

グリーン・イノベーションに寄与する ライフスタイルと社会システムの変革

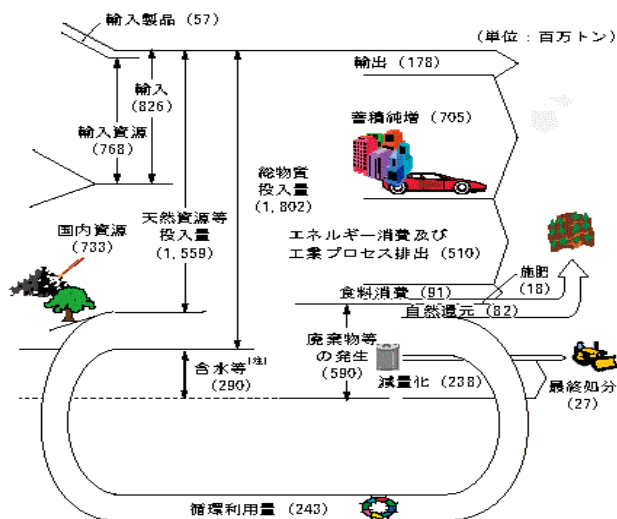
SCE・Net 環境研究会 松村 眞

(2011年3月23日の化学産業技術フォーラム（東京農工大）で発表予定だった。)

1. 日本のマテリアルバランス
2. 一人1日あたりの資源消費量
3. 資源消費抑制の方法
4. ライフスタイルの変革事例
5. ビジネススタイルの変革事例
6. 社会システムの変革事例
7. リサイクルの目的と優先順位
8. ライフスタイルとリサイクルのまとめ

日本のマテリアルバランス① H19年度

H22年版:環境・
循環型社会
生物多様性白書
図3-2-1



日本のマテリアルバランス② H19年度

| | | | | |
|------------|----------------------------------|---------------------------|---------|-----------|
| 投入量 | 総物質投入量 1,802 | 天然資源投入量 (1,559) | 826(輸入) | 768(輸入資源) |
| | | 循環資源投入量 | 733(国産) | 57(輸入製品) |
| | | | 243 | |
| | | 付随水分、鉱滓など | 290 | |
| 産出量 | 705(蓄積純増加分) | | | |
| | 510(エネルギー消費と、原料中の水分など大気と水域への放散分) | | | |
| | 178(輸出) | | | |
| | 91(食糧消費) | | | |
| | 82(自然還元:うち18は施肥分) | | | |
| | 590(廃棄物) | 243(循環資源) | | |
| | | 238(減量化) | | |
| | | 82(自然還元、うち18が施肥) | | |
| | 27(最終処分:埋め立て) | | | |

