

産業・環境技術政策論 第5回

循環型社会

Recycling-Based Society

長岡技術科学大学

大学院工学研究科

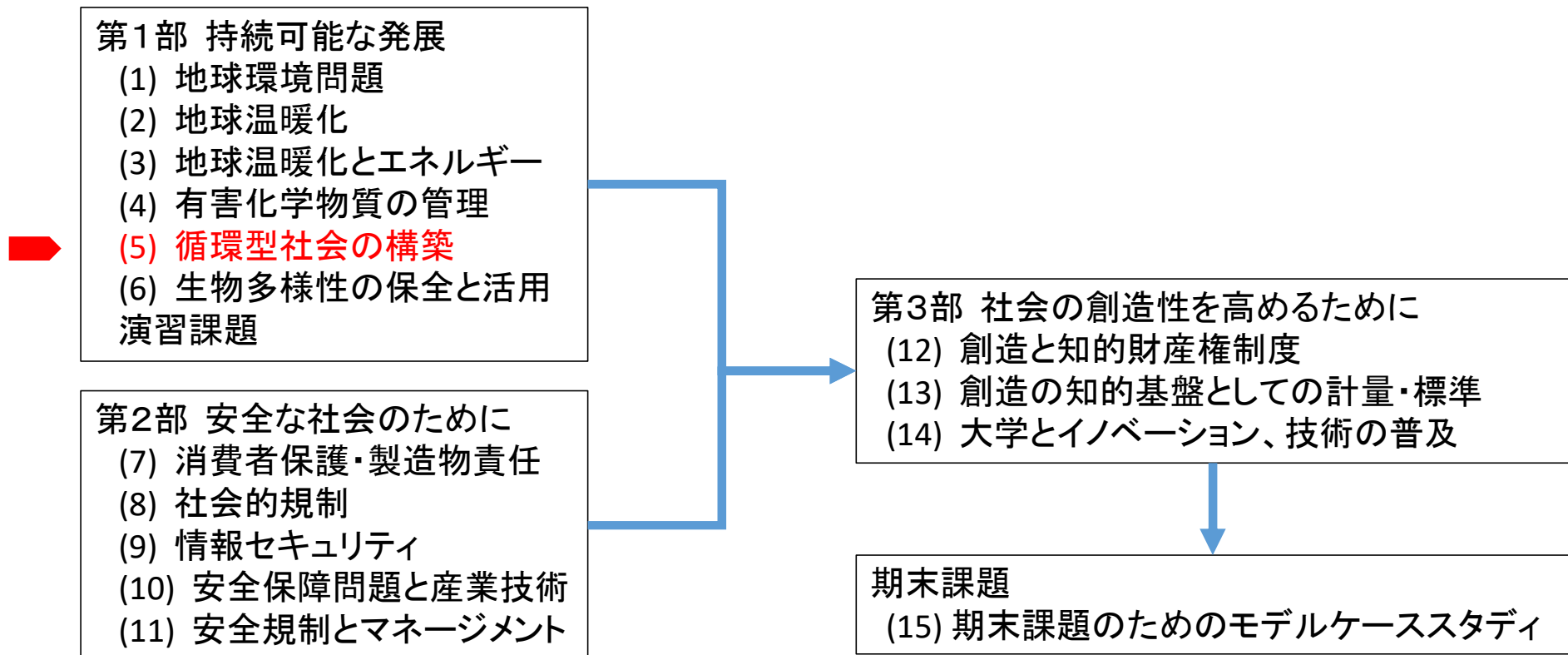
システム安全工学専攻

教授 山形 浩史

yamagata@vos.nagaokaut.ac.jp



産業・環境技術政策論 講義の流れ



循環型社会 講義内容

【日本の廃棄物処理の歴史】

- 江戸時代から現代まで
- 収集対象区域の拡大
- ゴミ処理量の推移

【廃棄物処理法】

- 概要
- 廃棄物の分類
- 事業者の処理責任範囲
- マニフェスト制度
- 産業廃棄物の不法投棄
- 日本の物質フロー

【循環型社会形成への努力】

- 循環型社会形成推進基本法
- 資源有効利用促進法
- 容器包装リサイクル法
- 家電リサイクル法
- 食品リサイクル法
- 建設リサイクル法
- 自動車リサイクル法
- 小型家電リサイクル法
- グリーン購入法
- 物質フローの変化

【Discussion】

- 残された課題

日本の廃棄物処理の歴史

江戸時代

野焼き、空き地や川への不法投棄

「会所地」へのゴミ捨て

1649 「会所地」へのゴミ捨て禁止

1655 永代嶋への埋立、現在の江東区に多くの埋立場

1662 幕府公認のゴミ運搬の組合

ゴミ処理

生ゴミ、排泄物 => 肥料 => 江戸周辺の農家

提灯、傘の張り替え屋

古道具屋、古着屋、空き樽屋、ぼろ屋等

紙屑拾い => 浅草紙

リサイクル

日本の廃棄物処理の歴史

明治時代～戦後

1900 汚物掃除法、市町村に市内の清掃を義務付け。
「なるべく焼却すべし」 ⇒ 野焼き

戦後 都市への人口集中 ⇒ ごみ問題の深刻化
不法投棄、野積み ⇒ ハエ・蚊の大量発生、伝染病
人力による運搬には限界

1954 清掃法、市町村による収集・衛生的処理、
住民の協力を義務付け、国が財政的・技術的支援

1963 生活環境施設整備緊急措置法
ごみ焼却施設の導入(家庭ゴミ)



