



日本の自動車 3 R産業の発展紹介

2012年5月18日
日中自動交流協会

渡部 陽

日中自動車交流協会の海外活動

創立は2006年9月、国内研究講演会は9回開催

中国の主要参加大学：清華大、上海交通大、吉林大、天津大、北京理工大、江蘇大、同済大

テーマ	開催地	開催時期	参加	講演数	特記事項
環境・エンジン	天津大 清華大 CATARC	07年 1月	学産	5	大学交流が主体 中国自動車研究所と交流、地域工場見学
環境・安全	揚州大	08年 4月	学産	10	学産の講演ほぼ同数、地域の工場見学
サミットフォーラム 環境・先進技術	長沙市	08年12月	産学官	7	日中中央政府参加、長沙市経済開発区が 支援、地域の工場見学
電気自動車、電池	広州市	10年11月	産学	日本 5	BYD、雷天で技術交流会 世界最大の国際EV展示会見学（EVS25） （株）グローバルアクシスの支援で開催
レアアース	龍岩市	10年11月	産学	日本 5	中国全国レアアース協会の大会と合流 事前に日本で2回、中国で1回セミナーと 投資誘致会を開、 （株）グローバルアクシスの支援で開催
電気自動車	早稲田大学	12年3月	産学	11	清華大学、早稲田モビリティ研交流



講演者略歴

日中自動車交流協会 理事長

いすゞ自動車株式会社 社友

早稲田大学総合環境センター 招聘研究員

(株) グローバルアクシス 最高顧問

NP0法人熟年ものづくり国際協力センター 副理事長

西安交通大学 顧問教授

浙江自動車学院 名誉教授

経歴

いすゞ自動車	1951-1984
いすゞ自動車小型車開発担当役員	1984-1988
いすゞ米国研究所 社長	1988-1991
国際協力事業団海外開発調査団総括	1995-2001
(株) グローバルアクシス	2004-

専門分野

自動車・エンジンの研究開発、商品企画、環境技術、海外ビジネス、ODA

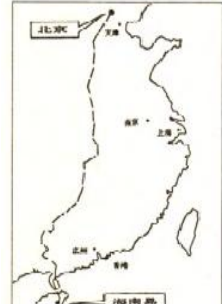
日中自動車交流 技貿結合から自主创新へ (1985-2012)

夏休みが終わったあとも、夏休み明けの8月17日には、地方がマスコットによって選ばれた。みんが、子供を抱いた文藝なら、真に日焼けした者たち、アットホームな秋みも、こころで一杯だ。そして、毎週おなじみの高層道路の大通り、朝から晩まで、何れに、おなじみの、この日がある。と、おなじみの、この日がある。今月の時記事は、読者の皆さんの、夏休み中の家庭サービスを始め、家族との交流を中心とした、この日がある。よかったです。これを、今さらながら、おなじみの、この日がある。おなじみの、この日がある。おなじみの、この日がある。



エルフ、中国で合同試験

北京～海南島、25000km走破へ



まえがき

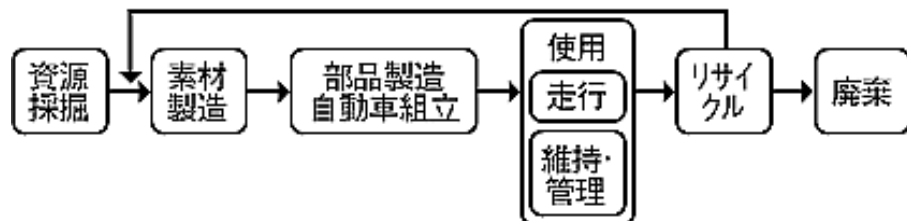
- ◆ 中国自動車リサイクル・リビルト産業は第12次5ヶ年計画概要でも明記され、重要戦略産業の一つとして、循環経済の重要な構成要素と位置づけられている。今後も自動車保有台数や廃車台数及び修理を必要とする部品量の大幅な増加が予想され中国において、如何に廃棄自動車から再生資源を有効に再利用するかが、中国の自動車産業の持続的発展を継続する上で直面する重要な課題となっている。
- ◆ 本報告においては日本の自動車のリサイクル・リビルト技術の紹介と、既にグローバルベースで始まっている新エネルギー車時代に対応するリサイクル、リビルトの将来展望を行う。
- ◆ 世界の持続的社會經濟は大量消費から3Rへ
それは省資源と資源サイクルで達成。
本稿では自動車のライフサイクル全過程での環境負荷低減(reduce)を重視し3R (Reduce, Reuse, Recycle)として把握する。

自動車のLCA設計

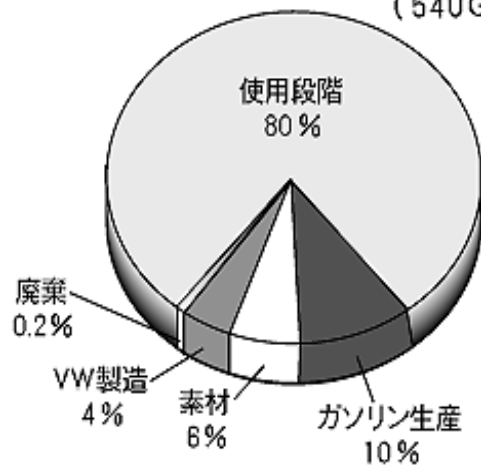
自動車の3RはライフサイクルにわたりLCA (Lifecycle Assessment)によって各段階でCO₂排出量を評価し、トータルの最適化を図る。特に以下のような課題について設計段階からの検討を重視する。

ロングライフ設計、Up Growth Design、材料の選定 マテリアルフロー解析
軽量化、構造設計:モジュール化、共通化によりリサイクルしやすい設計とする
グリーン購買

