

## サーキュラーエコノミーが求める評価と 情報プラットフォームとしての自動車リサイクルシステム

東京大学大学院工学系研究科 技術経営戦略学専攻 教授 村上 進亮

### 1. サーキュラーエコノミーと自動車リサイクル

昨今、サーキュラー・エコノミー(Circular Economy, 以下 CE)という言葉をよく聞くようになってきたが、その定義や社会実装の在り方は実は曖昧で色々な思いが交錯している面がある。もっともよく見かける、CE の提唱者として知られるエレン・マッカーサー財団(The Ellen MacArthur Foundation, 以下 EMF)の定義によれば<sup>1)</sup>、CE とは 3 つの原則を持つ。それは、①廃棄物と汚染をなくし、②製品やマテリアルを(もっとも価値の高い状態で)循環させる、そして③自然を再生させることである。そこで鍵だとしているのは再生可能エネルギー及び素材への移行であり、枯渇性資源消費と経済活動を切り離すことでもある。

ここで言うもっとも価値の高い状態で、というのは非常に重要な点であって、アップサイクル、水平リサイクル、(ダウングレード)カスケードリサイクル、などリサイクルだけでも色々ある中で、価値の高い状態で回し続けられ、再び使用済みになった際に、より高い状態で回る。またそもそも価値が高いからこそ回せるといったことにつながる。

我が国の循環型社会形成を振り返ると、こうした CE の議論が盛んになるより遙か前、よく循環型社会元年などと呼ばれる 2000 年頃を境に、基本法から個別リサイクル法へと様々な制度の整備が進み、また産業界による自主的取り組みなどもあって順調に進んできたと言って良い。例えば我が国の資源循環の出口である最終処分量は 2000 年の 5,600 万トンから 2019 年には 1,300 万トンへと大幅に減少し、入り口の指標として用いられている資源生産性 (GDP を資源投入量で除すことで 1 トンの資源投入でどれだけの付加価値を経済が生み出しているのかを測る値) は同じ期間で 25.3 万円/トンから 43.6 万円/トンへと増加している。<sup>2)</sup>ただし同期間中に減少した資源投入は主として国産の土石資源であって、我々がこの種の話で期待するような貴金属やレアメタルなどで同様の傾向を見いだすことは難しい。

国全体のマクロの姿としてはこのように循環型社会への移行は着々と進んでいると言える。そこが、もう少し個別の製品等を考える上で自動車は外せない。我が国の自動車リサイクル制度には大きな特徴があり、それは情報の管理であると言える。我が国には車検制度があり、そしてリサイクルに関しては拡大生産者責任の概念に則りつつ、費用はユーザーが前払い方式で負担する自動車リサイクル制度がある。中古車輸出を別にすれば、不法投棄、不適正保管の問題が存在しないわけではないが、制度による使用済自動車の回収率は極めて高い。また、情報の管理もよくなされており、例えばこの自動車リサイクル促進センターによって公開されている自動車リサイクルデータブック<sup>3)</sup>だけからも、図1に示すような事実を知ることが出来る。