東京都第五清掃工場(1958) 5

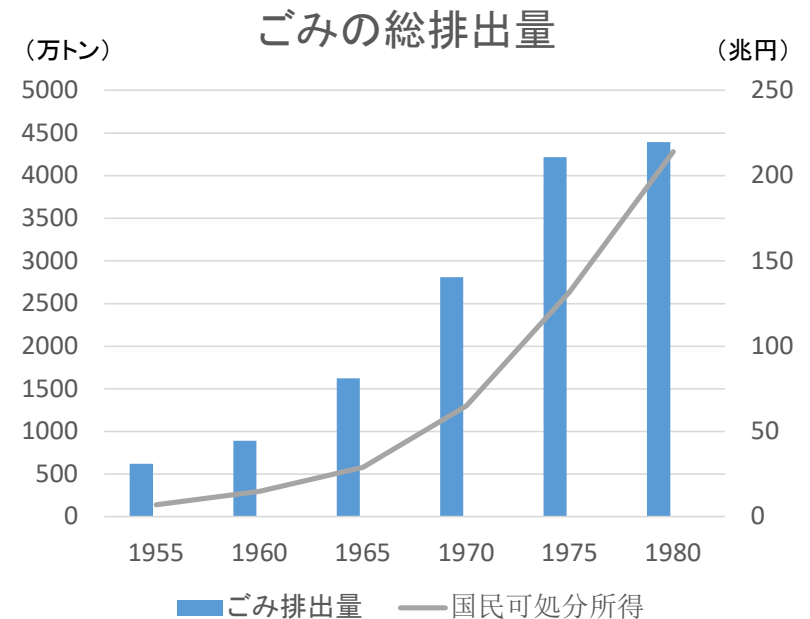
日本の廃棄物処理の歴史

高度経済成長期

大量生産・大量消費、
建設廃材 => 不法投棄
プラスチックの普及

1970 廃棄物処理法、
一般廃棄物の処理を市町村に
産業廃棄物の処理を事業者^に義務付け

1977 最終処分場の類型：
遮断型（水銀、カドミウム、PCB）
管理型（タールピッチ、木くず、動物の死体）
安定型（廃プラスチック、ガラス、陶磁器）

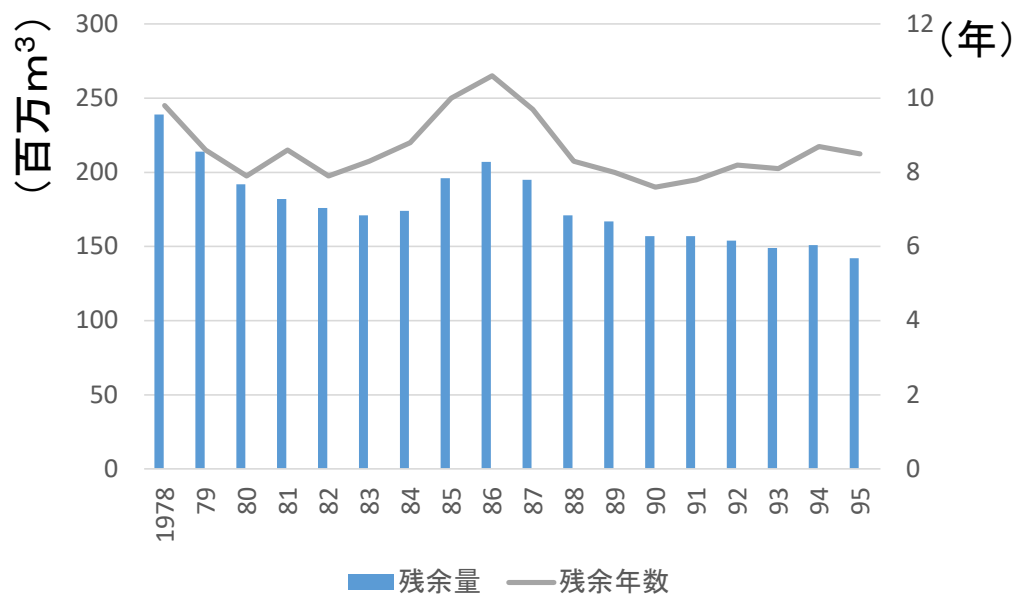


日本の廃棄物処理の歴史 バブル期

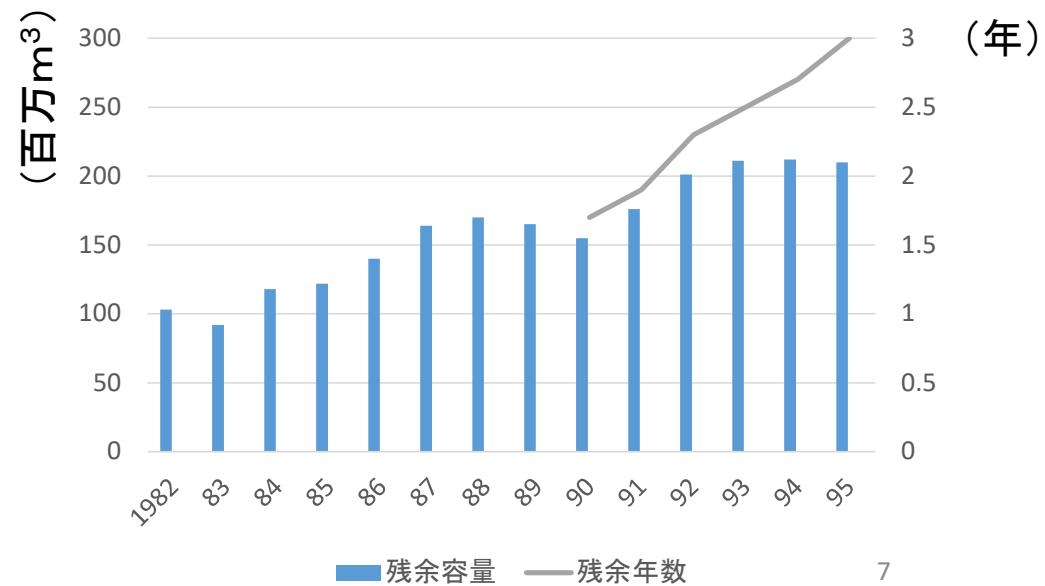
バブル景気 => 消費増大、生産拡大

大型家電、容器包装、ペットボトルの普及 => 最終処分場の逼迫

最終処分場の残余容量と残余年数(一般廃棄物)



最終処分場の残余容量と残余年数(産業廃棄物)



日本の廃棄物処理の歴史

バブル期(1980年代～1990年代前半)

バブル景気 => 消費増大、生産拡大

大型家電、容器包装、ペットボトルの普及 => 最終処分場の逼迫



大規模不法投棄

◆香川県豊島の産業廃棄物不法投棄問題

昭和50年代後半～平成2年 豊島総合観光開発(株)が香川県豊島にシュレッダーダスト等を搬入

当初想定50万トン => 最終的に91万トン 564億円



=>



ラブキャナル事件（米国での不法投棄事件）

- 米国ニューヨーク州ナイアガラ・フォールズ市の化学品メーカーが、建設途中で計画が中止された運河ラブ・キャナルを購入し、1942～1952年にかけて、その当時は適法な許可に基づき様々な化学物質（酸、塩化物、メルカプタン、フェノール類、トルエン、農薬、クロロベンゼン、硫化物など）を含む2万1千トンを超える廃棄物をラブ・キャナルに投棄。
- その後、運河は埋め立てられ、市に、「一切のトラブルの責任は負わない」という条件をつけて1ドルで売却された後、跡地には小学校や住宅が建てられたが、大雨が降るたびに、ラブ・キャナル周辺では悪臭が漂い、汚水が染み出すようになり、周辺住民の間で流産や奇形児、ガン患者が増加。
- 1978年の調査では、PCB、DDT、高濃度のダイオキシンなど82種類の有害化学物質が検出され、ニューヨーク州が土地の買い上げを発表するとともに、カーター大統領は買い上げに係る緊急財政支援を承認。1980年には、カーター大統領が非常事態宣言を発令。本事件により移転を余儀なくされた住民は約900家族。