単位:
百万トン/年

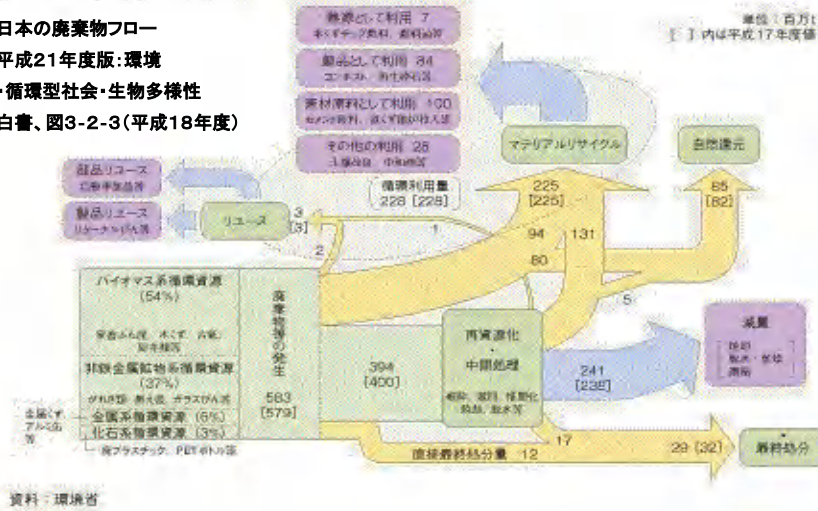
日本のマテリアルバランス③ 特徴

日本のマテリアルバランスの特徴

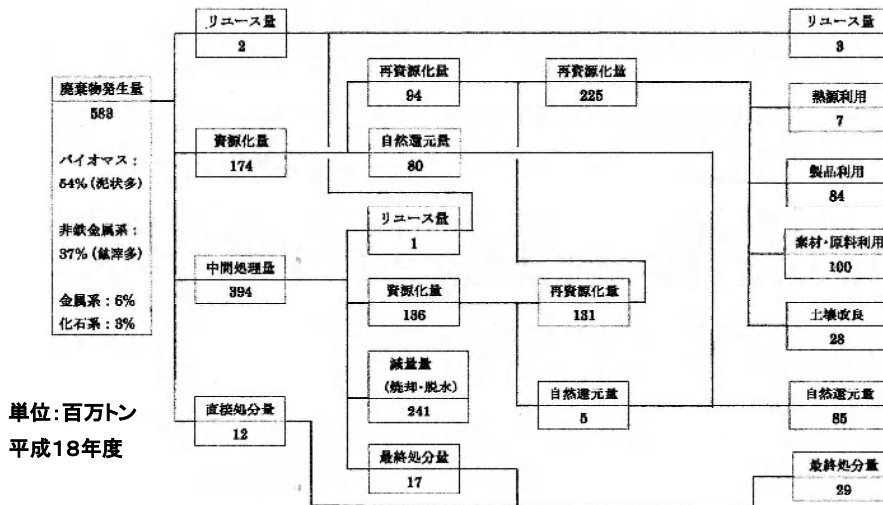
- (1) 日本の資源投入量は年間で18億トン。国民一人当たりでは14トン/年、39kg/日。産出は21.6億トン(水分など)
- (2) 資源循環量は2.43億トンで13.5%
- (3) 産出の33%は製品や設備になって蓄積、24%は主にエネルギーして消費、27%の約6億トンが廃棄物になる。
- (4) 輸入資源は国内資源より多い。主にエネルギーと鉱物資源。
- (5) エネルギー消費量が高水準。
- (6) 製品輸出は輸入資源の約4分の1。廃棄物は日本に残る。

日本のマテリアルバランス④ 廃棄物フロー

日本の廃棄物フロー
 平成21年度版:環境
 ・循環型社会・生物多様性
 白書、図3-2-3(平成18年度)



日本のマテリアルバランス⑤ 廃棄物フロー



日本のマテリアルバランス⑥ 廃棄物フロー

日本の廃棄物フローの特徴

- (1) 日本の廃棄物発生量は年間5.8億トン。国民一人当たりでは4.5トン/年、12.5kg/日(産業系を含む)。
- (2) 廃棄物の内訳
 - バイオマス系 : 54%(家畜ふん尿、木くず、古紙、厨芥など)
 - 非鉄金属系 : 37%(がれき、燃えがら、ガラスなど)
 - 金属系 : 6%(金属くずなど)
 - 化石燃料系 : 3%(廃プラスチック、ペットボトルなど)
- (3) 廃棄物の約40%は、脱水や焼却で減量化される。
- (4) 廃棄物の約40%、2.3億トンが再資源化される。
- (5) 再資源化の内訳は、素材・原料が45%、製品が40%

一人1日あたりの資源消費量①

| 区分 | 種類 | 消費量(概略) | |
|-------|--------------|------------------------------|-------------|
| | | 一人1日あたり | 年間/国 |
| エネルギー | 石油 (2008) | 4.8 リットル (4.3 kg) | 223,974 千kl |
| | 天然ガス(2006) | 1.86 m ³ (1.34kg) | 6219 万トン |
| | 石炭 (2006) | 2.6 kg | 17910 万トン |
| | (エネルギー計) | (8.2 kg) | |
| 食料 | 米 (2003) | 0.17 kg | 792 万トン |
| | トウモロコシ(2004) | 0.36 kg | 1650 万トン |
| | 魚介類 (2005) | 0.16 kg | 773 万トン |
| | 果実(2003) | 0.19 kg | 913 万トン |
| | 小麦(1999) | 0.13 kg | 628 万トン |
| | 芋類(2004) | 0.08 kg | 389 万トン |
| | 大豆(2005) | 0.09 kg | 434万トン |
| | (食料計) | (1.27 kg) | |

