

[第 14 回全国大会・研究発表大会 基調講演]

ライフサイクルアセスメントから考える車と環境の共生

関東学院大学 人間共生学部共生デザイン学科 教授

佐野 慶一郎 氏

この記事は、情報システム学会 第 14 回全国大会・研究発表大会（2018 年 12 月 1 日）における基調講演の口述内容をまとめたものです。

■講演の趣旨と発表概要

関東学院大学人間共生学部の佐野と申します。今日はここにありまして、「ライフサイクルアセスメントから考える車と環境の共生」についてご報告したいと思います。この研究は今、いすゞ自動車さんと共同研究を行ってまして、トラックの環境負荷を計算しているのですが、社内秘密が多いので、トラックのデータを小型乗用車に換算して計算してあります。学会のホームページにも示されたと思いますが、講演の趣旨についてお話します。現在たくさんの車が使用されていますけれども、その環境負荷が懸念されています。車は人間の生活を豊かにしまして、必要な物ですが、環境との共生が今現在求められています。自動車会社との共同研究として、今回は小型車の製造と走行、リサイクル段階での二酸化炭素排出量を計算評価しています。各段階で用いる二酸化炭素の排出原単位と総排出量の計算方法と結果についてご説明して、最後には将来における、車から生じる環境負荷の削減の可能性について提言したいと思っています。

今日の発表内容ですが、最初に環境影響評価、ライフサイクルアセスメントについてご説明して、次に車のLCA方法、3番目

に乗用車のLCA結果、最後にまとめ、というようにしたいと思います。

■未来のエコカー

始めに結論から申し上げた方が意識して聞いて頂けるかと思えます。これは未来のエコカーなのですが、自動車の走行時には全て自然エネルギーを用いて化石燃料は一切使わない、ということを目指して自動車会社は研究開発をしていると思えます。皆さんおわかりだと思いますが、電気自動車、燃料電池車、バイオ燃料車、というのが今開発段階にあるものなのですが、特に電気自動車、今は原発がほとんど止まっていて化石燃料で電気を作っているのですが、太陽光なので電気を自動車に貯めて使う、ということが今考えられています。

次は、大きくは公表されていませんが、自動車にはリサイクル材を使う、全て材料はリサイクル材を用いる、バージン材は一切使わない、ということが難しいですけれども100年後、200年後には実現するのではないかと考えています。特に日本は資源が少ない国で、鉄鉱石とか石油も全部輸入して用いているのですが、一度輸入した鉄鉱石、石油から作ったプラスチックなどを何回も繰り返しリサイクルすることによって、

いずれは日本も資源を輸入しなくてもよくなる時代になるのかなと思っています。

次に車の製造とリサイクルは自然エネルギーを用いる、ということです。今は車を作るときに化石燃料を使っています。電気を使ったりスチームを作ったりしているのですが、それも全て自然エネルギー、太陽光エネルギーから作ります。リサイクルも、繰り返しリサイクル材を作って、その時のエネルギーは全て自然エネルギー、こうすることによって温暖化防止と枯渇資源の保護に繋がる、これを目指して日本は一生懸命技術開発をしている、ということになると思います。

■LCAの概要

次にLCA、環境影響評価、についてお話します。LCAの主な目的は環境にやさしい製品に結びつける、ということです。製品の生涯を通じて環境影響評価をして、製品あるいはサービス活動について、原料の採取、製造、流通、使用、廃棄の各段階においてそれぞれの影響評価を算出して相互の観点から環境への悪影響を評価します。その結果が企業体や自治体の今後の対策についての意志決定を支援するデータになるということです。

LCAの概念ですが、これは日本とっていただいて結構です。まず資源を海外で採掘します。例えば石油や鉄鉱石、それらをタンカーで運んで日本で石油を精製してガソリンやプラスチックのナフサを作る、そういうものを使って経済活動が行われています。例えば車や冷蔵庫を作ります。その電力は石油から作ります。最後に廃棄するのにも運んだり埋め立てたりすることに