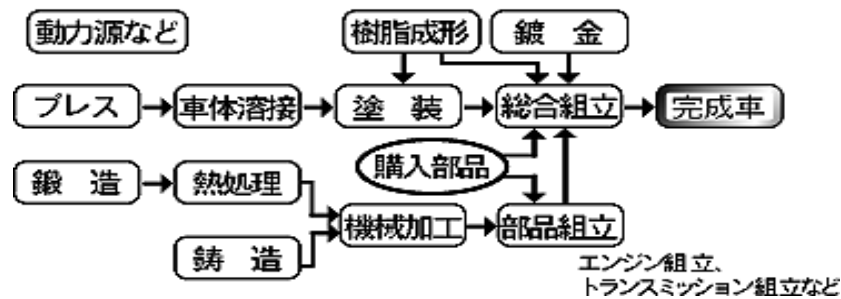
乗用車のライフサイクル



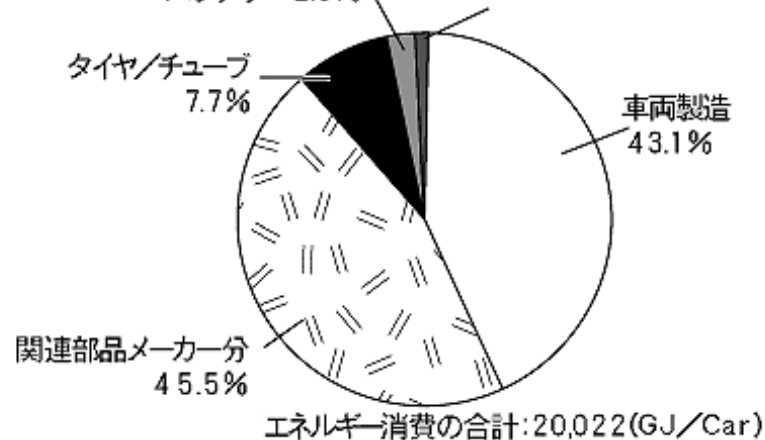
小型車1台の一次エネルギーの総必要量
(540GJ=150MW/h)



自動車製造工程フロー



部品および車両製造段階でのエネルギー消費
バッテリー2.0% ガラス1.7%

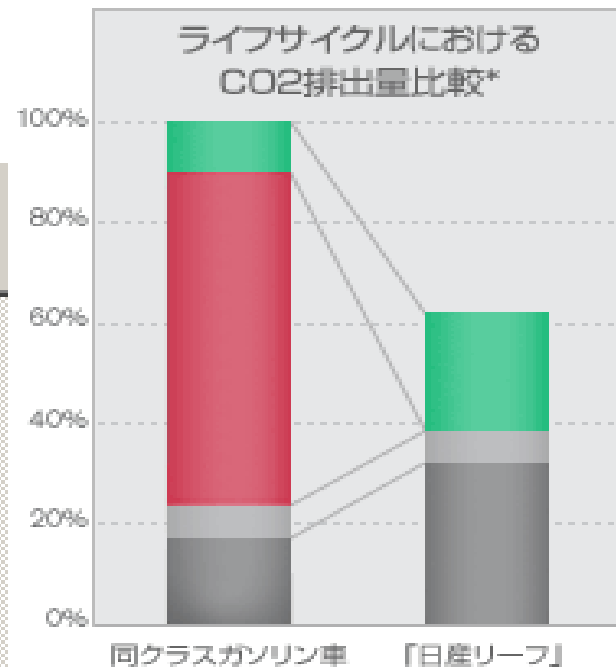
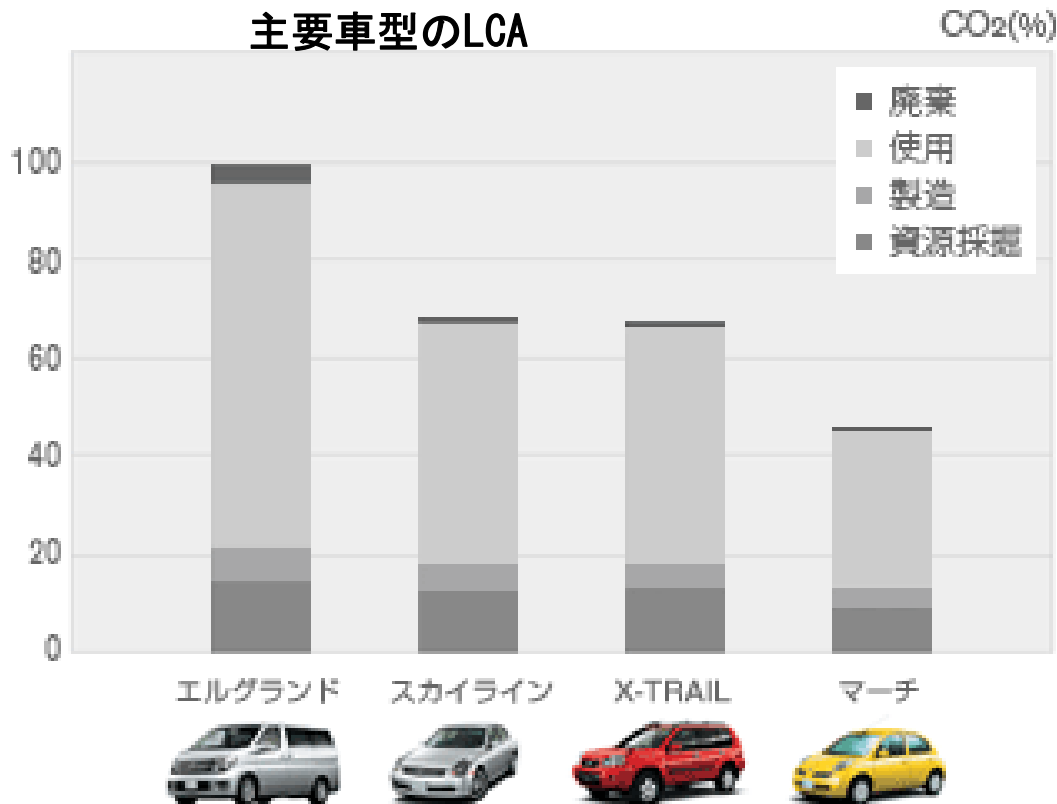


自動車のライフサイクルにおけるCO2の排出



運輸部門のCO2排出は14%
 一般廃棄物中、自動車は10%
 材料・製造過程の排出は10%
 80%は使用過程

主要車型のLCA



出所：日産自動車ホームページ

各国の自動車リサイクル法の概要

◆ EU-ELV(End-of Life Vehicle) 指示 2000年に公布、2003年に施行

- ① 車輻開発のできるだけ早い段階からリサイクルを容易にし、有害物質の使用を削減する処置を施すこと
- ② 使用済みの自動車の解体、再使用、回収、特に（狭義の）リサイクルを容易にする車輻設計及び製造法を促進する
- ③ リサイクル材料の市場拡大のため車両におけるリサイクル材料の活用を増やす
- ④ 環境負荷物質である水銀、六価クロム、カドミウム、鉛の使用禁止

◆ 日本「自動車リサイクル法」 2002年に公布、2005年に施行

- ① 「拡大生産者責任：Extended Producer Responsibility」の考えに基づき、自動車メーカー・輸入業者にシュレッダーダスト（ASR）、エアバッグ類、フロン類の引取・リサイクルを義務づける
- ② その費用を自動車の所有者がリサイクル費用として負担する
- ③ 管理会社「自動車リサイクル促進センター」を設立

