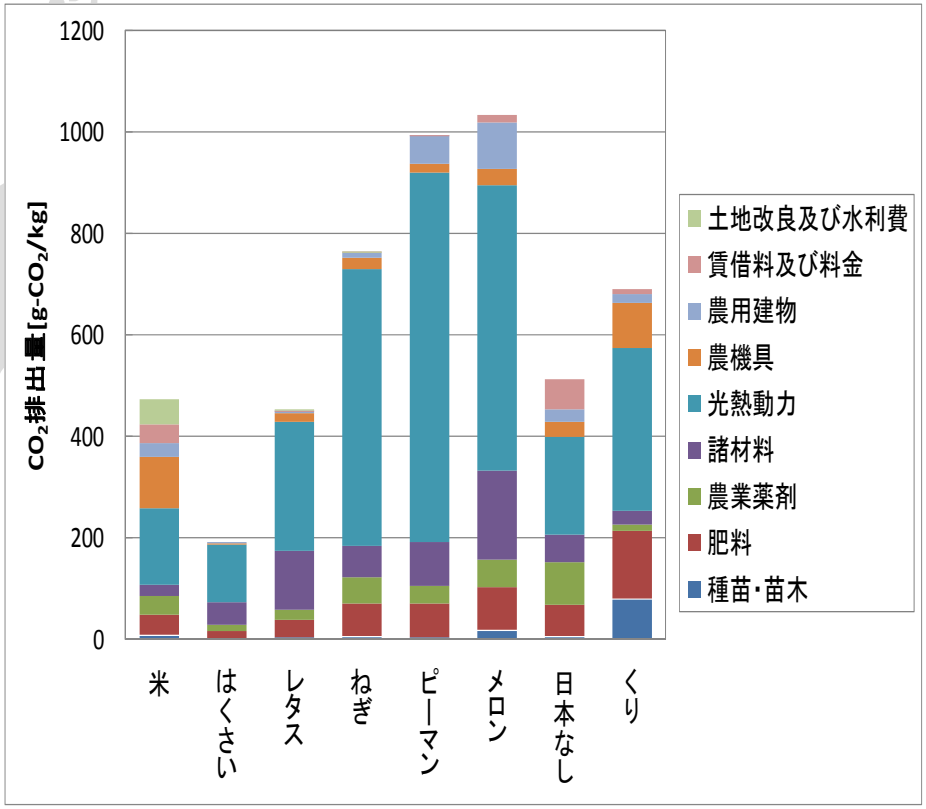
| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | 農林水産業 | 14 | 電力・ガス・熱供給 |
| 2 | 鉱業 | 15 | 水道・廃棄物 |
| 3 | 食料品 | 16 | 商業 |
| 4 | 化学製品 | 17 | 金融・保険 |
| 5 | 石油・石炭製品 | 18 | 不動産 |
| 6 | 窯業・土石製品 | 19 | 運輸 |
| 7 | 鉄鋼 | 20 | 情報通信 |
| 8 | 非鉄金属 | 21 | 公務 |
| 9 | 一般機械 | 22 | 教育・研究 |
| 10 | 電気機械 | 23 | 医療・保険・社会保険・介護その他の公共サービス |
| 11 | 輸送機械 | 24 | 対事業所サービス |
| 12 | その他の製造工業製品 | 25 | 対個人サービス |
| 13 | 建築 | 26 | 分類不明 |