よって環境負荷が生じます。こういった一連の流れを全て数値的に計算する、主に行われているのは二酸化炭素なのですが、その環境負荷をある程度確からしく計算できる手法が環境影響評価、LCAと呼ばれているものです。

■LCAの特徴

LCAの特徴ですが、重要なプロセスや環境負荷物質の洗い出しができる、ということがあります。これはどういうことかと言うと、例えば車を考えますと、原料である鉄鉱石を持ってくる、石油を使って車を走らせる、廃棄するという一連の流れにおいて、色々なところで二酸化炭素や有害物質が出ますけれども、その中でも大中小がありまして、ほんの少ししか二酸化炭素が出ない部分もあります。環境保全活動をしていく中で優先順位として一番環境負荷が高いところを見つけ出して、その対策を練っていくことが大切だと思います。一番環境負荷が大きいところをこのLCA手法によって理解することができる、ということです。

次に環境改善の最適な方向性を見出す、ということがあります。リサイクルしたらどのぐらい環境負荷が下がるのか、リユースしたらどうなるか、ということもこのLCAによって一目瞭然でわかります。確からしい結果を外部公表することによって宣伝に利用することができます。例えばハイブリッドカーなどは燃費がよいという事をうたい文句にして販売台数を伸ばしている、これはよい例だと思います。結果を定量的に表せる、結果の透明性が高い、最近では国際標準としてのアプローチも進んでおり、LCAの手法がISOやJISなどでも示されてい

ます。

■LCAの基礎的な考え方

次にLCAの基礎的な考え方ですが、LCAは製品のライフサイクルにおける資源、環境負荷、および地球や生態系への様々な環境影響を定量的に評価する方法です。

最初に行う事として、製品のライフサイクルを考えます。例えば資源を採取する、土から掘り出します。次に資源から素材を作る、素材から部品を作る製造を考えます。それから使用です。例えば冷蔵庫だったら電気を使って物を冷やす、車だったら石油を燃やして走らせます。最後は廃棄です。このような一連のプロセスがあります。ケースバイケースで、例えば資源だけを考える場合もありますし、あるいはリサイクルに特化して廃棄物をリサイクルするのに一番効率が高いのはどのリサイクル手法か、を考える場合もあります。どの部分の環境影響評価をするかということは個人によって違うと思います。

評価する範囲を決めて、まずインプットします。資源を採取するときにどれぐらいの資源、石油が必要か、例えばブルドーザーで資源を掘る時にはどのぐらいのガソリンを投入したらよいか、どのぐらいの自然エネルギーを投入したらよいか、というインプットを考えます。インプットした結果、資源とかエネルギーが消費されて悪影響が出ます。例えば大気中に二酸化炭素が出る、あるいは水域に有害物質が流れ出る、固体廃棄物が出る、ということが環境インベントリーデータ、アウトプットとして出ます。これらの有害な因子を総合的に考えて環境影響評価できるということがLCA手

法の基本的な考えです。

一例ですが、この図は石油製品のLCAのフローを示しています。皆さんおわかりになるとは思いますが、例えば原油を油田から掘ってきてその原油をタンカーで日本の精製油所に運んできます。この時にも二酸化炭素が出ます。原油を掘るときにもエネルギーが必要ですし、原油をタンカーで運ぶ時にタンカーはおそらく重油で動いていますので、重油を燃やして二酸化炭素が出ます。日本に運ばれてきて石油精製所では原油を蒸留しますのでエネルギーを消費します。もっと細かく言えば精製プラントを作る時の二酸化炭素も計算することができます。その精製した石油製品をまた日本国内で運びます。例えばガソリンをガソリンスタンドに運びます。その石油製品を消費する、という事は車にガソリンを入れて皆がドライブに行く、その時にもガソリンは燃えますので二酸化炭素が出ます。例えば石油からナフサを精製して、ナフサからプラスチックを作るのにも二酸化炭素が出ますし、皆さんがプラスチックを使って、それを燃えるゴミに入れたとすれば二酸化炭素が出ます。こういった一連の流れを細かく計算しようと思えば、積み上げ式に二酸化炭素の排出量を計算することができます。

