

環境に配慮した教育・研究・社会貢献活動の状況

京都大学では3万人にも及ぶ構成員が教育研究活動に携わっています。その中には環境に関連する活動も数多くあります。

50年後の未来予想は可能か？

～工学研究科 松岡譲教授に聞く～

2007年6月、ドイツのハイリゲンダムで行われたG8サミットで、温室効果ガスを2050年までに現状から半減させるという日本の提案を真剣に検討することが合意されました。京都議定書の達成も危ういなか、そのようなことが本当に可能なのでしょうか。その実現可能性を松岡先生にお伺いしました。



松岡譲 教授

■ 所属：工学研究科・地球環境学堂
 ■ 研究テーマ：環境システム
 ■ 著書：Climate Policy Assessment (Springer) エネルギーと環境の技術開発 (コロナ社)

低炭素社会実現可能性の検討

2050年、日本は主要な温室効果ガスであるCO₂を1990年に比べて70%削減した低炭素社会の実現は可能と考えています。その実現可能性を検討する方法として、我々は次のようなシナリオを設計しました(図13参照)。まず日本社会が2050年にむけてどのような方向に進むかについて、幅を持った将来像(例えば経済発展・技術志向のシナリオA“ドラえもん型”、地域重視・自然志向のシナリオB“サツキとメイ型”)を想定し、それらふたつの社会像を定性的に描きます。次にそれぞれの社会像で家庭生活や都市・交通形態、産業構造を定量化し、その想定下でエネルギーサービ

ス需要を推計します。次いでそれぞれの社会における経済・社会を支え、かつ温室効果ガス排出量削減目標を満足させるエネルギーサービス需要とエンドユース・エネルギー技術、供給エネルギー種、エネルギー供給技術の組み合わせを、エネルギー供給可能性や経済性及びおよび政策的実現性を考慮して検索し、エネルギー需要・供給技術の種類とシェアを同定します。その時の一次及び二次エネルギー量と排出CO₂量を集計しています。

環境省などと協力してシナリオを検討した結果、シナリオA“ドラえもん型”、シナリオB“サツキとメイ型”ともに1990年比70%削減の低炭素社会の実現は可能との結論に至っています(図14参照)。

低炭素社会実現可能性を検討する意味

地球温暖化問題は、少なく見積もっても50年単位という非常に長いタイムスパンをもっています。これほど長いタイムスパンをもつ課題は、人類にとっておそらく初めての経験ではないのでしょうか。このことはつまり、行動を起こしてもすぐに結果が出るわけではなく、長期的に対策を進めていかなければならないことを意味します。低炭素社会実現に向けて今後必要な産業構造転換や技術開発、インフラ投資などを早期から粛々と進めることが重要であり、そのような行動を促進する意味で、低炭素社会実現可能性を探ることが重要になってきています。

年次報告 ● 環境に配慮した教育・研究・社会貢献活動の状況

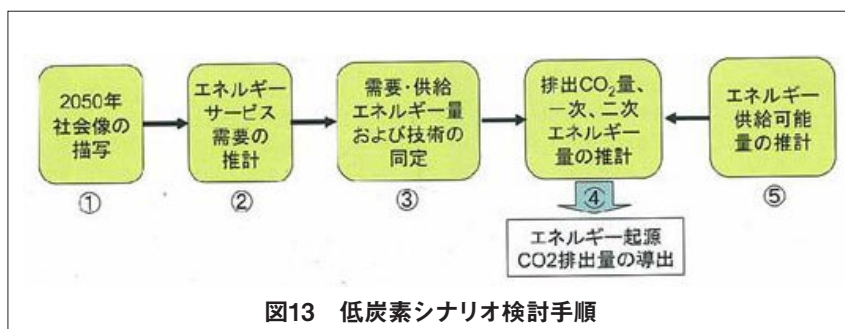


図13 低炭素シナリオ検討手順

	1990	2050	Scenario A	Scenario B
Generation (MWh)	284.0	311.5	277.7 (41%)	85.2 (27%)
CO ₂ (MWh)			42.4	0.0
Emission	284.0	311.5	85.3 (30%)	85.2 (27%)
Energy (MTOE)				
Primary	448.0	523.5	334.1 (64%)	264.0 (50%)
Final	292.0	380.2	225.8 (59%)	209.3 (55%)
Fossil fuel dependency			80.0% (59.8%)	81.0%
GDP (trillion JPY)	467.9	519.5	3080.3 (208%)	700.7 (135%)
Population (Million)	123.6	126.9	94.5 (76%)	100.3 (79%)

(%) is a ratio with 2000. (%) is a ratio with 1990.