# 茨城県で生産される農作物のCO2排出量評価

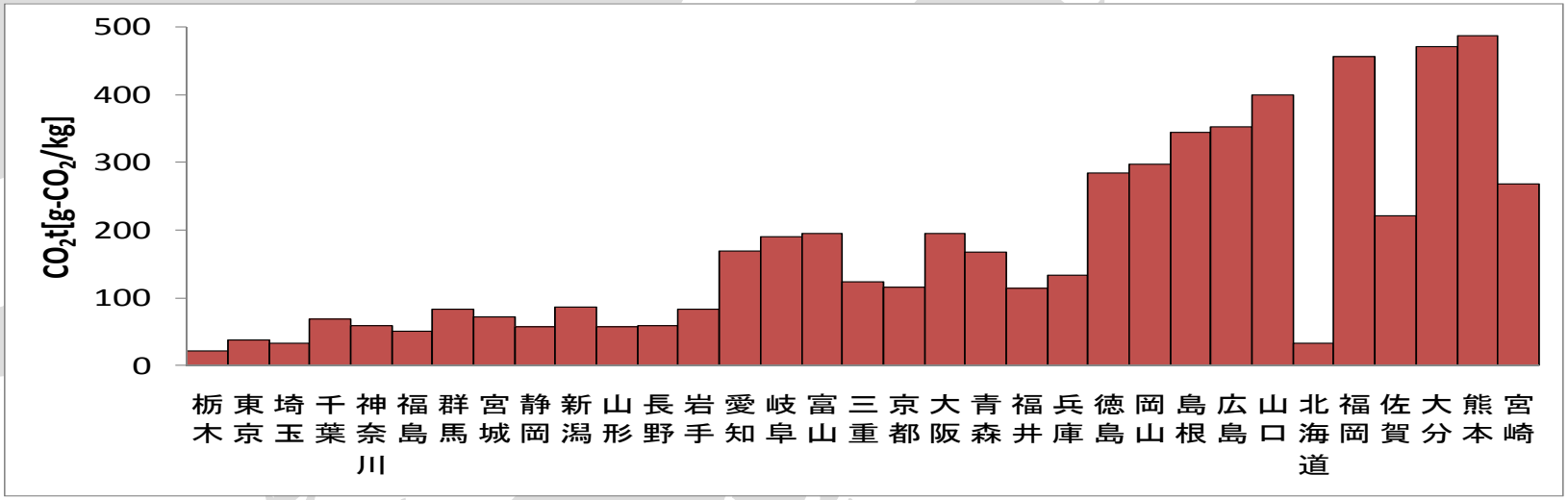



農作物の直接間接CO2排出原単位
（g−$CO_2$/円）

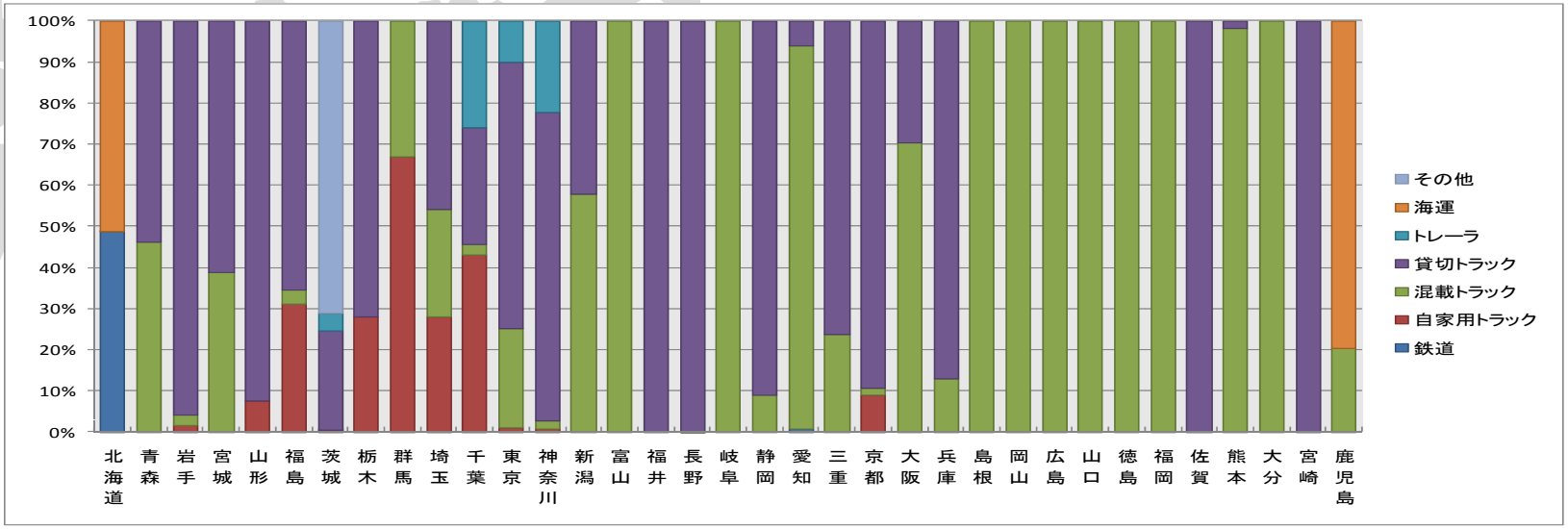



生産プロセスにおける重量当たり$CO_2$排出量
