

第8回講演 持続可能性における"現在"の位置 —エコロジカル・フットプリントから考える—

東京大学 大学院医学系研究科・国際保健学専攻・人類生態学分野 教授 渡辺知保

日本人の活動が環境に及ぼす影響を土地面積に換算すると、1人あたり約6ヘクタール使っているという。これは、日本の国土の約7倍になり、いかに我々が海外に頼っているかが分かる。この計算が、エコロジカル・フットプリントという環境負荷の指標だ。渡辺教授は、持続可能な社会を実現するためにエコロジカル・フットプリントを研究し、エネルギーを使いすぎない行動様式や技術改良を提案する。

(編集部)

私の所属する医学系研究科には12の専攻があり、国際保健学専攻では主に発展途上国における保健の問題を扱っています。国際保健学専攻は6分野に分かれており、私は人類生態学(ヒューマンエコロジー)分野を担当しています。

人類生態学とは文字通り人間の生態学ですが、私には人類生態学以外に毒性学というバックグラウンドがあります。人類生態学と毒性学はどちらも環境と人間のインタラクションを扱っているという点で共通点が多い学問分野と考えています。

一方、東京大学の本部直轄の組織で、工学系、農学系の研究者を主体とするIR3S(サステナビリティ学連携研究機構)、TIGS(地球持続戦略研究イニシアティブ)にも所属しています。TIGSには5つの分野があり、その1つである環境危機管理研究分野で、環境リスクについて考えています。人の健康のリスクと生態系のリスクの両方について考えるのが環境リスクであり、それをどのようにマネジメントしていくかがこの分野の課題と言えます。今回は、IR3SとTIGSの主要テーマである持続可能性を人類生態学という観点から眺めるとどうなるかという話をしたいと思います。持続可能性に関しては工学的な立場からの研究が多く、生物学的な立場からのアプローチは

意外に少ないようですので、これまでとは少し違った視点を提供できればと思っています。

私たちが人類生態学の研究で、特に重視している要素は3つあります。1つは“包括性”です。人間はさまざまな環境の中でいろいろな影響を受けながら生きているわけで、ある環境の特定の要素だけに着目して生きているわけではありません。2つ目として、環境の変化に対し反応し、逆に、環境を変えるなど相互作用がダイナミックであること“動性”も重要です。3つ目は“多様性”です。「人類皆兄弟」という言い方がありますが、人間は非常にバリエーションに富んでおり、その点が人間の特徴であり本質でもあります。ですから、平均よりもばらつきの方に興味を持っています。多様性の重視は、人間生物学(ヒューマンバイオロジー)という学問の基本的な考え方もあります。このようなスタンスでウイルスなどの感染症、食品衛生問題など健康にかかわる問題の解決に貢献していくことができるのではないかと考えています。

本題に入る前に、環境省から研究費をいただいて取り組んでいる事例を紹介しましょう。現在、アジア諸国では急速な経済発展が進んでおり、環境への負荷が非常に大きくなると共に、人々の健康への負荷も

増大していることが考えられます。そこで、環境負荷と健康負荷を評価し、なるべく少ない負荷で経済発展を図るにはどうすれば良いか検討しようというのがプロジェクトの目的です。最終的に政策提言につなげようと考えているわけです。

このプロジェクトでは、東アジア、東南アジア、オセアニアの国々の農村部で調査を行っています。例えば、インドネシアのジャワ島は東西に細長い島ですが、西の端に人口稠密な地域があり、ここが調査地の一つになっています。

スライド1はインドネシアで調査対象としている各集落の様子です。各集落は近接していますが、生業は稲作、近郊農業、養殖とそれぞれ特徴があります。これらの集落において、環境・健康に関して共通の項目を調べて比較しようというわけです。このプロジェクトは現在進行形ですが、どんな情報を集めているのかを若干ご紹介したいと思います。

スライド2は、集落の人にGPS(全地球測位システム)と加速度計を装着してもらい、ある人がどのような範囲をどのように行動しているのかを測定した結果です。1日をどのような場所で過ごし、どの程度の強さの活動を行なったかが計測されています。このようなデータから、人々が農作業



Chiho Watanabe

などに使用するエネルギーとその変化を見ていく予定です。

対象とした5つの集落には、例えば冷蔵庫の所有率を見ると50世帯中0世帯というところから、都市部に近く3世帯に1世帯が所有するところまで、大きなバリエーションがあります。多くの指標を比較してみると、面白いことに、必ずしも都市部対農村部というコントラストにはならず、農村部の中でのバリエーションも非常に大きいことが分かります。今後、こうしたバリエーションをそれぞれの集落における生業の変化と関連付けることが研究の大きなポイントになると考えています。

体格を調べてみると、インドネシアは途上国の中では比較的上位に位置しているため、既に農村部でも太った人が増加する傾

向にあります。興味深いのは、男性は環境の影響を受けやすく、集落によって太っていたりやせていたりする半面、女性は環境に関係なく太っている場合が多い点です。しかもBMIの低いやせ気味の人、同一集落の中に同時に存在しています。日本の場合、昔は栄養が不足してやせている人が多かったのが、食料事情が改善され、やせた人が減ってから、太っている方が問題になってきたわけですが、インドネシアの像はこれとは少々異なる。こういった状況が、将来の健康像にどのようにつながっていくのかは、興味深い点です。

現在の途上国は、我々先進国をそのままフォローしているわけではなく、我々の発展とは異なる過程をたどっているということが、こういうところにも現れているのか

もしれません。

エコロジカル・フットプリントとは

今回のテーマである「エコロジカル・フットプリント」の話に入ります。

どの生態学の教科書を見ても、生きとし生けるものは、結局、すべて太陽のお世話になっていると書いてあります。地球上のエネルギーは基本的にすべて太陽から注がれており、太陽光を使って植物が光合成を行い、植物を草食動物が食べ、さらに草食動物を肉食動物が食べ、彼らの屍骸や排泄物を分解者が分解して環境に返しています。分解者も非常に重要な役割をしています。我々がこのサイクルを破壊しているのは事実として、どの程度壊しているのかということが重要です(スライド3)。

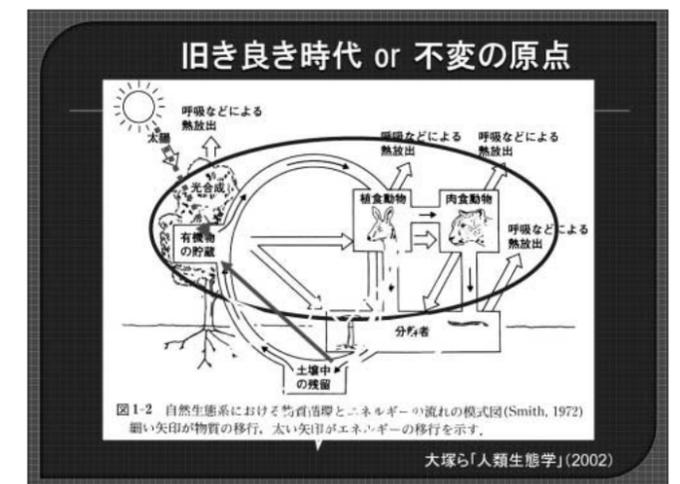
これ(スライド4)は地球人口の変遷です。横軸に時間、縦軸に地球上の総人口を取っています。注意していただきたいのは、両軸は対数軸で目盛られているということです。直線軸でプロットすると現代付近で急上昇するカーブになります。これを見て分かることは、ところどころに不連続な点があるということです。この点で何が起こったか。まず1点目は「農耕革命」です。およそ100万年以上にわたり、人間は狩猟・採集に頼ってきました。つまり自然の恵みをそのままいただき、生きてきたわけです。農耕革命が起こり食料を自分でコントロールするようになり、人口は急増しま



