GSES 東北大学大学院環境科学研究科
Graduate School of Environmental Studies

NEWS LETTER

No.9
2009.8

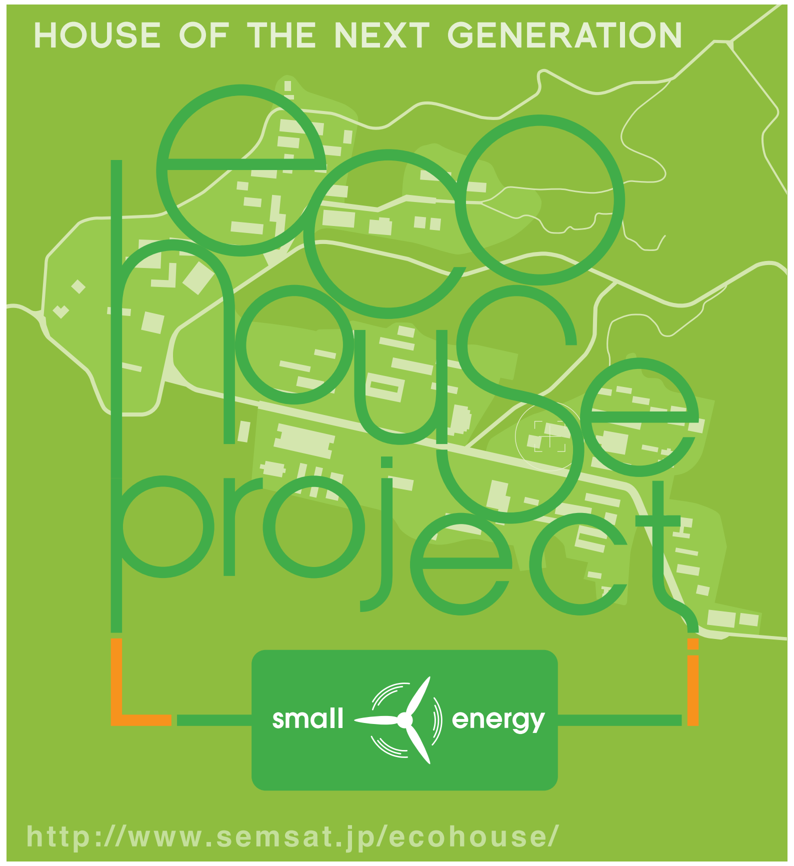
環境科学研究科ニュースレター

http://www.kankyo.tohoku.ac.jp/

環境科学研究科エコハウスプロジェクト始動

TOHOKU UNIVERSITY ECO HOUSE PROJECT

TOHOKU
UNIVERSITY



環境科学研究科

エコハウスプロジェクト始動

環境科学研究科における エコハウス建設

環境科学研究科長　谷口尚司

平成 15 年に設置された当研究科は、文理融合の力で新たな学問分野の「環境科学」を構築し、地域から地球規模に至る環境問題を解決できるような人材を育成することを目指しています。研究科を構成する教員は東北大学のキャンパスに分散し、顔を合わせる機会が少ないことが大きな問題でした。加えて狭隘な施設の問題もあり、所属教員と学生が一緒に入れる新棟の建設が、設立当初からの私達の切実な要求でした。

しかし研究・教育のための組織はできましたが、建物の建設となると実現は遠い先で、研究科の努力の及ばないはかない夢のようなものでした。研究科設立後 4 年ほど経過して、自力で新棟を建てようという機運が高まり、研究科の資金をやり繰りして床面積 1000m^2 の建物を建てることを決心するに至りました。

折角建てる新棟ですので、環境科学研究科ならではのエコハウスを建てることとし、土屋教授を長とする WG で検討を重ね、県内産の木材を利用した木造 2 階建ての構想が固まりました。折しも古川准教授と田路教授が申請した「微弱エネルギー蓄電型エコハウスに関する省エネ技術開発」が環境省の地球温暖化対策技術開発事業（H20 ～ 22）に採択され、国からの支援をいただきながら、エコハウスの新機軸を打ち出していく機会に恵まれることになりました。また、木材は東北大学農学研究科が管理する川渡農場の杉間伐材を利用させていただくこととなり、平成 22 年 3 月には竣工の予定です。