（g−$CO_2$/kg）

# 食糧輸送のCO2排出量と輸送機関分担率

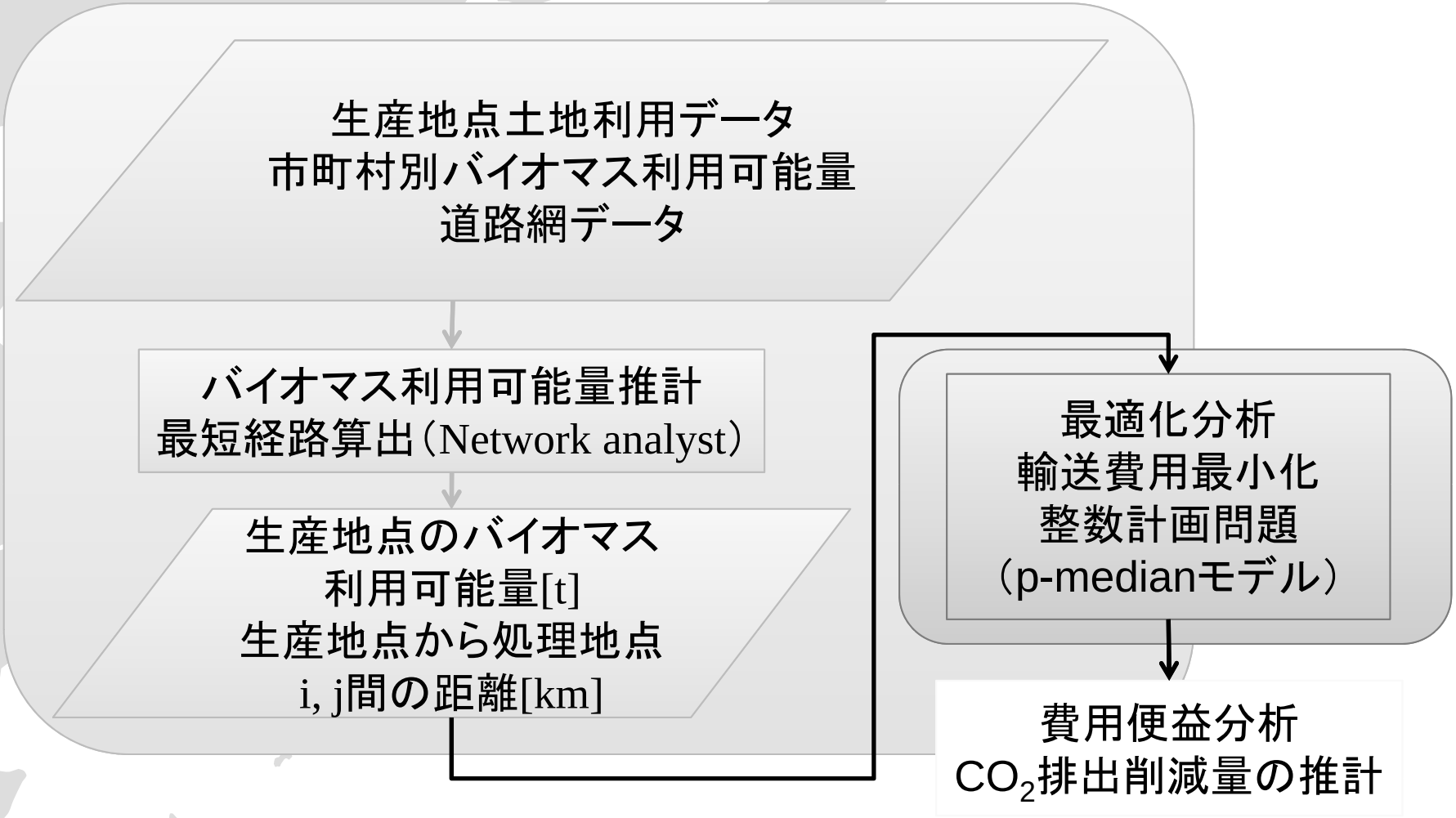



各都道府県から茨城県までの食糧輸送における$CO_2$排出原単位（g-$CO_2$/kg）

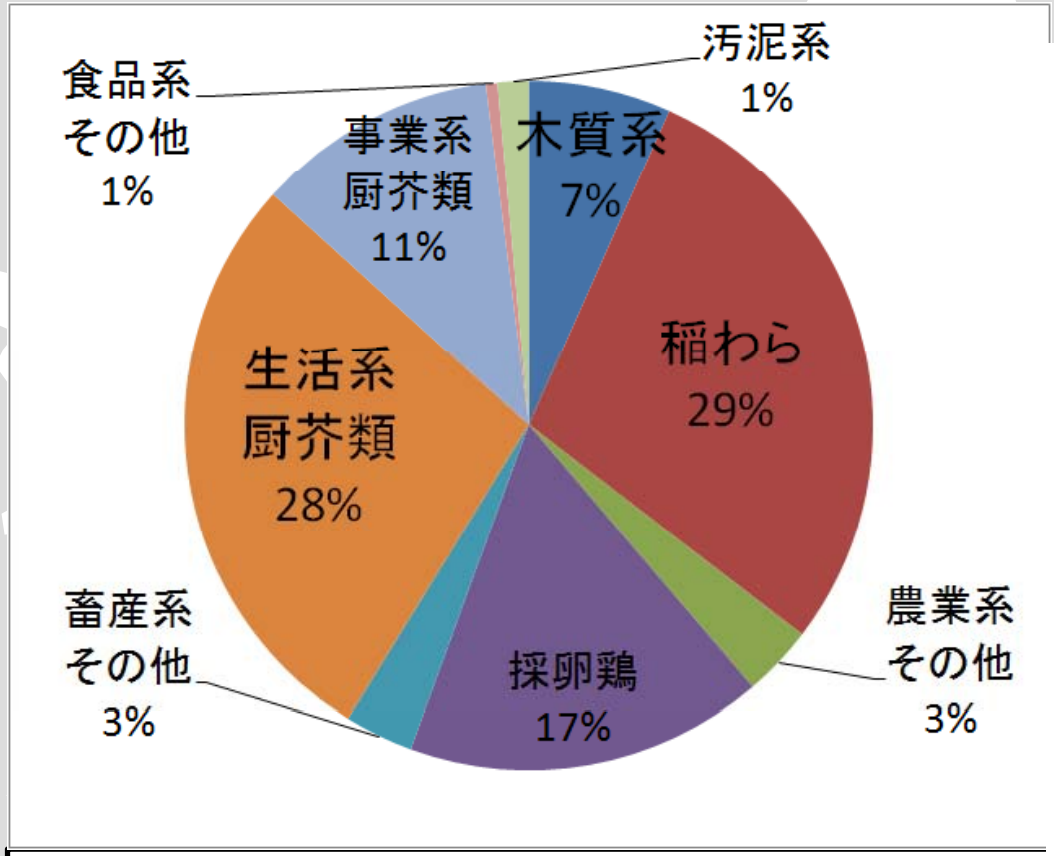