スライド1



スライド2



スライド3

した。
2点目は「産業革命」—最近「工業化」と言うようですが—を境に人口が増加しています。農耕革命と人口増加の因果関係が分かりやすいのに対し、工業化と人口増加の因果関係はそれほどストレートではないかもしれません。しかし、工業化と人口が激増した時期とはおおよそ一致しています。

3点目は「発展途上国における人口爆発」です。途上国ではごく最近まで狩猟・採集を行っていた民族も存在しており、農耕革命と産業革命を同時に迎えた人もいます。それによって人口の急増が起っています。これらは世界規模の変遷ですが、日本でも同様のことが起っています。人口学者の鬼頭宏さんという方が、「日本の人口を考古学などの証拠から再構成してみると4つ

の波がある」と書かれています(スライド5)。

1つ目は農耕革命で、稲作による人口が増加世界に比べて少し遅く起っています。2つ目は明治初期の工業化いわゆる近代化です。その間に市場経済化による波があります。よく江戸時代は、人口も非常に安定しており環境にも優しい生活を送っていたということで持続可能な社会と言われますが、江戸時代末期には人口増加があり、必ずしも安定していたわけではないようです。このように、世界的に見ても日本だけでなく農耕革命と産業革命が人口の変化に大きく関与していると言えます。

それに対し、現在の我々は何のような状況でしょうか。まず、生物をある環境の中で普通に飼っているとうなるかを考えましょう。生物の個体群は内的な自然増加率を持っており、そのまま放っておくと個体数がどんどん増えて、増加の一途を辿ります。しかし、環境は有限で、支えることができる個体数には限度があります。そのため、大腸菌をフラスコの中で飼った場合のように、個体数は最初増加していきますが、そのうち頭打ちになっていきます。

人間の場合も、最初のフェーズ、狩猟・採集民の時代を見ると、増加の後、地球人口数百万~1000万人で頭打ちになっていきました。人間がほかの生物と同じであれば、地球人口はそのまま、1000万人で留まっていたでしょう。ところが人間はほかの生物にはない離れ業を行ったわけでそれが農耕革命です。人間は環境収容力を一気に引き上げ、その引き上げた環境収容力に向かって伸びていったのです。次に頭打ちになったところで、第2の離れ業として産業革命を起こし、再び人口収容力が引き上げられました。我々はこういった状況を過去2回経験したわけですが、人口は100億人で頭打ちになり、これ以上環境収容力を伸ばすことは難しいと考えられています。

なぜこれ以上、環境収容力を高められないかということを考える場合に、エコロジカル・フットプリントが関係してきます。過去の人口を支えてきたものは、エネルギー消費量の増加です。スライド6は1人当たりのエネルギー消費量が時代を追ってどのように増加してきたかを示した図です。1人当たりのエネルギー消費量とは、食事や照明などの電気、各種交通手段を使う際のガソリンのほかに、工業や農業など[人間のかかわるすべての活動]で使用されるエネルギーをすべて含めて人口で頭割りしたもので、人間の誕生以来、確実に増加してきたことがよく分かります。

ここで1つ考えなければならないことは、使うエネルギーが増えたのに対し、得られたものはどうかということです。スライド7は、農作業に関して投入するエネルギーと作物として回収されてくるエネルギーを示しています。人力のみに頼る農耕では1働くとその10倍、多くても20倍程度のリターンという効率でした。しかしながら、畜力を利用することによって、1働くと30~40倍が戻ってくるようになりました。自分だけが働いているときに比べて効率は約2倍です。しかしながら、実は人間自身と家畜の合計の仕事量に対して、どれくらいのリターンがあったかを考える必要があります。そうすると、結局投入された単位エネルギーあたりのリターンはあまり変わらないという計算になります。

農作機械を動かすために大量のエネルギーをつぎ込んでいるわけですから、人間自身と農業機械の両方のエネルギー消費量を合算し、それに対するリターンを考える必要があります。そのように計算してみると、畜力に頼っていた時よりもむしろ効率は悪くなりました。要するに、我々が楽をして多くのリターンを得ることができたのは、すべて化石燃料を消費しているお陰ということなのです。

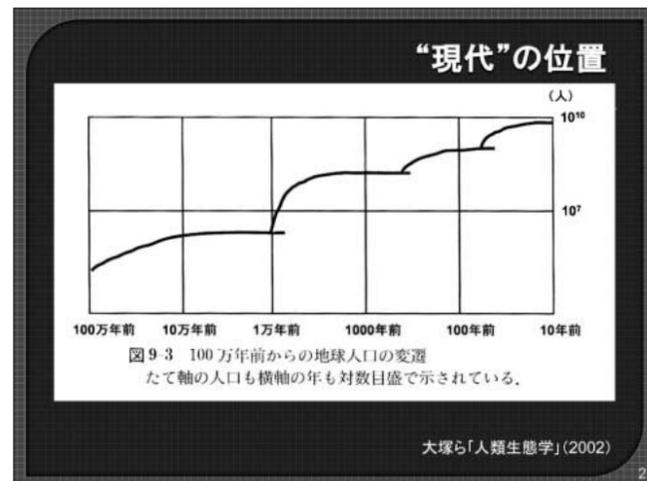
多くの研究結果から、食物の生産のために投入したエネルギー1に対して10のリターンがなければ集団の維持は難しいと言われていますが、この表で見る工業化された農業はこの条件を満たしていません。縦軸は集団数、横軸はそれぞれの集団が農耕に頼っている割合、すなわち、食料を農耕によって得たものと採集・狩猟によって得たもので振り分けて、農耕で得た割合を表しています。すると、農耕への依存度はバイモーダル(二方式)であるということが分かります。狩猟・採集だけに頼るといのは、これはこれで非常に安定なシステムです。それに対し、5分の1あるいは3分の1を農耕に頼るといった集団は非常に少

ない[依存度が2分の1以上のあたりから安定してくる]ということを示しています。確立した考えではないと思いますが、狩猟・採集と農耕の中間点はあまり安定したシステムではなかったことが示唆されているわけです。農耕は我々のライフスタイルを非常に大きく変えたわけですが、ライフスタイルを変えるに当たり、我々の祖先は決して安全な道を歩んできたわけではなく、綱渡りのフェーズを渡りつつ、新しいライフスタイルに移行していったということが見取れます。ですからこれは人口の波がかなりドラスティックに変化することを示唆する面白いデータではないかと思えます。

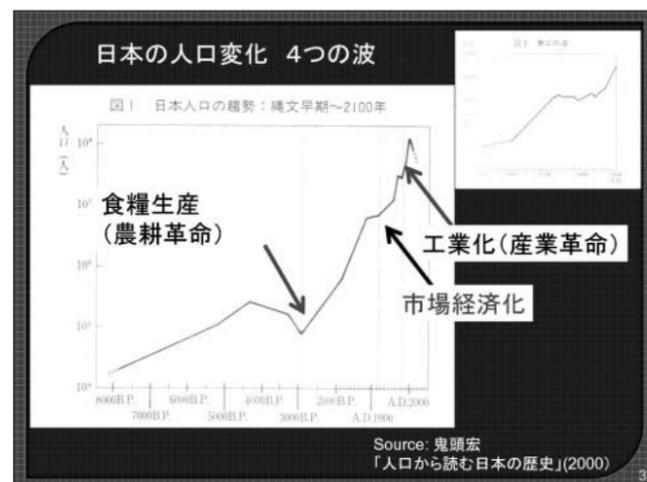
次に、産業革命が我々の人口にとってどのような意味があったかについて考えましょう。第一に、最も大きかったのはエネルギー消費の急増です(スライド9)。産業革命は蒸気機関から始まり、タービンなど内燃機関が興りましたが、それによりそれまでの1000倍から数百万倍に及ぶエネルギーのコントロールが可能になりました。エネルギーのコントロールが可能になったことで、環境のコントロールができるようになり、我々が望む方向に環境をどんどん変えていきました。大量のエネルギーを使って大量に物を生産するようになり、それは必然的に大量消費、大量廃棄につながっていきました。第二に、これも前に述べました鬼頭宏さんが言っておられることですが、エネルギー源のシフトが起りましたが、それまでは、薪や家畜の排泄物など生