出典：Roosevelt University

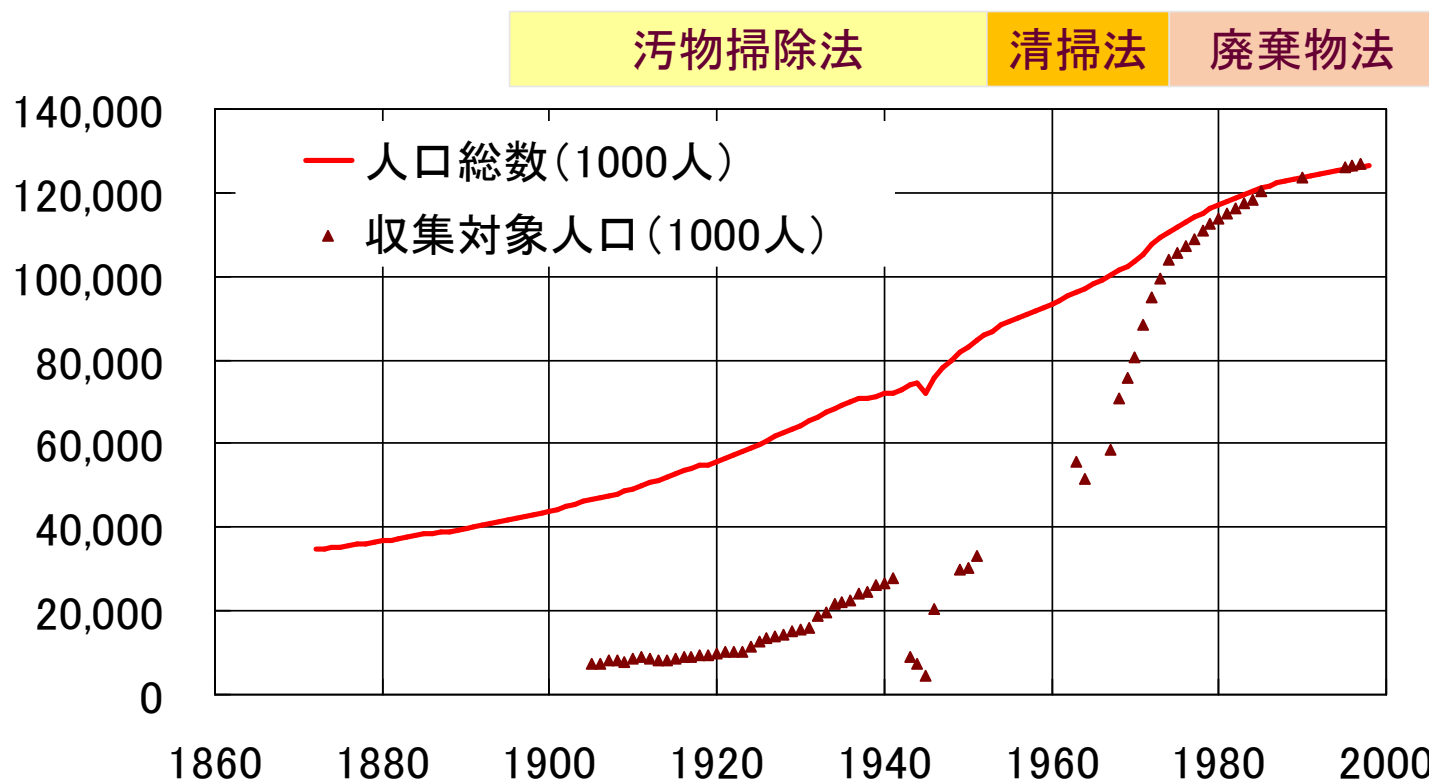
出典：環境省「環境白書（平成16年）」

日本の廃棄物処理の歴史

1990年代～21世紀

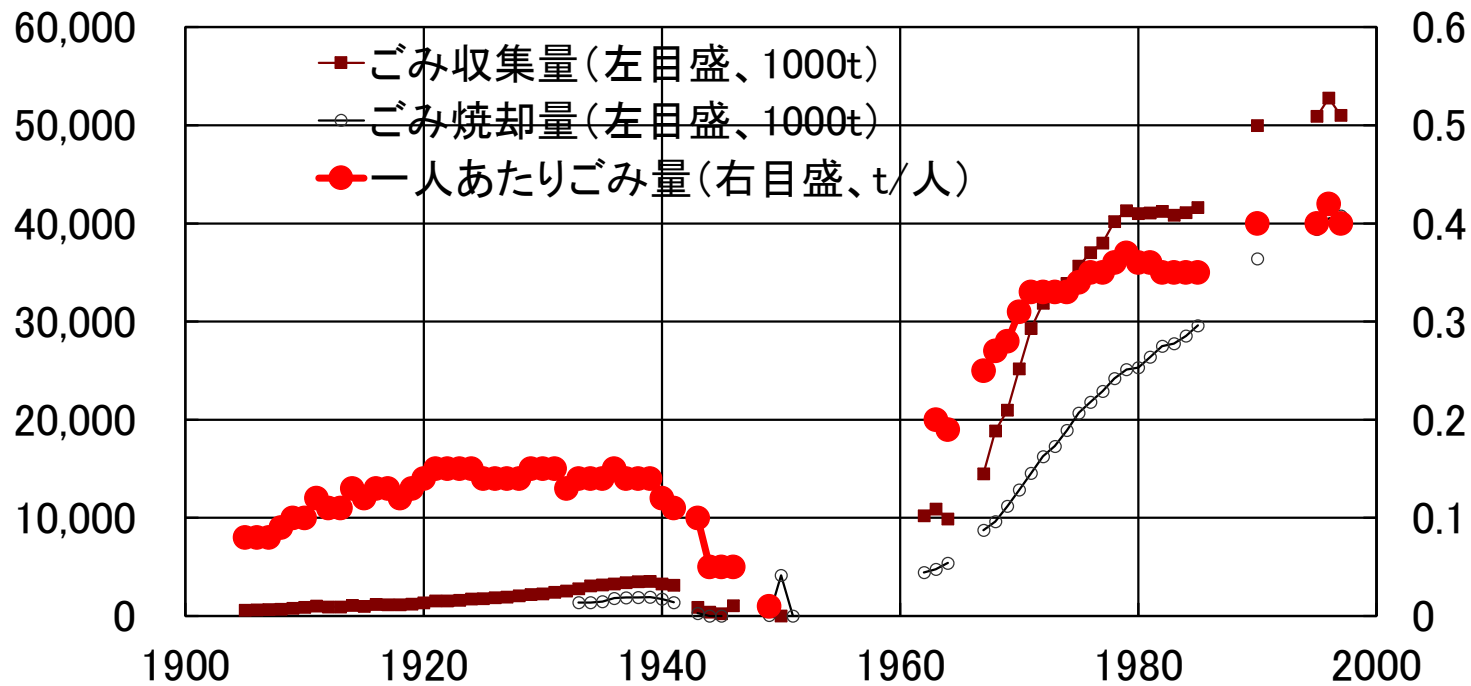
- 1991 廃棄物処理法改正、排出抑制と分別・再生
- 1991 資源の有効な利用の促進に関する法律
- 1995 容器包装リサイクル法
- 1998 家電リサイクル法
- 2000 循環型社会形成推進基本法
資源の循環的利用と廃棄物処理についての優先順位(①発生抑制(Reduce)、
②再使用(Reuse)、③再生利用(Recycle)、④熱回収、⑤適正処分)
- 2000 食品リサイクル法
建設リサイクル法
- 2002 自動車リサイクル法
- 2012 小型家電リサイクル法

廃棄物収集対象区域の拡大



注: 1951年以前の数値は汚物掃除法施行区域内の総戸数×5(平均世帯人員数)により推計。
1962年以降の数値は自治省「公共施設状況調べ」。

ごみ処理量の推移：1905-2000



注：1951年以前の数値は汚物掃除法施行区域内の塵芥搬出量及び焼却量。「一人あたりごみ量」は施行区域内戸数×5(平均世帯人員数)により対象人口を推計して求めた。1962年以降の数値は自治省「公共施設状況調べ」。