一人1日あたりの資源消費量②

| 区分 | 種類 | 消費量(概略) | |
|----------------------------|-------------------------|------------------|----------------|
| | | 一人一日あたり | 年間/国 |
| 無機素材 | 鉄鋼(2009) | 0.92 kg | 4311 万トン(内需) |
| | アルミニウム(2009) | 0.04 kg | 180 万トン(内需) |
| | ガラス(2009) | 0.04 kg | 206 万トン |
| | セメント(2008) | 1.41 kg | 6590 万トン |
| | (無機素材計) | (2.41 kg) | |
| その他参考 | 木材(2008) | 0.84 kg (1.68m3) | 7797 万m3 |
| | 紙(木材の一部) | 0.66 kg | 3074 万トン(2008) |
| | プラスチック(2008) (石油の一部) | 0.28 kg | 1345 万トン |
| 資源消費量計(紙とプラスチックを除く) | | 12.7 kg | |

日本の毎日の資源消費量は、体重の約2割に達している。子孫に貴重な資源を残し、サステナブル(継続可能)な社会を築くには、貴重な資源の消費抑制とリサイクルが必要。

資源消費抑制の方法① 環境対策の3領域

(第1領域): 環境負荷物質の発生抑制分野

| 大分類 | 中分類 | 細分類、事例 |
|---------------|--------------------------|--------------|
| 環境負荷物質の発生抑制 | 製品の長寿命化と再利用 | ライフスタイルに含める |
| | 廃棄物の資源化 | 回収廃棄物から再生原料へ |
| | | 再生原料から製品や燃料へ |
| | ライフスタイルと社会システムの変革 | ライフスタイルの変革 |
| | | ビジネススタイルの変革 |
| | | 社会システムの変革 |
| | クリーンエネルギーの供給 | 太陽エネルギー、風力など |
| 原・燃料からの汚染物質除去 | 燃料脱硫、石炭の洗炭など | |
| 省エネルギー、省資源 | 1次産業、製造業、サービス業など全業種と民生分野 | |

資源消費抑制の方法② 環境対策の3領域

(第2領域):環境負荷物質の処理と処分の分野、(第3領域):環境管理の仕組の分野

| 大分類 | 中分類 | 細分類、事例 |
|--------------|-------------------|-------------------------|
| 環境負荷物質の処理と処分 | 発生源処理(上流対策) | 集塵、排煙脱硫 有害物資処理など |
| | 集中処理(中流対策) | 下水処理 廃棄物集中処理 |
| | 最終処分(下流対策) | 埋立 |
| | 損傷環境の修復(最下流対策) | 土壌汚染サイトの修復、植林、富栄養化湖沼の修復 |
| 環境管理の仕組 | 環境関連法令整備 | 法規制整備 |
| | 環境アセスメント | 事前対策体制整備 |
| | 環境マネジメントと環境モニタリング | 日常管理と監視 |

ライフスタイルの変革事例① 身近な生活改善

| ライフスタイルメニュー | 内容と省エネルギー・省資源効果 |
|----------------------------|---|
| ヒートポンプエアコンの利用 給湯器、エアコン | 1万Kcalの値段：都市ガス140円、電気290円、 灯油80円、LPG240円。 ヒートポンプなら約90円(暖房用) |
| インターネット新聞購読 (宅配との選択制導入) | 新聞用紙需要(現12%)の節減。 宅配エネルギーの節減。夕刊廃止。 |
| そば屋も割り箸から塗り箸へ | 消費量は年間250億膳、1人200膳。 消費量の9割以上が輸入(中国)。 中国は丸太から作る。そば屋は今も割り箸。 |
| 賞味期限表示冷蔵庫(期待) | ICタグによる液晶画面表示。食材ロス節減。 |
| HEMS(家庭エネルギー管理) | 家庭内のエネルギー消費を「見える化」する。 |
| カーシェアリング | 自家用車は1日平均1時間利用。カーシェアリング は1日4時間利用で効率大。集合住宅で普及期待。 |
| 太陽熱温水器 | ガス機器との接続使用で給湯需要の5割カバー。 |