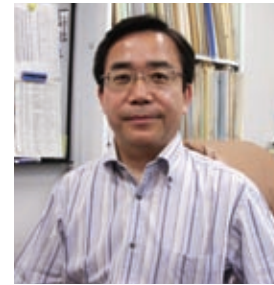
図14 2050年におけるCO₂排出予想



温室効果ガス削減の 仕組みをデザインする

～地球環境学堂 松下和夫教授に聞く～

温室効果ガス排出量を減らすためには、個々人の心がけでは限界がある、それを担保する仕組みが必要だという松下先生のご意見は、温室効果ガス排出量削減を重点課題とする本学でも検討すべき課題でもありました。



松下和夫 教授

■所属：地球環境学堂
■研究テーマ：環境政策、環境ガバナンス
■著書：「環境ガバナンス」（岩波書店）、「環境政治入門」（平凡社）

「仕組み」が大切

温室効果ガス排出量を減らすことは、人々の活動をどうやって変えていくかという問題に行きあたります。例えばモノを買ったりするときには一定の選択を行わなければなりません。選択を決めるのは個々人の価値観であったり、コストであったりするわけですが、そこに政策的枠組みを組み入れることによって、個人の選択を環境配慮型に誘導することができます。本当に温室効果ガスを減らすためには、CO₂に値段をつけ、CO₂を減らすことが企業にとって収益や業績につながるような政策的仕組みを作ることが大切なのです。具体的には炭素税や排出権取引です。しかし、現在の日本ではそうなってはいません。個々人の心がけに頼る部分が大きく、その結果、むしろ削減をさぼった企業のほうがもうかることになっていきます。心がけに訴えるのも大事ですが、それだけでは限界があります。心がけという点では、むしろ日本人は世界的に見ても優れていると思います。環境先進国との違いは、例えばスウェーデンでは環境税

の効果でバイオマス暖房が石炭暖房より安いなど、環境配慮の仕組みが制度化されている点です。強制的ではなく、人々へのインセンティブと創意工夫、技術革新で進む仕組みができれば理想です。

同じことは国際関係においてもいえます。EUは経済統合と環境施策が並行して進められています。アジアでもその必要があるのですが、有効な仕組みを作るに至っていません。国際関係でこれまで支配的であった軍事的安全保障では、一国が強くなることは他国にとっては脅威となりましたが、環境については協力することが相互にメリットがあります。お互いにとって利益をもたらす環境施策の仕組みをアジアでも作る必要があります。例えば多くの国では、環境施策が重要であると認識していても、経済成長とトレードオフになる形では進められないジレンマを抱えています。CO₂を減らすプロジェクトを進めることで技術と資金が手に入るCDMのシステムは、

このようなジレンマを解決できる仕組みのひとつです。

環境持続性と民主主義

温室効果ガス削減の仕組みを研究する上で興味深いのは、民主主義との関係です。環境と民主主義は必ずしも補完的ではありません。環境の持続性を高めるための民主主義の仕組みの工夫が必要です。啓発された市民の意志決定への参加、情報の共有・公開、賢明な指導者と行政による政策立案・実行、その過程を是正するPDCA(計画/実施/点検/是正)サイクルの存在、少なくともそのようなものが、環境持続性を高める民主主義には必要なのではないかと考えています。

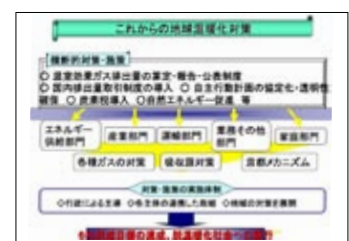


図15 これからの地球温暖化対策

CDM(クリーン開発メカニズム)