廃棄物処理法の概要

正式名称：廃棄物の処理及び清掃に関する法律（1970年）

目的：①廃棄物の排出抑制、②廃棄物の適正な処理、③生活環境の清潔保持により、生活環境の保全と公衆衛生の向上をはかる。

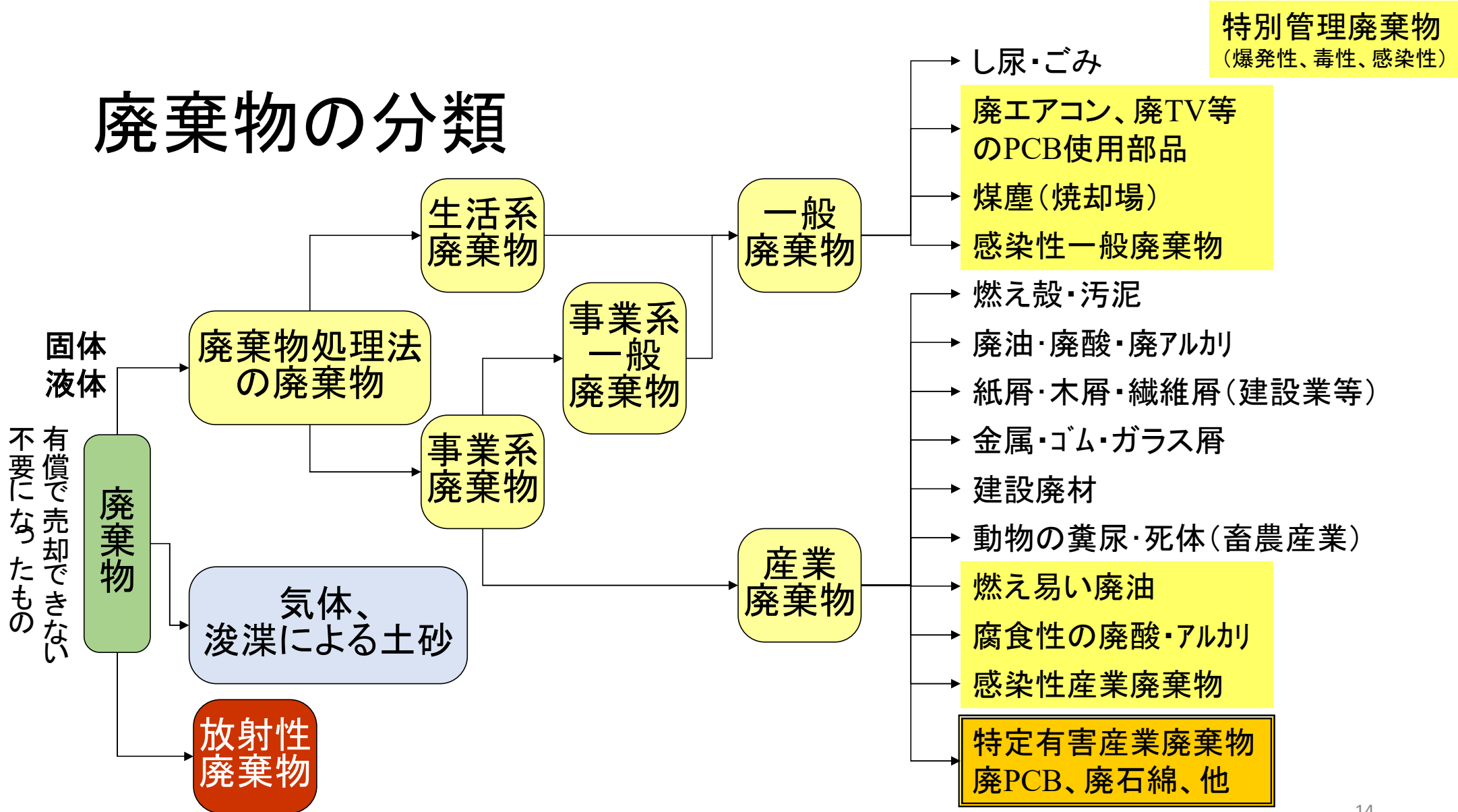
処理責任： 一般廃棄物 → 市町村
産業廃棄物 → 事業者

廃棄物処理業、処理施設の許可、指導監督

マニフェスト制度（産業廃棄物管理票）

投棄禁止、野外焼却禁止、罰則

廃棄物の分類



事業者の処理責任範囲の拡大

| 排出源 | 排出物の種類 | 清掃法 1954年 | 廃棄物処理法 | | |
|-----|--------------------|----------------------------------|-----------|-----------|--------|
| | | | 1970年 | 1991～ | 1997年～ |
| 住民 | し尿、ごみ 感染性廃棄物等 | 「産業廃棄物」という概念も、廃棄物の種類に関する区別もなかった。 | 一般廃棄物 | 生活系廃棄物 | |
| 産業 | 紙屑等 | | | 特別管理一般廃棄物 | |
| | 燃え殻・汚泥・廃油等 | | 事業系一般廃棄物 | | |
| | 腐食性廃酸・廃アルカリ、感染性廃棄物 | | 産業廃棄物 | 産業廃棄物 | |
| | 廃PCB、廃石綿等 | | 特別管理産業廃棄物 | 特定有害産業廃棄物 | |