ライフスタイルの変革事例② 身近な生活改善

| ライフスタイルメニュー | 内容と省エネルギー・省資源効果 |
|-------------------|--|
| 4サイクル低燃費 原付自転車 | ギアチェンジ4ストローク: 120km/リットル(新聞配達)。 ギアチェンジなし4ストローク: 50~80km(メットイン)。 |
| 年賀状メール | 郵便1通は原油換算で5g分のエネルギー消費。 電子年賀状100通で0.5g分。 |
| 長寿命住宅 | 120平方メートル住宅の建築は木材15トンが必要。 エネルギー消費は原油換算10トン分が必要。 木材住宅寿命: 日本30年、欧米80年以上。 |
| 生分解プラスチック | 釣り具、魚網、ゴルフのティー、キャンプ用品、 農業ビニール、農業マルチ、苗木ポット。 |
| 二重ガラスと外断熱 | 複層ガラス窓、天井断熱に代わる屋根下断熱。 床断熱に代わる地表面断熱で空調エネルギー5割削減。 |
| 電磁(IH)ヒーター | 安全性大、エネルギー効率はガスと同等。 |

ビジネススタイルの変革事例①

| ビジネススタイルメニュー | 内容と省エネルギー・省資源効果 |
|---------------|---|
| テレビ会議 | 航空機・新幹線エネルギーの節減。 出張時間・旅費の節減。 |
| 在宅勤務 | 通勤エネルギー・時間の節減。 時間自由度の拡大。 2010年500万人? 在宅勤務手当支給。 石油140万KL分節減、運動不足懸念? |
| 人感センサー照明・空調管理 | 不在時自動消灯、空調自動スイッチオフ。 |
| 人感センサー自販機管理 | 不在時、休日スイッチオフ。 自販機電力 : 200Kwh~300Kwh/月 |
| 転勤の抑制 | 転勤より現地採用(共働き増加、生活重視)。 引越し負担とエネルギーの節減。 |
| 出向の抑制 | 出向より転籍(流動性増大)。 |

ビジネススタイルの変革事例②

| ビジネススタイルメニュー | 内容と省エネルギー・省資源効果 |
|--------------|--|
| 職住接近 | 首都圏の職住地域最適配分で、平均通勤距離35%短縮、エネルギー消費は大幅に低減。 石油換算:400万KL分節減可。 現在:1人1日平均で4200kcal(往復) |
| タクシー相乗り追加料金 | ロンドン、パリ、シカゴが採用。 |
| 電子ペーパー | 1人1年1万枚のコピー用紙半減。 |
| 学校給食の選択制 | 残飯(1食50~70g)の減量効果大。 |
| 宅配便の集約化 | コンビニ拠点で、新聞・封書・クリーニング・通販の宅配を集約。宅配車の大幅減。緊急は別。 |
| スーパーの計り売り | 規格外品の廃棄防止、買い過ぎロス防止。 |
| 賞味期限の改善 | 商品廃棄の抑制。店頭商品管理の負担軽減。 |

社会システムの変革事例①

| 社会システムメニュー | 内容と省エネルギー・省資源効果 |
|------------|--|
| サマータイム | 省エネルギー:午前中の日照エネルギー有効利用、夕方は増エネルギー、差し引き60万KL分の節減。 |
| 風力発電の拡大 | 最大5000kw(直径116メートル)。海上設置の推進。 抗力ではなく揚力で駆動、先端は時速80k/h。 |
| ごみ焼却発電 | 日本の発電効率10%以下、欧米25%。 |
| プラスチック混合収集 | 発電効率25%なら焼却電力回収が有利。 |
| ごみ処理有料化 | 発生量は1人1日1.2kg、収集と処理の費用は1kg70円。 有料化で減量化、コンポストとリサイクル促進。 |
| 合併浄化槽 | 下水処理場同等処理水準、集中と分散の最適選択。 事業者が定期的に浄化槽汚泥を処理し、設備を保守。 |
| ディスプレイ導入 | 焼却ごみ減量、ごみ輸送エネルギー節減。 |
| 部品交換 | BMWは再生エンジンを純正部品扱い、自動車の長寿命化。 |