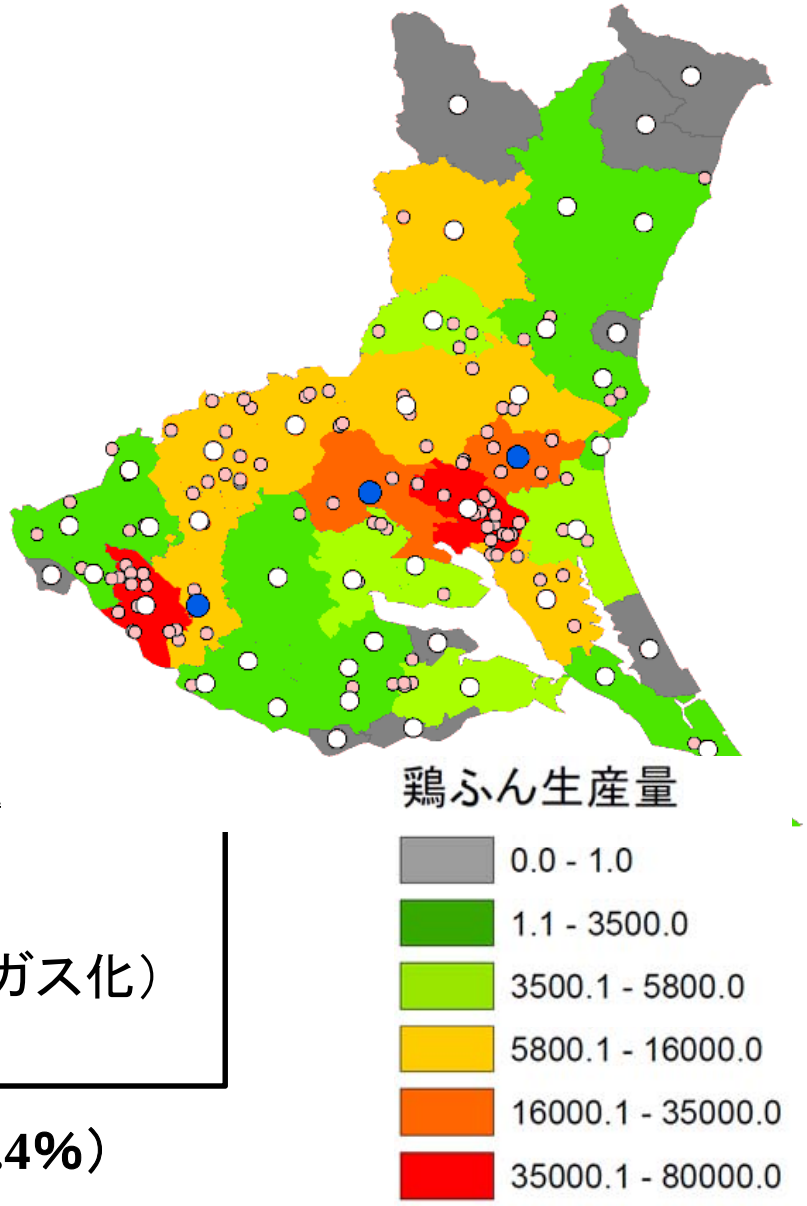

各都道府県から茨城県への輸送機関分担率（農林業）

# 茨城県のバイオマス利用可能量推計



# 茨城県におけるバイオマス利用可能量

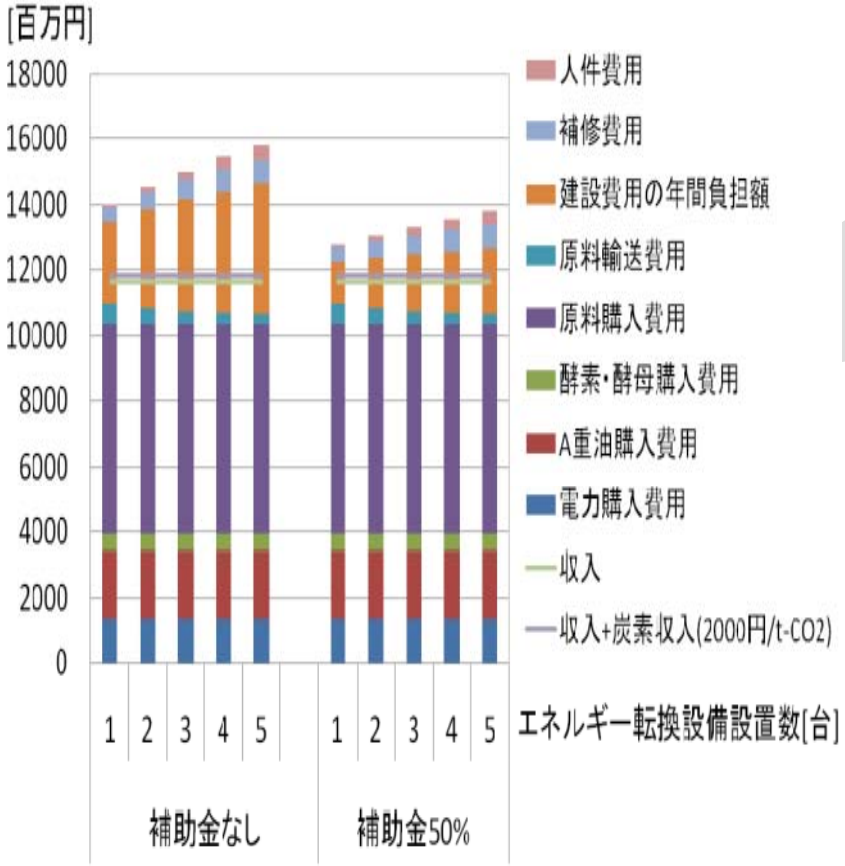