内は事業者の責任範囲

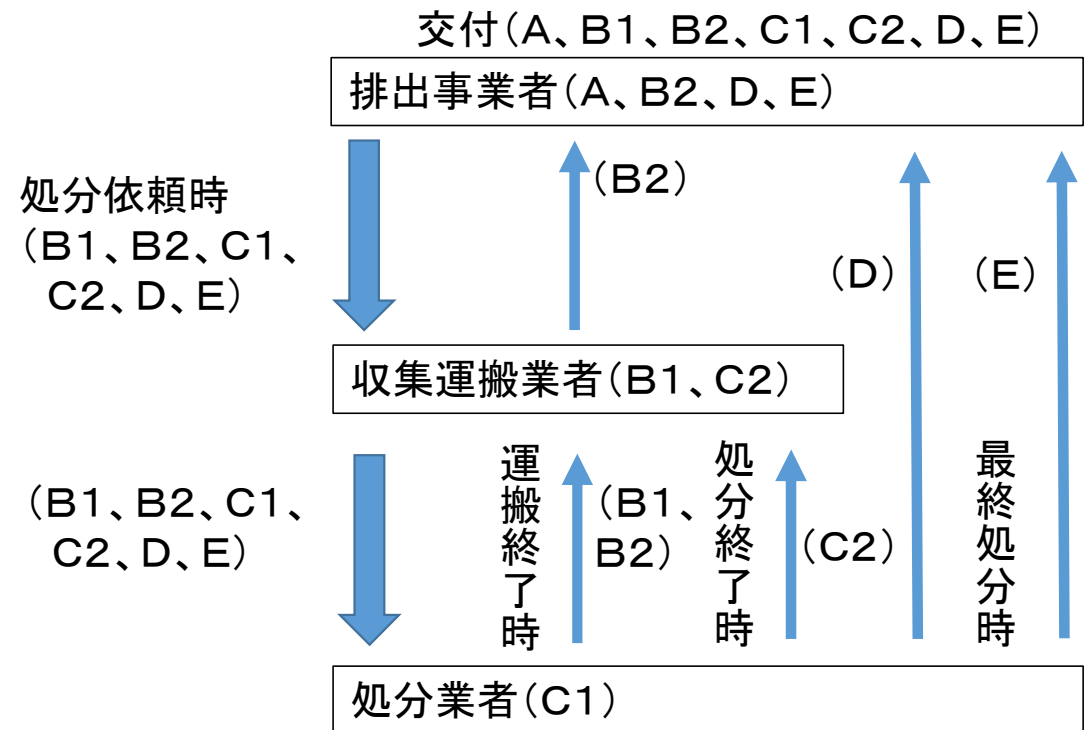


はマニフェスト制度の対象

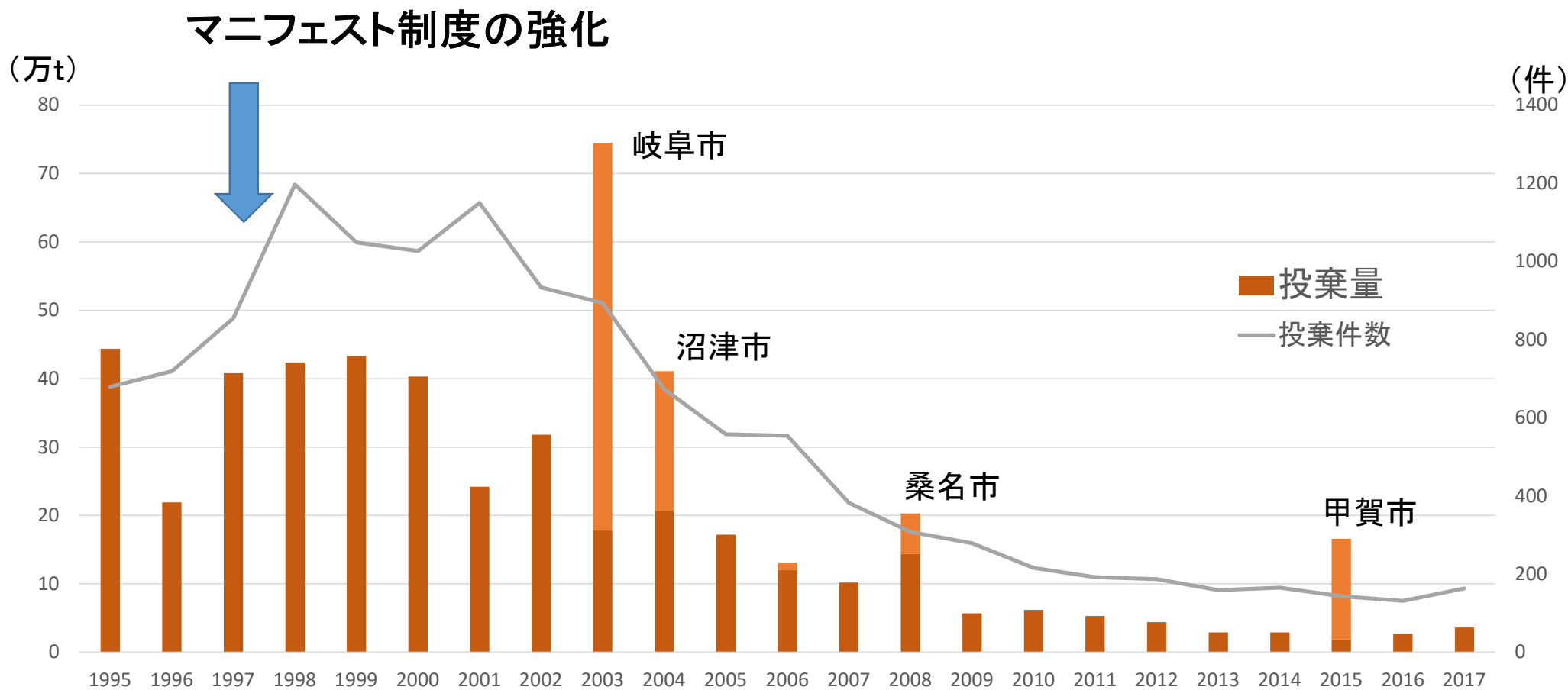
産業廃棄物に関する規制強化(1997年)

1. 排出事業者責任の徹底
 - マニフェスト制度の強化
 - 原状回復命令の拡充
2. 不適正処理対策
 - 処理業者・施設の許可要件の強化
 - 罰則(罰金)の強化
3. 適正な処理施設の確保
 - 廃棄物処理施設設置手続きの強化・透明化
 - 優良施設整備の支援

紙マニフェストの運用

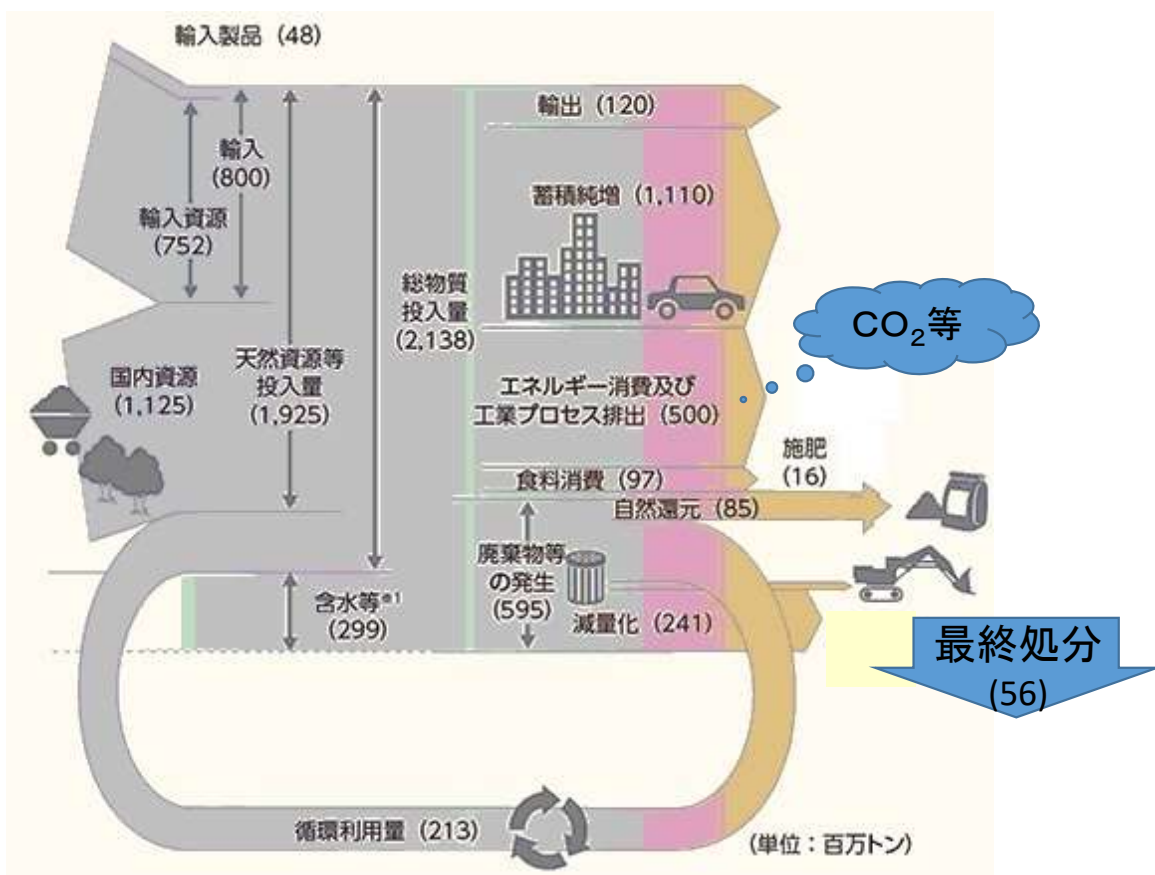


産業廃棄物の不法投棄件数及び投棄量 (新規判明事案)