■LCAの歴史的な背景

次に環境影響評価方法の歴史的背景について説明したいと思います。まず1969年にアメリカのコカ・コーラ社がリターナル瓶と使い捨てペットボトルの環境負荷の違いを比較した結果がLCAの始まりだと言われています。その後、1979年にLCAの研究の元になる学会、SETACがアメリカで立ち上

がっています。1990年の初頭にはLCAの規格の元になる環境のISOが発足しています。1990年代の終盤にはLCAの原則と枠組を決めたISO14040が発刊されています。それに合わせて自動車工業界では1997年から2001年の間にライフサイクルアセスメント分科会プロジェクトでいろいろな調査、計算が行われています。この活動がもとになって日本の各自動車会社でも自社の車の環境影響評価をLCA手法によって行っていることが想像できます。

2001年に筑波の産業技術総合研究所でLCA研究センターが発足しまして、このメンバーが中心となって2004年に日本LCA学会が発足しています。私たちの研究室も毎年このLCA学会で発表を行っています。最近では2017年に環境省で「再エネ加速化・最大化促進プログラム事業」というのがありまして、いろいろな省エネ対策をすることに対して補助金を出す制度なのですが、省エネの計算についてはLCA手法を使っているという状況です。現在、企業や自治体においてもLCAというのは重要な手法であることがうかがわれます。

これはLCAに関するISOです。環境に関する規定はTC207、としていろいろと書かれています。その中のSC5というところにLCAの規定があります。ここでLCAの色々な原則とか分析方法、評価方法、についてこと細かに書かれています。

■LCAの効用・効果

LCAについてざっくり説明をしましたけれど、次はLCAの効用・効果についてお話しします。製品環境の情報を消費者に提供できる、そうしたことによってグリーン調達

を数値化して正確に示して調達できるということが言えます。また、企業においては自社製品の評価、製品を自社で評価することによって製品の環境面での改善ができます。例えばアルミを考えたとき、アルミのバージン材を使ったほうがよいのか、バージン材に何パーセントかのリサイクル材を混ぜたほうがよいのか、あるいは材料のプラスチックは中国から輸入するのと日本製を使うのとで、コストの面、強度の面でどちらがよいのか、そういうようなことをLCAのソフトに入れて解析することができます、ということが言えます。

政府などが技術システムの導入、意思決定に利用して、先ほど説明した通り環境省が利用して補助金のプロジェクトに用いているという事が言えます。電力会社、ガス会社、石油やエネルギーに関するところ、原材料の製造とか材料製造メーカーなどではLCA手法を利用していると思います。優良企業の環境報告書にはLCAデータが載っているということが言えると思います。コンピュータ関係、私のやっている自動車関係、建設業、鉄道、農業、百貨店、流通業界、廃棄物処理やリサイクルなどでもLCA評価を取り入れて環境影響の大小を評価しています。

■自動車のLCA

続きまして、私どもの研究室で行っている自動車のLCA方法について簡単に説明したいと思います。まず条件、評価する範囲ですが、始めに車を製造します。次にできた車を使用しますが、走るときにガソリンを使ったり、交換部品や壊れた部品を交換したりします。最後は廃棄してシュレッ

ダーにかけてリサイクルされるわけですが、こういった一連の流れをトラックのデータをもとに、皆さんに公表できる乗用車のデータを提供しております。

大体自動車は2万点以上、部品がありますので、そのLCAは大変なのですが、まず原材料を掘って輸入して日本で素材を作ります。鉄鋼材料やプラスチック材料を作ります。その素材を使って部品を作ります。例えばプレス成形だったり射出成形だったり、そういうところでも二酸化炭素が生じています。それを自動車メーカーで組み立てします。組み立てをするときにもエネルギーが消費され二酸化炭素が出ます。製品になって使用します。ガソリンを使って走りますけれども二酸化炭素が出ます。修理、メンテナンスをする際も二酸化炭素が出ます。次に車を解体してリサイクルできるものはリサイクルして、リサイクルできないものは焼却して最後のほんのわずかの焼却灰は埋め立て処分されるという状況です。