完成予想図

エコハウス用建材の伐採風景

伐採は農学研究科附属複合生態フィールド教育研究センター（大崎市鳴子温泉）敷地内で行われました。

無垢材と先端設備

環境科学研究科教授　土屋範芳

環境科学研究科は、いくつかのキャンパスに分散したいわゆるたこ足研究科です。少しでもこの状態を解消するために、新館の建設計画が持ち上がったのが平成 19 年の夏でした。当初、予算を切りつめたプレハブ校舎の建設を予定していましたが、プレハブではどうにもかっこが悪い。思い切って環境科学を体現するシンボリックな斬新な建物を建設してみよう。エコハウスプロジェクトが始まりました。当初より地産地消を意識した木造校舎の建築を意図しており、このコンセプトをベースに平成 19 年 11 月 22 日に建築企画に対する設計事務所のコンペを実施しました。本学で初めての木造校舎建築計画です。この企画設計に基づいて平成 19 年度内に基本設計が終了し、さらに平成 20 年度末に実施設計が終了しました。

このエコハウスは、材料や構法を工夫し、施設利用の変化に対応可能なフレキシビリティーを確保した建物であり、建設予定地の保存緑地を有効的に使って、利用する市民や学生、教員にとっての癒しの空間を創出します。さらに地産地消による身近な地域の資源を活用し、環境に負荷をかけないよう無垢材を使用する予定です。

初めての試みにはさまざまな予期せぬ障害が発生します。事務方の並々ならぬ努力、また設計事務所（有限会社　ササキ設計）の協力を受けて、ひとつひとつ障害をクリアして、建築計画は具体化していきました。

無垢材による癒しの空間を、最先端の設備が支える。環境科学の新たな挑戦です。

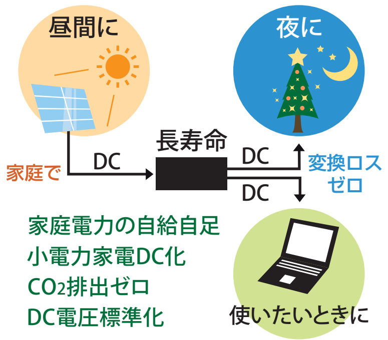
家庭で発電・蓄電、無駄のないエネルギー利用

環境科学研究科教授　田路和幸

この度、本研究科より申請した「微弱エネルギー蓄電型エコハウスに関する省エネ技術開発」プロジェクト（研究代表者：東北大学大学院環境科学研究科田路和幸教授）が平成 20 年度環境省地球温暖化対策技術開発事業として採択され、平成 20 年から 3 年計画でプロジェクトが開始されました（環境省エコハウスプロジェクトと呼んでいます)。家庭で利用されていなかった微弱エネルギーを回収・発電し、これらの低電力発電エネルギーをリチウムイオン電池に蓄電する技術やシステムを開発するプロジェクトです。交流電流を直流電流に変換する時に生じるエネルギー損失を削減するために、太陽光発電・風力発電等の新エネルギーを導入したシステムの技術開発を行います。最終年度までに東北大学が民間企業と連携して設置・運営するエコハウスにて実証し、家庭部門における省エネの最適化実現に資することを目的としています。

自然エネルギーの電力としての利用が謳われていますが、自然エネルギーは不安定なエネルギーであり、国の社会基盤としての利用が困難であったため、蓄電池の活用が広く議論されています。一方、従来の蓄電池は短寿命であり、電力の保持能力が低く、充電と放電を頻繁に繰り返す家庭での蓄電には不向きであり、この欠点を補う安全な大容量リチウムイオン電池と効率的な利用システムが望まれていました。

家の中に小型風力発電機、小型水力発電機、エアロバイクによる発電機を設置し、これらで発電した微弱なエネルギーをリチウムイオン電池に蓄電し、家庭の使用電力量の 10%を削減する目標を設定しています。