出典: 環境白書令和元年版

日本の物質フロー(2000年)



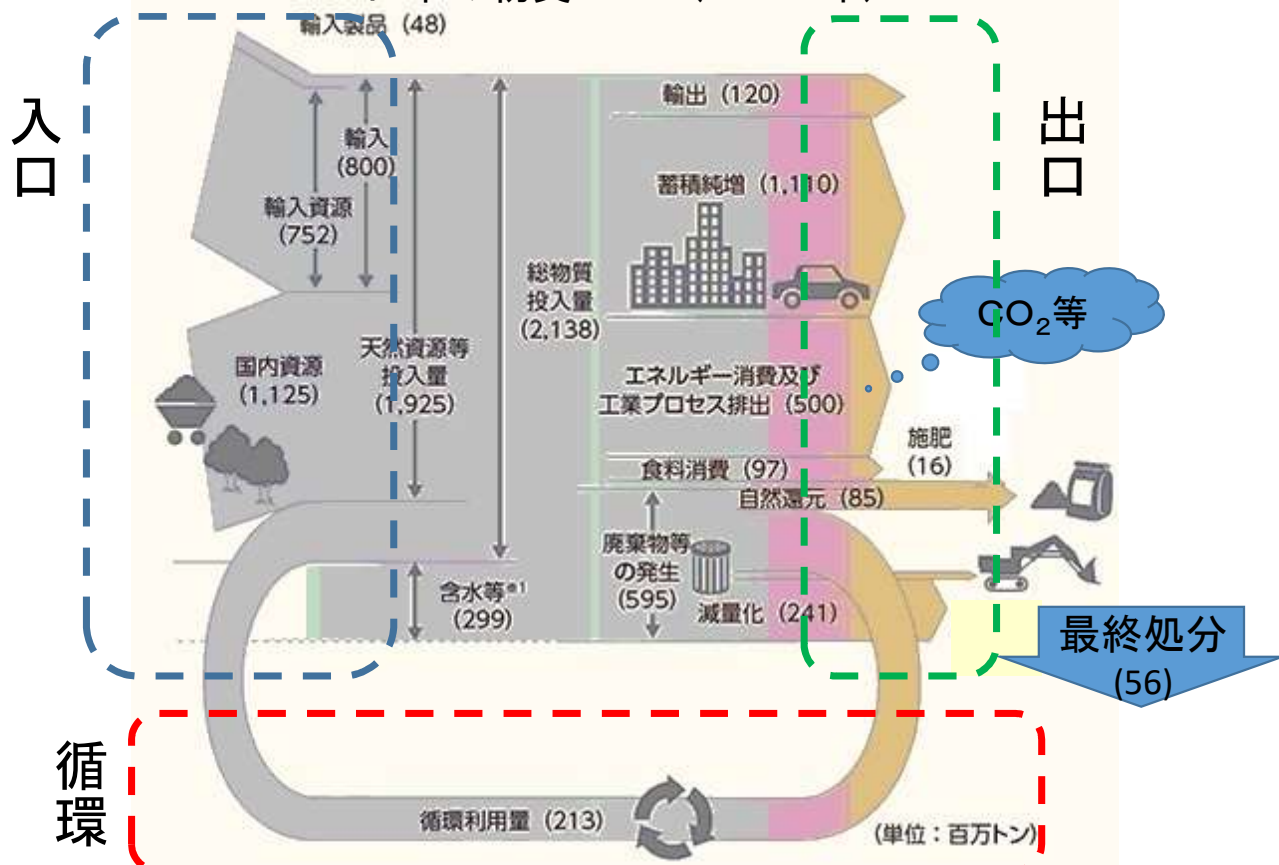
Discussion:
最終処分量、CO₂等
排出量を減らすにはど
うすればいいか?

*1 含水等: 廃棄物等の含水等(汚泥、家畜糞尿、尿尿、廃酸、廃アルカリ)及び経済活動に伴う土砂等の随伴投入(鉱業、建設業、上水道行の汚泥及び鉱業の鉱滓)

出典: 環境白書(平成27年)

物質フロー指標

日本の物質フロー(2000年)



循環型社会形成推進基本計画

入口：資源生産性(GDP/投入量)

- 一次計画 39 万円/トン(2010年度目標)
- 二次計画 42 万円/トン(2015年度目標)
- 三次計画 46 万円/トン(2020年度目標)
- 四次計画 49 万円/トン(2025年度目標)

循環：循環利用率 $(\frac{\text{循環利用量}}{\text{循環利用量} + \text{天然資源等投入量}})$

- 一次計画 14% (2010年度目標)
- 二次計画 14~15% (2015年度目標)
- 三次計画 17% (2020年度目標)
- 四次計画 18% (2025年度目標)

出口：最終処分量

- 一次計画 28 百万トン(2010年度目標)
- 二次計画 23 百万トン(2015年度目標)
- 三次計画 17 百万トン(2020年度目標)
- 四次計画 13 百万トン(2025年度目標)

一次は2003年、二次は2008年、三次は2013年、四次は2018年に策定

※1含水等：廃棄物等の含水等(污泥、家畜糞尿、尿尿、廃酸、廃アルカリ)及び経済活動に伴う土砂等の随伴投入(鉱業、建設業、上水道の污泥及び鉱業の鉱滓)

出典：環境白書(平成27年)

循環型社会形成への法体系

環境基本法(1993)

基本理念

循環型社会形成推進基本法(2000)

基本的枠組み

廃棄物処理法(1970)

資源有効利用促進法(1991)

一般的枠組み

容器包装リサイクル法
(1995)

家電リサイクル法
(1998)

建設リサイクル法
(2000)

食品リサイクル法
(2000)

自動車リサイクル法
(2002)

小型家電リサイクル法
(2012)

個別品目の特性
に応じた法規

グリーン購入法(2000)

国等が率先

Discussion: 循環型社会とは？

Discussion: 優先順位は？

処分 (disposal)

熱回収 (thermal recycle)

廃棄物発生抑制 (reduce)

再使用 (re-use)

再生利用 (material recycle)

循環型社会形成推進基本法(2000年)

循環型社会の定義【2条】

- ① 廃棄物の発生抑制
- ② 適正な循環的利用
- ③ 廃棄物の適正処分

により天然資源の消費を抑制し、環境負荷ができる限り低減される社会

優先順位【6条、7条】

廃棄物発生抑制(reduce)

再使用(re-use)

再生利用(material recycle)

熱回収(thermal recycle)

処分(disposal)

各主体の役割【9~12条】

国: 総合的施策

地方: 地域に応じた施策

生産者: 拡大生産者責任

国民・事業者: 排出者責任

循環型社会形成推進基本計画【15条】

循環資源の適正な循環的利用

処分のための措置【18条】

国は率先して再生品を利用【19条】

廃棄物発生抑制のための経済的措置【23条】

公共的施設整備【24条】

→ 廃棄物処理法

→ リサイクル法

→ グリーン購入法

循環型社会形成推進基本計画

◆ 第一次循環基本計画(2003年)