この一連のプロセスの中で、インベントリー分析、二酸化炭素がどれくらい出るのか、NO_xがどれくらい出るのか、有害物質がどれくらい出るか、ということソフトウェアで計算しています。これらの様々なインベントリー分析に総合的な重みづけをして計算し、このプロセスの中のどこで多くの地球温暖化が生じているか、ということ进行分析することができます。また健康への影響はどうなのか、酸性化、この時点でどのように出ているか、ということがコンピュータ上でデータとしてわかります。

結果は、各自動車メーカーや自治体などで、まずどのプロセスの環境負荷を下げようか、こういった対策案があるか、という

ことを努力して解決していくということになります。その結果は毎年環境報告書として各自動車会社で出しているということになります。

私の研究室の主な目的は、走行ではなくて製造した車をリサイクルしたと時にどれくらい二酸化炭素が下がるかというのを計算することです。小型車を製造してリサイクルした場合、走行も一応データを示しますが、どのくらいになるかを説明します。

自動車のプラスチックをリサイクルしたらどれだけ二酸化炭素が出るのか、についてはホームページを見て頂いてもほぼ出ていません。二酸化炭素のリサイクルしたときの効果については、計算することが非常に難しく、トヨタさんの報告書を見ますと、リサイクルしたほうがよいというのはイメージ的にはわかるのだけど、数字的に一体どのくらい下がっているか、というのはなかなか把握しづらいです。例えばハイブリッドカーと普通の乗用車で走った場合にどのくらい二酸化炭素が出るかということについては、燃費から簡単に計算できるのですが、リサイクル効果については、いろいろとプロセスも複雑ですし、なかなかわかりにくい、ということを行っています。論文などでもリサイクル効果の論文というのは非常に少ないです。

今回、お示しする乗用車のサイズですが、普通の小型乗用車、カローラクラスとさせていただいてけっこうですが、何台かの平均値をとっています。排気量は1500ccの車を想定しています。車両重量は1.1トン、1100キログラム、燃費は平均で18k g、ガソリン車です。これは私どもが計算したときのプロセスですが、製造段階、走行、メ

メンテナンス, リサイクル, を入れています。細かく言うともっとたくさん入ってくるのですが, ここでは主なものを入れています。製造段階では原材料の採掘, 素材の製造, 部品の製造, 材料や部品の輸送まで入れています。走行段階においては, 例えばガソリンの原油採掘から原油の輸送, そして精製, 燃料の製造, ガソリンを使ったときのすべての二酸化炭素を積み上げて計算しています。メンテナンスはタイヤ交換, エンジンオイルの交換, バッテリーの交換, 今はここが少し少ないのですが, 今日はこの3つの計算結果を示しています。次にリサイクルですが, 車体の破砕, 有用材の取り出し, リサイクル材の製造, 熱回収, 発電といったところを検討しています。

■自動車のリサイクル

この図は自動車をどのようにシュレッダーにかけてリサイクルするかという事を簡単に示しているのですが, 大体車は廃車が出ると有用な部品はリユース部品として, 例えばドアだったりバンパーだったりハンドルだったりをほぼ手作業で取って中古部品として販売されます。部品として売れないなどといったもの, ぶつかっていないドアとかを取ったあとはシュレッダーにかけられます。まず大きくシュレッダーで切られるのですが, 磁石で, 細かく砕いたものを鉄系のものと非鉄金属に分けます。あと風によって軽いものはASR, 自動車をシュレッダーにかけたあとの残渣を取り出します。この残渣をまたさらに細かく分別していきます。少し細かくなった金属, アルミとか鉄などは取り出してこれらはまたリサイクルに回っていきます。もっと軽いス