平成 20 年 12 月 26 日には、NEC トーキン（株)、住友商事（株)、積水ハウス（株）らの協力により、太陽光発電の直流電力（DC）の全量を昼間に直流電力（DC）のままリチウムイオン電池に直接蓄電し、蓄電した電力を家電機器に直流電力（DC）のまま直接利用する公開実証試験を実施しました。本システムは、直流電力（DC）／交流電力（AC）の変換を 2 回行う従来型の太陽光発電システムとは異なり、DC/AC 変換をしないため、エネルギー利用効率を飛躍的に高めることができます。例えば、1kw 程度の小型太陽光発電パネルと省電力家電の DC 化で（4 時間利用の場合）家庭内の CO_2 排出量を約 40% 削減することも可能となります。今後は、家庭内の微弱電力の蓄電を含め、家庭電力の自給自足が可能となり、電力使用による CO_2 排出量をゼロにすることも可能です。また、家庭内において効率的な太陽光の蓄電が実現したことにより、小電力家電の DC 化や DC 電圧の標準化が期待されます。

本システムは、次のような特徴を持っています。

特　徴

■本システムは、発電、蓄電、使用まで直流電力（DC）で完結しているため、AC/DC 変換ロスがゼロになる。
■本システムは、系統連携（電線に接続）する必要がなく、家庭において電力利用機器の電圧にあわせて自然エネルギーを効率的に利用できる。
■本システムで利用する大容量リチウムイオン電池は、従来の蓄電池より長寿命であり、電力の保持能力が高く、家庭での自然エネルギー利用が可能となる。
（従来の AC 機器は、DC/AC 変換で利用可能である。）

本プロジェクトが目指す方向としては、次のようなことが考えられています。
■昼夜を問わず太陽エネルギーの利用を可能にする。
■家庭内にある未利用エネルギー（微弱エネルギー）・自然エネルギーの利用を可能にする。
■エネルギーの移動（持ち運び）を可能にする。
■系統連携（夜間電力の利用）により、電力負荷の平滑化を可能にする。

エコハウスの完成（平成 21 年度）後は、一般にも公開し、微弱エネルギー発電のエコハウスを体験してエネルギーの概念が変わることを実感していただけるよう準備しています。

自然のすごさを賢く活かす

環境科学研究科教授　石田秀輝

CO_2 に代表される温室効果ガス削減のために政府が発表したような現在の 20倍の太陽光発電、40倍の高効率給湯器・・・が本当に必要なのだろうか・・・本当はエネルギーや資源の消費に我々がどのように気付くかではないのだろうか・・・

自然は完璧な循環をもっとも小さなエネルギーで駆動しています。このメカニズムやシステムを上手く利用することで、低環境負荷で快適なくらしが出来るかもしれません。例えば、東北地方に大量に存在するゼオライトと呼ばれる地下資源（鉱物)、これを 200℃ほどで処理することで、優れた VOC（シックハウス症候群の原因にもなる揮発性有機化合物）吸収性能を持った、調湿素材が出来ます（図)。こんな素材で壁を作れば、エアコンの代わりにもなるはずです。

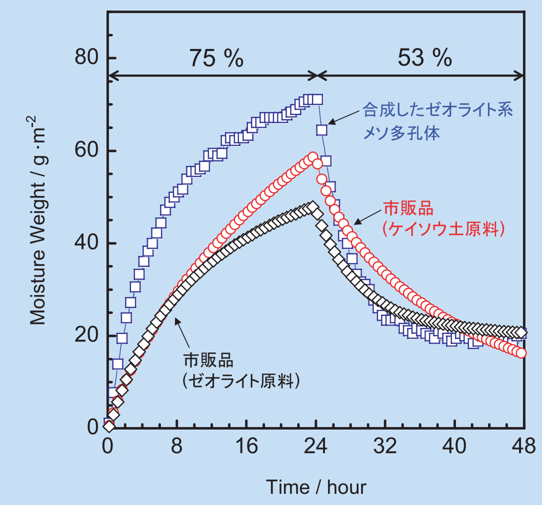
トンボの翅を見ると断面が凹凸状になっていることが分ります。最近、トンボがこの凹凸を利用して空気の渦列を作り、これによって翅周囲の流れを整えていることが分ってきました（写真)。この性質を上手く利用することで、低風速で高い性能を発揮する全く新しいタイプの風力発電機が出来るかもしれません。