◆ 中国の「清潔生産促進法」 2002年成立 「廃棄自動車の回収管理弁法」 2004年発表

11・5計画の自動車リサイクル政策から要約

- ① 設計・生産から廃棄・回収までの自動車のライフサイクルを、リサイクルの範囲として包含するという視点でとらえること
- ② リサイクル率の段階的および最終的な目標値の設定
- ③ 使用済み車の部品と車輻の輸入を明確に禁止
- ④ リサイクル率を高めるための優遇措置の実施


日本の自動車リサイクル促進と廃棄物の低減

- ◆ 2005年1月より自動車リサイクル法が制定され、自動車メーカー、輸入業者にフロン、エアバッグ、ASRの取引とリサイクルの適正処理を義務つけている。
- ◆ ASRについては2015年までにリサイクル率を70%以上にするが、これによってリサイクル率は95%以上に向上する。
- ◆ 同法は使用済自動車の取引からリサイクルに至る工程を電子マニフェストで管理する世界初の仕組みを採用する。
- ◆ 日本自動車工業会は3Rの観点から自動車設計時の軽量化や原材料の工夫を図るとともに、製造工程で発生する特定副産物の発生抑制とリサイクルに取り組んでいる。
- ◆ 日本の2010年 新車販売約400万台、中古車販売約500万台、廃車引取は約370万台

実績自動車メーカーなどのリサイクル率

3品目	目標	実績
フロン	破壊	3,001千台(2010年度)
エアバッグ	85%	93.2~100%(2009年度)
ASR	2005年度: 30% 2010年度: 50% 2015年度: 70%	77.5~82.1%(2009年度)

自動車リサイクル部品の種類と現状

		定義	部品の種類	備考
リサイクル部品	リビルト部品 (再生部品) リビルト前後の部品 	ELVから取り外した部品を修理し新品と同じ機能を持っているもの リビルト部品供給事業者の保証がついているもの	機能部品 エンジン、AT、MT、デフギア、ドライブシャフト、パワステポンプ、ターボチャージャー、ラジエータ、コンデンサー、マフラー、ショックアブゾーバー、ブレーキシュー 電装品 、スターター、オルタネータ等	使用状況 機能部品の60%はリサイクル部品を使用 入手率は90%でリビルト部品が中心 電装品の80%はリサイクル品を求め入手率は90%でリビルト部品が中心 大半が海外に輸出 外装部品の70%は新品 利用促進の課題として ①メーカーと系列ディーラーによるリサイクル部品のPR ②消費者が在庫と価格を検索できるwebサイトを構築 ③リサイクル部品の利用により保険料が安くなる保険商品を拡充 ④部品の使用履歴情報を表示
	リユース部品 (中古部品)	ELVから取り外して、必要な点検をし、修理や再塗装を行わず、洗浄点検要件を満たしたものの リリユース部品供給事業者の保証のついたもの	外装部品 、 ドア、フェンダー、バンパー、ガラス、レンズ	

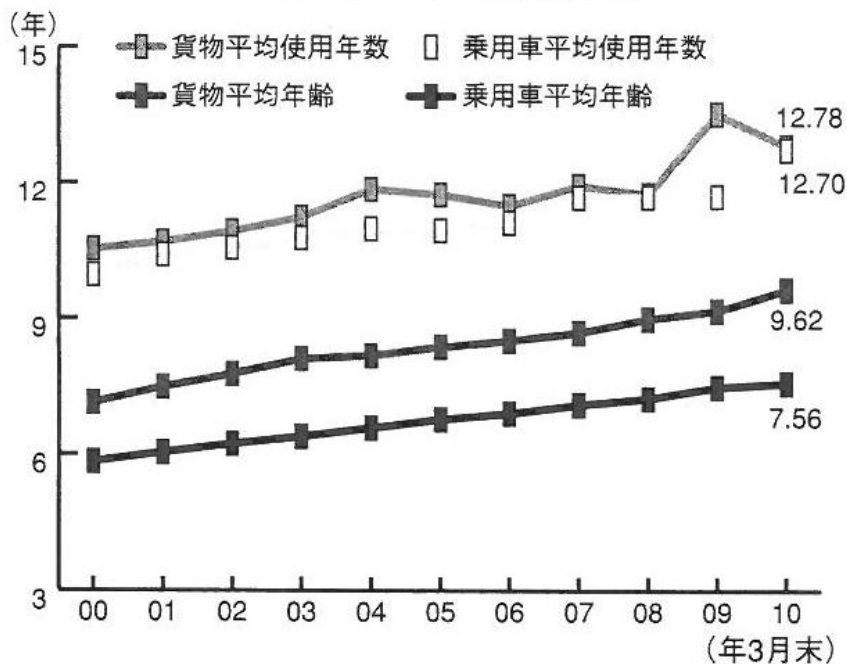
廃棄タイヤ：2004年の廃タイヤ発生量は1億300万本、重量で104万t、2004年のリサイクル率は88%

リサイクル部品の利用拡大と問題点

日本の自動車リサイクル制度は概ね順調に機能し高いリサイクル率を達成しているが、反面リユース部品の利用促進が指摘されている

日本は過去10年間で4年増加し約13年
中国の法的廃車寿命は15年

平均車齢と平均使用年数



日本では、年間約1,060億円のリサイクル部品が利用されている。(新品部品は3兆円) その内、リユース部品は約900億円、リビルド部品は約160億円である。自動車補修部品の市場は全体で3兆円であるので、リサイクル部品の利用率は3%である。米国ではリサイクル部品の利用率が10%超で売上高530億ドル、世界は1000億ドルといわれている。自動車の修理は、事故や故障により発生する。その時、新品部品を使うか、リサイクル部品を使うかは、最終的にはユーザーの意思決定にゆだねられている。日本のユーザーは、車を大切に扱う、整備はプロに任せる、米国に比べ車両の使用年数が短いという傾向にある。このため米国と比べて、リサイクル部品が普及しにくいという意見もある。

リユース部品の普及促進

◆ リユース部品の特徴

- ✓自動車利用長期化の時代、安価な修理費の提供につながり、一般消費者の利便性に貢献、新品部品の概ね半値以下
- ✓付属品(アッセンブリー)付きのため便利
- ✓現品テストを実施、安心保証付き
保証基準、品質基準の共通化を図る