ンジのウレタンとか, 車に使っている繊維, シートの繊維などもここで浮力で分別していきます。下の方では銅とか樹脂材, ゴムといったものが分別されます。分別されなかった最後のものは固化されて助燃剤として使われて灰は埋め立て処分されます。この樹脂, ゴムは多くは固形燃料として使われますし, 金属類は金属としてまた使われる, という状況にあります。

自動車のリサイクルの状況ですが, 金属とかプラスチックとか, 大方はマテリアルにリサイクルされています。プラスチック類とかゴム類はなかなかマテリアルリサイクルしにくいので, 燃やされて熱利用されている, 最後燃やされて残った滓は, 今現在はけっこう優秀で埋め立ては全体の1パーセント, という事です。乗用車1台は大体1トンなので, およそ10キロのものが埋め立てられている, ということがこのデータからわかります。

ASRの最後のところですが, 分別されてごくわずかですが, 燃やされない, 例えばウレタンは防音材にされたり, 回収された銅は銅に使う, 回収された有機物は助燃剤として使う, ガラスはガラスの繊維にするとか, 最後は埋め立てる, ということがこの豊田メタルさんの資料からもうかがわれます。

■自動車の製造

次に私たちがやっている車のLCA, 製造の部分について説明します。これは大体1トンぐらいの小型車の材料別の重さです。一番多いのは鉄鋼, 鋳鉄の鉄材料です。次にプラスチック, かなり軽量化していますので120キロぐらい使われて, アルミも

くさん使われていますので、車の製造時にはおおよそ半分以上を鉄材料の素材を作るときの二酸化炭素排出量とその鉄材料を加工するときの二酸化炭素が占めています。次いでアルミニウム、プラスチックです。アルミニウムは、先ほどの原単位である1キログラムのアルミニウムを作るときの二酸化炭素量が高いことからこのような高い値になっています。

次に走行時の二酸化炭素排出量、メンテナンスも含めますけれども、この計算結果について示します。まず全体の結果から申します。車を作る製造段階と車を使う走行時の環境負荷の割合というのは、車を作るときに大体19パーセント、車が走って二酸化炭素が出る、これは10万キロですが、大体8割です。製造段階に比べてやはり石油を使う、ガソリンを使うことによって非常に環境負荷が大きいという事がこの図からわかんると思います。先ほどの話に戻ると、将来はこのガソリンの代わりに自然エネルギーになるとこの値がどんどん下がっていく、下がっていくことによってこの製造段階の二酸化炭素も減らしていかなければいけない、ということは自動車会社で認識していることだと思います。

私どもが計算したいろいろな材料、プラスチック、金属などをリサイクルすることによって、この製造と10万キロ走った時の値を100パーセントとしたとき、どれぐらい環境負荷が下がるか、という計算をするとおおよそマイナス6パーセント、という結果になっています。

シュレッダーにかけた時の環境負荷というのは非常に小さいです。1台あたり二酸化炭素が大体10キロぐらいしか出ないとい

う値になっていますので、無視してもよい値だということと言えらると思います。

これは更に細かくした物ですが、燃費から、10万キロを走するのにどのぐらいのガソリンが必要かということのを計算します。10万キロ走するのに必要なガソリンを作るときに必要な二酸化炭素量は大体2トンぐらいです。そのガソリンを燃やした時、走行によって10万キロ走った時に燃えて二酸化炭素になるのは大体13トンです。カロラが大体10万キロ走ると15トンぐらいの二酸化炭素が生じてしまうということになります。

次にメンテナンスにおける二酸化炭素の排出量ですが、バッテリーはさほど重くはないので交換しても値が低いです。あとエンジンオイル交換もあります。やはりタイヤは非常に重くてタイヤを作るときに環境負荷が大きく、メンテナンスの時はタイヤを新しいものに交換するときの環境負荷が大きいということがわかります。特に自動車は4本しかタイヤが付いていませんが、トラックはたくさん付いていますので、共同研究先も「トラックのタイヤの環境負荷はものすごく大きいね」と、トラックの場合はトラックを1台作るときの二酸化炭素排出量よりも、生涯タイヤ交換するときの環境負荷の方が非常に大きいです。それに気づかなかったということです。今考えれば当たり前ののですが、その結果はきちんと計算しないとわからない、ということです。これがメンテナンスの時の前提になるのですが、10万キロ走った時にエンジンオイルを6回交換します、バッテリーを4回交換します、タイヤを4回交換します、という計算で先ほどの結果を出しています。

