

グローバリゼーションの究明へ

～『化学技術によるクルマづくり』の視点から～

上智大学大学院 理工学研究科 化学専攻
博士前期課程 2年 有機化学研究室
B0474018 下荒地 大地(しもこうじ だいち)

【論文要旨】

グローバリゼーションとは一体何か？グローバリゼーションの代表例であるインターネットを考察することにより、グローバリゼーションには、空間距離の排除という物理的、また誰でも個人的情報を発信できる社会的、そしてe-ビジネス産業の創出という経済的の3つの観点が備わるのではないかという事に私は気付いた。しかし、実験によって、現象間の再現性を実証しようとする、私が行う有機化学という自然科学研究のグローバリゼーションは、場所を問わず同一の結果が得られるという点で空間距離の排除という物理的観点を備えるが、社会的および経済的観点は備わっていない。そこで私は、自然科学研究からのグローバリゼーションの見方は、現在取り組む研究からどのような『モノづくり』が実現可能であるかを自分の研究の立場とし、生み出された商品という「モノ」による、グローバリゼーションを考察する必要性を論じた。この考えを基に導き出された私の研究の立場というものは、燃料電池自動車開発やバイオ燃料の利用といった『化学技術によるクルマづくり』であった。

『化学技術によるクルマづくり』が実現する将来商品の調査を通じて、グローバリゼーションを仮定し、3つの観点に対する答えを述べ、グローバリゼーションの予見を試みた。その結果、『化学技術によるクルマづくり』のグローバリゼーションを仮定した際でも、3つの観点を観察する事が可能であった。しかし、この試みは、インターネットのグローバリゼーションの過程を参照した推測にすぎず、実現そのものを保証していない。けれども、この推測をすることによって、『化学技術によるクルマづくり』が地球規模のエネルギー・環境問題の解決行為である性質を内包している事に気づき、『化学技術によるクルマづくり』の可能性として、「生」を持つ自然物から自動車用のエネルギーを享受する事、及び環境に対する保護行為を考える事から、人類は自然の中での人類中心的な概念を見直し、テイヤール・ド・シャルダンの考えである「人類は自然の諸現象」とする共通概念を自覚する視点を発見した。この視点に立ち、私の研究の立場からグローバリゼーションを見ると、グローバリゼーションとは、定義した物理的・社会的・経済的の3つの観点による技術的实现だけではなく、人類に「概念の普遍性」を擁立させるという要素を同時に持つものではなくてはならないという結論に達した。

第1章.グローバルゼーションとは何か？

1.1 3つの観点の抽出

グローバルゼーション（Globalization）とは一体何か？言語説明は次のようにある。

「グローバルゼーションは、地球規模での複数の社会とその構成要素の間での結びつきが強くなることに伴う社会における変化を言う。この言葉が使われる文脈によって、例えば世界の異なる地域での産業を構成する要素間の関係が増えていることなどの、世界の異なる部分間の緊密なつながり、言い換えれば世界の地球規模化を意味する。また、工業や農業といった産業が世界規模での競争にさらされることで維持不能になるなどの搾取的な面をさす場合もある。グローバルゼーションはその多くの特徴を国際化としており、しばしば同義語として扱われるが、それは必ずしも正確ではない。国際化と違うのはグローバルゼーションが地球規模であることを前提にしている点と、国という概念を捨象する傾向にある点である⁽¹⁾」

グローバルゼーションは、その用語を用いる者によって様々な意味合いに使われる抽象的言語である。なぜならそれは、産業や政治、そして宗教に至るまでの広範囲に及ぶものであるからだ。私が身近に捉える事のできるグローバルゼーションは、高度な情報技術が実現したインターネット社会の到来であろう。インターネットは、世界中の人々がコンピューターを使って世界中の情報を獲得でき、また同時に時間と距離との格差をなくす社会を創造した。この限りない効率性を世に与えたインターネットであるが、そもそもどのようなプロセスを経て構築されたのであろうか。ここで、その起源を辿り、インターネットのグローバルゼーションを考察してみよう。