ものを大事に使うスローなライフスタイルや環境保全志向の物づくり・サービスの提供などの循環型社会のイメージを示した。

◆ 第二次循環基本計画(2008年)

低炭素社会・自然共生社会への取組との統合を図るとともに、地域の資源に応じた取組を進める観点から「地域循環圏」を構築していくことなどを示した。

◆ 第三次循環基本計画(2013年)

それまで推進していた廃棄物の量に着目した施策に加え、資源利用の質にも着目し、以下の新たな政策

- ① リサイクルに比べ取組が遅れているリデュース・リユースの取組強化
- ② 有用金属の回収
- ③ 安心・安全の取組強化
- ④ 3R国際協力の推進

循環基本計画では循環型社会の形成の進展状況を数値で把握するため、物質フローを作成し、その3つの断面である「入口」、「循環」、「出口」を代表する「資源生産性」、「循環利用率」、「最終処分量」について目標を設定。

拡大生産者責任

(EPR: Extended Producer Responsibility)

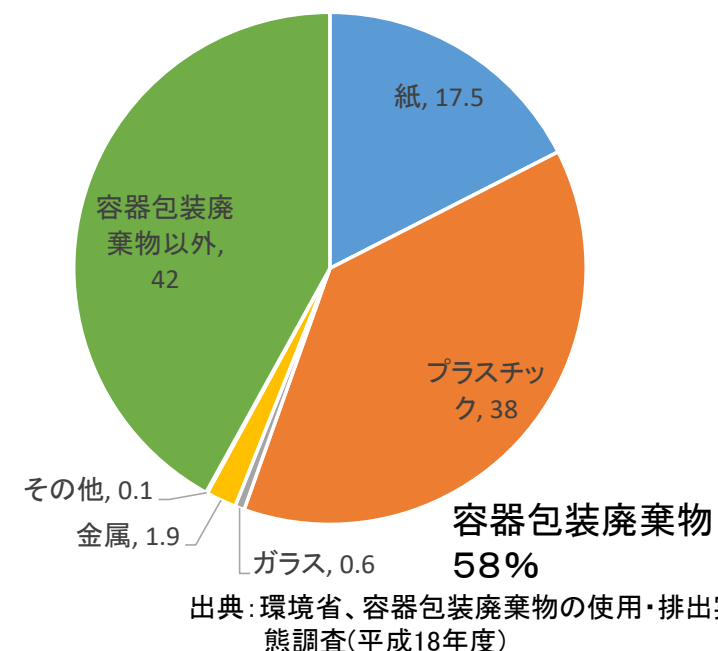
- 容器・包装材／ごみ全体(体積比) = 58%
- 再生資源のダブつき、逆有償の事態が発生。
- 資源の再利用という、経済的誘因が成り立たない事態。
- 事業者自身に、容器包装を再利用する義務を負わせる方向へ(リサイクル責任)。

- 「拡大生産者責任」の概念

EPR: Extended Producer Responsibility

製品の生産者が、製品のライフサイクル全体(生産、流通、消費、廃棄、リサイクル／処分)を通じて、その製品の環境への影響について一定の責任を負うべきとの考え方

家庭ごみの容積比率(2006)



資源有効利用促進法

再生資源の利用の促進に関する法律(1991年)



特定業種(製紙、ガラスびん製造、建設業):

再生資源利用に努力

第1種指定製品(自動車、エアコン、冷蔵庫等):

易リサイクル・易分解設計に努力

第2種指定製品(スチール缶、アルミ缶、PETボトル等): 材質表示義務付け等

資源の有効な利用の促進に関する法律(1999年成立、2000年施行)

リサイクル対策を強化するとともに、廃棄物の発生抑制(リデュース)対策や、再使用(リユース)対策を追加
10業種・69品目(一般廃棄物及び産業廃棄物の約5割をカバー)を本法の対象業種・対象製品

- ◆ 特定省資源業種(紙製造業、製鉄業等、全5業種): 副産物の発生抑制とリサイクルの促進
- ◆ 特定再利用業種(紙製造業、ガラス容器製造業等全5業種): 原材料としての再利用、部品等の再使用
- ◆ 指定副産物(電気業の石炭灰、建設業の土砂・コンクリート塊・木材等): 対象事業者が原料としての再利用
- ◆ 指定省資源化製品(自動車、家電製品、パソコン等 全19品目): 製造業者による原材料の使用合理化、長期間の使用促進等
- ◆ 指定再利用促進製品(自動車、家電製品、パソコン等 全50品目): 製造業者によるリサイクルし易い設計等
- ◆ 指定表示製品(スチール缶・アルミ缶、ペットボトル、小形二次電池等 全7品目): 分別回収を容易にする識別表示
- ◆ 指定再資源化製品(パソコン、小形二次電池): 事業者による回収・リサイクル

容器包装リサイクル法(1995年成立、97年施行)

正式名称: 容器包装に係る分別収集及び再商品化の促進に関する法律

特徴: 拡大生産者責任(EPR)を日本で初めて取り入れ(再商品化の物理的・財政的責任)

役割分担: 消費者: 分別排出

市町村: 分別収集

事業者: リサイクル(分別収集された容器包装の再商品化義務)

分別収集の対象となる容器包装:

ガラス容器

PETボトル

紙製容器包装

プラスチック製容器包装、発砲スチロールトレイ

スチール缶

アルミ缶

紙パック

段ボール

特定事業者¹に再商品化義務



容器・包装を製造する、利用する、
付いた商品を輸入する事業者
(小規模事業者を除く)