産物によって得たものと採集・狩猟によって得たもので振り分けて、農耕で得た割合を表しています。すると、農耕への依存度はバイモーダル(二方式)であるということが分かります。狩猟・採集だけに頼るといのは、これはこれで非常に安定なシステムです。それに対し、5分の1あるいは3分の1を農耕に頼るといった集団は非常に少

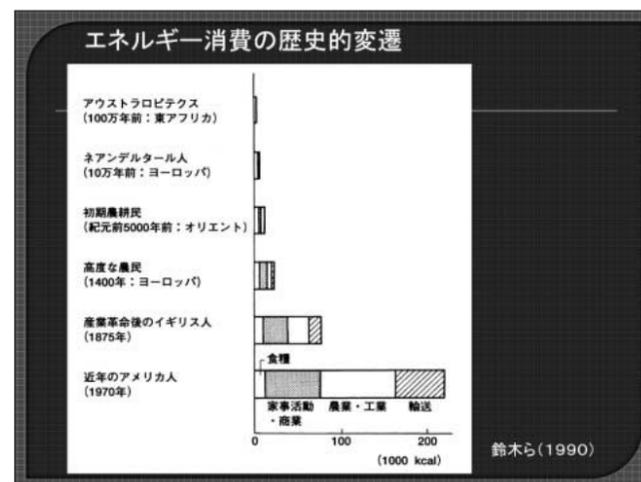
ない[依存度が2分の1以上のあたりから安定してくる]ということを示しています。確立した考えではないと思いますが、狩猟・採集と農耕の中間点はあまり安定したシステムではなかったことが示唆されているわけです。農耕は我々のライフスタイルを非常に大きく変えたわけですが、ライフスタイルを変えるに当たり、我々の祖先は決して安全な道を歩んできたわけではなく、綱渡りのフェーズを渡りつつ、新しいライフスタイルに移行していったということが見取れます。ですからこれは人口の波がかなりドラスティックに変化することを示唆する面白いデータではないかと思えます。



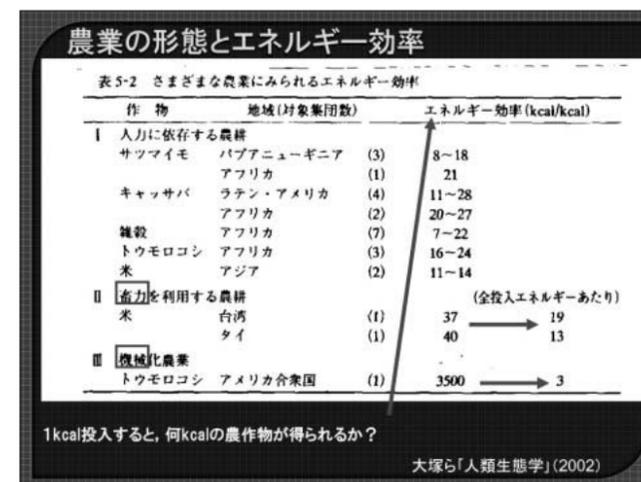
スライド4



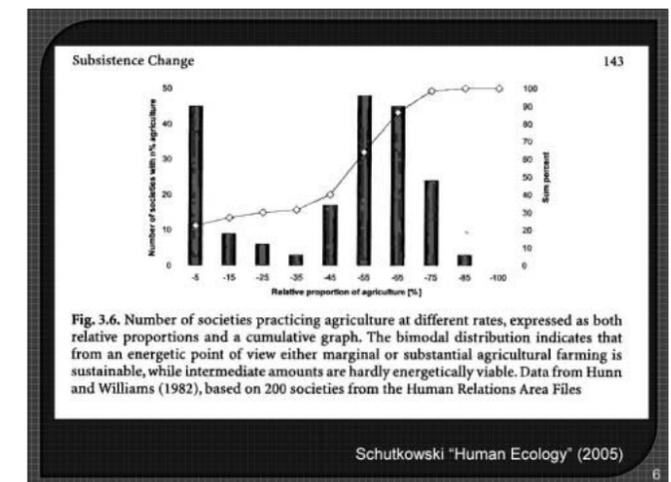
スライド5



スライド6



スライド7



スライド8

物のエネルギーに頼って生きてきたわけですが、それを、産業革命を境に非生物である化石燃料に切り換えました。化石燃料というのは生物の痕跡ですから、厳密に言えば非生物という言い方は相応しくないのかもしれませんが、要するにバイオエネルギーからノンバイオエネルギーへの転換が、産業革命がもたらした大きな変化の一つだったということです。この変化により、それまでエネルギー供給源であった森林を耕地に転用することが可能になりました。それにより、それまで我々を束縛していたエネルギー供給源としての土地が解放されました。これも産業革命がもたらした大きな変化です。つまり、食料生産に消費し得る土地が増加して人口増加にも貢献してきたということです。しかし、この結果として我々は不必要に大量なエネルギーを消費

するようになったのではないかと思います。その例としてハウス野菜が挙げられます。約10年前のデータですが、例えばトマトのハウス栽培の場合、普通に夏に採れるトマトでは1キロにつき約176キロカロリーのエネルギーを使っていますが、冬季に温室栽培するトマトでは、ハウスの暖房、照明、さらに収穫されたものを空調付きのトラックで輸送するためのエネルギーなどで、その10倍のエネルギーを使っています。それが外国からの輸入となれば、さらにエネルギー消費量は上乘せされます。現在、我々はトマトが1年中食べられることを不思議に思わない生活をしてしていますが、実はそのために大きな代償を払っているということです。このように今の食生活は「化石燃料が安い」ということに頼って成立しているわけ

始めています。そこで、我々がこのようなエネルギーの使い方をすることによって、環境にどのようなインパクトを与えるかについて、定量的に表現する必要があります。「このままでは立ち行かなくなる」といった警告がさまざまな分野から出る一方で、「では、どのくらいで立ち行かなくなるか」「本当に立ち行かなくなるのか」については明確に表現しにくい。そこで、インパクトの定量的表現を目指した2つの考え方を紹介します。1つはI=PAT、もう1つはエコロジカル・フットプリントです。I=PATはポール・エーリッヒという人が提唱したもので、環境への負荷「I」は人口「P」と物質的な豊かさ(1人当たりの物質消費量)「A」と技術「T」の掛け算で表されるというものです(スライド10)。

地球温暖化に例をとると、二酸化炭素の排出量「I」は、人口「P」、1人当たりの使用電力「A」の増加に伴って増えると共に、単位発電量当たりどれだけの二酸化炭素(CO₂)が排出されるかといった技術の水準「T」とも関連しています。さて、I=PATはあくまでも概念的な式です。環境へのインパクトの大きさを考察する際、構成要素に分けて考えることができるので便利ですが、実際のところI=PATの式の通りに行かず、極大点が出てきたりします。スライド11では、一つひとつの点は国を表し、横軸に物

