

# ポスター発表要旨

1

## すみたいまちつくば～未来理想図 2030～

神戸 麻美子, 佐藤千恵, 今里真人, 山本泰弘, 石塚洋行, 坂入久美子, 熊谷現, 山川泰子,  
高島弘樹, 高木美紅, 岩渕裕子(3Ecafe プロジェクトチーム)

筑波大学 3Ecafe プロジェクトチームは、つくば市における産学官民が一同に介し意見交換ができる場を提供することを目的に「3E カフェ」の企画・運営を行っている。今回は、2月7日に行われた第1回 3E カフェの参加者アンケートから得られた意見をもとに、生活を営む上で人々が感じている不満を集めた「つくば市の現状」と、今後の要望や現在進行中の計画などをまとめた「将来住みたいつくば市の理想像」をポスターにあらわした。“筑波大生ならではの情報”を主としているが、どちらも“人”を中心とした構成となっており、つくば市における一生活者として市民の方々に共通する点もあるのではないかと思う。

都市基盤が整備されていく一方で、市民・研究者・学生といったつくば市を特色づけ支えている人材を活かしきれていない現状がある。本ポスターをご覧ください、研究者からは実現可能な技術、一般参加者の方からはつくば市や研究所、学生への更なる希望を出していただき、相互の意見を深めることで市の更なる発展のきっかけとなれば幸いである。

2

## エコバッグからエコライフへ

宮澤伸一, 織田伸子, 安田早苗, 山本泰弘, 高野正子, 氏家陽子, 宇野信子,  
北口ひとみ, 永井悦子, 瀬戸裕美子(つくばエコライフフレンズ)

「2030年までに温室効果ガス50%削減」を目標に、つくば3Eフォーラムが発足しました。今後、つくばの大学や研究機関で育った省エネルギー技術、再生エネルギー技術を生かしたまちづくりが始まることを期待します。一方、家庭やオフィスでの地道な努力も必要です。つくばエコライフフレンズ(新エネ・省エネ・リサイクル活動など環境問題に取り組む8団体で構成)は、「エコバックは始めの一步」と考え、2007年10月よりスーパー店頭でのキャンペーン活動などを展開してきました。現在、行政・事業者・市民からなるレジ袋懇談会が設置され、レジ袋無料配布中止実現に向けて動き出しました。さらに、一步踏み込んで、一人でも多くの人で温室効果ガス削減をすすめていくために、「エコライフ宣言」運動を展開していきます。エコライフ宣言は、環境省のチームマイナス6を始めとして、多くの自治体が行っています。しかし、税制や政策をもって対処するのが国や自治体の役割であり、エコライフ宣言のような運動は、私たち市民主体ですすめるのがよいと考えます。また、従来のやり方では宣言項目を選択できないなどの欠点があります。こうした点を改めるとともに、市民の観点から運動を進めます。運動の特徴は、①心がける項目を選択できる。(自分で追加することもできる) ②環境に熱心な行政・企業・政治家を評価する項目がある。③誇りをもって実施するために、ステッカーを使用する。④ワークショップなど各自の工夫を発表する場がある。⑤メールマガジンを配布して、宣言者とのコミュニケーションを図る。ポスター発表では、レジ袋削減活動の経緯とエコライフ宣言運動を紹介し、皆様からのご意見をうかがいたいと思っています。

3

市民が主役の温暖化防止アイデア提案

宇野 信子, 阿部登代子, 北口ひとみ, 織田伸子, 若林美智子, 永井悦子, 瀬戸裕美子(つくば・市民ネットワーク)

市民が主役!温暖化を止める3つの提案「市民を主役にしよう!」…温暖化を止めるまちづくりの提案研究者も市職員も事業者も、みんなつくば市民です。温暖化を止める最先端の技術も、使う市民が増えなければ、効果はあがりません。市民にとって使いにくい技術では、普及せず、社会の役にたちません。だから…

【提案1】実証実験の設計から市民が参加できるような仕組み作り新技術の実証実験や、既存の技術をどう導入するか、市民と一緒にオープンに話し合しましょう。たとえば、マイカー依存から公共交通へライフスタイルをシフトするには…どんな公共交通が使いやすく、効率的か、地域ごとに話し合い、調査をしてみよう。バス路線、オンデマンドタクシーなど、利用頻度、採算、料金設定、持続するために必要なことは?…など、どの技術、施策でも導入・普及方法を市民と共に考えてこそ効果が期待できます。

【提案2】インフォメーションセンターを環境都市推進センター(仮称)に。(県はインフォメーションセンターを引き上げる予定) 1F:インキュベーター(環境技術の実用化起業を支援する貸しオフィス) 2F:環境都市推進委員会事務局を置く。(環境市民団体の活動拠点) ※市民活動センターを併設し、指定管理者が管理。 3F:大会議室、小会議室…温暖化防止推進員養成講座、会議等に活用。【提案3】温暖化防止推進員の養成 → 各地域での活動の核になる。

入門編

- |                                |                                 |
|--------------------------------|---------------------------------|
| 1. 温暖化の仕組みを知ろう!                | 映画「不都合な真実」+国立環境研の話+環境家計簿実習      |
| 2. 世界の状況を知ろう!                  | 映画「アース」+森林総研の話+木を植えよう実習         |
| 3. 交通で出るCO <sub>2</sub> を減らそう! | 公共交通へのシフトを考える(国環研+筑波大)+エコドライブ実習 |
| 4. 自然エネルギーをもっと作ろう!             | 自然エネルギー技術の話(産業総合研究所)+普及方法の検討    |

4

カーボンマイナスの生活をみんなで楽しめる未来のコミュニティづくり

平野 一博, 亀田正人, 鹿野道生(三菱地所株式会社)

世界的により先駆的で具体的な温暖化防止対策が求められる中、街づくりにも地球環境への配慮を行っていくことが不可欠になってきています。私たちがこれから取り組んでゆく「環境共生」の街づくり、住まいづくりには、カーボンマイナスのために屋上や壁面緑化、太陽光発電システム、デスポーザーによる生ゴミ処理、雨水の再利用等様々な試みが考えられています。