◆ 環境負荷削減への貢献

- ✓グリーン購入法の指定商品(H14年、役務)
- ✓グリーンポイントでCO2削減数値化
事例：ドア、ミッション、エンジン
- ✓省エネルギー、省資源にも貢献

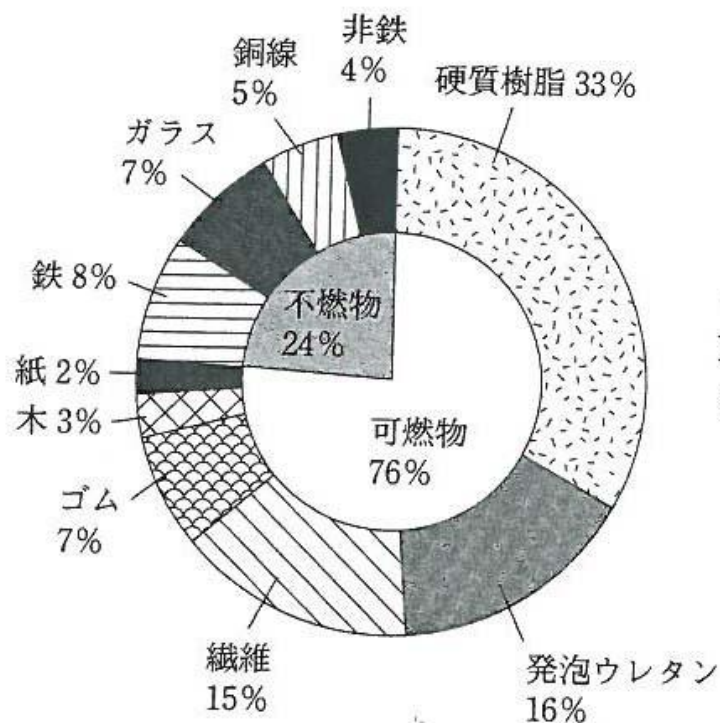
◆ 今後の取り組み

- ✓自動車リユース部品の品質・保証基準の共通化
全てのリユース部品が保証対象
順守すべき「統一基準」の採択
品質チェック項目の開示
- ✓「地球環境保全」「温暖化防止」の観点から、CO2削減効果の明確なリユース部品の利用促進を図る。

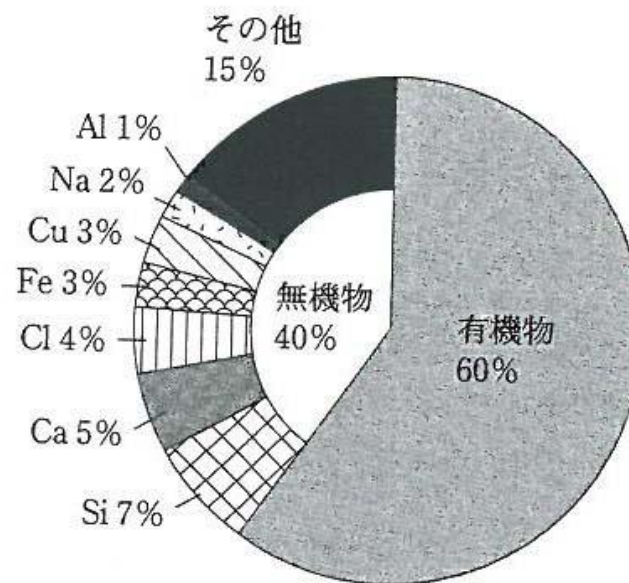
ASR (Automotive Shredded Residue) の組成

定義：解体業者、破碎業者の再資源基準に従って「事前選別処理品目」の回収が行われた後発生する自動車由来のシュレッダーダスト
従来は埋め立てられることが多く公害となった。ASRの完全リサイクルが重要課題であり現在でも改良が進められている。

ASRは全体の20%-25%で有機質を完全に焼却しても灰分が8-10%残る。サーマルリサイクルは有効であるが90-92%で目標の95%には達しない。無機物も何らかの形でマテリアルリサイクルする必要がある。