このような自然のすごさを賢く活かす新しい技術（ネイチャー・テクノロジー）もエコハウスではたくさん使ってみたいと考えています。

写真

トンボの羽の断面（模型）周辺の空気の流れシミュレーション結果（日本文理大学　小幡研究室　提供）

図



新しく合成に成功した調湿素材、市販のものに比べ高湿度（75%）ではたくさんの湿気を吸収し、低湿度（53%）ではたくさんの湿気を吐いている事がわかる。

エネルギーを「つくる」家

環境科学研究科准教授　古川柳蔵

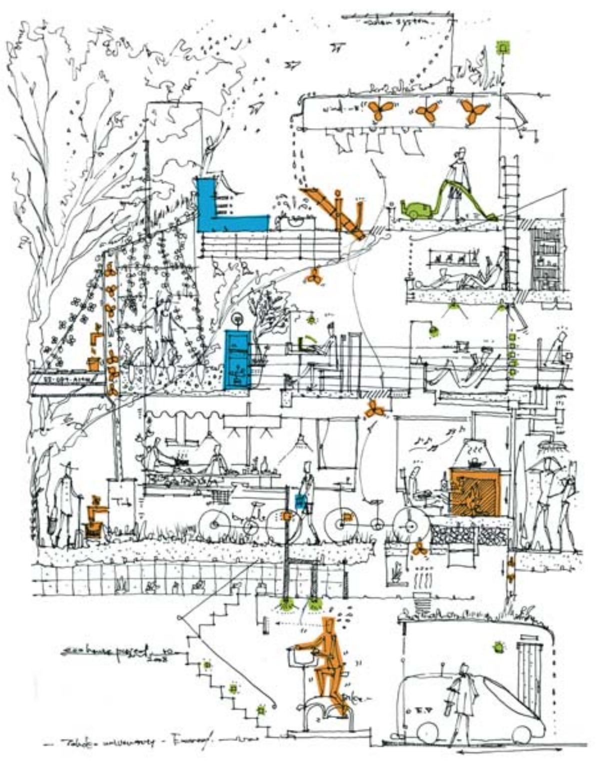
本研究科のエコハウスは、身近にあってこれまで未使用であった「微弱エネルギー」（例えば、雨どいを流れる流水のエネルギー、家の中を吹きぬけるそよ風のエネルギー、家でエアロバイクをこぐ回転エネルギー）を自分で回収・発電し、直流電力で駆動する家電等（パソコン、テレビ、LED 照明等）のエネルギーとして有効利用し、自然エネルギーを最大限に利用することを目指しています。つまり、住人が家の中でエネルギーを「つくる」ことを体験するのです。その結果、住人がエネルギーの大切さに気づき、エネルギーを知らず知らずのうちに大量に消費している生活から脱却することを期待しています。エネルギーを「つくる」家によって、ライフスタイルを変革する狙いです。

エネルギーを大量に消費する日常生活の中においても、捨てられていくエネルギーに対して、「もったいない」と思う人が多いことがアンケート調査で明らかとなりました。つまり、もったいないと思われることが多い微弱エネルギーを回収し、蓄電し、使用するという行動によって、充実感を得ることができるのです。自分で蓄電した微弱エネルギーは、大事に使用されるでしょう。逆に、自分で蓄電したエネルギーが、兄弟や家族に無駄に使われれば不快に感じて注意することでしょう。エネルギーをつくる家は、楽しみながら、エネルギーについて語り合いながら、省エネを実現する新しい試みです。

アイデア募集

本エコハウスプロジェクトでは、小中学生や一般から、微弱エネルギーの回収や発電のアイデアを募集しています。身近に隠れている微弱エネルギーを探してみてください。応募されたアイデアの中から優秀なものを表彰致します。また、優秀なアイデアについては、環境省エコハウスプロジェクトの一環として、実現に向けて技術開発を行います。

アイデアを募集する方は、環境省エコハウスプロジェクトの HP をご確認の上、環境省エコハウスプロジェクト係までご応募下さい。



環境省エコハウスプロジェクト HP ▶　http://www.semsat.jp/ecohouse/

応募先：環境省エコハウスプロジェクト係　ecohouse@mail.kankyo.tohoku.ac.jp

龍は雲に登り 神は崑崙に棲む　第9回

黄河文明の翳

国際環境・地域環境学講座　東アジア思想論分野　教授　浅野 裕一

第三章　　儒教における文化の枠組み

（前号の続き）同様に戦国末の儒者である荀子も、次のように文飾の効用を語る。

> 人の主為る者は、不美・不飾の以て民を一にするに足らざるを知る。（『荀子』富国篇）

> およそ人民の君主たる者は、美しく飾り立てないといった政策では、とても人民の価値基準を統一できないことをよく知っているのだ。

礼の規定に従って、貴族は衣服・馬車・邸宅・器物などすべてを美しく飾り立て、庶民は装飾性に劣るものを使用して地味に暮らす。そうすることによって初めて身分の格差が明示でき、身分の違いを超えようとする不埒な言動を防止して、社会秩序を維持できるというのが、儒家の揺るぎない信念であった。