しかしこういった環境技術面以外にも、そこに住む人々のエコに対する「意識」を高めていくことはもっと重要なことではないでしょうか。

例えば、住民同士が自分たちの菜園で、昨日やってみた「ほんの小さなエコ」の話をしながら、食事に使う野菜の収穫をしている。ちょっと遠くのスーパーへは、自動車でなくお気に入りの自転車と自慢のエコバックでお買い物…。

こんな光景に見られる住民の環境への感性が、カーボンマイナスの日常的な暮らしへと結びついていく、これが私たちの目指している環境コミュニティの姿です。

さらに将来的には、住民のカーボンマイナスの実践に対して「エコポイント」が付与され、そのエコポイントで固定資産税や公共料金の支払いや、商店での買い物が出来る等、地球に優しい暮らしが、目に見えて自分の生活にも優しいと実感できる、そんなシステムが生まれたら素晴らしいと考えています。

筑波研究学園都市の特性を活かし、つくば市と企業・商店そして住民が一体となったサステナブル(持続可能)な環境共生社会=カーボンマイナス社会の実現を押しすすめるため、私たちが描ける未来図はどういったものなのか、様々な面から検討を行っています。

5

## 筑波大学への太陽光発電導入によるCO<sub>2</sub>削減効果と導入にかかる費用

千葉 陽介(筑波大学)

筑波大学のCO<sub>2</sub>排出量は年間6万トンを超え、発電における排出量はそのうちの7割以上も占める。そのため筑波大学における発電部門の改善は、2030年につくば市の温室効果ガスを半減させるという目標を達成させるために重要である。

CO<sub>2</sub>削減に向けた取り組みの一つとして太陽光発電の導入が考えられるが、経済性の問題がある。「総合資源エネルギー調査部会 第15回新エネルギー部会」の資料によると、2005年の太陽電池の発電単価は45円/kWhであり、筑波大学の購入電力料金12.57円/kWhを大きく上回り、導入が難しいことが分かる。なお、筑波大学では経費削減のため平成17年度に電力の購入先を東京電力(株)から(株)エネットに替えた。これによりおよそ1200万円が削減される一方で、発電におけるCO<sub>2</sub>排出量は平成17年度の排出原単位を用いると1.15倍となり、6000トンものCO<sub>2</sub>が余分に排出されたことになる。このように、CO<sub>2</sub>排出量を増やしても経費を削減するような姿勢からは、高コストの太陽電池導入の難しさを改めて感じる。

しかし逆に言うと、将来的に太陽電池のコストが現状の電力料金を下回れば積極的に導入すると考えられる。2004年に新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO 技術開発機構)により策定された「2030年に向けた太陽光発電ロードマップ(PV2030)」では、2030年での発電コストが7円/kWhという目標が設定されている。2030年は3Eフォーラムの目標を達成すべき年でもあり、その時に12円/kWh以下であれば導入できると考えられる。また、化石燃料価格の上昇により太陽光発電が相対的に安くなることも考えられる。

本ポスターでは、筑波大学へ太陽光発電を導入した場合のCO<sub>2</sub>削減効果と導入にかかる費用、導入のためのアイデアを提示する。

6

## 太陽光発電の普及に関する一考察

野田 伊織, 小川達己(つくば市民環境会議)

本年度より京都議定書の第一約束期間が始まり、日本は二酸化炭素排出量において2012年までに1990年の6パーセント減を果たさなければならない。二酸化炭素排出量を分野別に見ると産業部門が依然として多くの割合を占めるものの、伸び率では運輸、民生部門が大きい。そこで市民活動を行う私達は民生部門のなかでも、家庭での削減方法に焦点を当てた。家庭に限らず二酸化炭素の排出削減方法として、省エネルギーの実施や再生可能エネルギーの利用を通じた化石燃料削減が考えられる。再生可能エネルギーの利用方法には太陽光発電、風力発電、バイオマス発電などが挙げられるが、今回は家庭において導入が比較的容易な太陽光発電に着目し、その現状、課題、普及策を考えた。

## 公共交通指向型居住地選択に向けた説得的コミュニケーション

浅見 知秀, 谷口綾子, 石田東生(筑波大学)

近年,過度な自動車利用に起因する交通問題や環境負荷低減のため,効率的な都市構造を目指した「コンパクトシティ」の重要性が指摘されている。コンパクトシティを実現するためには,土地利用規制とともに,人々の居住地を公共交通機関の近くに誘導する施策が不可欠である。しかし,居住地選択そのものを規制する手法には自ずと限界があることから,人々の自発的な態度・行動変容を促す施策が必要となる。人々の自発的な居住地選択を公共交通機関に配慮する方向に誘導することができれば,それは当該公共交通機関の利用促進策としてのみならず,将来的な土地利用や交通行動,都市構造などにも多大な影響を及ぼす重要な都市施策となり得るであろう。本研究ではこうした認識の下,平成20年4月に転居予定の筑波大学の学生を対象に,居住地選択を行うであろう平成19年11月から平成20年3月の期間に,一般的な住宅情報とともにバス停位置の情報を提供し,バス停近くの居住地選択を促すことが可能か否かを検証した。その結果,バス停までのアクセスに焦点化した説得的コミュニケーションを行った群において,バス停近くのアパートを選択する傾向が有意に高く,本研究の仮説を支持する結果を得ることが出来た。

## 筑波大学新学内バス導入と利用促進 MM プロジェクト

浅見 知秀, 谷口綾子, 石田東生, 中川浩志(筑波大学)