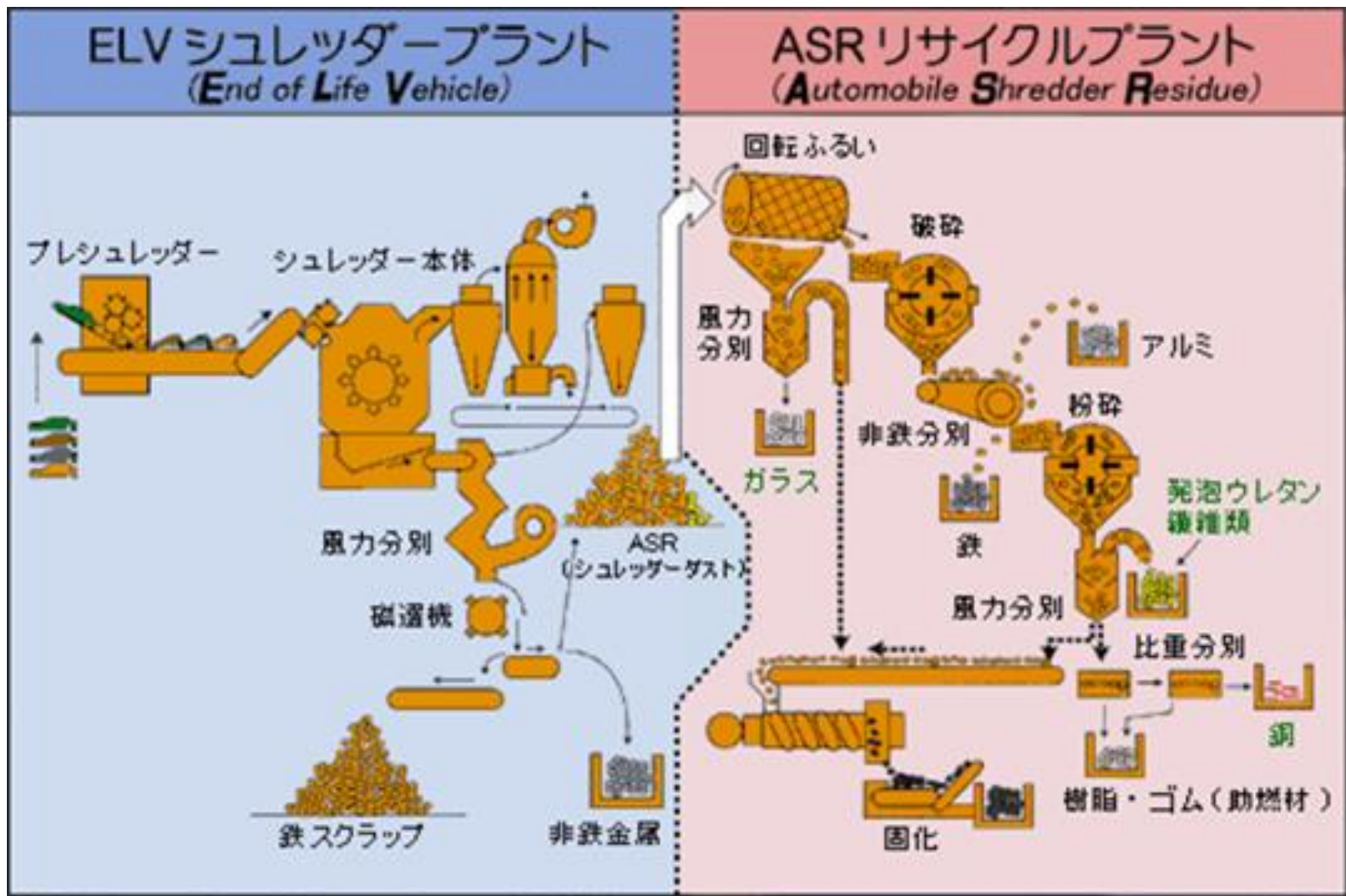


ASRの素材比率



ASRの組成比率

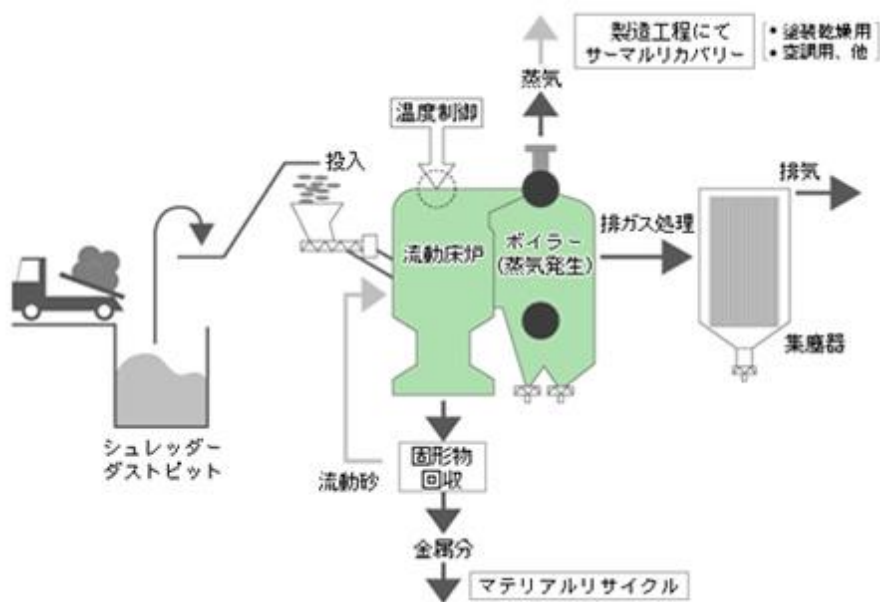
ASRのマテリアルリサイクル



出所：豊田メタル(株)

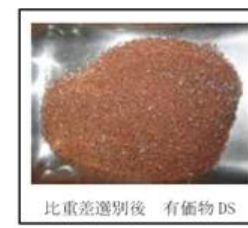
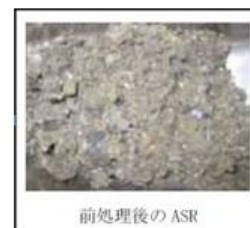
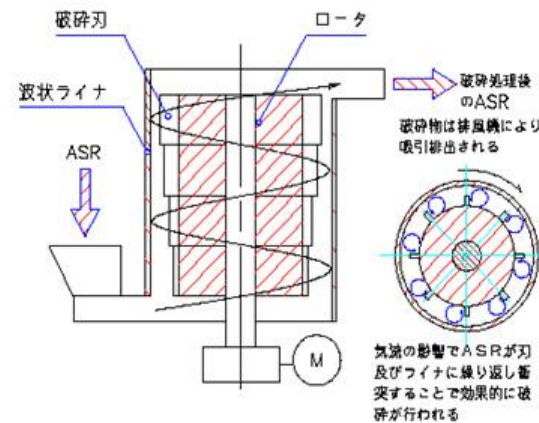
ASR処理技術の開発例

サーマルリサイクルのフロー



出所：日産自動車

気流式破砕機



出所：国立環境研究所

自動車台当たりの材料別回収率

主な取り外し部品

エンジン、TM, タイヤ、ディスクホイール、バッテリー、廃油

解体処理での取り外し部品は解体業者によって様々である

2007年に解体された自動車を対象、正確な推定は困難

分類	合計 (kg)	鉄鋼 (kg)	アルミ (kg)	銅 (kg)	鉛 (kg)	非鉄金属 他(kg)	樹脂 (kg)	ゴム (kg)	ガラス (kg)	その他 (kg)
取り外し部品 *1)	308.084	168.027	65.954	2.125	7.660	0.231	10.129	18.685	0.004	35.269
ボディガラ	729.387	554.912	11.013	8.974	0.000	1.423	96.958	9.658	30.475	15.974
廃車の合計 *2)	1037.471	722.939	76.967	11.099	7.660	1.654	107.087	28.343	30.479	51.243

出所：JAMA資料

新エネルギー車（次世代自動車）時代における3R

- ◆ 動力がエンジンからモータへ
今後数十年はエンジンは残るが、エンジンへの負担が減る
エンジンがモータに替わると
摺動機械部品が減る
高温耐熱材がなくなる
- ◆ 電動化による自動車構成部品と材料の大幅な変化
非鉄金属（Al, Cu）の使用増大、AI再生材利用によるCO2削減
樹脂材料
磁性体 ネオジウム磁石、磁性鋼板
- ◆ 電気自動車のバッテリーの再利用
中古車、家電、電力網用に再利用
リースによる再利用促進
- ◆ レアアース、貴金属のリサイクル
モータ、電池、排ガス触媒（貴金属）

新エネルギー車の重量構成比較

改革的に重量構成が変わる装置：パワートレイン、燃料/電池、車体

増加する材料：アルミニウム、銅、磁性体材料

本資料は米国鉄鋼協会作成であり樹脂に対して鉄鋼にバイアスがかかっている点には考慮のこと。小型EVの車体には強化樹脂の研究が多い。

	ガソリン車	PHV	BEV
車体外板	245	190	190
車体構造部材	272	173	190
Fサスペンション	59	40	45
Rサスペンション	53	26	35
ステアリング	17	16	16
ブレーキ	38	29	32
ドライブトレイン	222	212	78
燃料、電池、排気系	48	98	347
ホイール/タイヤ	78	38	44
エアコン	32	36	36
電装品	55	63	58
バンパー	26	20	23
ドア類	54	46	46
合計	1199	990	1137