だが装飾性の高い宮殿を構え、華麗な馬車・衣服・器物などをふんだんに消費するためには、自然界から莫大な量の富を生産し続けなければならない。はたして自然界は、それを賄うだけの富を供給し続けてくれるのだろうか。資源が涸渇する恐れはないのであろうか。こうした疑問に、荀子は次のように答える。

> 夫れ天地の万物を生ずるや、固より余り有りて、以て人を食うに足れり。麻葛繭絲鳥獣の羽毛歯革は、固より余り有りて、以て人に衣せるに足れり。夫の有余不足は、天下の公患には非ざるなり。特だ墨子の私憂過計なるのみ。（『荀子』富国篇）

> いったい天地が万物を生み出す数量には、もともと余裕があって、人類全体を養えるだけの食糧がたっぷり供給されるようになっているのである。麻や葛、絹糸や鳥獣の羽毛・歯・皮革などの数量は、もともと余裕があって、人類全体に衣服を供給できるようになっている。人類が自然界から取り出せる富の量が、文明社会の存立に充分なのか、それとも不足しているのかなどといった議論は、人類共通の心配事ではない。ただ墨子一人が、勝手に心配しているに過ぎないのだ。

荀子は、自然界が人類に富を供給する仕組みは、もともと人類全体の生活を充分に支えられるようにできていると断言する。だからこそ荀子は、礼の規定通りに華美な装飾を施しても、それで富の絶対量が不足したりは決してしないと考える。なのに墨子のように、人類が自然界から取り出せる富の量は不足していると悲観して、実用一点張りの節約を訴えるのは、心配性の墨子の勘違いだと、荀子は墨家の節倹主義を否定する。

荀子が「墨子は用に蔽われて文を知らず」（『荀子』解蔽篇）と非難するように、富が不足していると考えて節約したのでは、文飾を重んずる儒家の礼思想は成り立たなくなってしまう。「天地の万物を生ずるや、固より余り有り」とする荀子の考え方は、自然と文明の関係に対する、楽観主義の立場と言える。

荀子の楽観主義は、有名な「天人の分」の思想にも色濃く現れている。

> 天行常有り。堯の為に存せず、桀の為に亡ばず。之に応ずるに治を以てすれば則ち吉にして、之に応ずるに乱を以てすれば則ち凶なり。本に彊めて用を節すれば、則ち天も貧しくすること能わず。養備わりて動くに時なれば、則ち天も病ましむること能わず。道を脩めて貳わざれば、則ち天も禍すること能わず。故に水旱も之をして飢渇せしむること能わず。寒暑も之をして疾ましむること能わず。妖怪も之をして凶ならしむること能わず。（中略）時を受くること治世と同じくするも、殃禍は治世と異なれり。以て天を怨むべからず。其の道然るなり。故に天人の分に明らかなれば、則ち至人と謂うべし。（『荀子』天論篇）

> （天体の運行や四季の巡りなどの）天の運行には一定の恒常性がある。（聖天子の）堯の治世だから恒常性が保たれるわけではなく、（暴君の）桀の治世だから恒常性が失われるというわけではない。天の運行にきちんとしたやり方で対処すれば、吉なる結果が出るし、天の運行にでたらめなやり方で対処すれば、凶なる結果が出る。（人間が）農業に務めて節約すれば、天も貧しくすることはできない。衣食の備えが充分で、季候に合わせた行動を取れば、天も病気にすることはできない。道理に合った方法を取って、不合理なやり方をしなければ、天も災いをもたらすことはできない。だから、たとえ洪水や旱魃がやってきても、きちんと天の運行に対処している人間を飢えたり渇えたりさせることはできない。寒さや暑さも、きちんと天の運行に対処している人間を病気にはできない。妖怪が現れても、天の運行にきちんと対処している人間に凶事をもたらすことはできない。（中略）天の運行がもたらす時節は聖天子の治世と全く同じなのに、（乱世の場合は）発生する災害が遥かに多い。だからと言って天を怨んだりするのは筋違いである。（天が一定の恒常性を狂わせて災害をもたらしたのではなく）、天の運行にでたらめなやり方で対処した当然の報いなのである。だから天の領域と人間の領域をきちんと分別できるようであれば、彼を最高の人物と評せるのである。