質的豊かさの指標としてGDP(国内総生産)を取り、縦軸にはそれぞれ異なる環境負荷の指標をとっていますが、GDPの増加と負荷が比例するかと言えば、必ずしもそうではないことが示唆されています。

エコロジカル・フットプリントとは、ある集団の活動が環境に及ぼすインパクトを、土地面積に換算し定量的に表現したものです。I=PATにおけるIを土地面積で表したと考えれば良いでしょう。では、環境へのインパクトを土地面積で表すにはどうしたら良いでしょうか。

現在の諸地域における人口密度を考えてみると、集団によって大きなばらつきがあります。例えば、パプアニューギニア(PNG)は国全体が熱帯雨林で覆われていて、人口を面積で割ると1平方キロメートル当たり約10人住んでいる計算になります。それに対し、世田谷区には1平方キロメートル当たり1万人超の人間が住んでいる計算です。パプアニューギニアでは、現在でも狩猟・採集と農耕が混在したような生活をしていて、農耕は比較的プリミティブです。

しかしながら、パプアニューギニアと世田谷区の人口密度は単純に比較できるのかという疑問が起ります。人口密度は人口÷土地面積で、採集狩猟民と農耕民とを比較するならまだしも、都市は自分たちで食料を作らない集団の居住する場所ですから、都市と農村を同じ人口密度という指標で比較するのは問題がありそうということはお分かりいただけるでしょう。

では、どのように考えれば良いかということで、カナダ、プリティッシュ・コロンビア大のリースらのグループが提唱してきたのが、エコロジカル・フットプリントという指標です。伝統的な自給自足型の生業の場合、一定の土地で生産される作物がどれだけの人間を支えられるかを考えてきたわけですが、エコロジカル・フットプリントでは、逆に1人の人間を支えるのにどれだけの土地が要るかを考えます。贅沢な生活をしている集団であれば、より多くの土地を使っていることになるはずだ、というのが根底にある考え方です(スライド12)。

エコロジカル・フットプリントを定義すると、「あるコミュニティのニーズに見合う食糧、水、燃料、エネルギーを提供するのに必要な土地(陸・水)面積の総和」になります。食物は、生産に必要な土地面積、エネルギーは、化石燃料の燃焼によって発生する二酸化炭素を吸収するのに必要な森林面積に換算しています。

あるコミュニティのニーズに見合う食糧を生産するのに必要な土地面積を計算するのですが、ここで言う「コミュニティのニーズ」とは、「そのコミュニティの現在の生活水準を維持するのに必要なレベル」と考え、これを可能にする自然の恵みを、土地に換算するとどれくらいになるかを表した数値がエコロジカル・フットプリントです。

環境省は毎年「環境白書」を出していますが、その中で2001年から数年続けてエコロ

ジカル・フットプリントを紹介しています。これを見る前にまず、計算の仕方を簡単に説明します(スライド13)。我々が消費しているあらゆるものをすべて土地に換算する。食糧について言えば、例えば人がコメを何キログラム食べているかの平均値を出し、土地1ヘクタールで何キログラムのコメを生産できるかを調べれば、コメの消費量を土地の広さに換算して表すことができます。ある食べ物がコメと野菜と肉からできているならば、それぞれについて同様の計算を行い、それをすべて足し合わせています。

我々は食べ物以外にも、住まいや交通、サービスといった形で自然を貪っていますし、環境汚染や生物種の絶滅などさまざまな形で自然を虐げているわけです。これらのニーズを土地に換算するには、まずエネルギー消費は化石燃料を燃やすことによって排出した二酸化炭素を吸収するのに必要な土地面積で表しています。このほか、住居や道路などによる自然の物理的被覆、牧草地、建材を提供するための森林の面積も考えます。消費のカテゴリーと土地利用のカテゴリーを考えこれらを掛け算することによって、我々が使っている土地面積を算出します。

仮定の置き方によって計算の仕方は異なってきます。例えば、森林が持っている二酸化炭素の吸収力も、森林の樹相によってあるいは緯度などによっても変わるでしょうが、こうした変位の扱いをめぐるはまだ検討の余地がかなり残されていると言えます。

各国のエコロジカル・フットプリントの、農地や牧草地などの内訳を示したものがスライド14です。いわゆる先進国はエコロジカル・フットプリントに占める二酸化炭素吸収地に相当する部分の割合が非常に高いのが特徴です。

では環境省(2001)による試算結果(スライド15)を見てみましょう。これによると日本人は1人で約6ヘクタール使っている計算になります。一方で、我々が現実に使える土地面積を計算してみると、1人あたり1ヘクタールに満たない。つまり我々日本人は、現在の生活を維持するために、日本のおおよそ7倍の土地面積を使って生きているということになります。足りない土地

工業化がライフスタイル・エネルギー消費に持つ意味

- エネルギーの獲得 → 環境の制御・改変可能性
⇒ 大量生産+大量消費+大量廃棄
- エネルギー源のシフト
生物(役畜・薪炭)⇒
“非生物”(化石燃料)
⇒
エネルギー源用の土地
(牧草地・林野)を
耕地に転用可能
(鬼頭, 2000)

2009/3/12

スライド9

I=PAT (Paul Ehlich)

environmental Impact 環境への負荷 =

Population 人口
Affluence [物質的な]豊かさ
(1人あたりの物質消費量)
Technology 技術
(単位消費量・生産量 あたりの環境負荷量)

Ex. 温暖化
CO₂ = P x (GWh/P) x (CO₂/GWh)

スライド10

I と PA(T) との実際的関連

縦軸: 上=オゾン層破壊物質
下=CO₂排出
横軸 = GDP

上=総EF
下=森林のEF
横軸 = GDP

Rosaら
Ambio (2004)

スライド11

人口支持力とエコロジカル・フットプリント

(過去の)農村
人口÷土地

(現代の)都市
土地÷人口

スライド12

をいわば外国に頼っているという計算になるわけです。要するに日本の現在の生活は外国から切り離してしまうと成り立たない。この点は米国もドイツも同様です。

一番右の欄が示しているのは、世界中の人が現在の技術水準で日本人並みの生活をしようとすると、地球が3個必要な計算になるということです。ですから、我々がもし途上国に行き、彼らに日本の生活水準ができるように手助けしたとしても今の技術レベルのままでは、今度は地球全体が成り立たなくなってしまう。こうした国際協力を考える際に、我々はどこかで何らかの工夫をしなければいけないということをこの数字は物語っていると云えましょう。

1985年には地球の人間全体のエコロジカル・フットプリントが、世界で使える土地面積の合計を超えてしまったという試算が

あります。この場合、国のフットプリントなどとは異なり、海外から借りてくるわけにもいかず、その超過分は環境の悪化や地球温暖化という形で出てきていると考えられます。

もちろん、フットプリントの計算にはさまざまな仮定が置かれており、仮定の置き方によって値は大きく変わってくるため、いろいろな反論はあり得るでしょう。しかし少なくともエコロジカル・フットプリントが増加傾向にあるということは間違いなく、地球の面積に比べて極めて小さいわけではない、ということは今や共通認識となりつつあるのではないのでしょうか。