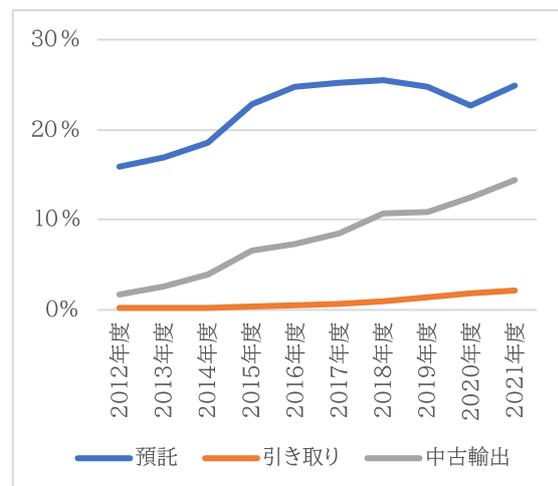


図1 HV/EVのシェアの推移

図1は新車時預託台数、リサイクルシステムによる引き取り台数、中古輸出台数それぞれにおけるハイブリッド並びに電気自動車（以下HV/EVという）の占めるシェアである。預託台数とは我が国内における新車販売台数のようなものと思えば良く、HV/EVは順調にシェアを伸ばしていることが見て取れる。これに対し、使用済自動車は使用期間を経て排出される、すなわち新車販売よりも遅れて出ることから、そのうちHV/EVのシェアが預託台数の場合より小さいことは理解が出来る。ただし気になるのは引き取りと中古輸出の違いである。中古価値を持つ自動車よりも、リサイクルシステムによって引き取られる自動車の方が古いはず、と考えればシェアが引き取りの方が低くなるのも理解は出来る。ただしよく考えれば中古で輸出されてしまった場合、これがリサイクル目的で日本に帰ってくるとは現状では考えがたい。

ここで、使用済自動車を資源だと考えるならば、この資源は再資源化処理される前に輸出されてなくなってしまう、とも言える。リチウムイオン電池(Lithium Ion Battery, 以下LIB)に使われるコバルト、リチウムといった資源をLIBから回収しようと思うのであれば、そもそも我が国では自動車の総生産の約半数程度は新車として輸出され、いったん我が国で新車登録されてもその2～3割程度が中古輸出される可能性がある。しかもその中でHV/EVが占める割合が高くなれば、使用済自動車をこれらのレアメタルを回収すべく循環資源として期待しても生産に必要な量の資源が入手可能だとは思えない。このような議論が公開データだけで容易に出来てしまうのは我が国の自動車リサイクルの情報管理、公開が行き届いていることによるものといつて差し支えない。

## 2. CE 実現のために求められる情報

---

前項の終わりに示した情報は使用済自動車の量的な情報であるが、これは天然資源に例えるならば探査の結果の情報である。資源探査とは文字通り地下資源を探す行為であり、その業界においてひどく重要な位置を占め、かけられる予算も大きい。循環資源と天然資源の最大の違いの一つは循環資源には探査が存在しないことだと筆者は常々考えており、それを変えていくのが資源循環における情報管理である。使用中の製品の所在が明らかになり、その製品にどのような資源が使われているのかが分かれば、今どこにどれだけの資源が使われているのかが分かる。これはリサイクルのための探査に他ならない。昨今よく話題になる高度資源循環のためのデータ共有の目的の一つはここにある。

このほかにどのような情報が有意義なものであるのかを再び天然資源の場合との比較で考えてみたい。天然資源の鉱山の場合、鉱物を資源たらしめるためには、評価をした時点での技術と市場環境において採算が取れる、つまり採掘可能である必要がある。その評価において重要な位置にあるパラメータが規模と品位である。循環資源において規模とは一つ前に示した、どこにどれだけの使用済み製品が発生するポテンシャルがあるのか、というのがこれに当たる。では品位はどうかと言えば、狭い意味では有価になりえるものの濃度であろうが、逆に入っていて欲しくない元素の濃度はペナルティの要因であろう。また、これはリサイクルに限る必要も無く、昨今話題に上る LIB のリユースで言えば、車として使用済みになった際にそこに積まれている LIB の残存性能次第で、再度自動車にリユースできる、あるいは多目的ならばリユースできるといった、その性能に見合った価値が定義される。もしこの性能情報がなければ、安心してリユースできず、リサイクルに回ってしまうかも知れない。よく知られるように LIB はリサイクルされる際の素材価値よりもリユースの価値の方が高いことが多い。それを踏まえて後者の機会を逃してしまうのであれば、CE の原理で言う「もっとも価値の高い状態で」循環させることに失敗することになる。望ましい CE の実現のためには様々な意味での品位の情報は不可欠である。

この規模と品位の二つの情報が揃えば、使用済自動車が資源として評価できることになるのだが、昨今 CE にかかる期待を思えばもう少しここに付加的な情報を加えることはさらなる価値を生む可能性がある。その典型がカーボンフットプリント(Carbon Footprint、以下 CF)であろう。社会が脱炭素(Carbon Neutral、以下 CN)へ向かう中、製品、プロセスなどありとあらゆるもののライフサイクルにおける CF の情報は持つことに価値がある。社会の進展によってはむしろ持っていないことがマイナスになる。また、CE そのものについて Circularity の評価なども進みつつある<sup>4)</sup>ことから、循環の履歴の情報は重要である。例えば欧州で検討が進んでいる電池規則のように、リサイクル原料の利用比率をある一定以上にすることを要求することで持続可能な資源利用を考えようと政策決定者が考えたときには、電池メーカーはこれに見合っていることを証明しなければならない。すなわち、素材メーカーにスクラップ利用率情報の公開を求め、スクラップ納入側はこれが確かに特定の製品由来のスクラップであるといった情報を付与する必要が生じる。つまり循環の履歴の情報を共有する必要が生じる。このようなライフサイクルを通したものの流れの情報を共有することは、責任ある調達といった倫理的な問題やガバナンスに対する要求に応えるためにも役に立つ。