「インターネットの起源は、1960年代初めの米国国防省の、如何にして重要な軍事情報を守るかという軍事的対策にあるとされる。敵から原子爆弾で攻撃を受けても情報を安全に保つために、同じ情報が何ヶ所もの、遠く離れた場所にある計算機に保存されている状態が望ましいと考えられた。また、情報が新規に作成されたり、変更された場合は、ネットで結ばれているすべての計算機に、最短の時間で最新の情報が送られなければならない、1つ1つの計算機がいくつもの道筋を通過してほかの計算機と連絡を取れるようにしたいという戦略的ニーズから誕生した。その後、1969年末には、アメリカの研究者達は、スタンフォード研究所にコンピューター二台を設置し、ARPA ネットと言われるインターネットの前身となるシステムを作り上げ、利用した。1990年代に入ると研究者だけでなく、広く一般の人々がインターネットを使うようになった。今やインターネットは、全世界の3億人以上の人が利用するメディアに成長し、インターネットを利用した産業も生まれている⁽²⁾」

インターネットの起源を振り返る事によって、グローバルゼーションの持つ観点を抽出する事ができる。その観点とは、グローバルゼーションには、物理的・社会的・経済的の3つの観点が備わるのではないかという事である。ここで意味する物理的観点は、遠く離

れた場所をお互いに結ぶ空間距離の排除という点であり、また、社会的観点は、誰でも個人的な情報を発信できる点である。そして、経済的観点は、インターネットを利用した産業の創出、インターネットビジネスの誕生という点である。これらインターネットの例から、私はグローバルゼーションとは、これら3つの観点を併せ持つものであると提案したい。

今日まで、グローバルゼーションについての研究は、経済学を筆頭に、多岐に亘る専門分野からのアプローチが行われている。しかし、この中で私の専門とする理工学の視点からグローバルゼーションを論じた例は、非常に少ないのが現状である。この理由として私は、理工系はグローバルゼーションに内包される現象的側面を研究対象としないためであると考える。現象的側面とは、グローバルゼーションが実現する、国を超えた、また社会的変化といった世界的な動きである。このため、モノづくりの実現を追及する理工系の視点からは、グローバルゼーションを論ずる事は難しいのであろう。

1.2 グローバリゼーションの見方～理工学的立場から～

理工学的視点から考察するグローバルゼーションは、どのように映るのであろう。理工学という学問は、物理学・化学などの自然科学を研究する理学と、自然科学を工業生産に応用する工学の二つの分野から成り立つ。

私は有機化学という理学を学ぶ、前者の立場にいる。理学は、実験や数理に支えられ、事実間の一般法則を見出し実証しようという、再現性を前提として行われているのが一般的だ。このため、遠く離れたどの場所で研究を実施しようが同一の結果が得られる。例えば、世界のどの地域でも、水は零度で氷となるといった日常的なことも、再現性のあるものなのだ。すなわち、空間距離の制約を受けないために元々、提案したグローバルゼーションの3つの観点の中で、物理的観点を備えていることになる。けれども、理学のみの視点から、社会的・経済的観点を観察することはできない。これは、理学が自然界の事実を追求することに主眼をおいて、工業化へのプロセスを主な研究行為として捉えない分野であるためだと考えられる。

しかし私は、理学に工学的要素を取り入れた理工学的視点からは、グローバルゼーションを考察することが可能であると考え。工学的要素とは、具体的な「モノ」を創り出す事を考えることである。つまり、取り組む理学研究の先には、どのようなモノづくりが実現されるかを予見し、イメージされた商品という「モノ」によって、グローバルゼーションの考察はできるということだ。このアプローチを用いれば、理学および工学のどの研究立場からも、グローバルゼーションを考察する機会が与えられる事になる。その結果、グローバルゼーション研究の視座を大いに広げることになるであろう。

それではこのアプローチに従い、私の研究立場からグローバルゼーションについて考察を始めてみよう。

第2章. 私の研究立場

私の専攻は、有機化学という自然科学である。有機化学は、地球上で最も多く存在する炭素を含む化学物質を扱う学問である。この学問を基盤に実現されるモノづくりの代表的例は、医療用医薬品の開発が挙げられる。今日まで、有機化学によって多くの機能性のある化学物質が検討され、最終的には、医薬品は勿論、化粧品やプラスチック容器などの商品が世に誕生した。私も同様に機能性のある化学物質を追求しているが、ここで、私の具体的な研究対象を紹介してみたい。

私は、自動車用エンジンオイルの研究に取り組んでいる。エンジンオイルは、炭素含有率の高い化学物質であり、自動車のエンジン回転を滑らかに働かせる潤滑油の役割を持つ。しかし、エンジン摩擦が引き起こす、オイルの温度上昇に伴う劣化は不可避である。そのため、今日まで車の車検時において、エンジンオイル交換という作業が行われてきた。この背景の下、私は劣化を起こさない半永久的に使用できるエンジンオイルとは、どのようなものなのか？について、研究を行っている。