オーバーシュートへの対処

フットプリントが現実使用可能な面積を超えてしまったことを、ここではオーバーシュートと呼ぶことにします。

オーバーシュートを「どうやって解消するか」「誰が努力するのか」「何のために努力するのか」という3点について考えたいと思います。

エコロジカル・

フットプリントという指標が出てきた背景にはもちろん「持続可能性」があります。持続可能な社会にしていくためには、今最も注目されている「気候変動」以外に、「資源と廃棄物」「生態系との共生」も考えていくことが必須です。気候変動に関しては、低炭素社会の実現が急務であり、資源と廃棄物に関しては、資源の使用と廃棄物を削減し循環型社会を目指す必要があります。また生態系と共生し生態系を保っていくことが人間の健康と生存の維持に重要であることが最近明らかになってきました。現在は温暖化対策ばかりが目立っていますが、この三拍子が揃っていないと、持続可能な社会というのは実現できません。

二酸化炭素排出量削減について考えると、 $I = PAT$ に従えば、人口 [P] 減少はむしろ喜ぶべき出来事ということになりますが、生活の豊かさ [A] を減らすのか、技術改良をする [T] のかという大きな選択肢があります。結局、両方やっていくことになると思いますが、技術を改良しクリーンエネルギーに転換していけば二酸化炭素排出量は抑えられるという考え方があります。

1975年から1985年の10年間の日本やデンマークを見てみると、エネルギー効率の改善と共に総消費量も改善を見ました。日本では技術改良が起こったときに総消費量が停滞するという傾向も見られます。しか

し、一般的に見れば、技術改良によってエネルギー効率を上げてエネルギー消費量が削減されるかという、これはストレートには結び付かず、安井至氏(国連大学副総長)の指摘によれば、技術改良の起こった一定の期間を除けばGDPの増加と共にエネルギー消費量も増加してきたというのが過去30-40年の現実のようです。

GDPは生活の豊かさ[A]の指標の一つとして用いられてきましたが、GDPとエネルギー消費量あるいはモノのフローはカップリングしやすい。ですから、持続可能な社会の実現のためには、GDPが増えてもこれらが増えない方法(デカップリング)を考える必要があります。一つの方法は、行動様式を変える、つまり豊かになってもエネルギーを使わないような行動様式を見つけるということです。そのための詳細は今後、我々皆で考えていかなければなりません。

二つ目として、技術改良があります。技術が大幅に向上すれば、GDPは増えてもエネルギー消費量を増やさなくて済むかもしれません。経済産業省が出している需給実績を見ると、上記の1975~85年、あるいは2000年以降の期間に限って日本ではGDP(生活の豊かさ[A]の指標と考えられる)は上がってきていますが、エネルギー消費量はあまり変わっていません。こうしたデカップリングがどんな要因によって可能だったのか解析する必要があります。

これらと異なる三つ目の選択として、GDPの伸びを諦めるという選択肢があります。そうするといろいろなデメリットが発生するでしょう。失業が増え雇用が不安定になるかもしれません。そのような点については十分考慮しなければならないのですが、GDPが保証してきたと考えられているものの中で、実はそれほど関連がないものもあります。例えば、平均寿命はGDPが低い範囲では関係があったかもしれませんが、ある程度まで伸びてしまうと、ほとんど関係がないことを示すデータは多々あります。

また、今、持続可能性に関する議論の中で、GDPの成長はwell-being(良き人生)というものを必ずしも保証しないのではないかとといった見方が出てきています(スライド16)。

ライリーという歴史学者によれば、1820年の欧州で、GDPと死亡率にすでに相関関

係は見られませんし、現代でもGDPと平均寿命との関連はそれほどきれいではない。YoungがまとめたデータでもGDPが低いところではGDPが大きくなると平均寿命は上がってきていますが、ある程度までGDPが伸びたあとは平均寿命はほとんど頭打ちになります。

モザンビークのデータでは、貧困な階層ほど低身長の子供の割合が高いのですが、物の豊かさそのものの寄与は2割程度で、残りは飲料水の質や母親の職業などさまざまな要因が効いており、[貧困が子供の健康に影響を与えるということが、そのままモノの豊かさと健康との関連を表すわけではない(WHO, 2007)。さらに健康は環境からさまざまな影響を受けるわけですが、各国のGDPと環境保健[水・大気の水質や、環境衛生を良く反映する小児死亡率など]の充実度を表す指標との関係をエール大学のグループが解析した結果では、GDPが低い範囲で両者は良く相関するのですが、一人あたりGDPが1万米ドルを超えたあたりから充実度が頭打ちになっています。

ウェルビーイングの指標とGDPの関係についてはどうでしょうか。ウェルビーイングの指標として国連が作った「人間開発指標(ヒューマン・ディベロップメント・インデックス:HDI)」があります。人間がウェルビーイングである、つまり福祉の状態が良いということは要するに長寿が楽しみ、健康な人生を送ることができ、知識や教育へすぐにアクセスでき、贅沢ではないけれども満足のいく生活水準を享受できる状態であると考えられるわけです。これらを評価す

る複数の変数を1つのインデックスにくくります。それを0から1の間の数値に換算し、1が一番高く(良く)、0が一番低いとします。2006年のデータでは、世界で最も人間開発指標(HDI)が高い国はアイスランドで0.968、日本は8位となっています。HDIが低い国のほとんどはアフリカの国々です。そして重要なポイントとして、GDPとHDIとの関係を見ると両者の相関関係は必ずしも良くない。国連はHDIがGDPに代わってwell-beingの指標として使えるのではないかと書いています。

次に、誰がこのオーバーシュートに対処し努力していくかということですが、もし地球上のすべての集団が完全に同等であれば、すべての集団が同等の努力をしていけばよい。しかし実際には国同士でも1つの国の中においてもいろいろな側面で格差があります。一つの集落の中でも豊かな世帯とそうでない世帯があります。そうした格差の存在をいかに考えるべきかという倫理・哲学的問題はさておき、無駄に生じている格差があれば、それは避けたい。そうした格差の解消を考えた場合、どの側面に注目して解消すべきかが問題になりますが、1つの手がかりとして“健康”を挙げることができます。つまり、皆が早死にする社会と、長生きする社会とでは明らかに“格差がある”わけで、そこをどのように是正していくかということです。

スライド17は生存曲線です。各集団において、生まれた時の個体数を100%とし、最高に生きた人を100歳と設定した時、どのように死んでいくかを書き表したもので

EFを計算する: 考え方

消費財を土地換算=平均消費量÷平均土地生産性
複数の消費財から成り立つもの=Σ(構成消費財)

*消費のカテゴリー

食料(魚=植物プランクトン密度&栄養段階)
・住居・交通・消費財・サービス (環境汚染・生物多様性含まず)

*土地・土地利用のカテゴリー

・エネルギー:CO₂吸収に必要な面積, 原子力・水力による発電に必要な面積
・物理的に占換(被覆)あるいは着しく消耗
・現在利用中:農地・牧草地, 森林
・原生林・生産力のない土地

ワケナゲルら(和田訳)
"エコロジカル・フットプリント" (2004)より

スライド13

各国のエコロジカル・フットプリント

国	農地	牧草地	森林	海洋淡水域	CO ₂ (化石燃料由来)	まき	核エネルギー	水力	合計
USA	1.48	0.32	1.28	0.31	5.38	0.06	0.50	0.01	9.70
ドイツ	0.68	0.09	0.37	0.19	2.69	0.01	0.38	0.00	4.71
日本	0.47	0.06	0.28	0.76	2.53	0.00	0.51	0.01	4.77
ブラジル	0.64	0.55	0.43	0.07	0.46	0.12	0	0.01	2.38
中国	0.35	0.09	0.22	0.10	0.64	0.05	0	0	1.54
バングラデシュ	0.22	0	0.10	0.04	0.06	0.05	0	0	0.53
世界	0.53	0.12	0.27	0.14	0.99	0.06	0.08	0	2.28

1999年の値:一人当たり ha
(ワケナゲルら(2004)による)

スライド14

全ての途上国の人々に日本並みの生活を—かなわぬ夢?