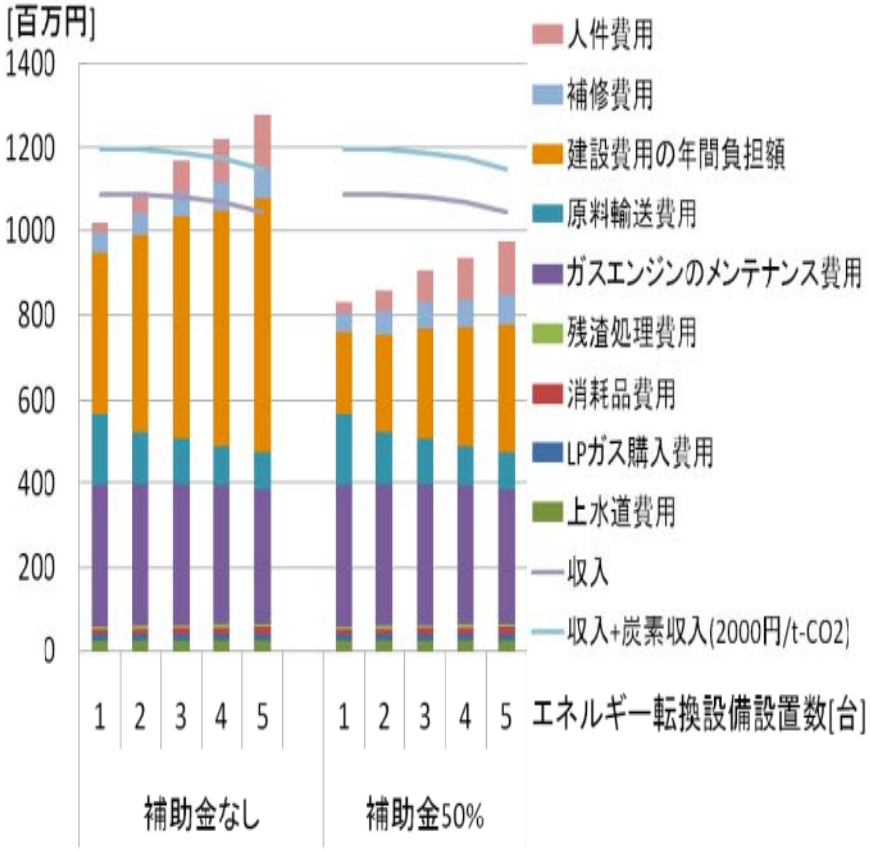

| 【種類】 | 【利用可能量】 | 【変換技術】 |
|---|---|---|
| 稲わら | 321,448t/yr | エタノール化 |
| 木質系 | 84,655t/yr | 発電（ボイラー、ガス化） |
| 鶏ふん | 295,352 t/yr | 発電（ボイラー） |