社会システムの変革事例②

| 社会システムメニュー | 内容と省エネルギー・省資源効果 |
|---------------|--|
| 太陽電池発電事業 | 発電事業者が、住宅や工場の屋根を借りて太陽電池を設置、発電して卸売りする。個人の投資リスク回避。設備資金はファンドとして、個人を含めて出資者を集める。設備の設置と維持は個人ではなく発電事業者。 |
| 飲料缶の材料統一 | 製造エネルギーはアルミが大、再利用はアルミが少。飲料缶はアルミに統一。消費者の分別排出、分別収集、施設の分別に要する手間と費用の削減。 |
| 学校教科書の電子媒体化 | 小中学校の教科書を電子化(iPad)。複数の教科書を収録配布。ランドセル小型化。教科書印刷の紙資源削減。 |
| 地域ネットワーク会社 | 電力供給・ガス供給・水道供給・下水道など、基礎インフラサービスは、地域ごとに集約。検針と集金の集約、ネットワーク設備の共同管理と維持で効率向上。 |
| 図書館サービスの一部有料化 | 図書館費用は一人1回700円。定額負担(低額)や貸出の有料化で利用効率向上。 |

リサイクルの目的と優先順位①

| 種類 | 目的 | 回収率、再資源化率 |
|-------------|---------------------|---|
| 収益リサイクル | 収益確保 | 市場価値が高いもの(例:貴金属)が高 市場価値が低いもの(例:鉄くず)が低 |
| 資源リサイクル | 地球資源保全 | 希少な資源(例:銅、鉛、亜鉛)が高 豊富な資源(例:鉄、アルミ)が低 |
| | 資源セキュリティ確保 | 輸入資源は高(例:銅、鉛、亜鉛) 国産資源は低(例:石灰、ガラス) |
| 省エネルギーリサイクル | 温暖化抑制 エネルギー資源の保全 | エネルギー多消費財が高(例:アルミ、紙) エネルギー少消費財が低(例:PETボトル) |
| 環境保全リサイクル | 埋立容積負荷軽減 | かさばるもの(例:空き缶・ビン)が高 かさばらないもの(例:泥状物質)が低 |
| | 環境汚染防止 | 有害物質(例:有害重金属)が高 無害物質(例:焼却灰)が低 |
| | 中間処理費用軽減 | 中間処理費用の高いものが高 (例:焼却処理を要する廃棄物) |
| | 景観保護 | 散乱しやすいものが高(例:飲料カン、ビン) |
| 理念リサイクル | 環境意識の向上 | 分別しやすいものが高(飲料容器) |

リサイクルの目的と優先順位②

天然資源の
稀少性

| 資源名 | 生産量 (P) | 埋蔵量 (R) | 可採年 (R/P) |
|--------|---------|---------|-----------|
| 銀 | 1.46万 t | 28万 t | 19年 |
| 亜鉛 | 733万 t | 1.47億 t | 20 |
| スズ | 21.1万 t | 428万 t | 20 |
| 金 | 1818 t | 4.2万 t | 23 |
| チタン | 645万 t | 1.73億 t | 27 |
| 銅 | 903万 t | 3.52億 t | 39 |
| 石油 | 29.9億 t | 1328億 t | 45 |
| 天然ガス | 19.3億 t | 1018億 t | 53 |
| ニッケル | 87.2万 t | 4900万 t | 56 |
| 鉄 | 9.83億 t | 661億 t | 67 |
| コバルト | 4.34万 t | 331万 t | 76 |
| 石炭 | 34.7億 t | 5158億 t | 148 |
| アルミニウム | 1.14億 t | 218億 t | 192 |