電気自動車用電池のリサイクルと再利用

◆ 電池のリサイクル

事前回収物品はタイヤ、廃油、廃液及び室内照明用の蛍光灯とともに鉛蓄電池、を回収し、技術的かつ経済的に可能な範囲で、再資源化を自ら行うか、又は当該再資源化を業として行うことができるものに引き渡すことと規定している。

平成23年リチウムイオン電池及びニッケル水素電池を追加された。

◆ 電気自動車用リチウムイオンバッテリーの再利用

現在価格は自動車層価格の半分を占めるほど高価でかつ再生エネルギー利用に多くの蓄電需要がある。スマートハウス、スマートコミュニティ、スマートグリッド

一例として日産自動車と住友商事は電気自動車用バッテリーの二次利用事業の検討を開始

「4R」事業戦略が環境を保護し、エネルギー貯蔵のソリューションを提供

再利用 (Reuse) : 約70%~80%と高い残存容量を持つバッテリーの二次利用を開始する

再販売 (Resell) : バッテリーを様々な用途のために再販売する

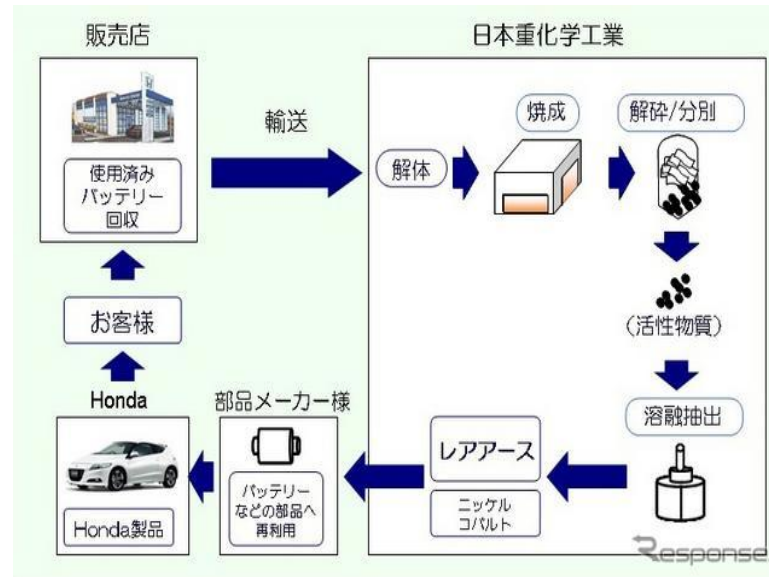
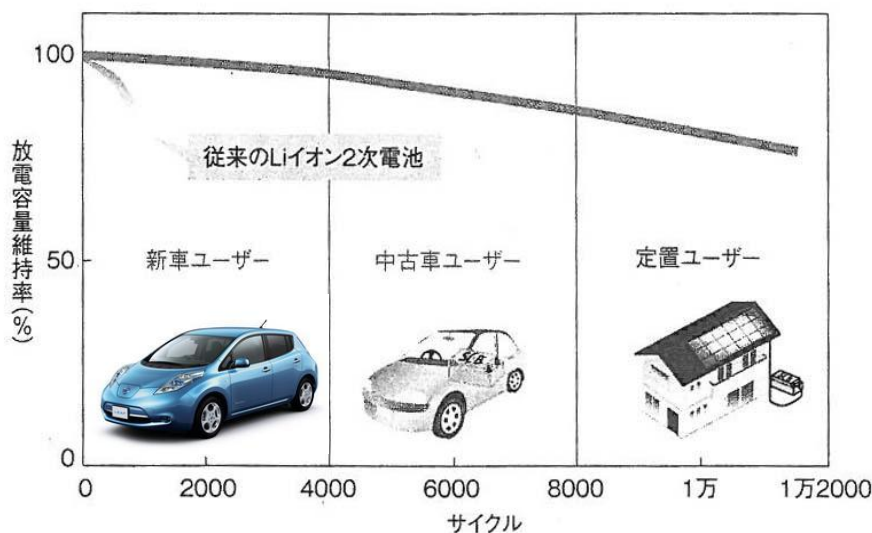
再製品化 (Refabricate) : バッテリーパックを分解した後、クライアントのニーズに合うよう再度パッケージングを行う

リサイクル (Recycle) : 原材料を回収するために使用済みバッテリーのリサイクルを行う

電気自動車用電池の再利用とリサイクル

EVの電池の寿命は10年とされているが、現在初期コストは車両価格の半分程度と高額である。バッテリーの劣化は航続距離の低下となることもあり使用課程の中で再利用の価値は大きい。