### 3. 自動車リサイクルシステムが提供できる情報

---

さて、前節に述べた CE が要求する情報を現在の自動車リサイクルシステムがどの程度提供できるのかを考えておく。まず冒頭の規模の情報だが、これは自動車リサイクルシステムと車検制度の組み合わせで提供できよう。新車時預託の情報から将来自動車リサイクルシステムに帰ってくる可能性のある台数は捕捉可能であり、中古輸出によるリサイクル料金の返還申請の台数からは、これらのうちライフサイクルの途中段階で中古として輸出され、リサイクルシステムの枠の外に出てしまった数の下限値が分かる(申請しないケースもあるので一致はしない)。また現在実際に使われている数は車検制度で補足することも出来、そこには情報が公開されるかどうかは別にして地理的にどこで登録されているのかも分かる。

次に品位にかかるものだが、これは現時点ではほぼ出来ない。つまり、とあるメーカーの 2022 年式の A という自動車の素材構成の情報というのは、普通は開示されない。公開される可能性があるのは規制対象の有害物質の含有情報だけである。ただしこの点は CE の促進という観点から公開並びに情報のセキュリティに配慮した共有などが研究・開発段階にあることから徐々に進むだろうと思われる。その際に含まれるべき詳細な情報の内容は次節で触れたい。

最後に CF などの付加的情報と循環の履歴だが、これは現時点では分からないことが多い。本項で示した、使用済自動車を資源として評価する際に必要なパラメータ、規模と品位の次に問題になるのは、これから必要になるだろう情報を自動車リサイクルシステムが提供できるかになる。

### 4. CE の為に必要な評価と今後必要になる情報、そしてその提供可能性

---

既に述べたように品位にかかる情報と、その他の付加的な情報、そして循環の履歴の情報は現在の自動車リサイクル制度及び関連する情報システムは提供しないことが多い。そこでまず、必要な情報の入手について検討するために、今後の CE の推進に必要な評価を概説し、それに対して必要な情報を再度整理しておきたい。

ここでまず重要な点だが、社会にとっての究極の目的は持続可能性である。CE の実現ではない。CN や CE の実現は単なる手段である。よって CE の実現が持続可能性に寄与することは常に確認し続けねばならず、例えば全ての CE 的なビジネスアプローチ、例えばシェアリングやサブスクといったものから古典的なリサイクルなども含めてだが、必ずしも CN に貢献するとは言えない<sup>5)</sup>ことなどにも注意は必要である。

まず CE の実現の程度を測ることを循環性(Circularity)の評価と呼ぶ。これは現在 ISO での規格化が進んでいるものであるが、対象としているシステムの CE らしさを測ることになる。よって単純に評価対象の

システムに投入される原料のうち、サーキュラーだと見なせるものの比率、そして出口側でサーキュラーな処理を行ったと言えるものの比率などを測定することになる。ここで、我が国でしばしば忘れられがちな点として、水資源についても検討することが世界的には常識であることは触れておきたい。また、「サーキュラー」の定義にはリサイクルやリユースすることの他に、再生可能資源由来だというものも含まれる。もっとも分かりやすいものはバイオマス由来の素材、エネルギー等であるが、バイオマスであっても持続可能だと思えないような採取の速度で使ってしまったたり、また使用済みの製品を環境に戻す際に環境を破壊するような量・方法で行われるものはサーキュラーとは呼ばないことにも注意が必要である。