筑波大学では,つくばエクスプレスの開業と同時に,路線バスを活用したキャンパス交通システムが導入された。このシステムは,筑波大学~つくばセンター (TX つくば駅)を循環する路線バスを活用したものであり,最大の特徴として,区間内乗り放題の定期券が導入されたことがあげられる。利用証発行に際しては,全国初の「大口一括特約定期」という方法を導入している。これは,大学が関東鉄道に5,000万円支払って6,000枚の利用証を購入し,これを教職員に8,400円,学生に4,200円(学生のみ半額を大学側が負担)にて,希望者に販売するものである。しかしながら,画期的なバスサービスがあったとしても,きめ細かな情報提供等による利用促進策を怠ると,利用者増は見込めないことが懸念される。そこで,平成18年度,筑波大学の大学教職員と学生を対象としたこのシステムの利用促進を実施した。この利用促進は,「動機付け・パスカード利用例・購入方法・購入申込書・携帯可能なバス時刻表を1枚にまとめたチラシ」と「つくば市内のバスマップ」を,アンケート票とともに配布するというものである。この効率的に配布可能な利用促進キットにより,8,800人に配布という大規模なMMを実施することが可能となった。この取り組みは,毎年実施中である。そしてこれらの取り組みにより,定期券の販売枚数は2005年度3,055枚,2006年度5,674枚,2007年度6,030枚と増加している。またこの大学バス利用促進キットを配布することで,配布直後の学生の利用証購入を促進する効果を持つこと,チラシに加えてバスマップを配布することで,さらに利用証購入を促進する効果があることが確認されている。

## 新学内交通システムの事後評価

鈴木 勉, 池田泰彦, 猪瀬真宏, 宇野寛子, 大植仁史, 尾崎哲生, 古波蔵嵩幸, 成澤晶浩, 橋本英樹, 石田東生,  
市橋堯行(筑波大学)

1977年に運行を開始した旧学内バスが、運行が困難な状況になったことを受けて、2004年度都市計画実習交通班は代替案の検討を行い、関東鉄道バスの既存路線を利用する案を提言した。そして、同年6月に新学内交通システム検討プロジェクトチームが発足し、2005年8月24日つくばエクスプレスの開業に合わせて新学内交通システムが開始された。主な変更点は運行経費の一部を受益者負担とすることと、つくばセンターまで延長されたこと、パスカードが導入されたことである。本研究では、新学内交通システムによるバスの利便性向上がバス利用者に与えた交通行動の変化や満足度を把握し、事前調査と比較して新学内交通システムを利用者・大学・関東鉄道それぞれの立場から評価を行った。ここから、新学内交通システムは成功か否かを判断するとともに、問題点があれば抽出し改善案を検討することを目的とした。この目的に沿って研究を進めていくために、

(1)パスカード売上げ伝票集計

(2)乗り込み調査

(3)アンケート調査

(4)ヒアリング調査(1.関東鉄道株式会社へのヒアリング調査; 2.筑波大学へのヒアリング調査)

の4つの調査および集計・分析を行った。その結果、先に述べたシステム導入による効果より、システム導入は成功であるといえた。その一方で、今回の調査により学内バスのサービスに対する不満項目も明らかとなったことから、これら改善する必要がある。今回の調査ではTXの影響を考慮しなかったが、乗り込み調査を通して、TX開業のバスの利用状況に対する影響を無視できないことを実感した。今後の課題としては、学内バスと密接な関係にあるこのTXの影響を考慮した評価が求められる。

## 低炭素社会の地域と交通のイメージ

松橋啓介<sup>1</sup>、工藤祐揮<sup>2</sup>、近藤美則<sup>1</sup>、加藤秀樹<sup>1</sup>、米澤健一<sup>1</sup>、青柳みどり<sup>1</sup>、小林伸治<sup>1</sup>、森口祐一<sup>1</sup>

(1 国立環境研究所、 2 産業技術総合研究所)

乗用車利用に起因する一人あたりCO<sub>2</sub>排出量は、地域によって異なっている。たとえば、鉄道等が利用可能な大都市圏や札幌・仙台・広島・福岡では、乗用車CO<sub>2</sub>が少ない傾向がある。つくば市は、東京都市圏の郊外部に位置しており、乗用車CO<sub>2</sub>はやや多い部類であった。しかし、2005年に鉄道が開通したことにより、乗用車CO<sub>2</sub>を大幅に削減するチャンスを迎えたと言うこともできる。

一方、筆者らは、地球推進費「脱温暖化2050」研究プロジェクトS-3-5において、低炭素社会の交通システムを実現するシナリオを検討し、旅客交通分野の方策として、「拠点集約型土地利用と交通手段の連携」と「電動軽量乗用車の普及」の二つを挙げている。乗用車が必要な場所では電動化および軽量化を図りつつ、土地利用の状況に応じた交通手段を活用・相互連携させ、また長期的には土地利用の拠点集約化を図ることで、低炭素でありながらアクセス性を確保した地域を実現する大きな方向性を提示している。

低炭素社会の地域に応じた交通システムのイメージを伝える方法として、地域の土地利用と交通のイメージイラストを作成した。地方の人口数十万人規模の都市の中心市街地、住宅地、農村コミュニティの例をイメージしている。また、こうした地域の実現を推進するためには、各々の地域において、多様な関係者が広く議論し、地域の将来像に関して合意を得ることがまず重要である。そのため、将来像を議論する際の「たたき台」として利用することを念頭において、検討しながらイメージイラストの加工ができるよう、個々のパーツはパソコンの描画ソフト上で移動することが可能なものとした。

なお、本成果は地球推進費S-3-5で得られた知見を元にしており、関係者に謝意を表す。

11

## 大学の環境教育の歴史と展望 -筑波大学の社会実験とモード2型の環境教育-

内山 弘美(東京大学)

つくば3Eフォーラムの設立以来、「環境」をキーワードとして、筑波大学と研究学園都市との地域(産官学民)連携が精力的に進められている。この様な取組は、大学冬の時代が到来した1990年代後半以降、複数の国立大学において実施されており、各々の地域性を活かした環境教育として展開されている。今後、研究学園都市の中核的な大学として、大学の環境教育の地域連携を推進するためには、筑波大学の独自性を出すことが必要とされる。