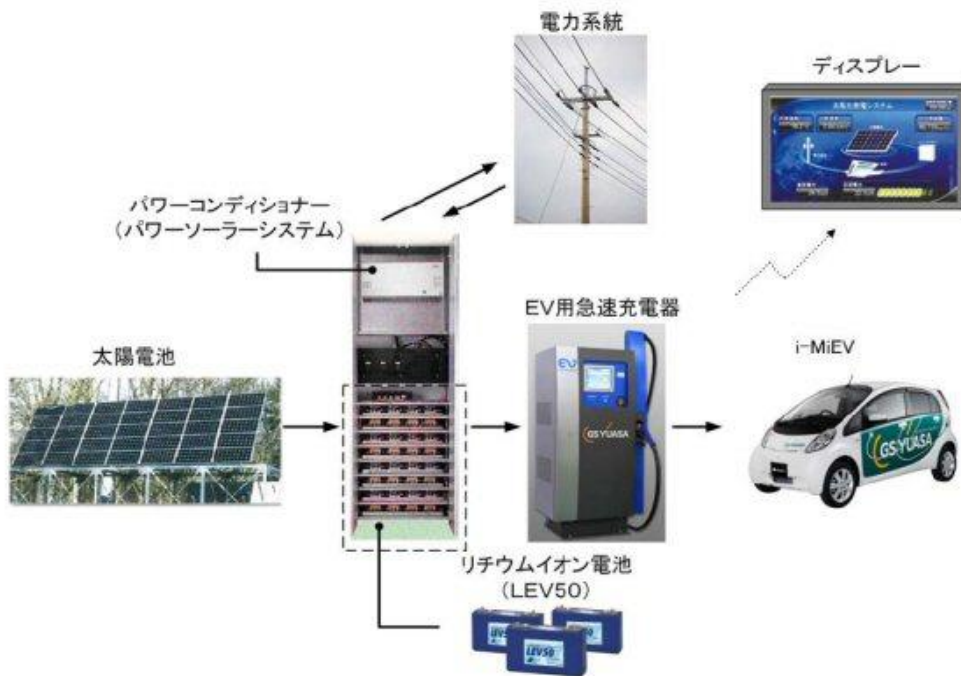
ホンダの電気自動車用電池のリサイクル



出所：東芝

電気自動車用電池のリユース（１）

スマートハウス、スマートコミュニティで需要の多い蓄電用電池



出所：GSユアサ

移動式急速充電車



中国ウィンストン社

電気自動車用電池のリユース（2）

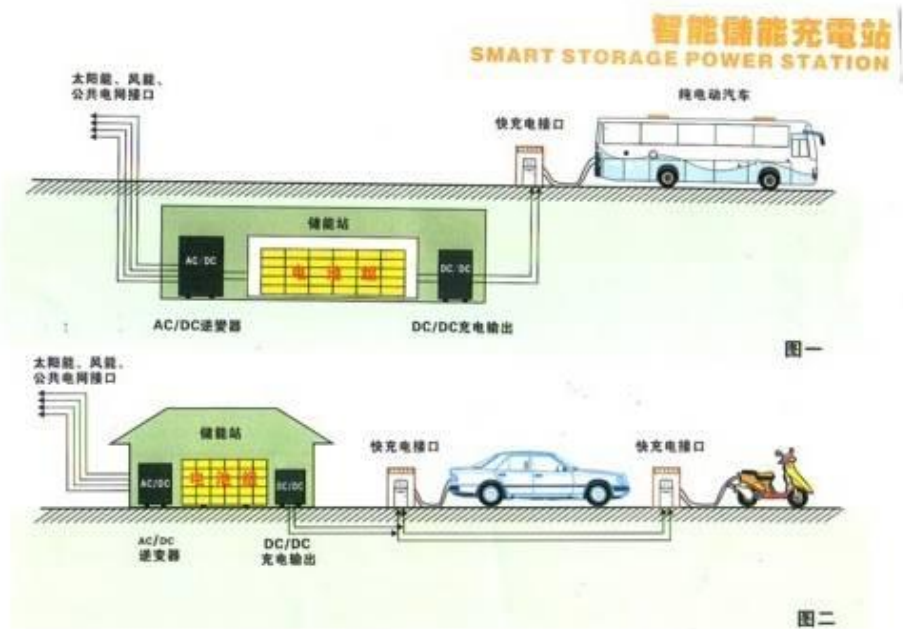
交換式

ベタープレイス



1分で交換、ガソリン給油より短時間
電池の長時間使用のタクシーに適する
一部中国で実用化
電池のリースとリユースに適する方式

Liイオン電池を使った
急速充電器



自動車に使われるレアメタル・レアアース

レアアースのリサイクルは容易ではないが研究開発が進んでいる。
使用削減の研究も盛んである。

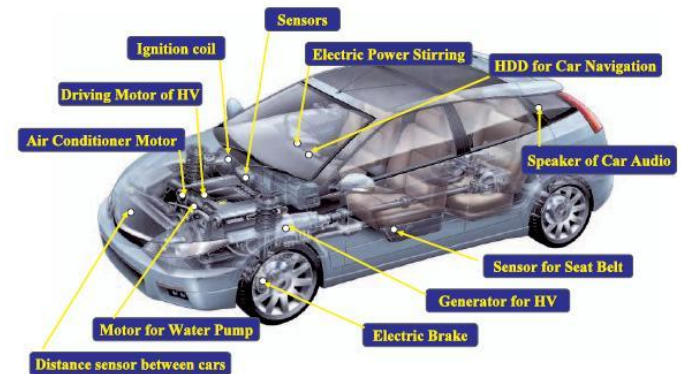
モーターなどの再利用が有効

ネオジウム、鉄、ボロン磁石は約20年前に日本人が発明したもので、自動車のモーターに欠かせない材料である

モーター/ジェネレーターの一台あたり使用重量 0.75~1.75kg

Nd:24%, Dy:6%, B:1%

日本のレアメタル国家備蓄 : Ni, Cr, W, Co, Mo, Mn, V 60日分



	部材、部品	レアメタル/レアアース
次世代自動車	モータ/ジェネレータ	Nd, Dy、B
	2次電池	Li, Ni, Co, Mn、MM
	パワーコントロールユニット 周辺コンポーネント	Y, Ta, In, Ga, Zr, Mo, Ni, Dy, B
一般自動車	触媒コンバーター	Pt, Pd, Rh, Zr
	LED	Eu, Y, Tb, La, Ce
	鋼材	N. , Cr, Mn, Mo, V、Nd
	球状黒鉛鋳物	La, Ce, Mg
	アルミ合金/非鉄合金	Mg, Ti, Ni, Cr. Mn, V
	工具	W, Co
	ガラス研磨剤	Ce