ものの流れの入口側については、この定義に則ってサーキュラーな原料を使っているかどうかの情報が重要になる。これは自動車リサイクル側が提供する情報ではなく、製造者が提供すべき情報であり、さらにはその上流に位置するサプライヤーが提供すべき情報である。出口側は自動車リサイクル側が提供すべき情報であるが、今の自動車リサイクル制度は指定3物品(フロンガス、エアバッグ ASR)の処理に関する制度であることから、これ以外に関する情報は全て補足できているわけではない。ここは改善しなければならないが、新たなシステムを独立に作るのではなく、情報を補足するシステムを作り、現在の自動車リサイクルシステムと接続することが良からう。先の品位に関する情報について言えば、循環性評価のためのサーキュラーなインプットかどうかという情報に加え、自動車の構成素材の情報等を自動車リサイクルシステムに掲載し、解体現場に提供すれば、解体業者は高付加価値な循環資源を優先的に取り外すことも可能である。これは解体業者の経済性を改善し、結果的に望ましい資源循環を実現するものであるが、リサイクル制度の背後にある拡大生産者責任という概念の反映である環境配慮設計等にもつながるもので、これまでのリサイクルシステムの発展の経緯にも違和感なくつながるものである。実際に昨今よく話題に上るプラスチックリサイクルのための情報や、循環的利用を強く促進すべきレアメタルの含有情報等についてこうしたことを試みる動きはすでにある。

このような情報を含めて、循環の履歴を共有していく枠組みだが、これは自動車リサイクル制度が担う必要は必ずしも無い。他方で、担っていけないわけでもない。また一人のプレイヤーが担うのではなく、ブロックチェーン的にステークホルダー全員で担うというのも今日では現実的なアプローチの一つである。

この循環の履歴に対して、付加的な情報、その多くは持続可能性に関するもので、調達に関して倫理的配慮がなされているのかを含めた調達先の情報、そして履歴の上にある全てのプロセスにおけるCFの値、といった情報が整合性の取れた形で共有されていく必要がある。色々な情報を一つの情報プラットフォームに載せる意味は単純で、情報共有にも費用がかかることを思えばその付加価値を高めただけに過ぎない。

このように情報を付与することで、資源循環を高効率化し、もっとも価値の高い状態で循環させ続けることが望ましいCEの実現につながる。ものの流れの起点は常に天然資源採取かも知れないが、一度利用されたのちの、リサイクルという形の循環の起点にある自動車リサイクルシステムは、製品製造から利用という段階とその後の段階をつなぐ重要な情報を押さえていることになる。よって動脈側から必要な情報提供を受

け、後段の資源循環プロセスに渡していくという非常に重要な役割を果たさねばならない。また、自動車ユーザーとの接点も持つことから、こうして収集した情報を、ユーザーに分かりやすく伝えていくという機能を果たすことすら出来る。

今後、CEの実現に向けて社会が進む中で資源循環を広い意味で評価し、その結果を共有していくことはもはや不可避であると言える。我が国は非常に高度な車検制度による自動車の個体管理と、前払い方式によるリサイクル制度の組み合わせの結果、元々高いレベルの自動車リサイクルシステムを持つ。それを、これまで述べてきたような情報共有を可能にしつつ更に高度化しようとした際に、動脈と静脈をつなぐプレーヤーである自動車リサイクルシステムが果たす役割は益々大きくなる。この事実を受け止め着実に進めていくことで、欧州に概念的に先行された感のあるCEについて、日本型とでも呼ぶべき新しい姿を描く上で、自動車リサイクルシステムが一つの優良先行事例となることを期待している。

## 参考文献

---

- 1) The Ellen MacArthur Foundation, What is a circular economy?  
(<https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview>, 最終アクセス日 2022 年 12 月 5 日)
- 2) 環境省、令和 4 年版環境白書・循環型社会白書・生物多様性白書  
(<https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/>, 最終アクセス日 2022 年 12 月 5 日)
- 3) 自動車リサイクル促進センター、自動車リサイクルデータブック 2021  
(<https://www.jarc.or.jp/data/databook/>, 最終アクセス日 2022 年 12 月 5 日)
- 4) 村上進亮, 2022. Circularity(循環性)の評価とカーボンニュートラル、エネルギー・資源、43 (4)、40-43
- 5) Koide, R., Murakami, S., Nansai, K., 2022. Prioritising low-risk and high-potential circular economy strategies for decarbonisation: A meta-analysis on consumer-oriented product-service systems. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 155, 111858.