前述したグローバリゼーションの見方に従い、取り組む研究がどのようなモノづくりを実現するのか？を考えた時、私にとっての答えは、最終的に商品となる、エンジンオイル交換の不要な「クルマづくり」である。しかし、私は注視して述べたい事がある。それは、本来有機化学によって生み出される商品は、医薬品や化粧品などの化学製品ではないかという事である。そのため、私の研究の先にある生み出される商品は、自動車という化学製品ではないという点で大変異色なものである。単なるモノづくりではないようだ。

『クルマづくり』という言葉聞いて、読者はどのようなイメージを持つだろう？きっと機械的技術をイメージする答えが大多数で、化学技術をイメージする答えは稀少なケースとなるだろう。しかし、実際に近年のクルマを構成する技術の中には、エンジンオイルの他にも、化学技術が用いられる傾向が強いようだ。具体的なものは、自動車の軽量化を目的とした、自動車部品としての化学材料の利用である。自動車のバンパーは昔、鉄材料で作られ、現在の自動車と比較して重厚感に満ちていたという。しかし、近年ではスーパーオレフィンバンパーという化学材料が使用され、これまでの感覚は無くなっている。そして、化学樹脂製の燃料タンク、植物性生分解化学樹脂（バイオプラスチック）など、自動車のあらゆる部品に多くの化学材料が利用されている。今日のクルマづくりは、機械的技術だけでは成り立たなくなっているのが現状なのだ。私の取り組む劣化しないエンジンオイル研究も、クルマづくりに化学技術を適用する、これらの傾向に沿ったものであると思う。つまり、私は現在、「化学技術を利用したクルマづくり」を実現させる、モノづくりの一端を担う研究立場に置かれているのだ。

第3章.化学技術を利用したクルマづくり

私の研究の他にも、「化学技術を利用したクルマづくり」はどのような商品を生み出すのだろうか。昨今の新聞等メディアに掲載されるものでは、次のような商品が挙げられる。

燃料電池自動車⁽³⁾

今日、世界の石油生産量の約半分が自動車を駆動させるエネルギーのために消費されている。しかし、石油は無尽蔵に存在するものではなく、このまま使い続ければ、いつかは枯渇する運命にある。そのため、石油に依存しないエネルギー源の開発が急務となっている。そこで注目されているのが化学エネルギーを利用した燃料電池の開発である。燃料電池は、水素を燃料とし大気中の酸素と化学反応させることで電気を発生させ、動力源とすることができる。しかも、燃料となる水素は、自然界に多く存在する水から供給できるのである。また、電気を発生させた後に廃棄されるものは水だけという、極めてクリーンな特徴も備えている。燃料電池を自動車に搭載することで、従来の自動車で発生していた地球温暖化の原因となるCO₂（二酸化炭素）排出量も大幅に削減できる。燃料電池は地球規模で深刻化しつつある、エネルギー・環境問題を同時に解決し得る、優れた2面性を持つ技術である。この燃料電池を開発するのに必要な技術は電気化学という化学技術である。現在、全世界の人口は60億人。これが2020年には75億人を超えると予想されている。こうした人口の大部分は新興経済地域に居住しており、個人的な移動手段の需要が急速に高まる事が予想されている。自動車の普及台数の増加に伴い、CO₂問題をさらに深刻化しないためにも、一刻も早い燃料電池自動車の普及が希求される。

バイオ燃料⁽⁴⁾

石油に依存しないエネルギー源開発の解決策として、もう一案挙げるとすれば、おそらくそれはバイオ燃料の利用であるだろう。バイオ燃料の利用とは、化学技術によって、植物性の物質（木材など）からエタノールやメタノールなどの化学物質を取り出し、自動車用燃料として使用する事である。光合成を行って成長する植物を原料とすることができ、原料となる植物自体がすでに二酸化炭素（CO₂）を吸収しているから、バイオ燃料を製造する段階や燃やした時に排出されるCO₂は理論的にはゼロだ。ブラジルでは、一九七三年の石油危機を契機に、サトウキビを原料とするエタノールによって、石油に代替するエネルギー利用として「国家アルコール計画」を実施している。またドイツでは、菜種油を原料としたバイオディーゼル燃料の利用が今日盛んであり、すでに約1500箇所（2002.6月統計）のバイオディーゼル燃料スタンドが設置されている。また、バイオディーゼルは非課税にするなど、大規模な国家的プロジェクトが行われている。