その一つは、新構想大学としての筑波大学の伝統を活かした上で、新たな展開を図ることである。筑波大学においては、大学院環境科学研究科(現生命環境科学研究科環境科学専攻・持続環境学専攻)が時代に先行して設立され、大学院レベルの環境教育に関する多様な社会実験が行なわれた。この成果は、1990年代後半以降に多くの国立大学に林立した環境冠大学院のモデルとして語られている。

従って、本報告では、筑波大学大学院旧環境科学研究科における大学院レベルの環境教育の社会実験を事例として取り上げ、その評価を試みる。更に、生命環境科学研究科環境科学専攻・持続環境学専攻への改組後の新たな取組を整理する。その上で、モード2型の環境教育に関する提案を行ない、参加者の方々と意見交換を行うことを目的とする。

12

## 駐車場に樹を植えよう

藤巻晴行(筑波大学)

つくば市の特徴の一つは人口あたりの駐車場面積が大きいことである。そこで、事業所や商店や集合住宅等の大型駐車場にケヤキなどの街路樹を植え、炭素固定を図ることを提案する。ケヤキなどの街路樹は地上2mまでの占有面積はきわめて小さく、配置を工夫すれば駐車場としての機能をほとんど損なうことはない。今後、車の台数減少や小型化が進むにつれ、植樹は益々容易になると期待される。炭素固定量は、対象とする駐車場面積を6平方キロメートル、ヘクタールあたり吸収量を年間1tとすると、年間600tとなる。その他にも、夏期の日射を遮ることによるカーエアコンの出力節減による排出削減効果が年間50t程度、気化潜熱による地域冷却による建物内のエアコンの出力節減により年間200t程度期待でき、合わせて現在のつくば市の排出量の約0.2%の削減効果を有すると期待できる。費用については、1aにつき1本とし、アスファルト除去工事および苗木代に1本あたり1万円かかったとすると、6億円となる。50年間効果が持続すると仮定すると、炭素1tあたり約13,000円であり、他の削減策と比べても遜色ない。秋の落葉収集コストも考慮する必要があるが、集中暖房の熱源として利用できることから正味ゼロと考えてよいだろう。景観向上効果も考慮すれば、十分財政支出の価値があろう。

13

## 最もCO<sub>2</sub>削減効果が期待できる里山管理の方法とは？

- バイオマス利活用からみた地域資源「里山」の現代的役割 -

寺田 徹, 横張真(東京大学)

低炭素社会とはどのような社会か。政府の論点整理によれば、「カーボン・ミニマムの実現」「豊かさを実現できる簡素な暮らしへの志向」「自然との共生」の3つの基本的理念の上に成り立つ社会であるという。すなわち、科学技術による炭素の抑制のみならず、低炭素に資するようなライフスタイルへの転換、あるいは自然との関係性の再構築などを含んだ、総合的な社会デザインというわけである。本報告では、そうした低炭素社会下において、身近な自然環境である里山がどのようにリデザインされるべきか、検討を行った。里山は、人が手を加えることによって維持されていた自然環境である。エネルギー革命以後、経済的価値の喪失からその管理が放棄され、近年では特に、管理に依存した種の絶滅による生物多様性の喪失が、国土管理上の大きな課題とされている。しかし、低炭素社会下において、炭素吸収源としての価値や、木質バイオマス供給源としての価値を新たに見出すことができれば、新たな管理インセンティブを創出することができるのではないかと。里山に求められる機能は、景観保全や、レクリエーション、生物多様性保全など、その地域をいかにリデザインするかによって、様々である。従って本報告においては、それぞれの機能を効率的に発揮しうる管理手法をそれぞれ仮想的に設定し、植生調査や林分成長シミュレーションなどを用いて、管理時の炭素吸収量、また発生した木質バイオマスを利用した際のCO<sub>2</sub>排出削減量を併せて推定した。その結果から、最もCO<sub>2</sub>削減効果が期待できる里山管理の方法を明らかにし、そうした管理を適用した場合の社会デザインについて検討した。

## 地域の持続性指標

宇賀 達哉, 福島 武彦(筑波大学), 柚山義人(農村工学研究所)

市町村レベルの持続性評価に関して、1) 他地域との関連を考慮に入れた自立性評価指標の作成、2) 精神性を定量化する指標作成、3) 市町村レベルでの持続性評価の意義の明確化、を目的として研究を行った。1)に関して、バイオマス資源循環利用診断モデルを基に、実際の地域内物質負荷量と、地域住民が消費する食糧生産によって排出される仮想負荷を推計し、他地域への負荷を考慮した物質負荷量推定を行った。その結果、既存指標では評価しにくかった、地域持続に必要な食糧生産によって他地域に与える物質負荷を表現でき、自立性指標作成の方向性を見出した。霞ヶ浦流域のような農村地域でも食糧生産による他地域への負担が発生しており、他地域負担評価の重要性が示唆される。またこの指標では、堆肥化率などの入力数値を操作することで、自立性向上に向けた資源循環対策の効果推計が容易に行える。2)については、アンケート調査に依らない簡便な手法を目指し、自治体広報誌に掲載される精神性に関わる取組件数調査と、スーパーマーケットのレジ袋辞退率調査を実施した。取組内容とその規模には地域差が見られ、市町村ごとに力を入れている取組が異なることが判明した。レジ袋辞退率にも地域差が発生し、また取組件数との相関が見られた。3)に関して、大気排出・水域排出・廃棄物いずれの部門でも、負荷総量にオーダーレベルの地域差が見られた。負荷の主要因も市町村ごとに異なるため、同規模の対策効果推計を行ったが、効果の大小に差が見られた。資源循環に関する政策において地方自治体が持つ役割は大きいと、水域排出など排出先が小範囲に限定されるような負荷について、市町村レベルの評価は価値があるといえる。精神性に関しても同様に、近隣市町村であっても住民の意識に差が見出せた。市町村ごとに実情を把握し、適切な取組を行っていく必要がある点について自立性と同様である。

## つくば市における植物残渣の再利用システムの構築

篠後 裕基, 太田聖, 上野朋弥, 大平邦明, 林友美, 大見一裕, 宮下秀雄, 徳井由希, 山上航平, ハンモンニ(筑波大学)