表 13-1 世界の6か国のエコロジカルフットプリントの値と、持続的な生活を維持するために必要なそれぞれの国の数および地球の数

国	エコロジカルフットプリント (ha/人)	各国の現実の1人あたり面積 (ha/人)	持続的な生活に必要な自国の数	持続的な生活に必要な地球の数
アメリカ合衆国	12.22	5.57	2.19	5.61
ドイツ	6.31	2.48	2.54	2.89
日本	5.94	0.86	6.91	2.72
ブラジル	2.60	11.58	0.22	1.19
中国	1.84	0.89	2.07	0.84
バングラデシュ	0.60	0.08	7.50	0.28
(環境省, 2001)				
地球全体		2.18		

大塚ら「人類生態学」(2002)

スライド15

GDPの増加は何を保証してきたか?

- 過去半世紀, 社会の発展に寄与代償として, 生態系の破壊 → 将来は? (MEA,2005)
- 経済成長そのものは, 健康増進を保証しない(IPCC, 2007)
- 小児死亡率 (Young, 2005)
- 平均寿命 (ライリー, 2008; UN-HDI, 2006)
- 小児の低栄養 (WHO統計, 2007)
- 環境保健 (Yale大, 2006)
- “幸福感”への影響要因 社会の中の相対的位置 日本・台湾 < フィリピン

スライド16

す(4つの曲線のうち、B1、B4の2つのみがヒトの生存曲線です)。例えば、我々日本人の場合、10歳までに死ぬ子供の数は非常に少ないわけですが、社会によっては約5分の2が10歳までに亡くなっています。この格差を是正し、赤の矢印に向かわせることを今後考えていかなければいけません。現在、日本の医療はさらに緑の矢印の方向を目指して努力しているように見えますが、今後は赤と緑の矢印の配分をどのように定めるべきか、ということも議論していく必要があるのだと思います。

最後に、オーバーシュートを解消する目的について考えましょう。持続可能な社会は必要ですが、持続させるものが何なのか不明では、解消作業が自己目的化してしまいます。私自身は、経済成長が少し自己目的化しすぎていて、指標だけに振り回されているところがあるのではないかと感じています。オーバーシュートの解消という目的だけ考えていると、例えば極端に言えば、人間を大幅に減らせば良いということになってしまいます。

「持続可能な開発」という言葉そのものに関しても議論があります。もともと持続可能な開発という言葉は国連のWCED(環境と開発に関する世界委員会)の最終報告書の中にあるsustainable developmentという言葉の和訳ですが、このdevelopmentが経済成長という意味と混同されているという指摘もあります。つまりdevelopmentとは潜在性の発現であって、物理的に何かモノが付け加わる“成長”とは違うので、持続

可能な開発を考えると、development本来の意味に戻って考える必要があるという指摘です。

約30年前には、石油の枯渇が人間の持続可能性を危うくするのではないかとということが心配されていました。ところが今は、地球温暖化が持続可能を最も制限する要因なのではないかということで、皆が努力しています。しかし、そこだけに目を向けていると地球温暖化問題が解決しても、今度は環境汚染の問題が持続可能性にとって制限要因となるかもしれない。そういう意味で、何を持続させるべきなのか、というゴールをよく見極めておかないといけない。

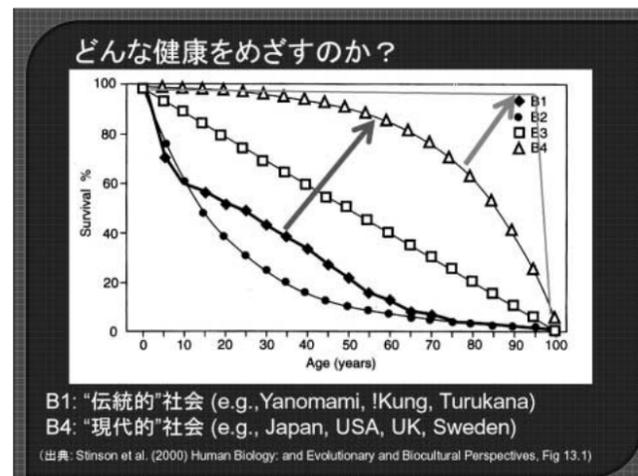
持続可能性の条件として3つあるというお話をしましたが、3つ目の条件である生態系との共生も非常に重要です。IPCC(気候変動に関する政府間パネル)レポートと同様に重要なものとしてミレニアム・エコシステム・アセスメントというレポートがあります。アナン前国連事務総長が呼び掛け、2001年から5年の間に、1000人以上の専門家を集め、「生態系の変化は人の福祉にとってどのような意味を持っていたのか」についてレビューが行われました。専門家が過去半世紀のデータを集め分析して得た結論は「過去半世紀の間に生態系は大幅に変化した」ということでした。耕地を開き、森林を伐採していったことで、確かに経済は大きく発展しましたし、人間の福祉は向上しました。しかしながら、今後も同じことを行っていたのでは、持続可能性は失わ

れる。適切なアクションを起こし、次の半世紀の間に回復しなければいけないということです。このレポートでは、「回復はできるけれども、そのためには相当な覚悟が必要」ということを述べています。

結局、「持続可能性とは何か」について誰もが納得する説明はないのかも知れません。IPCCのレポートで健康に関する章を担当したオーストラリア国立大学のマクマイケル教授は、「経済・生態系影響などを含むすべてのサステナビリティ研究の究極の目標は“人間の長期的な健康と生存”の持続」であると言っています。東大のサステナビリティ学連携研究機構が出している冊子「サステナ」で、丹保憲仁放送大学長が「量から質への転換を図らなければいけない。特にこれからは価値の創造が重要であり、その価値をどう創造するかがポイントになる」とおっしゃっています。

最後に、エコロジカル・フットプリントの限界について触れておきたいと思います。まず、前提次第でいかようにも計算でき、不確定さが大きい点が挙げられます。また、(必ずしも当たってはいませんが)将来予測には使用できないという批判もあります。こうした批判の存在を理解した上で、エコロジカル・フットプリントは経済指標としてのGDPに対応するような環境負荷の指標と考えておけば良いと思います。特に問題のスケールを定量的なセンスで把握するには良いツールであると言えるでしょう。

経済というのはもともと生産者と消費者の動きを中心に作られていましたが、環境経済というものが登場し、今まで考慮されていなかった資源や廃棄物、アメニティーといったものが経済学の視野に入ってきました。ただしこれらは“外部経済”と呼ばれているように、経済の本丸ではないと考えられてきました。しかし今後はEcological Economyという言葉があるように、生態系のすべてをひっくるめた中で経済を考えていく必要があります。講演の最初にお見せした植物、草食動物、肉食動物といった大循環の中で人間活動としての経済を捉えていかなければならないというのが、今回の結論です。



スライド17

A氏：持続可能性とは「人間の長期的な健康と生存の持続」とのことですが、では、そのためにどうすれば良いかが分かりません。例えば、 $I=PAT$ という式がありましたが、 I をある一定の値の範囲内でコントロールしておけば、長期的な健康と生存の持続がある程度保証されるといった話だとすると、 P 、 A 、 T のうちどれか1つだけを突出させることができなくなり、ある値の範囲に収める必要が出てくると思われます。それに対する私自身の解釈を述べさせていただきますと、例えば、病院で血液検査をすると、健康な人の血糖値の範囲はここからここまでといったように指標がありますが、それと同様に、地球全体を1個の生命体と捉えた場合、健全か否かの指標や尺度というものがあればよいのではということです。例えば、健全な人口の範囲や技術に関するガイドラインなどです。もしそういったものがあれば、これ以上、人口を増やしてはいけないとか、これ以上贅沢をしてはいけないといったことが分かると思うのですが。