■リサイクル効果

最後にリサイクルのところですが，材料別にリサイクルの効果を計算しています．鉄系，鋳鉄，ステンレス部品，アルミ部品，プラスチック部品をリサイクルしている工程を考えてその時に生じる二酸化炭素を計算しています．リサイクル効果をどのように計算するかと言いますと，例えばプラスチック部品をリサイクルして新しいプラスチックのペレットを作ったとします．この場合ですと車には大体120キログラムのプラスチックが使われていますので，そのプラスチックを全てプラスチック原料に戻したとすると，歩留まりも含めて109キロぐらいできます．できたということは，そのリサイクルプラスチックをまた車に使う，そうすることによってバーズのプラスチックを作らなくてもよかったということになります．当然石油からプラスチックを作る場合よりも廃棄プラスチックから再生プラスチックを作ったほうが二酸化炭素排出量は少なくなります．従いまして，再生プラスチックを作ったときに生じる二酸化炭素排出量をバーズのプラスチックを作った時と比較するとマイナスの値になります．このマイナス効果によって二酸化炭素が減ったという結果を出しています．これは乗用車1台の場合ですけれど，もう少し詳しく見ていきますと，個々に鉄の場合とかアルミの場合，リサイクル工程のフローを研究室で作って，その時にどのぐらい二酸化炭素が生じているかを計算します．プラスチック，ポリプロピレンの場合は1キログラムの廃プラが出たら破碎して，この時にも二酸化炭素が出ますが，洗浄します，そしてリペレットする，この時に電気エネ

ルギーがそれぞれかかります．溶かしたり洗ったりするのに使います．あと天然ガスを使ったりします．大体廃プラを1キログラムリペレットすると，0.9キロぐらいになってしまうのですが，その時に大体二酸化炭素が1.18キログラム出るという結果になります．これはリサイクルする時の二酸化炭素排出量です．

最初に答えを申しましたけれども，乗用車の場合の製造，走行，メンテナンス，比べると，走行時に二酸化炭素を多く排出します．約81パーセントです．リサイクルすることによって，100パーセントの内，マイナス6パーセントの二酸化炭素排出効果が概算できたということになります．

■まとめ

最後にまとめですが，今後どのように車の環境改善がされていったらよいかということになります，私はいつも授業でこのデータを出すのですが，日本の廃プラリサイクルの状況を示しています．日本では大体廃プラが900万トンぐらい出ています．半分が産業廃棄物，半分が一般廃棄物と考えて頂いてけっこうですが，これはリサイクル方法を示しています．大体マテリアルリサイクル，例えばプラスチックからまたプラスチックを作る，これが23パーセント，あとはケミカル，プラスチックを溶かして化学原料を取る，というのが4パーセント，サーマルというのは固形燃料にして燃やして石炭の代わりに使う，というのが57パーセント，あと未利用が16パーセント，未利用というのは単純に埋め立て処分したり，発電装置が付いていない焼却炉で燃やして，二酸化炭素と灰になる廃プラの合計16パー

セントです。

見ておかかりになるように，学者によってはサーマルリサイクルはリサイクルに入らない，という方もいますし，燃やさずに使われているのは廃プラ全体のわずか4分の1ぐらいです．私の気持ちとしては特にこの未利用のものを何とかリサイクルに持っていきたい，あとサーマルのものをできればマテリアルリサイクルしたい，プラスチックは枯渇資源の石油からできていますので，何とかしてこちら側に持っていきたい，ということを常々授業で言っています．