2000年6月に「循環型社会形成基本法」が公布されたことを受けて、2005年度緑地環境班は、つくば市内において植物残渣がどの程度発生しているのか把握を行った。その上で、発生する植物残渣を無駄なく再利用できるシステムを提案した。本研究では、施設緑地を対象として調査を行った。施設緑地の管理主体計46ヶ所に対しヒアリング調査を実施し、調査をもとに植物残渣の発生量を推定した。また、植物残渣の再利用を提案するため、先進的な事例について現地調査、ヒアリング調査を実施した。結果として、つくば市の施設緑地では、年間に約5048tの植物残渣が発生していると推定された。発生する植物残渣の約3割が焼却処分されていることが把握された。再利用については大部分が、一部のマテリアル利用に限定されていた。植物残渣が焼却処分されている理由としては、①法律上では、植物残渣の焼却が可能である、②利用法が限定されている、の2点が考えられた。植物残渣の潜在発生量を用いてつくば市で発電施設を作ると想定すると、建築廃材を混ぜた燃料の全体量は38,383tで、これを基に320日間稼働する施設を作ると、119.95(t/日)となり、発電所を稼働させるための100(t/日)の条件を満たす。施設緑地の潜在発生量に加え、家庭や里山などから発生する植物残渣も視野にいれると、システムの実現可能性は高まると考えられる。

## 地方自治体におけるエネルギー経済モデルの開発 -茨城県の事例分析-

江藤 諒, 内山洋司, 岡島敬一, 塚本忠嗣, 木村尚人(筑波大学)

現在地球温暖化に対する関心が高まり、第二約束期間への議論が本格化している。温室効果ガスの実効ある削減を行うためには、地方自治体レベルでの検討が求められている。本研究では、茨城県が全国と同様に成長すると想定して、全国産業連関表と政府予測を茨城県産業連関表と組み合わせることで、2030年の産業連関表を推計した。また、エネルギーバランス表とリンクさせることで、エネルギー消費量、CO<sub>2</sub>排出量を算出した。

## 外断熱における住宅環境の取り組み

渡邊 誠(株式会社創建)

外断熱工法を通じて、株式会社創建は住まいの環境に取り組みます。外断熱工法とは湿気や熱を通しにくい断熱材で構造材(柱、梁など)の外側をすっぽりと覆った住宅です。外気の影響を受けにくいため室内が一度快適な温度になるとその状態を持続する事が可能です。床下から天井までの温度差が2℃しか変わらない為、非常に保温性に優れています。気密性にも優れ、C値についても0.7以下を実現しています。ノンフロンの断熱材で住まいを包み込むことにより、高断熱を実現し年間冷暖房費を約53%削減することが可能になります。(室内を冷暖房温度26℃、湿度50%の快適空間を保つ場合の当社在来工法との冷暖房費差。4人家族・同プランで24時間喚起・1日中エアコンを使用した場合。(東京理科大学武田研究室調べ)又、遮音性にも優れ、外から音や外に漏れる音を約30デシベルも軽減することが出来ます。高い気密性に加えて、換気システムを備えている為CO<sub>2</sub>の排出量を大幅に削減しています。(約10t)(東京理科大学武田研究室調べ)換気システムにより、花粉を80%以上カットし、クリーンな室内環境を造り上げます。

## ふつうに暮らすことが地球のためになる技術 1.省エネルギー住宅の開発

～大和ハウス工業株式会社の取り組み～

大森孝夫、小山能弘(大和ハウス工業株式会社)

太陽光発電を搭載した、当社主力商品「xevo」(ジーヴォ)の年間CO<sub>2</sub>排出量は、モデルプラン(太陽光発電:3.5kW搭載)と比較した場合、太陽光発電を搭載しない「次世代省エネ基準適合住宅」と比べて、約43%のCO<sub>2</sub>排出量削減となります。

### 1.次世代省エネルギー基準を上回る高断熱/高気密仕様の「外張り断熱通気外壁」を開発

当社では、鉄骨住宅では困難とされていた「外張り断熱通気外壁」を開発、優れた省エネ性を実現しました。外張り断熱材には、当社独自開発の「高密度グラスウールボード」を採用。一般的なグラスウールの約1.5倍の断熱性能を有しています。また、外張り断熱に加え、柱と柱の間に挿入する充填断熱材にも、一般的なグラスウールに比べ断熱性を約30%向上させた「高性能グラスウール」を採用しています。

### 2.屋根建材一体型の「太陽光発電システム」を主力商品に標準装備

近年、太陽電池メーカーの技術向上や生産増強により、太陽光発電システムは以前に比べコストが下がってきたものの、戸建住宅における普及は進んでいませんでした。そこで、当社では主力商品「xevo E」に屋根建材一体型の太陽光発電システムを標準搭載、その普及に努めています。

### 3.高効率給湯器(エコキュート、エコジョーズ)等の省エネルギー機器の普及

家庭で使用されるエネルギーのうち、給湯用エネルギーは約22%を占めます。当社では、オール電化住宅では一般の電気温水器の約3倍のエネルギー効率をもつヒートポンプ式電気給湯器(エコキュート)を推奨。ガス併用住宅では、普及品に比べ約15%の省エネとなる潜熱回収式給湯器(エコジョーズ)を推奨。これら高効率給湯器の普及を促進しています。

## ふつうに暮らすことが地球のためになる技術 2.省エネルギー住宅の普及

～大和ハウス工業株式会社の取り組み～

大森孝夫、小山能弘(大和ハウス工業株式会社)

当社では、独自に開発したエネルギーシミュレーションソフト「ecoナビゲーター」を活用して、お客様へ省エネルギー住宅の「環境性メリット」と「経済性メリット」を提示し、省エネルギー住宅の普及を推進しています。

### 1.エネルギーシミュレーションソフト「ecoナビゲーター」の開発、活用

さまざまなメーカーが開発・販売する省エネルギー機器について、カタログに記載の環境性能はある条件下でのシミュレーション結果でしかなく、全てのご家庭の家族構成に当てはまるわけではありません。また、機器の組み合わせ方によって電気やガスの料金体系も変わり、カタログだけではどれを選ぶべきか判断しづらいのが実情です。