付属書I国(先進国)が非付属書I国(途上国)において温暖化対策のプロジェクトを行い、温室効果ガス削減があった場合、その一部または全部を自国の排出削減目標達成に用いることができる仕組み。

高効率水素エンジンの開発 ～エネルギー科学研究科 塩路昌宏教授に聞く～

将来の重要な動力源として期待されている水素エンジンについて、塩路教授に伺いました。



塩路昌宏 教授
 ■ 所属：エネルギー科学研究科
 ■ 研究テーマ：内燃機関、熱工学
 ■ 著書：「水素エンジン；水素・燃料電池ハンドブック」（共著・オーム社）
 「ガスサイクル；JSMEテキストシリーズ熱力学」（共著・丸善）

未来の動力源としての水素エンジン

水素エネルギー社会における重要な動力源として、水素エンジンの利用が想定されます。水素は通常の炭化水素燃料とは全く異なった燃焼特性を示し、新しい燃焼制御法が必要となってきます。この水素特有の燃焼特性を生かすとともに実用性の観点から水素エンジンの高効率化の可能性を追究することを目的とし、様々な燃料供給方式の火花点火エンジンを対象として燃焼経過、出力性能及び排気特性を実験的に調査しています。

水素エンジンの特性

実験には、無過給水冷4サイクル単気筒ディーゼル機関（ボア×行程：102

×105mm）を改造し、図16に示す実験システムを用いて、絞り全開WOT、回転数 $n=1,200\text{rpm}$ 一定の条件で、種々の燃焼室形状、燃料噴射時期 θ_j 、圧縮比 ε について実験しています。なお、点火は運転範囲内でトルク最大となるMBTの時期で行いました。

図17は、均一予混合吸気として運転した際に得られた正味及び図示熱効率 η_e 、 η_i を正味平均有効圧 p_e に対して示しています。ここでは、様々な気体燃料を比較しており、天然ガス、液化石油ガスLPGおよびプロパン燃料に比べて、水素は約40%最大出力が低くなるものの、希薄運転が可能なため摩擦仕事の割合が大きくなる低負荷では η_i が高く、 η_e も比較的高い値を維持できます。

次に、ガス噴射弁（噴孔径0.52 mm、

噴孔数7）によって8MPaの高圧水素をシリンダ内に直接噴射し、ノズルから30mm離れたヘッド下面に設置した乗用車用火栓プラグにより、噴流の一本に点火して実験しました。その際、従来から採用していた $\varepsilon=11.5$ の条件で混合気形成による性能の変化を調べるために、平形及び浅皿形燃焼室とし、さらに浅皿形燃焼室において ε を13.5に高めて実験を行っています。

図18はその結果であり、噴射時期 $\theta_j=80^\circ\text{BTDC}$ において得られた正味熱効率 η_e とそのときのMBT点火時期 θ_i を正味平均有効圧 p_e に対して示しています。 η_e は、 $\varepsilon=11.5$ では浅皿形で若干高く、混合気形成と点火がより適正であったと考えられます。 ε を増すと低負荷域の運転範囲が広がるうえ、 η_e はさらに向上し、軽油ディーゼル運転と同等またはそれ以上の高効率を達成できています。