使用過程車の新エネルギー車への改造

従来の3R活動を自動車のLCAとして考えると部品だけでなく自動車本体のリユースは多大の環境負荷削減となる。

欧州や新興大国（中国、ブラジル、インド）の都市部で大気汚染問題が深刻化している。欧州と中国でもそれぞれ400万台の対策が必要であるといわれている。

行政としては状況によって廃車と改造のインセンティブがある。

- ◆ 使用課程の都市バス、トラックのディーゼルエンジン後処理対策促進

- ◆ 電気自動車への改造

 - 都市バスのハイブリッドへの改造

 - 車検時におけるEVへの改造

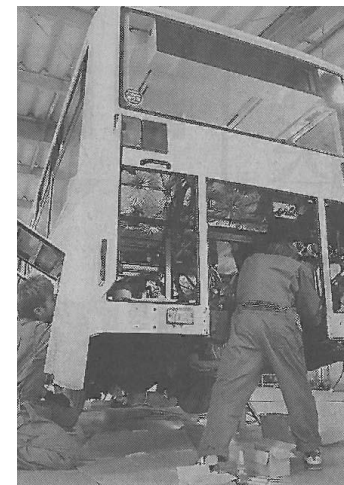
- ◆ 中国のスクラップインセンティブ 劣悪自動車の廃車促進（現在は中止）

 - 国Iのガソリン車と国IIIに達しないディーゼル車の廃車に18,000元のインセンティブ公布

 - バスのハイブリッド車改造（沖縄で）実施

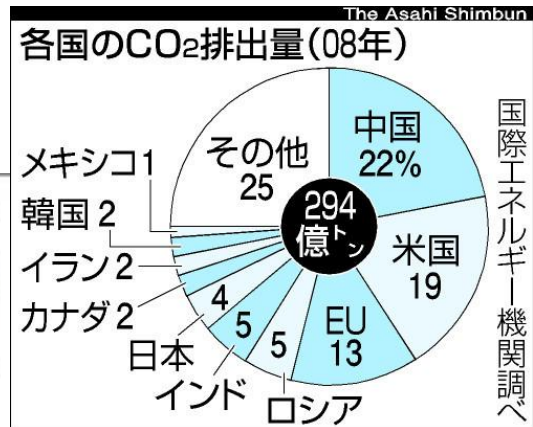
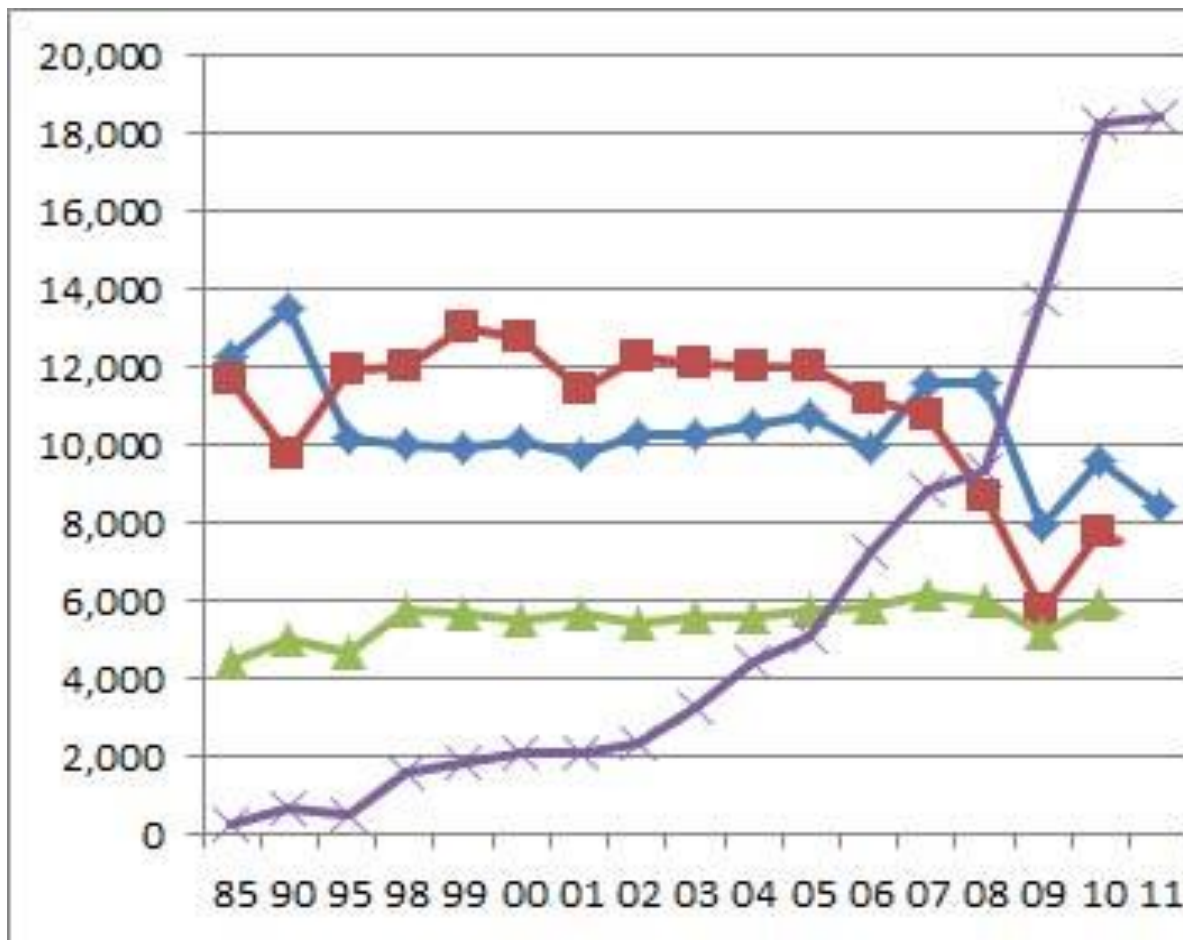
ディーゼル後処理装置

小型車のEV, HVへのコンバージョン



独走する中国の自動車生産とCO2排出

X1,000台



- ◆ 日本(国内)
- 米国
- ▲ ドイツ
- × 中国

急拡大が期待される中国の3Rビジネス

急増する自動車保有台数 2011年に1億台突破、2020年に2億台
今後発展する中古車市場

現在は70%がエントリー購入者 下取り価値を考慮せずのりつぶし
自動車整備、車検のレベルが低い
純正部品の使用が少ない
低価格、小型自動車の耐久品質不良

経済性中心から環境・安全重視へ

リサイクル方式の高度化

- ①関連法規の整備
- ②専門処理技術の高度化
- ③情報管理の高度化

現状の問題点	当面の取り組む課題	3Rビジネス
自動車生産台数の急増 自動車保有台数急増(2011 1億台 日本は7800万台で今後減少) エネルギーの不足 電力、軽油 原油の輸入依存増大 スクラップインセンティブ 旧年式自動車の廃車、更新の加速 黄標車	第12次5ヶ年計画の達成 炭素経済 循環型産業 スマートグリッド 都市の大気汚染の深刻化 都市バスの排気ガス対策 後処理装置取り付け HVまたはEVに改造 新エネルギー車に入れ替え 自動車整備技術のレベルアップと 人材育成	中古車の廃車制度の具体的展開 中古車市場の形成と発展 リサイクル効率の向上と発展 リビルト部品産業の拡大 再生材用の利用拡大 資源産出率の導入 都市鉱山開発 コンバージョンEVの普及と対策 電池リユース、リース制度 エコシティーの建設

提 言

- ◆ 3Rの部品別工程別の理論的総合評価指数の確立
資源率、CO2排出量など
- ◆ 環境重視の3R
資源再利用、経済性最重点から環境重視へ
- ◆ リビルト部品の使用拡大
資源制約でリビルド品使用の拡大
リビルド品普及の前提となる安全信頼性と品質保証の確保
ITを駆使した情報とハードとソフトの品質管理、自動車の整備レベルアップ、サービス部品の品質保証、純正部品使用の徹底、整備士の人材の育成、LCA評価など情報の共有化と中古車、車検制度整備
- ◆ 車輛のリユース
ライフサイクルの長期化
日本の廃車の90%は走行可能車
車のリユース拡大：使用過程車の環境対策アップグレードやシェアリング（共有）使用も検討
- ◆ 新エネルギー車の設計段階からの3R検討
中国はEVとPHVの普及計画目標：2020年までに500万台、2015年までに50万台
構造の異なるこれらの車への3R導入の仕組みの構築と技術革新への対応
- ◆ 3Rのグローバル化 解体、リビルド部品輸出

Earth at night



謝 謝 大 家

渡 部 陽

akirawat@helen.ocn.ne.jp