渡辺：まず、 $I=PAT$ はあくまでも概念的なものであってガイドラインなどはありません。また、 PAT で考えた場合、どれか1つだけが突出しても構いません。例えば、 P を増やしてしまったら、 A と T を非常に低く保つなどです。ですから、皆がひしめき合って貧しい生活を送るというのもありだと思いますし、逆に、人口を大幅に減らし、その分、思いきり生活を楽しむといった選択肢もあり得るわけです。このように、 PAT はそれぞれ独立して動く可能性はあると思います。また、 A と T の関係は変わり得るので、それぞれについての適正値はないと思います。 P に関しては、国連の推計が出ています。昔、上限は200億人という予想もありましたが、今はおそらく100億人程度で頭打ちになると考えられています。また、 A に関しては、人間が人間らしく生きるためには最低限これくらいはないといけないという基準があります。WHO流に言えば、「きれいな水にアクセスできなければいけない。健康を保つだけの十分な食料が確保されなければいけない」ということです。また、 HDI の中には長寿で健康な人生といった考え方は一応入っていて、ここに A が反映されているとも言えます。

2点目のご質問は地球全体を1つの生命体

と考え、その中で健康因子に関する正常値が確保されれば、それで良いのではないかということですね。考え方によってはその通りだと思いますが、現実的には、地球は非常にダイナミックに変化していますし、個々の生物も増減をくり返しています。ですから、正常値を設定したとしても、そのコントロールというものが果たして可能なのか、私の専門は人間の生態学ですので動物や植物の生態学の専門家に聞いてみないと分かりません。自然は非常にダイナミックに変化していて、それを全体として眺めると持続しているように見えるのだということでしょう。

飛原：東大の飛原です。あるNPO法人のホームページには「地球全体のエコロジカル・フットプリントは地球の2.5倍」となっていました。これは世界共通の認識なのでしょうか。また、エコロジカル・フットプリント以外に、カーボン・フットプリントといった言葉も聞きますが、エコロジカル・フットプリントが最も一般的なのでしょうか。また、東大のエコロジカル・フットプリントを計算された例はあるのでしょうか。

渡辺：エコロジカル・フットプリントは「環境白書」に数年にわたって紹介されていました。IPCCの中には出てこないのですが、国連環境計画のグローバル・エンバイロメント・アウトルック(GEO)という、数年おきに出ている大きなレポートの最新版でもエコロジカル・フットプリントが使われています。また、エコロジカル・フットプリントに関してはあまり誤差に関する情報を見たことがありませんが、2.5倍という数値の中に、どの程度、不確定な部分を見込んでいるかを考慮する必要はあると思います。これは、私自身の意見に過ぎませんが少なくとも1倍よりかなり低いということはないだろうと考えています。東大のエコロジカル・フットプリントが計算されたことがあるかどうかは分かりません。東大の二酸化炭素の排出量については、東大の環境報告書に記載があるとのこと。

堀：産学連携本部の堀です。日本の土地利用面積は国土の6倍とおっしゃっていましたが、海外の土地を使うことはいけないことなのでしょうか。言い換えれば、日本人は日本の中だけで生産し生活するのが良い

ことなのでしょうか。

渡辺：難しいご質問だと思います。例えば、日本がある時点で豊かで、経済計画を維持するため外国から輸入して生きていくといった場合、外国の経済も潤うことになるわけですから、あるフェーズにおいてはこのようなことがあっても良いと思います。しかしながら、少数の国家や少数の人だけが独占的にそういったことを行っていた場合、いずれ立ち行かなくなります。ですから、外国の土地を使うこと=悪か、と言うと、今、徐々に悪になりつつあるということだと思います。ただし、外国の土地を使った方が良いという例もあります。食物を栽培するには水が必要ですが、食物によっては、栽培に適した外国で生産した方が、トータルとして水が節約できるという場合もあります。ですから、全体のフローを考えお互いにうまく利活用できる仕組みを考えることは意義があることでしょう。

A氏：エコロジカル・フットプリントが1を超えたということですが、仮にエコロジカル・フットプリントが1であるべきだとします。人類全体として協調して制限をしない限り、増加していくと思いますが、例えば、政府や民間団体で減らそうといった動きは出てきているのでしょうか。

渡辺：エコロジカル・フットプリントが1を超えた状態とは、我々が利用可能な面積よりも多くの面積を使ってしまうということで、この状態を持続していくことはできません。環境汚染や地球温暖化といった歪みが出てきてしまっているからです。そのため、フットプリントを1以下に抑える必要があります。そういった動きに関して、現在、政府、NGOなどが活動しています。例えば、IPCCの報告書に基づいて二酸化炭素排出量削減に関する活動が盛んに行われているわけです。ただし、単に低炭素社会になればそれで良いかというと、それだけでは不十分だということは申し上げた通りです。

B氏：エコロジカル・フットプリントの算出方法は、化石燃料を燃やして出た二酸化炭素の量を土地面積に換算しているということですが、化石燃料がなくなった場合、どうすれば良いのでしょうか。

渡辺：エコロジカル・フットプリントは予測には使えないという批判があります。理

由はその時その時に利用可能な技術に対応して値も変化するからです。例えば、火力発電の効率や自動車のエンジン効率は時代と共に変化しています。ですから、車を100キロメートル走らせる時のフットプリントは10年前や20年前と現在とは違いますが。化石燃料がなくなれば二酸化炭素を吸収する必要はなくなります。ただし、その時にどういった代替エネルギーを使っているかが問題になります。化石燃料がなくなったとき、それに代わるクリーンエネルギーを持っている必要があるでしょう。

B氏：例えば、バイオマスエネルギーはある種の太陽エネルギーですよ。風力も太陽エネルギーです。もしすべて太陽エネルギーになったとき、どのぐらいの人口を支えることができるかについて試算はあるのでしょうか。バイオマスエネルギーの変換効率は悪いという話もありますが。

渡辺：現状の技術をもって、太陽エネルギーのみに依存した場合、どのぐらいの人口を支えることができるかについて試算があるかどうか私は知りません。

C氏：3つ質問があります。1つ目ですが、地球温暖化問題に対する議論・対策の中で二酸化炭素を削減する方向性を打ち出すこと自体には違和感がありません。一方で、EU、米国、中国などは二酸化炭素削減問題を政治的に利用しているように感じます。エコロジカル・フットプリントに関しても今後政治的に利用されるといった動きはあるのでしょうか。

2つ目は、今後エコロジカル・フットプリントの考え方がどんどん取り入れられるようになっていった場合、我々民間企業が技術開発を行う際に、エコロジカル・フットプリントを何らかの効果の指標として利用することで、自社にとって付加価値になるといったことはあり得るのでしょうか。

3つ目は、 HDI についてですが、各国において HDI が自分たちの生活スタイルと乖離があった場合、生活満足度を下げることなく HDI を目標値に合わせるということとは可能なのでしょうか。

渡辺：政治利用というのはどのような分野にもあります。特に環境問題においては、我々研究者がニュートラルな立場から発信することが、大きな使命であると考えています。特にIPCCはそういったスタンスに

立っていますよね。政治利用する者に対して「するな」とは言えませんが、利用させないための工夫は新たな課題かも知れませんね。いかに悪い意味での政治利用を防ぐ形で発信していくかが課題かもしれません。