そこで、当社は独自のエネルギーシミュレーションソフト「ecoナビゲーター」を開発。このソフトでは、立地条件(建設地域)や家族構成などを入力し、給湯・調理・空調方式及び太陽光発電システムの有無を選択するだけで、年間のエネルギーコストやCO<sub>2</sub>排出量を瞬時にシミュレーションすることができます。そのため、お客様は自分のライフスタイルに応じて、複数の機器の組み合わせによるメリット・デメリットを容易に確認でき、環境アイテムの選択を自ら行うことが可能です。

## 農耕不能地の利用を目指した環境ストレス耐性遺伝子組換えバレイショの開発

島崎 高嘉, 菊池 彰, 渡邊和男(筑波大学)

二酸化炭素排出による地球環境の温暖化問題を解決する手段として、バイオ燃料の開発・利用などが盛んになっている。しかし、バイオ燃料の生産は、食糧生産との競合から新たな問題を生んでいる。一方で、地球環境の温暖化は世界各地に劇的な気象現象をもたらし、少雨・洪水・冷害・熱波など両極端な気象変動となって現れている。これが植生の破壊につながり、さらに激しい気象変動の遠因を作り出している。こうした問題を解決するためには、植生の保持や砂漠化の防止など、植物が生息できる領域を拡大させる(減少させない)必要がある。この一手段として環境ストレス耐性植物の開発が挙げられる。乾燥地・塩害地に植物を植え、直接的にも間接的にも地球環境の変動を緩和させることが可能になるとともに、バイオ燃料の生産で生じている従来農業との競合問題を回避することも期待出来る。我々は、これまで農耕が不可能であった土地での農業などにより、二酸化炭素の吸収と食糧の増産、地球環境の安定化を目標に、遺伝子組換え技術を用いた環境ストレス耐性の植物を作出、実用化に向けた基盤研究を推進している。これら研究の中から今回は、シロイヌナズナの環境ストレス耐性に関わる転写調節因子である AtDREB1A を導入したバレイショの研究成果を紹介する。培養条件下での耐塩性、屋内栽培環境における成長性を指標に選抜された2系統について、特定網室において、ポット栽培を行い、非ストレス環境と塩ストレス環境における塊茎の生産性について非組換え体との比較を行った。その結果、組換え2系統は、非組換え体が塊茎をほとんど形成できない塩ストレス環境下でも安定した塊茎の生産を示した。これらの評価試験結果を基に、屋外ほ場栽培試験に向けた申請用件を準備しており、屋外での実地評価を進め、日本国内で作出・開発された遺伝子組換え作物の実用化を目指している。

## 細胞壁マトリックス糖鎖および半金属を介した細胞壁架橋の改変による バイオエタノール生産に適した細胞壁を有するイネの作出

岩井 宏暁, 古川純, 中村敦子, 鎌田博, 佐藤忍(筑波大学)

地球温暖化防止対策の1つとして、再生産可能な植物資源を効率的に生産することは急務の課題である。そのため、脱化石資源を目指したバイオマス由来のバイオエタノール生産が注目されている。しかし、セルラーゼによる酵素分解を行う微生物側の研究と比較して、セルロースの糖化効率を上げるための植物側の細胞壁を改変する技術開発は、未だ不十分であるのが現状である。そこで、植物細胞壁の形態形成を理解した上で、それらを制御した易分解性の植物材料を創出することが期待されている。セルロース系バイオマス用の作物開発は、セルロースやリグニン含量の改変に主眼が置かれているが、成長に影響を与えることなくセルロースやリグニン含量を改変するのは容易ではない。また、エタノール変換効率に影響を与える主要因はリグニン含量だけではない。セルロース微繊維の表層に接着し、微繊維間を架橋するペクチン、ヘミセルロースなどのマトリックス糖鎖は、特にセルラーゼ分解過程を阻害する重要な因子である。そこで本研究では、イネゲノム情報に基づいてイネ細胞壁の細胞壁マトリックス多糖類の生合成および分解に関する遺伝子と、ケイ素、ホウ素、カルシウム等の細胞壁架橋に関わる半金属関連遺伝子を制御することにより細胞壁構造を調節したイネを作出し、バイオエタノール及びバイオマテリアル製造に向けた易分解性のイネを創出することを目的としている。これらの研究により、セルラーゼ透過性が向上した細胞壁を有するイネが作出され、セルロース性バイオエタノール生成のための前処理が軽減されることを期待している。

22

## バイオエタノール生産のための米粉の全粒糖化発酵法の最適化

藤枝 隆, 山崎裕文, 北村豊, 佐竹隆顕(筑波大学)

日本国内において、エネルギー自給率の低さや石油価格の高騰が大きな問題となっており、その対応策として国産バイオマスの有効利用やエネルギーの地産地消の実現に向けた様々なプロジェクトが進行中である。本研究は休耕地等を用いて低コストで生産された飼料用米を、高効率発酵によりバイオエタノールに変換することで、水田農業の振興とエネルギーの地産地消を達成しようとするものである。バイオエタノールの生産・利用に関しては投入エネルギーが産出エネルギーを上回らないよう、省エネルギーで高効率の生産技術確立を目指している。本研究の最大の特徴は米を粉のまま発酵タンクに投入することにより、精米にかかるエネルギーや損失を抑える点にある。その他、籾殻を熱源として利用すること、発酵残渣を飼料や肥料として活用することなども検討する。すでに本法により在来発酵法と同等のもろみ(約10%(v/v)のエタノール)が得られているが、さらに高濃度のエタノール生成に向け検討を重ね、パイロットスケールに応用させたいと考える。なお、本研究は農林水産省の「先端技術を活用した農林水産研究高度化事業」によって行われていることを付記する。

23

## つくば B5 モデルへ向けた取り組み-稲わらから軽油を製造する技術

村田 和久, 岡部清美, 高原功, 稲葉仁, 劉彦勇(産業技術総合研究所)