自動車リサイクル化学材料⁽⁵⁾

使用済み自動車は解体業者に出し、処分に多額の費用がかかる点から、放置自動車は、路上、空地、山間部、森などに不法投棄され、美観、衛生などの面から数々の社会問題を引き起こしてきた。しかし現在では、地球に優しい環境、限りある資源の無駄使い防止からエコロジー運動が浸透し、可能な限り資源をリサイクルする動きが始まった。特に自動車の化学樹脂部品に関するものが中心で、盛んに技術開発が行われている。最近では、自動車の窓ガラスにまで化学樹脂化が進み、今後さらに開発段階におけるリサイクル設計が考慮され、自動車を構成する材料が、リサイクル可能な化学材料となるであろう。

第4章. グローバリゼーションの可能性～3つの観点～

「化学技術を利用したクルマづくり」が実現する具体的商品を述べた。ここで、提案したグローバリゼーションの物理的、社会的、経済的の3つの観点に対して、「化学技術を利用したクルマづくり」がどのような可能性を持つのかを検討してみよう。

物理的観点

人類は自身の生のために、そしてその進化のために、今日に至るまでエネルギーを消費し続けてきた。そして同時に環境を汚染し続けてきた。産業革命以来、人間の一般生活から産業基盤まで、現代文明そのものが大量の化石エネルギー消費によって支えられている事は周知の事実である。大規模な化石エネルギー利用技術の開発が、文明の急速な進歩をもたらした反面、地球温暖化、酸性雨、森林破壊など深刻な地球環境問題を引き起こしている。快適な生活と環境問題は表裏一体であると思う。なぜなら、これらの問題の主原因が、世界的に増大する自動車利用にあると言っても決して過言ではないからだ。こうした量的な増大は、環境へのインパクトが最小になるような物質とエネルギーの生産・利用システムそのものの根本的変革が必要だと問題提起している。「化学技術を利用したクルマづくり」におけるグローバリゼーションの物理的観点は、「人類のエネルギー消費欲」という、抑制の効かないところにあるのではないだろうか。

社会的観点

1997年、京都で開催された気候変動枠組条約第3回締結国会議(COP3)で採択された京都議定書がある。議定書では、「地球温暖化の原因となる温室効果ガスの一種であるCO₂などについて、2008年から2010年の間に先進国における削減率を定め、共同で約束期間内に、目標を達成する⁽⁶⁾」と決議された。さらに、国際的規約だけでなく、企業単位での社会的責任(CSR: Corporate Social Responsibility)として、CO₂排出量に対する規制が、全世界規模で実施されるようになってきている。こうした規制に対して、燃料電池自動車やバイオ燃料の利用は、有効な解決策として提案することが可能となるであろう。また、

CO₂ 排出量に対する規制のみならず、循環型社会を目指した物質利用に対する規制も世界的に行われてきている。日本でも、2000年に「循環型社会形成促進基本法」が制定され、いわゆる3R (Reduce、Reuse、Recycle) が推進されてきている⁽⁷⁾。この考えは自動車にも取り入れられ、2005年1月より「自動車リサイクル法」が施行された。この法律は、使用済自動車(廃車)から出る有用資源をリサイクルして、環境問題への対応を図るものだ⁽⁸⁾。その中で、リサイクル効率の向上を実現させる、化学材料技術への期待は大きい。以上の事から考察すると、「化学技術を利用したクルマづくり」におけるグローバル化の社会的観点は、「法律・規制の遵守」を実践するところにあるのではないだろうか。

経済的観点

今日の自動車市場は、世界経済市場で重要な役割を担っている。そのため、経済的観点は既存事実であるかもしれないが、ここに「化学技術を利用したクルマづくり」が加味されると経済はどのように変化するのであろうか。

燃料電池自動車は化石燃料を用いた自動車と比較すると、エネルギー変換効率が高いことから電気代・燃料代等の光熱費(ランニングコスト)を削減できるというユーザーにとっての経済性を有する。しかし、燃料電池自動車の経済性は、私はむしろ搭載される燃料電池の汎用性にあると考えている。これまで、エネルギーは発電所などの定置型のパワープラントからの供給をうけてきたが、燃料電池の実現により分散型のパワープラントとして供給を行える。つまり、エネルギーに移動性・携帯性・機動性などの機能を持たせ、エネルギー自体をモバイルすることが可能となる。具体的には、燃料電池を搭載したロボットが出現すると私は思う。これらはまた、ロボット産業を生み出すだけでなく、介護・医療ロボットなど社会性を広げるツールとも成り得る。クルマを媒介にした技術的経験を積み重ねることによって、燃料電池の汎用市場が確立されると考えられる。