**$CO_2$削減量：16.2 – 20.3[万トン／年]（0.3～0.4%）**

# バイオマス事業の採算性

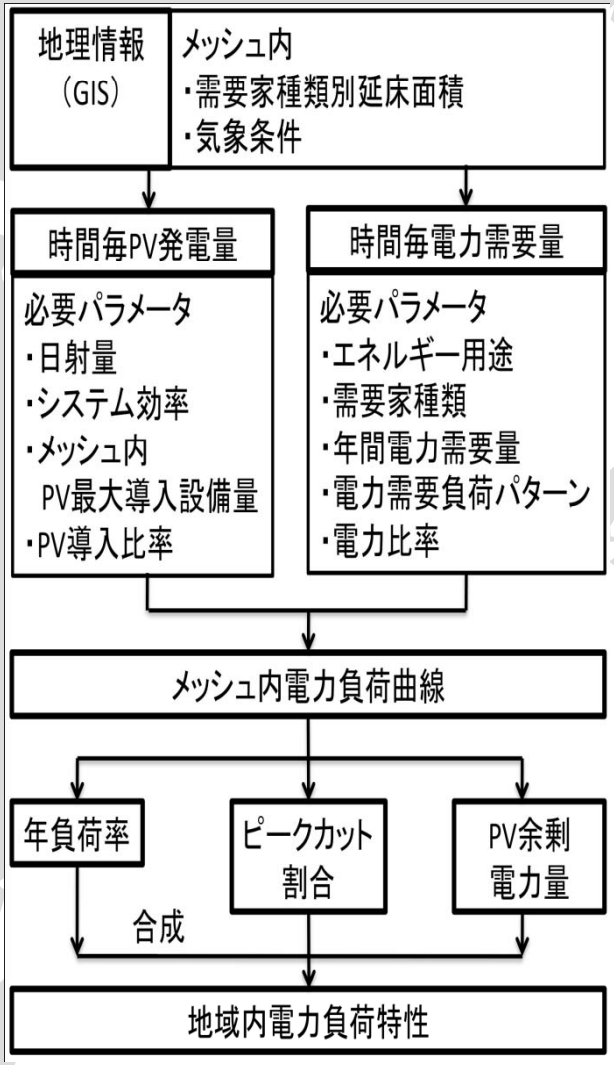


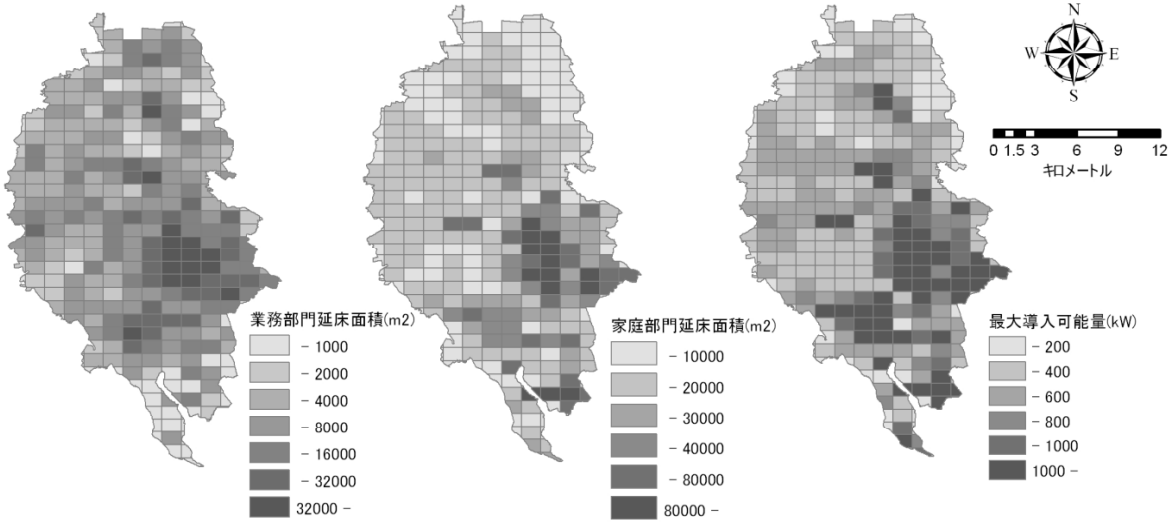

稲わらエタノール化事業の収支

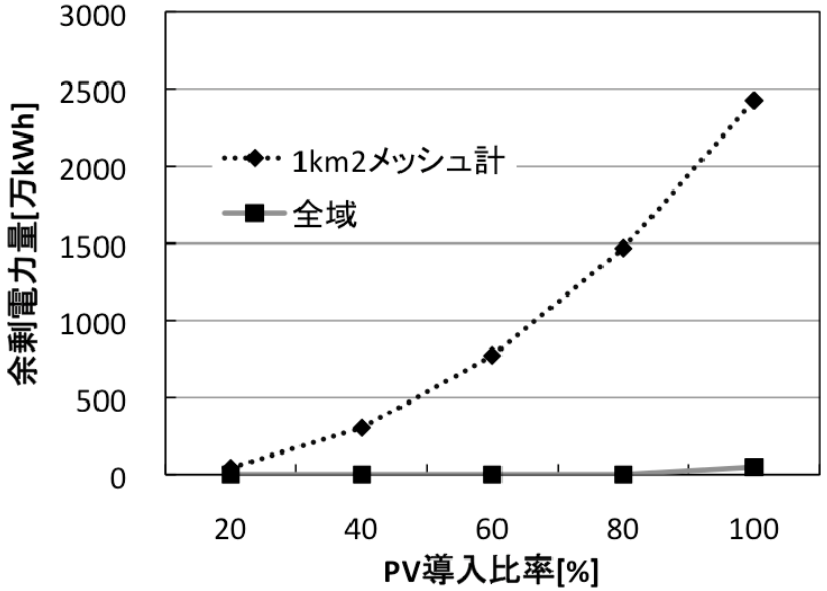



木質系バイオマスガス化発電事業の収支

# つくば市における太陽光発電の普及分析



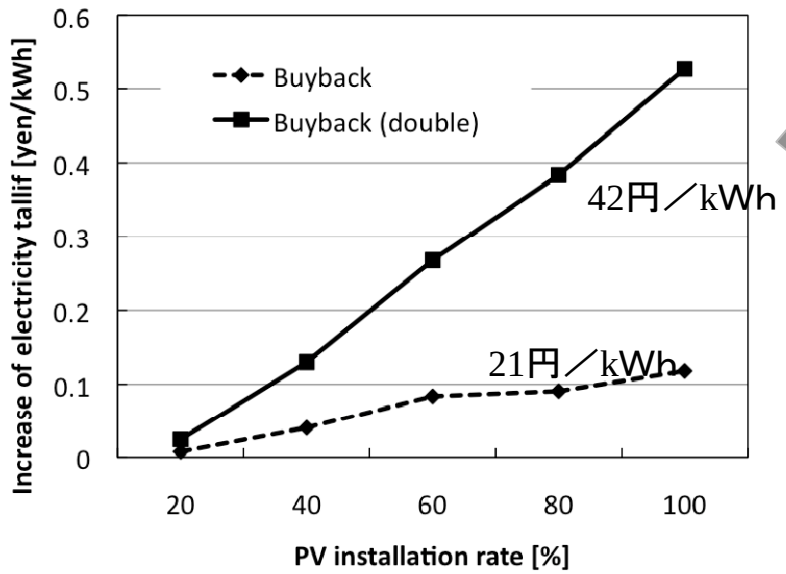



# 太陽光発電の余剰電力購入による経済分析

## 電気事業の費用負担 [10億円／年]

| PV installation rate α [%] | Deduction of fuel cost | Deduction of fixed cost by peak-cut effect | Cost burden of purchasing surplus electricity | | Cost burden of electric utilities | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Buyback | Buyback (double) | Buyback | Buyback (double) |
| 20 | 0.25 | 0.00 | 0.46 | 0.91 | 0.21 | 0.66 |
| 40 | 1.31 | 0.00 | 2.40 | 4.79 | 1.09 | 3.49 |
| 60 | 2.69 | 0.00 | 4.93 | 9.87 | 2.24 | 7.18 |
| 80 | 4.28 | 1.14 | 7.85 | 15.70 | 2.43 | 10.28 |
| 100 | 5.98 | 1.81 | 10.96 | 21.91 | 3.17 | 14.12 |