廃木材、稲わらなどの地域で産出されるバイオマスは、有害物の排出が予想される焼却処理ではなく、水蒸気ガス化により合成ガスに変換後、FT 反応等により液体燃料化して有効利用するという考えが今後拡大していくと予想される。本研究ではこれらを踏まえ、燃料化の鍵であるフィッシャー・トロプシュ(FT)反応について、比較的連鎖成長確率が大きく、小規模設備にも適すると予想されるルテニウム系触媒について、Ru/炭素系触媒を、Ru/ $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ 系と比較しながら、特徴を考察した。反応結果によれば、いずれの炭素担体の場合でも、初期のCO転化率は前回報告した $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ 担体より5-9%程度低かったが、Mn修飾 Tube では、 $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ 並みのCO転化率の可能性を示した。C5+選択率は $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ の場合と同程度と認められるが、他方メタン選択率はむしろ5.7-11.5%と $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ 担体よりも高くなる傾向を示した。反応後のC18以上の生成物分析結果より求めた連鎖成長確率( $\alpha$ )は、Tube やグラファイトなどより結晶性のよい炭素では0.82-0.83と、他の炭素より少し低くなる傾向を示し、Ru粒子径や炭素の構造が影響している可能性もある。Ru-Mn/TubeとRu-Mn/ $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ 媒の533Kでの経時変化を検討すると、初期のCO転化率及びC5+選択率は、 $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ の方がそれぞれ約10%及び6%程度高かったが、30時間以上ではその差はほとんどなく、むしろTube担体系の方が安定性に優れる可能性を示した。

24

## 海水を利用する脂質・オイル生産の藻類バイオテクノロジー

安賀 愛, 辻 敬典, 鈴木石根, 白岩善博 (筑波大学)

本研究は、「海洋性微細藻類であるハプト藻による脂質・オイル生産システムを構築する」ことを目的とする。

海洋性単細胞藻類であるハプト藻類は、アルケノンと呼ばれるC<sub>37</sub>-C<sub>39</sub>長鎖不飽和ケトンや中性脂質分子を合成する能力を有し、細胞内にオイルドロップ様物質を蓄積する。ハプト藻細胞を熱分解して得られた炭化水素やガス成分はバイオ燃料として利用できる成分を含んでいることが示された。本研究では、その熱分解生成物、アルケノン・中性脂質生産の最適条件などについて報告する。

ハプト藻類は、バイオマス資源や地球環境形成に寄与したとされる巨大な量的ポテンシャルを有している。たとえば、海洋における円石藻類(ハプト藻) *Emiliania huxleyi* のブルームは現代においても人工衛星から観測されるほど広範囲で、その際に固定されるCO<sub>2</sub>量も巨大で、白亜紀における石灰岩形成種としても有名である。石油の起源生物種は不明であるがこのような生物が生産した有機物を起源とすると考えられている。

単細胞緑藻ボツリオコッカスは石油生産藻類として注目され、その大量培養による炭化水素生産に関する技術開発がおこなわれている。また、陸上植物利用においては、穀物を原材料とするバイオエタノールなどの生産に注目が集まり、種々の議論が展開されている。

一方、海洋性微細藻類は淡水性藻類に比して増殖速度が小さく、現在注目度は低い。しかし、海水利用により培養が可能であり、バイオマスエネルギー生産で必要とされる水(真水)の使用を必要とせず、飲料用水の得難い地域でのバイオマス生産にはその有効性を発揮することが可能である。したがって、本研究・技術は、バイオマスエネルギー生産にかかる水問題の解決に大きく寄与できる可能性が高い。

## ハイパースペクトルカメラによるオイルパームの熟度推定

ジユケクワン ポンティパー、瀧川具弘（筑波大学）

オイルパーム(*Elaeis-guieensis*)はバイオディーゼル燃料の原料として期待されているが、房によって熟度が異なるため、現在では熟練労働者が地面に落下した果実を基に熟度を推定して収穫作業を行っている。しかし、オイルパーム中の脂肪酸組成は熟度によって変化するため、最終的に得られるパーム油の品質に大きく影響する。そこで、オイルパーム(*Elaeis-guieensis*)果実の熟度と質量を、カラーカメラおよびハイパースペクトルカメラによる観測によって推定する方法を検討した。実験では、オイルパームの画像を4方向から取得し、オイルパームの小房に当たる部分のピクセル数および小部屋の空間と、オイルパーム質量との関係を熟度別に多重回帰式によって表した。その結果、こうして求められた推定質量は実質量と0.99以上の相関をもつことを確かめられた。さらに、供試した果実のハイパースペクトルカメラによって6波長で観察した反射率に基づいて、4段階の熟度に分級する実験を行った。その結果、供試果実数が少なかつたものの75~100%効率で分級することができた。以上の結果から、ハイパースペクトルカメラによる熟度推定法の可能性を示すことができた。以上の結果から、将来の機械による適熟果実の選択的収穫への応用が期待できると結論した。

## 水素エネルギー社会に向けた高純度水素製造用金属膜開発

須田洋幸, 向田雅一, 原重樹, 原谷賢治(産業技術総合研究所)

燃料電池を利用した水素エネルギー社会の到来を目前にし、高純度水素を効率的に製造する技術が求められている。Pd(パラジウム)膜は原理的に水素しか透さない“究極の水素分離膜”として知られており、混合ガスからの水素精製の一部で用いられている。しかしPdは希少で高価なことが、利用拡大の障害となっている。そこで、産総研・環境化学技術研究部門・膜分離プロセスグループでは以下の様に、Pd使用量削減ならびにPd代替の技術開発を進めている。

1.Pd使用量削減技術開発: Pd系金属膜は水素分離膜実用化の最有力候補であるが、薄膜化によるPd使用量の削減が不可欠であった。我々は、基材との界面に応力緩和空間層を導入した膜厚 $5\mu\text{m}$ の均一Pd薄膜調製技術を開発した。これにより、従来型Pd系薄膜では非常に困難であった、Pd使用量の削減と長期安定性の両立が可能になった。現在は、更なる均一薄膜化( $1\sim 5\mu\text{m}$ )やPd<sub>60</sub>Cu<sub>40</sub>に代表されるPd合金系へも適用しており、モジュール化など実用化に向けた取り組みを進めている。