バイオ燃料の利用については、植物性の物質を燃料にできるため、当然公害対策コストが削減できる。しかし、バイオ燃料の利用の最も有効な経済性は、土地があれば、農業によって燃料を創り出す事ができる点であると思う。これは、日本のような先進国では農業用地が不足し燃料を創り出すことはできないが、逆に農業用地の確保が見込まれる発展途上国では、大量の燃料を創り出すことが可能となるだろう。その結果、農業のみで国の産業が成立する農業エネルギー国家が誕生するのではないだろうか。

自動車リサイクル化学材料の利用については、原価の安いリサイクルされた自動車材料を使用し、全く異なる商品に生まれ換えさせる廃棄物再生技術によって、環境ビジネスの領域をさらに広げることができるのではないかと考える。以上の事から考察すると、「化学技術を利用したクルマづくり」におけるグローバル化の経済的観点は、技術の発展から「新分野の創造」を期待できるところにあるのではないだろうか。

以上のことから、「化学技術を利用したクルマづくり」は、グローバル化の3つの観点を併せ持ち、実現の可能性を秘めていると感じた。しかし、これらはあくまでインターネットのグローバル化の過程を照らし合わせ、見比べてにすぎず、グローバル化の推測の枠に止まるものであろう。推測の枠に止まってしまふのは何故か？

その理由として私は、グローバリゼーションの正の側面だけを考察する一方で、負の側面を無視しているところに原因があるのではないかと考えているのである。

第5章. 負の側面～テイヤールの指摘～

グローバリゼーションは、全てが正の側面から構成されているのではないのだ。正の側面に対する負の側面が存在することを考えなければならない。負の側面とは、インターネットにおいては、昨今の個人情報の流出、また不正アクセスによるサイバー攻撃などといった、実現によって発生した危険性である。このような新しい創造に対して、その危険性を察知し、いち早く指摘した人物がいる。イエズス会司祭で古生物学者でもあるピエール・テイヤール・ド・シャルダン (Pierre Teilhard de Chardin) である。すこし、彼を紹介することにしよう。

ピエール・テイヤール・ド・シャルダン (Pierre Teilhard de Chardin 1881-1955)

フランス人のカトリック司祭 (イエズス会士) で、古生物学者・地質学者、カトリック思想家である。主著『現象としての人間』で、キリスト教的進化論を提唱し、20世紀の思想界に大きな影響を与える。古生物学者であった彼は、旧石器時代人の石器を発見し、有史以前の人間化石の年代を示す有力な証拠を発見するなど、特に中国における研究報告を次々に発表して古生物学者、地質学者として国際的にも広く知られる。彼は自分の専門領域を越え、宇宙と生命進化を意義づけ、自然の中の人間を位置づけて考察し、人間が自分の未来だけでなく、生命の未来、地球の未来に対しても責任を自覚するよう促した。彼はまた、著書『科学とキリスト』の中で、「我々は科学的な探求や技術的な創造に労力や人間的な努力を具体的にそそぐ場合に、そういったものに1つの神学が必要である」と説いている。この言葉は、人類が私欲に忠実に新たな技術開発によって進化を継続し続けるならば、技術的な創造が危険性を生み出す可能性があるとして、人類に警戒を呼びかけている⁽⁹⁾。

テイヤールの説いた技術的創造の危険性とは、現代における原子力の利用が該当すると私は考える。原子力は、火力に代替する環境負荷がないクリーンな発電源になると期待され、実用化された。しかしその反面、原子爆弾などの人を殺傷する兵器にも成りえたのだ。また、今日の我々人類は、近代化を求め技術の生産を繰り返した結果、気候の温暖化、生態系の破壊を深刻な環境問題という過ちに直面しなければならない現代を創り出した。近代化も1つのグローバリゼーションであろう。しかし、ここで起こった世界的環境問題の発生こそ、グローバリゼーションの負の側面であるのだ。