荀子は天には天独自の恒常性があり、それに人間が手出しをして、影響を及ぼすことはできないという。だから結果が吉だったり凶だったりするのは、天の側に原因があるのではなく、人間の天に対する対応が良かったか悪かったかに、すべての原因がある。したがって人間さえきちんと天の運行に対処していれば、必ずよい結果が得られるのである。とすれば、もともと人間が手出しできない天の領域は天に委ね、人間は自分たちでどうにかできる人間の領域でこそ努力すべきである。これが荀子が考えた天と人の関係である。それでは、天の運行により良く対処するため、天の仕組みを解明しようとする考え方は肯定さ

れるのであろうか。

> 列星は随い旋り、日月は遞いに炤らし、四時は代るがわる御す。陰陽は大いに化し、風雨は博く施し、万物は各おの其の和を得て以て生じ、各おの其の養を得て以て成る。其の事を見わさずして其の功を見わす。夫れ是を之れ神と謂う。皆其の以て成る所を知るも、其の無形を知ること莫し。夫れ是れを之れ天功と謂う。唯だ聖人のみ天を知るを求めずと為す。(『荀子』天論篇)

> 列星は北辰星の周囲を旋回し、太陽と月は交替で地上を照らし、春夏秋冬は交替で四季の一つを主宰する。陰と陽の気は万物を目まぐるしく変化させ、風や雨は広く地上に行き渡り、万物はそれぞれに適した調和を獲得して発生し、それぞれに養育の環境を得て成長する。(天はこのように、恒常的な周期運動によって万物を生み出すのだが)決してその仕組みを外に示すことはせず、目に見える結果だけを外に現わす。これを天の神妙な働きという。だから人は、誰もが天が生み出した結果を知ってはいるが、目に見えない天の働きを知ることはできないのだ。こうしたやり方を天の仕事という。ただ聖人だけが、天の仕組みを知ろうとはしないのだ。

荀子は、天が万物を生み出す無形のメカニズムは、人知では決して認識できないとする。だから聖人は、所詮人間の知恵では詮索できない天の仕組みに対して、それを知ろうとするような無駄な努力はしないとも言う。天は変らぬ恒常性を維持しながら、文明社会が存続できるだけの富を充分に供給してくれるのだから、天への対応さえ誤らなければそれで良いのであって、天の仕組みを探求しようとする必要は全くないというのが、荀子の主張である。これは、天に対する無限の信頼、天に対する楽観主義を前提にした、天への無関心と言える。不可知の天に知恵を働かせるべきではないとなれば、後はひたすら人間の領域で人為的努力を行うべきだということになる。

> 天を大として之を思うは、物蓄えられて之を裁するに孰れぞ。天に従いて之を頌うるは、天命を制して之を用うるに孰れぞ。時を望みて之を待つは、時に応じて之を使うに孰れぞ。物に因りて之を多くせんとするは、能を騁せて之を化するに孰れぞ。物を思いて之勿きは、物を理めて之を失うこと勿きに孰れぞ。物の生ずる所以を願うは、物の成る所以を有つに孰れぞ。故に人を錯きて天を思わば、則ち万物の情を失う。(『荀子』天論篇)

> 天を偉大だとして(物資を恵んでくれるよう)思慕するのと、物資が人間社会に備蓄されていて自由に裁量できるのとどちらが優れているのか。天の為すがままに服従しながら天を褒めたたえるのと、天命の推移を計算してそれを利用していくのとどちらが優れているのか。天の時が良い方向に巡ってくるのを待ち続けるのと、その時々の状況に対応してその状況を利用していくのとどちらが優れているのか。物の在り方に因循しながら物資を増やそうとするのと、人間の能力を発揮して物を利用可能な形に変化させて、物資を増やしていくのとどちらが優れているのか。物資を手に入れたいと願うだけで手に入れられないのと、物資を管理して失わないようにするのとどちらが優れているのか。物資が生み出される原因の天に(物資を恵んでくれるよう)望むのと、物資が生成される方法を人間自らが保有するのとどちらが優れているのか。だから人間のやるべきことを放棄して、天に福を祈ってるだけでは、万物の実情を見失ってしまうことになるのだ。