2つ目についてですが、エコロジカル・フットプリントの普及に励む動きはあるようです。ただし、今後、エコロジカル・フットプリントをどのように使っていくかは、これから考えていくことになるでしょう。エコロジカル・フットプリントが示唆しているものは、基本的にあまりモノを使わないということですが、モノを使わなくなったとき、それによって企業の収益が低下するかといえば、そんなことはないと思います。企業の方々にはその点をよく考えていただきたいと思います。最後に放送大学の丹保学長の言葉を紹介しましたが、量で儲けるのではなく、質で儲けるということを考えていただければと思います。

3つ目のご質問ですが、生活満足度を変えることなく HDI を変えることはできるかということですね。 HDI には健康や知識に関する指標が含まれており、これらは満足度と完全にパラレルというわけではないので、満足度が変化しないが、 HDI が変わるということはあると思います。幸福感に関しては、経済学者にも、物があれば幸福というわけではないと言う方がいるし、では幸福感とは何かというと、「人間が何かをやると思ったときに、それができる環境にあること」だと言う方もいてなかなか難しい。ただし、 HDI の中に幸福感そのものは含まれていなかったと思います。

A氏：養老猛氏が『ほんとうの環境問題』という本の中で、「CO₂削減は必要ない」と書いています。地球温暖化が起り、海面も上昇し、異常気象が起り、水没する国が出てくることも確かにあるけれど、それによって植物が生える場所が増えるのだから、地球全体としては緑地化が進み、食料問題やバイオマスエネルギーにとってはむしろ有利だという主張です。それに対し渡辺先生はどのように思われますか。

渡辺：あれは養老先生流のラディカルな物の言い方だと思いますが、もし、我々の世代だけしか考えなくて良いのであれば、温暖化対策は考えず「今を精一杯楽しむ」というのも1つの決意としてはあるでしょう。

例えば、「人間なんて地球上にいなくなっても構わない」と主張をされている方もいらっしゃると思いますが、どこまで本気で言われているのかは分かりません。医学や健康関連の研究者は、「我々の生存・健康にとって非常に重要」だから生態系は重要だ、と考えている。しかし、生態学者からは、そういう人間中心主義ではなくて生態系それ自身の持つ価値を認めようという議論がなされています。その方向を突き詰めた場合、「人間の生存よりも、美しい地球が持続することの方が重要だ」といった議論が出てくることもあり得るのだと思います。

こうした価値の問題と共に重要なことは、タイムスパンをどう考えるかということです。これから100万年後に人間が地球上に存在しているかどうかは全く分かりませんし、「人類はあと200年持たない」という研究者もいます。ですから、このような問題を考える際にはどれくらいのタイムスパンで考えるかが非常に重要だと思えます。

太田：いろいろな指標が出てきて、非常に新鮮で面白かったです。例えば、最も大切な持続可能性が指標化され、50年前、現在、10年後などを比較できると、産業界の方々もヒントを得られるのではないかと思います。

渡辺：適切なお答えは浮かびませんが、論争を引き起こした「環境危機をおおってはいけない」という本の著者ロンボルグが、石油の枯渇の時期というのは、ずいぶ昔から予測が出されているが、新しい予測がでるたびに実はだんだん将来に延びていっていると指摘しているように、将来予測というものは常に難しい。エコロジカル・フットプリントの将来予測も同様です。温暖化問題でも、あるアクションの将来影響を予測するのではなく、将来の目標を立て、その目標から遡って必要なアクションプランを立てる方法も使用されているようです。

D氏：最近、米国などではエイズの薬が開発されていますが、患者の多くはアフリカにいて購買能力がないという状況にあります。その場合、製薬会社は原価でエイズの薬を配るべきだという考え方がある一方で、やはり企業活動なのだから、そういうわけにはいかないという意見もあると思います。そういった状況に対して、先生は健康や生存といった観点からどのような意見をお持ち

ちでしょうか。私自身は、製薬会社がそういった薬を開発する志は素晴らしいと思うのですが、その後、利潤追求に走り、軸足がぶれたように思いました。その反省から、仮にエイズの薬を今後、ほとんど無償で配るといったことになった場合、どこで線引きするのかという新たな問題が出てくるように思います。格差の問題など命の問題以外にも重要な問題はあると思います。量ではなく質で商売をするといった場合、どこで線引きするかも難しい問題ではないでしょうか。

渡辺：これも難しい問題ですね。格差の問題を考えた場合、今、日本では寿命が80年までいっており、さらに伸ばそうということで、さまざまな努力が行われています。その努力のために大量のエネルギーが使われています。その一方で、世界では汚染された水に起因する感染症で5歳に満たない子供がたくさん亡くなっています。しかも、そういった人たちを救うには、わずかな投資で済むのです。もしこれらが非常に狭い範囲内で起こっていたとしたら、どちらに投資すべきかは明確でしょう。それがある程度、遠い場所で起こっているため、選択が難しいわけです。おそらく絶対的な解はないでしょう。また、現代のように情報が行き届かない時代ならば、遠いところの人の心配はしなくて済んだかもしれません。情報の流れ方によって我々の考えは変わってきます。情報をどこまで取るかは非常に重要な問題で、倫理はそういったものにも依存していると思います。

E氏：人類社会の持続可能性は一体どの程度あるのでしょうか。また、エコロジカル・フットプリントの評価が国別に出ています。もともと国は我々の歴史の中で極めて便宜的に出来てきたものですから、米国とバングラデシュを比べること自体、意味がないのではないかと思います。いかがでしょうか。また、持続可能性を考えた場合、量ではなくて質だということですが、質とは一体何でしょう。やはり、満足感がHDIにも入り込んでこないと思えるものにならないのではないかと思います。それがうまく指標化されれば、企業でもエコロジカル・フットプリントとHDIをうまくリンクさせながら使っていけるのではないかと思います。

渡辺：まず、国別に見る必要はなくさまざまなスケールで見なさいというご指摘ですが、もちろんそのような試みは行われています。今ある持続可能性の問題を、定量的な感覚で眺めることができるというのがエコロジカル・フットプリントの最も有意義な点だと思います。現在アクションの主体が国であるため、どうしても国別にデータを算出してしまっています。また、国別統計から逆算をすると楽だという事情もあると思います。

HDIに関しては、満足感そのものは指標の中に取り入れていなかったと思います。私の印象では、HDIはもともと低開発国に向けた指標であって、例えば、国連やWHO（世界保健機関）がアクションの基準として使っている部分があるように思います。そのため、非常にプラクティカルな側面を重視していると考えています。

E氏：例えば、貧しくても幸せに暮らしていた時代はあったわけですね。結局、人間社会そのものが持続していく1つの条件として、いわゆる生物学的な健康とは別に、社会的な健全性が必要だと思うのです。豊かでも病んでいる社会もあります。満足感といった心理学的な要素も盛り込んでいただければ良いのではないかと思います。

渡辺：HDIの項目としては、1つ目に健康、2つ目に知識へのアクセス、3つ目に生活水準（GDPで表す）があり、これら3つの側面について統合して作ったインデックスがHDIです。この中で例えば、知識へのアクセスは満足感とも結びつく可能性があるなど、満足感の要素もないわけではないと思います。また、GDPと幸福感については、いろいろな方が研究されていますが、貧しいところから立ち上がってくるプロセスでGDPと幸福感はかなり相関しますが、物質的豊かさがある程度まで来ると、「隣の家の芝生は青い」ではありませんが、直近との相対的比較の方が幸福感にとって重要になってきます。このように、物に対する満足感と幸福感は非常に乖離しており、それをどのように取り入れていくかは、今後の課題となるでしょう。