出典：
「廃棄物工学」
表1.3、p26

リサイクルの目的と優先順位③

| 飲料容器のリサイクル目的 適合性評価(例) | | 中古自動車・参考 | 飲料容器 | | | | | | | | |
|--------------------------|--------------|----------|-------|------|--------|-------|--------|-------|-------|----|---|
| | | | スチール缶 | アルミ缶 | アルミボトル | ガラスビン | PETボトル | 塩ビボトル | 紙カートン | 紙缶 | |
| 収益リサイクル | 収益確保 | ◎ | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 資源リサイクル | 地球資源保全 | | △ | △ | △ | × | ○ | △ | × | × | |
| | 資源セキュリティ確保 | | △ | △ | △ | × | △ | △ | × | × | |
| 省エネルギーリサイクル | 省エネ効果と温暖化抑制 | | ○ | ◎ | ◎ | △ | △ | △ | △ | △ | |
| 環境保全リサイクル | 埋立容積負荷軽減 | | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | △ | △ | |
| | 汚染防止(重金属など) | | × | × | × | × | × | × | × | × | |
| | 景観保護(散乱抑制) | | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ○ | ○ | |
| | 処理費用軽減(焼却など) | | × | × | × | × | × | × | × | × | |
| 理念リサイクル | 環境意識の向上 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | △ | |

リサイクルの目的と優先順位③

| リサイクル飲料容器の 容器適合性評価(例) | 重要性 | スチール缶 | アルミ缶 | アルミボトル | ガラスビン | PETボトル | 塩ビボトル | 紙カートン | 紙缶 |
|--------------------------|-----|-------|------|--------|-------|--------|-------|-------|----|
| 内容物の適用範囲(圧力、温度、酸) | A | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ○ | ○ | △ | △ |
| 分別の容易さ(混合のし難さ) | A | ○ | ○ | ◎ | ○ | ○ | ○ | △ | × |
| 積載容易性(強度)(輸送、貯蔵) | B | ◎ | ◎ | ◎ | ○ | ◎ | ○ | △ | × |
| 素材の複合性(分離不要性) | A | ○ | ◎ | ◎ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 資源化必要エネルギー | A | △ | ◎ | ◎ | △ | ○ | ○ | ◎ | ◎ |
| 重量 | B | ◎ | ◎ | ◎ | △ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ |
| 耐久性 | C | ◎ | ◎ | ◎ | ○ | ○ | ○ | △ | × |
| 資源化商品価値 | A | ○ | ◎ | ◎ | △ | ○ | × | × | × |
| 内容透視性 | C | × | × | × | ◎ | ◎ | ◎ | × | × |
| 使用途中保存性 | B | △ | △ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | △ | △ |
| 容器費用 | C | ◎ | ○ | △ | ○ | ○ | △ | ◎ | ◎ |
| 総合評価 | | ○ | ◎ | ◎ | △ | ◎ | × | × | × |

ライフスタイルとリサイクルのまとめ①

ライフスタイルと社会システム

- ・ われわれは、わずかな利便性と快適性のために、無意識に多くの資源とエネルギーを使っている。
- ・ ライフスタイル・ビジネススタイル・社会システムの変革で、技術革新と関係なく環境負荷を減らせる方法は多い。
- ・ 環境問題は日常生活に結びつけて具体的に考えるのが有益。抽象的な総論はもう十分。

ライフスタイルとリサイクルのまとめ② リサイクル

1. 収益性のないリサイクルは、リサイクルの目的を明確にし、社会的な合意形成を図る(省資源? 省エネ? 汚染防止?)。
2. 同じリサイクルでも、効率の視点から対象品目を選ぶ。
(紙:オフィス用紙? 包装用紙? プラスチック:飲料容器? 包装容器?)
3. 複数の資源化方法がある場合は、費用対効果を定量的に評価し最適な方法を採用する(プラスチック : 焼却発電? 再生資源化?)。
4. リサイクルの費用には、排出者の分別、貯蔵、収集、輸送、資源化处理、販売まですべてを含める。分別品目と回収頻度の増大による人件費の負担、回収車両のエネルギー消費も定量的に考慮する
5. 飲料容器リサイクルは、容器を限定し集約化することで、分別・収集・選別の費用を減らせないか? スチール缶とアルミ缶の両方が必要か?
6. プラスチックのリサイクルは、焼却発電より有意義か?
7. 「混ぜればごみ、分ければ資源」もあれば、「混ぜても分けてもごみ」もある。