以上、様々な形式のエンジンにおいて高効率水素エンジンを開発した結果、水素エンジンが将来の動力源として有望であることを示しています。

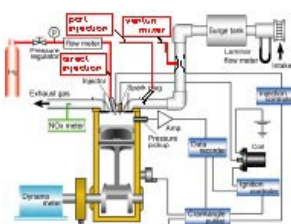


図16 実験システム図

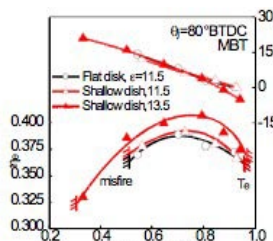


図17 直接噴射式エンジンの性能

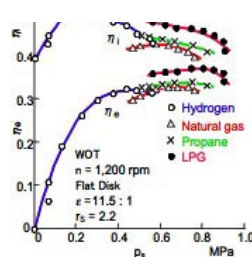


図18 均一混合気火花点火エンジンの性能



人と森を「繋ぐ」j.Pod

～地球環境学堂 小林正美教授に聞く～

京都大学の吉田キャンパスに不思議な木造建築が2棟あります。太い柱や梁は一本も見当たらないのに、極めて高い耐震性を誇る建物だそうです。

この建物を設計した小林正美先生にお話を伺うことができました。

「j.Pod (ジェイポッド)」と呼ばれるこの建物、構造や性能はもちろん、そのコンセプトにも新しい可能性を秘めた建物でした。



小林正美 教授

- 所属：地球環境学堂
- 研究テーマ：自然災害と人間居住、木製都市の設計技術
- 著書：「木製都市の設計技術」(コロナ社)、「環境デザイン学入門」(鹿島出版会)

j.Podとは

j.Podとは、いわば木でできた不思議な箱です。縦2.7m、横3.6mの口の字型の木の枠（リブフレーム）を7本、約45cm間隔で並べます。そこに床や壁、天井を貼れば完成、これがj.Podの最小単位、約6畳の広さを持つ基本ユニットです。この基本ユニットを繋げることで、より広い空間や2階建て以上の建物もつくるができます。

j.Podは、太い柱や梁を一本も使わないのに震度6強の地震にも耐えます。その秘密はリブフレームにあります。木が本来持つ粘り強さをいかすため、リブフレームの継ぎ目を柔らかく繋ぐ工夫がなされています。この部分を単純にボルトなどで止めると、外部の力がそこに集中してしまい、ボルトは力を跳ね返しても、木が割れてしまいます。構造的に特別に強い部分をつくら

ないことで、どこにも弱い部分をもたない、結果として耐力のある構造が出来上がったのです。

この工法は京都大学の知的財産に認められ、兵庫県営住宅に採用されるなどの広がりをみせています。

なぜj.Podなのか

j.Podには、間伐材など、これまで使用されていなかった小径木材が使用されています。今、日本には間伐などの手入れがされない人工林がたくさんあります。海外の安価な輸入材との競争の結果、国産間伐材はまったく値段がつかない状態になってしまったからです。手入れがされない山林は、森林として健全でないばかりでなく、土砂くずれなどの災害を引き起こします。これを何とかしたいと思っていました。

一方、日本の木造住宅は大きく分けて木造軸組工法、ツーバイフォーとも呼ばれる木造枠組壁工法、工場で作ったパネルで組み立てる木質パネル工法の三つでつくられています。木造軸組工法は、柱と梁、筋かいを主な部材にし、昔からある様々なつくり方をまとめたもので、在来工法とも呼ばれています。阪神・淡路大震災では、昭和56年以前にこの在来工法で作られた建物が大きな被害を受けました。同様な木造住宅は今でも我が国には約1,000万戸もあります。東海・東南海・南海という大地震の発生を前に、その対策が大きな課題です。

人工林には間伐や山の世話をできるお金を出す仕組みや、山の世話をしてくれた人の生活をサポートできる関係が必要です。j.Podは、間伐材への需要を創出することで、林業に携わる人、建築する人、家を建てたい人、そして人々を森に繋がります。j.Podのjにはリブフレームやポッドを「繋ぐ」だけでなく、皆が「jointed:連帯した」という意味もあります。

(j.Podの写真は30ページにもあります)

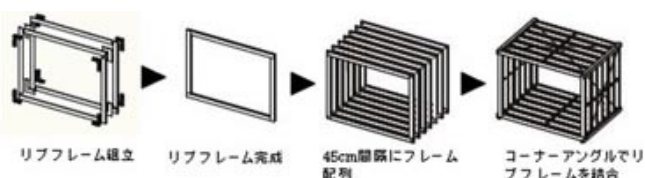


図19 j.Podの制作と組み立て



実大構造実験モデル