ここには、人為的努力の必要性が徹底した口調で語られている。荀子は、「雩して雨ふるは何ぞや」(『荀子』天論篇)との質問に対して、「何も無きなり。猶お雩せずして雨ふるがごとし」とにべもなく突き放す。人が天に何を祈ろうと、何を願おうと、それが天の恒常性に影響を与え、天が人間の祈りに応えることは一切ない。

したがって、人が手出しできない天の領域をあれこれ議論するのは、「無用の弁、不急の察」(『荀子』天論篇)であり、そんな無駄な知的好奇心は「棄てて治めざる」のが、人間としての正しい在り方だと言う。そこで荀子は、「君子は其の己に在る者を敬みて、其の天に在る者を慕わず。是を以て日に進むなり。小人は其の己に在る者を錯きて、其の天に在る者を慕う。是を以て日に退くなり」(『荀子』天論篇)とも主張する。すなわち君子は人間の領域内で努力し、天に福を祈ったりしないので日々進歩するが、小人は人為的努力をなおざりにして天に福を祈り続けるので、日々退歩して行くというのである。

かくして天の事は天に任せ、人間はひたすら天に適切に対処して富を生産する事に専念すれば、「夫れ天地の万物を生ずるや、固より余り有りて、以て人を食うに足れり」と、自然界は文明を維持するに足るだけの富を、有り余るほどに供給する。富の絶対量が充分に確保されるとすれば、後に残されるのは分配の問題だけである。孟子は人間を次のように分類した。

> 心を労する者は人を治め、力を労する者は人に治めらる。人に治めらるる者は人を食い、人を治むる者は人に食わるるは、天下の通義なり。(『孟子』滕文公上篇)

> 頭脳労働に携わる者は他人を統治し、肉体労働に従事する者は他人に統治される。他人に統治される者は、(肉体労働によって穀物や衣服や器物を生産して)統治階層を養い、統治階層は(自らは肉体労働による生産活動をせずに)肉体労働に従事する者に養われるというのが、天下の普遍的道理なのだ。

ここで孟子は、頭脳労働を行う統治階層(貴族)と、肉体労働を行う被統治階層(庶民)とに、人間を大別している。したがって富の配分も、統治階層たる貴族がより多く富を消費して、万事を華麗に飾り立て、被統治階層たる庶民はより少なく富を消費して、万事地味に生活するというものでなければならない。そうであってこそ、礼的秩序が厳然と維持され、王朝体制も不動のものとなるのである。

こうした儒家の間が考え方に従えば、王公大人の奢侈・贅沢は、単なる富の浪費ではなく、社会秩序を維持するための装置なのであり、意義深い奢侈・贅沢だということになる。より多く富を消費する者こそが、社会の上層部を形成して、人民を統治する重責を負うのである。

人間を身なりや服装だけで判断してはいけませんなどといった愚かな考えは、儒家的世界では通用しない。立派な身なりをしている者は、一見して立派な人物だと判断できるのであり、富の消費量の大小と人間の社会的地位とは、そのまま正比例するのである。そこで墨子のように、上は王公大人から下は庶民に至るまで、節約に励んで質素に暮らし、勤勉に労働して富の生産に務めるべきだなどと説くのでは、統治階層も「功を上びて労苦し、百姓と事業を均しくし」(『荀子』富国篇)なければならなくなる。それは荀子に言わせれば、「役夫の道」(『荀子』王覇篇)、日雇い人足の流儀でしかない。

【次号へ続く】

GSES 東北大学大学院環境科学研究科
Graduate School of Environmental Studies
〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-20 TEL:022-795-7414 FAX:022-795-4309 http://www.kankyo.tohoku.ac.jp

PRINTED WITH SOYINK
このカタログは環境にやさしい「大豆油インキ」を使用しています。

TOHOKU UNIVERSITY