■廃プラは燃やしたほうがよいか

ある大学の某先生は，プラスチック，廃プラは燃やしたほうがよい，と言うのですが，それには一理ありまして，それをわかるように説明したのがこのパワポです．私が作りました．これを見てもらうと，例えば廃プラが1.1キログラムあります，そこから液体燃料を作りたい，という時に，一番目はまず熱分解をします．これには設備費や人件費など，お金がかかります．熱分解をするにはプラスチックを温めなくてはなりません．2キログラムの燃料をつぎ込まないといけないのです．二番目のほうは廃プラ1.1キログラムを埋め立て処分します．とにかく液体燃料を1キログラム欲しいというのが主目的です．それを石油ストーブに入れてもよいですね．とにかく廃プラをあきらめてバージン燃料，灯油を1キログラム買ってきて利用するとします．どちらが環境によいでしょうか．学生に質問するとたまに一番がよいというのがいて注意するのですが，これは本末転倒です．

液体燃料1キログラムを得るのに液体燃料を2キロつぎ込んでいます．けっこうこのようリサイクルをしている企業があります．LCA計算をしないということをやっている場合があります．ですので，某先生はとにかく燃やしてしまえ，とよくマスコミに言っているのですが，私たちのようにリサイクルを研究しているものにとっては，これを解決したいです．研究をストップさせたら某先生のいうとおり，燃やすしなくなるということになります．

ではどうしたらよいか．某先生の言うところの「燃やしたほうがよい」ということをやめさせるには，やはりリサイクル処理の省エネ化です．とにかくプラスチックに少しエネルギーを投入したらず石油になるとか，そういうことが必要です．それには触媒を使ったりするのですが，それが我々研究者の使命です．あとは枯渇資源の繰り返しリサイクルも大切です．リサイクルを1回だけしてあとは燃やす，というのはあまり意味がなくて，先ほども言いましたようにプラスチックは有限資源なので，何回もリサイクルする，ペットボトルも皆さん使っていると思いますが，それが中国に行くと，最近中国では輸入禁止になったので，ベトナムに行ったり困った状況になっています．日本ではそれを輸出してリサイクルをせずに石油を輸入してまたペットボトルを作って皆さんが利用しています．本当の将来の理想としては，ペットボトルを繰り返しリサイクルして使えばペットボトルのための石油はもう輸入をしなくてもよくなるのではないかと思います．

あとは自然エネルギーの利用，リサイクルする時には自然エネルギーを使う，とい

うことが大切だと思います。

ここにも書いていますが、CO₂の人工還元、国でも研究されていますが、これも重要な技術だと思います。これは私が作ったパワポですが、プラスチックはどうしたらよいか、プラスチックは分解重合して、再生プラを作って繰り返しリサイクルします。その時に石油エネルギーを一切使わない、すべて自然エネルギー、それを低エネルギーで高速する技術を開発すればプラスチックは何回でも使えるようになると思います。

■バイオ燃料

あとここにも書いてありますが、バイオ燃料はどうしても使わなければならないと思いますが、燃焼するとどうしても二酸化炭素が出ます。特にバイオ燃料はやはり輸送したりしますので、その時にどうしても二酸化炭素が出てしまうので、たくさん使いすぎると地球温暖化が起きるので、できたら何らかの触媒、自然エネルギーを用いて二酸化炭素を炭素と酸素に分解して、炭素はまた利用する、酸素は大気に放出すれば環境によくなる、これを繰り返すことによって地球の環境がよくなる、こういった技術が実際に研究されていますし、開発されれば本当に地球環境がよくなると思います。

■最後に

一番初めに提言しましたけれども、未来のエコカーとはどういうものか、自動車の走行では自然エネルギーを用いる、化石燃料は一切使わない、自動車には全てリサイクル材を用いる、一切バージン材は使わな

い、最後に車の製造とリサイクルにおいてはすべて自然エネルギーを用いる、一切石油資源を使わない、こうした技術が将来100年後、200年後にできれば必ず温暖化防止と資源保護ができるかなと思って、私どももこれが叶うように、一端となるように自動車会社と研究している次第です。以上で発表を終わります。