## 電気料金の増加費用

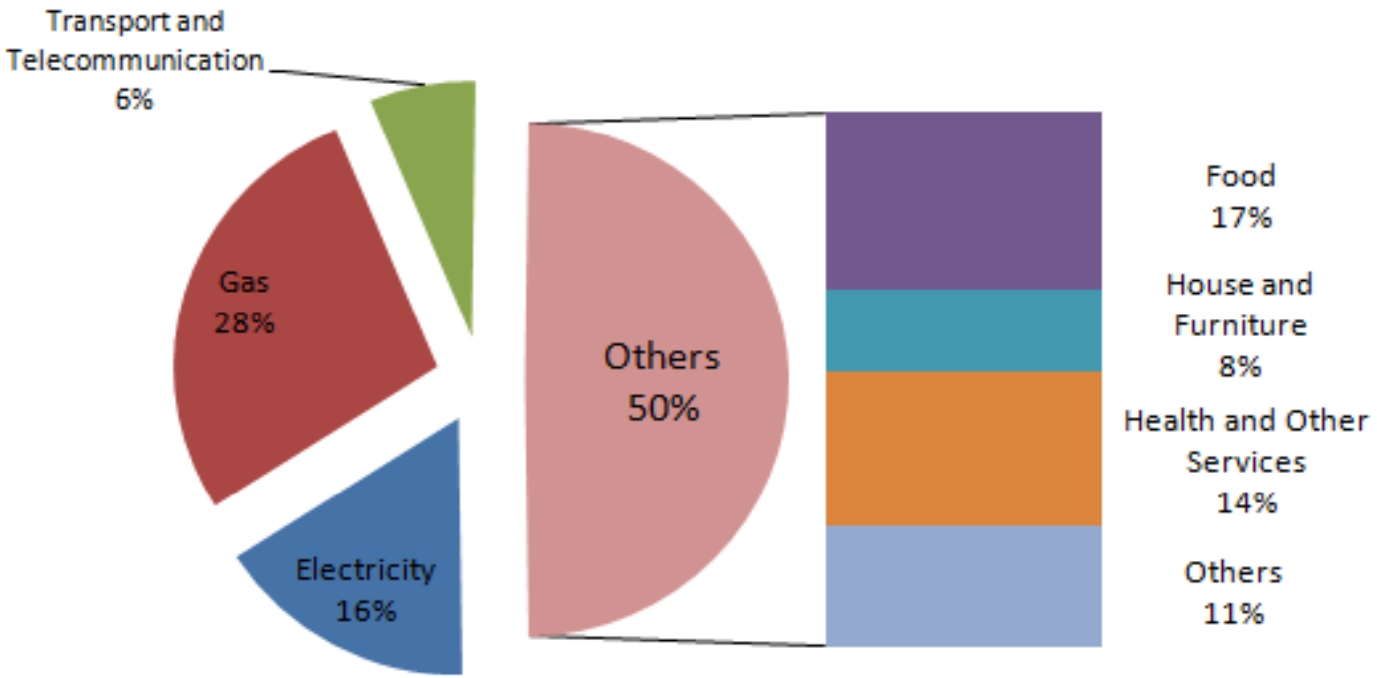



【導入規模（100%）】
190MW
【CO2削減効果】
つくば市の4%削減
（業務・家庭部門の6%）

# ウェブ環境家計簿サービスの開発について

## （独）産業技術総合研究所

家計に占める間接排出による$CO_2$排出量は大きい。



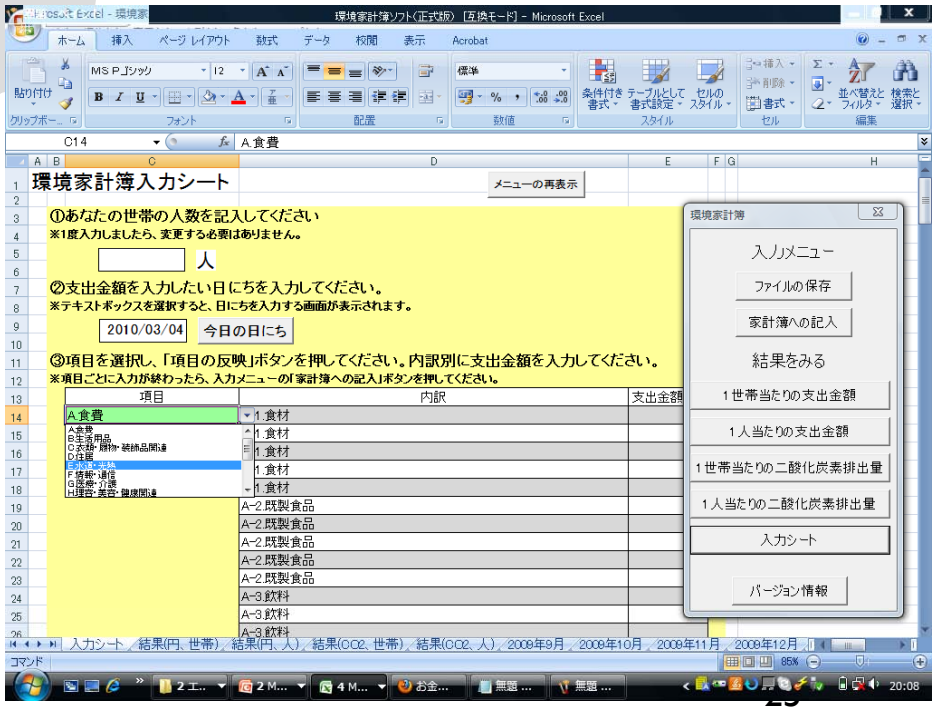

間接的なCO2排出量も含めた形で、
消費者の地球温暖化問題への意識を高めることが必要。

# 環境家計簿について

- 家庭部門の対策に有力なツール
- 自治体や企業のホームページ上で排出量を計上

【インターネット版】

【 EXCEL版】



# 北欧におけるエネルギー・環境教育（1）

- 地方自治体が裁量権：校長、教員、生徒に合わせて独自のカリキュラム、シラバス、教育計画を作成。
- ”Goal based system”：目標（Goal）とガイドラインを基本とした教育方針（Goal based system）で、目標に到達するための具体的な方法は、教師にゆだねられている。
- 「持続可能な開発(ESD)」が国家戦略：2004年に「環境省」が「持続可能な開発省」に再編（エネルギーだけに特化した教育はない）
- ”Holistic”教育：社会の情報化、国際化の中で物事を全体的に見る教育

# 北欧におけるエネルギー・環境教育（2）

- Interdisciplinary（学際的）なアプローチ。
- 問題解決型で批判的な考え方な能力を高める。
- 様々な教育方法（教師に委ねられている）。
- 過去から未来、地域から世界を見渡せる内容。
- 意思決定への参加。
- 事実に基礎を置いた学習。

# 施策の推進主体と対応部門の削減効果

◎貢献度が大　○貢献度が中　△貢献度が小

| | | 推進する主体 | | | | | | | 対応する部門の削減効果 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 国 | 県 | 市 | 事業者 | 大学・研究機関 | 市民団体 | 市民 | 産業 12% | 運輸 20% | 業務 54% | 家庭 12% | その他ガス2% | 間接効果 |
| 低炭素化意識 | 市民生活 | △ | ○ | ◎ | △ | ○ | ◎ | ◎ | | ◎ | | ◎ | ◎ | |
| | 事業活動 | ○ | ○ | ○ | ◎ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | | | |
| | 基盤づくり | ○ | ○ | ◎ | ○ | ◎ | ◎ | ○ | △ | △ | △ | △ | △ | |
| 低炭素新交通体系 | モビリティマネジメントの推進 | ○ | ○ | ○ | ◎ | ○ | △ | △ | | △ | | | | |
| | “りんりんつくば”の展開 | ― | ― | ◎ | ○ | △ | ○ | ○ | △ | ◎ | | | | |
| | 低炭素市内交通ネットワーク | △ | ○ | ◎ | ◎ | ○ | ○ | ○ | ○ | ◎ | | | | |
| 低炭素田園空間 | 炭素循環と水循環 | ○ | ○ | ◎ | ○ | ○ | ○ | ○ | △ | | | | | ○ |
| | バイオマス利活用 | ○ | ○ | ◎ | ◎ | ○ | ○ | ○ | △ | ◎ | △ | ○ | | |
| | 地産地消の促進 | ○ | ◎ | ◎ | ◎ | ○ | ○ | ○ | △ | | | | | ○ |
| 実験低炭素タウン | 再生可能エネルギーの利活用 | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | | ◎ | | ○ | | |
| | エネルギー使用合理化への誘導 | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ○ | | | ◎ | | |
| | リーディングプロジェクト | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ○ | △ | △ | ○ | | ◎ | | | ○ |

# 低炭素化への取組み（市民）

【家庭】
- 家庭生活でのエネルギー使用量を知る
- 日常生活の省エネ行動
- 省エネ機器・設備の購入
- 住宅の省エネ性能向上
- 再生可能エネルギーの導入・活用

【交通】
- 自動車に頼らないライフスタイル
- エコドライブの実践
- 燃費の良いクリーンエネルギー自動車の購入

【廃棄物】
- ごみの減量
- リサイクルの推進

# 低炭素化への取組み（事業者）

【オフィス】

●日常における省エネ行動

●パソコン・プリンタなど高効率OA機器の購入

●省エネ・省資源型管理システムの導入

【新設建物】

●熱負荷を低減する建物設計

●高効率設備の購入

【廃棄物】

●廃棄物の発生抑制

●リサイクルの推進

ご静聴ありがとうございました。