2.Pd代替技術開発: Pd代替材料の探索では機械的強度と水素透過能の両立が最大の課題であった。我々は、Zr<sub>36</sub>Ni<sub>64</sub>の組成に代表されるアモルファスZr-Ni系合金膜がこれらを両立し、水素雰囲気中でも崩壊することなく水素が透過することを見出した。また、他の非Pd合金では水素解離活性を付与するため膜表面にPd被覆が必要であったが、この合金膜ではPd被覆がなくとも水素解離活性が自発的に発現することも分かった。現在はその実用化に向け、企業とともに透過係数などの特性改善、大面積化、モジュール化などに取り組んでいる。さらに、Pdに比べて資源量が豊富で、水素透過特性にも優れるV(バナジウム)薄膜をCVD法により多孔質ステンレス支持体上に形成することにも成功している。

27

## 遠隔地域における再生可能エネルギーによる電力供給システム

周 卓敏\*, 石田政義\*, 前田哲彦\*\*(\*筑波大学 \*\*産業技術総合研究所)

現在、世界人口の約 1/3 である 20 億人の人が電気を使えない。その中の多くの人は途上国の遠隔地域に住んでいる。従来の遠隔地域住民への給電手段はおもに送電線の延長やディーゼルエンジンによる発電である。しかし、送電線の延長による給電の初期投資が非常に高く、ディーゼルエンジンによる発電は燃料調達やメンテナンス、環境の上で問題がある。一方、遠隔地域の多くは風力、太陽光、バイオマスなどの再生可能エネルギーに恵まれている。再生可能エネルギーによる自家発電には、送電ロスがない、環境に優しい、コストが安いなどのメリットがあり、遠隔地域の電化手段として期待されている。本研究の目的は遠隔地域の家庭を対象として、適した安定かつ効率的な給電システムを検討するのである。

28

## 環境の中の農業－植林－物質循環

～宇宙と地球を繋ぐアジア・日本・つくば・そして未来～

富田一横谷香織、新井真由美、佐藤誠吾(筑波大学)、藤井義晴(農環研)、馬場啓一(京都大学)、山下雅道、橋本博文(JAXA)、樹木 WG/CosmoBon (筑波大/JAXA)、宇宙農業サロン(JAXA)

地球という限られた生命の場において、現存する資源のバランス良い利用と循環は、多様な生物の存在を考慮した上で、我々人類の快適な環境維持のために必要で、重要な事柄である。植物は大気中の二酸化炭素と水と太陽エネルギーを効率よく利用して光合成を行い炭素資源を蓄える。バイオマスとしての利用価値の高い樹木も、その種により大気中の二酸化炭素吸収能は異なる。また、森林を二酸化炭素吸収源として利用するには、炭素収支がゼロとなる極相に至らせないために、伐採・植林という人工的な操作が必要となる。ここで、地球を宇宙の中の一つの星としてとらえてみると、長い年月の間に地球が生命にとって快適な環境を作り上げて来たたくみを熟考することにより、地球上における生命圏での物質循環が、多様な生命活動と共にあることが理解できる。ポスターでは地球から一步離れた火星での宇宙農業構想([http://surc.isas.ac.jp/space\\_agriculture/](http://surc.isas.ac.jp/space_agriculture/))の取り組みを紹介しながら、炭素資源を中心とした有限の物質循環についての研究を地上環境に活かす可能性を示す。宇宙農業構想の中には、上述した大気中の物質循環とバイオマスの利用部分で、樹木利用を組み入れている。現在、宇宙実験用に用意する樹木盆栽を”CosmoBon”と名付け、ミニチュアサイズでの実験系の準備を行っている。火星を想定した人工的な生態系構築における人間の生存環境のためのエンジニアリングは、実は現在の地上における人類の持続的な文明維持やエネルギー・物質循環を含めた環境問題解決への糸口に回帰する要素を十分に持ち合わせている。宇宙と地球・アジア・日本・つくばを繋ぎ、地球全体の事柄としての認識と共に、未来に世代を超えて伝えていかなければならない文化と科学について、誰にもわかりやすい形で示したい。

環境班は、身近な自然や生物の現状を調査し人間活動が自然にどのような影響を及ぼしているのかを捉えるため1996年3月から学校近くにある花室川で、水生生物による環境調査を開始した。調査を継続する中で2003年6月、ヨシノボリの腹部や体側がひどく腫れた異常個体を発見した。発生時期を確認するため、過去の保存標本を再調査したところ、異常個体の発生は2001年2月からと判明した。また、その後の継続調査で異常個体は年毎に増加傾向を示し、発生率は2003年約4%、2004年からは約10%となりヨシノボリの異常個体の原因解明が課題となった。2006年3月、国立環境研究所の研究者に相談する機会を得て生殖腺組織の顕微鏡観察や他の2河川の発生調査、生殖腺の発達についての解剖調査等を行った。

#### 1.ヨシノボリの調査結果

- 1)国立環境研究所による顕微鏡組織観察の結果、メスの卵巢組織には異常細胞や腫瘍は認められず生殖腺組織は過熟卵であることが判明した。
- 2)解剖調査の結果、3河川ともヨシノボリの異常個体は発生しており花室川独自のものではなかった。花室川の発生率は20.2%、恋瀬川は7.3%、清明川は2.6%で花室川は他の河川より高いことが分かった。
- 3)花室川のヨシノボリは5~7月までが産卵時期と考えられ、オス・メスの生殖腺の発達のスピードはほぼ一致していることが分かった。

#### 2.環境保全活動

この環境調査から気付いた自然の素晴らしさや環境保全を未来の子供たちに伝えるため「環境かるた」の制作に取り組んだ。温暖化防止のための生活の方法も盛り込んだ作品を紹介する。