過ちを再現しないためにも、今日の人類は、テイヤール思想の意味を改めて理解し、危険性のない技術の生産を行わなければならないと考える。テイヤールは危険性のない技術の生産方法として、技術が神学という概念的側面を含むべきであると主張している。技術的な創造に基づく神学があれば、全人類は、迷わず安心して技術的な創造を受け入れることができるだろう。ここでいう安心とは、技術の持つ意味や危険性を認知したうえでのということである。この概念的側面を持つ技術が、グローバリゼーションの負の側面を消去

させると考えたい。その結果、グローバルゼーションを実現に導くと私は考える。それでは、化学技術の利用によるクルマづくりの技術に内包される概念的側面はどこに存在するのであろう。

人類は快適で便利な生活を与えるクルマを利用する中で、菜種やサトウキビなどの「生」を持つ自然物から、バイオ燃料としてエネルギーを享受することになるであろう。そこで人類は、自らの生活手段が、人類以外の「生」を持つ植物によって支えられていることを実感することになるだろう。また、燃料電池自動車などの環境に配慮した製品を利用する事によって、人類は環境に対する保護行為を身近な行動として捉え、自然と共存しながら自らの持続可能な進化の道を模索する大切さを実感するであろう。そして、これら 2 つの実感から人類は、自然の中での人類中心的概念を見直し、テイヤールの思想である「人類は自然の諸現象の 1 つ」とする普遍的概念を自覚するのではないかと私は考える。この普遍的概念こそが、「化学技術を利用したクルマづくり」に内包される概念的側面であると考えたい。

第 6 章. 私の研究の立場から見たグローバルゼーション

本稿では、私がある一端を担う「化学技術を利用したクルマづくり」という視点から、グローバルゼーションについて考察を試みてみた。実際に商品をイメージし、グローバルゼーションを実現する可能性を思い描いてみたのだが、私はグローバルゼーションの物理的、社会的、経済的の 3 つの観点を満たす、正の側面しか考察することができなかったのだ。これは、技術を実現させることによって社会的評価や名声をうける、私のような理工系人間が陥りやすい、大きな過ちであると思う。また、大変危険なことなのだ。仮に商品がグローバルゼーションを実現したとしよう。しかし、負の側面を含むものでは決して成立したと言えないのだ。冒頭で述べたが、現在グローバルゼーションの定義が明確でないのは、こうした負の側面が意味を濁すためではないのかと私は考えている。そのため、テイヤールが指摘するように、技術に神学を持たせることで、グローバルゼーションの負の側面を消去させる技術には、グローバルゼーションの定義を明確にさせる力があるのではないかと期待しているのだ。そうした事から私は、「化学技術を利用したクルマづくり」はグローバルゼーションを実現し、またグローバルゼーションの本質的意味を明らかにする可能性を秘めるものであると提案したい。

ピエール・ド・テイヤール・シャルダン、今日のグローバル化された社会に生きる人間へ、そして技術の生産を行うであろう私のような理工系人間に「戒め」を残していたのだ。

注

(1)「グローバルゼーション」出典：フリー百科事典『ウィキペディア (Wikipedia)』より抜粋。

(2) Katie Hafner, Matthew Lyon (原著) 加地 永都子, 道田 豪 (翻訳) 『インターネットの起源』(ASCII BOOKS, 2000 年)より抜粋。

(3) 清水和夫, 平田賢 『燃料電池とは何か-水素エネルギーが拓く新世紀-』(NHK ブック

ス, 2000 年)

・経済産業省『燃料電池実用化戦略研究会報告 2001.1.22 資料編』
より抜粋。

(4)大聖康弘, 三井物産株式会社『図解 バイオエタノール最前線』(工業調査会, 2004 年)
より抜粋。

(5)佐藤登『自動車用先端材料の現状と展望 新材料シリーズ』(シーエムシー出版, 2005 年)
より抜粋。

(6)「京都議定書」出典:フリー百科事典『ウィキペディア (Wikipedia)』より抜粋。

(7)循環型社会基本法データベース (URL http://www.nippo.co.jp/re_law/) より抜粋。

(8)自動車リサイクル法の概要 (URL <http://www.env.go.jp/recycle/car/gaiyo.html>) 環境省
ホームページより抜粋。

(9)・「ピエール・ティヤール・ド・シャルダン」出典:フリー百科事典『ウィキペディア
(Wikipedia)』

・「ピエール・ティヤール・ド・シャルダン没後 50 年シンポジウム出席者へのフランス
大統領ジャック・シラク氏のメッセージ」(『CONVERGENCE』第 29 号, 日本ティヤ
ール研究会, 2005 年)

より抜粋。