再商品化の3ルート

① 自主回収ルート



② 独自ルート

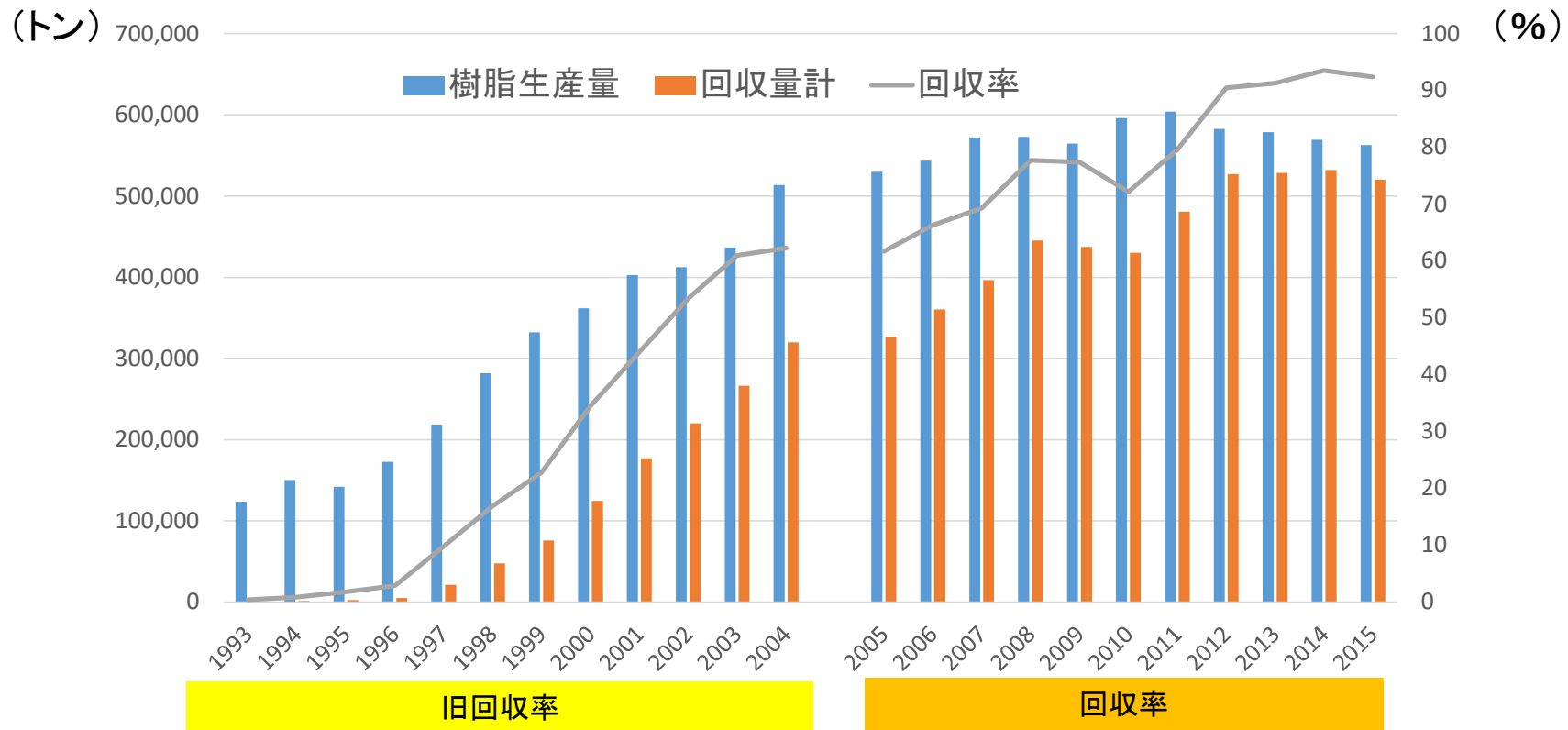


③ 指定法人(日本容器包装リサイクル協会)ルート



※ 指定法人への委託料 = 排出見込み量(前年度の包装量 - 自主・独自回収量)
× 算定係数(再商品化すべき割合 例: PETボトル利用 約0.5)
× 委託単価(例: 2.3円/kg)

PETボトルの回収率

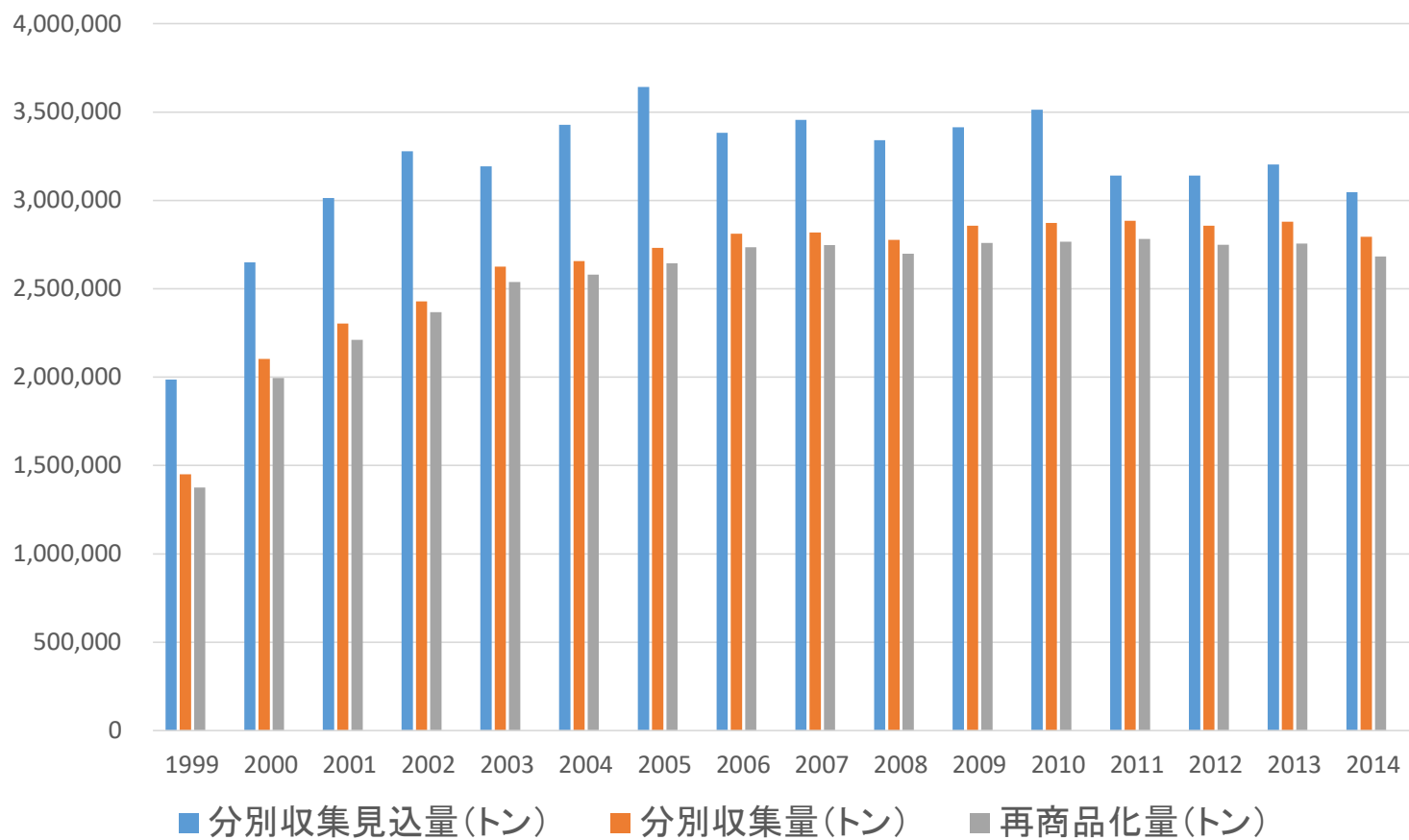


$$\text{旧回収率} = \frac{\text{市町村分別収集量} + \text{事業系回収量}}{\text{指定PETボトル用樹脂生産量}}$$

$$\text{回収率} = \frac{\text{市町村分別収集量} + \text{事業系回収量}}{\text{指定PETボトル用樹脂販売量}}$$

出典：PETボトルリサイクル推進協議会HP

容器包装リサイクル法に基づく分別収集・再商品化の実績 (全対象容器包装)



家電リサイクル法(1998年制定、2001年施行)

正式名称: 特定家庭用機器再商品化法

対象機器: 家庭用エアコン

テレビ(ブラウン管式、液晶式、プラズマ式)

電気冷蔵庫、電気冷凍庫(2004年追加)

電気洗濯機、衣類乾燥機

下線は2009年追加

Discussion: 容器包装と家電の違いは何か？

それによって各主体の役割、対策は異なるのか？

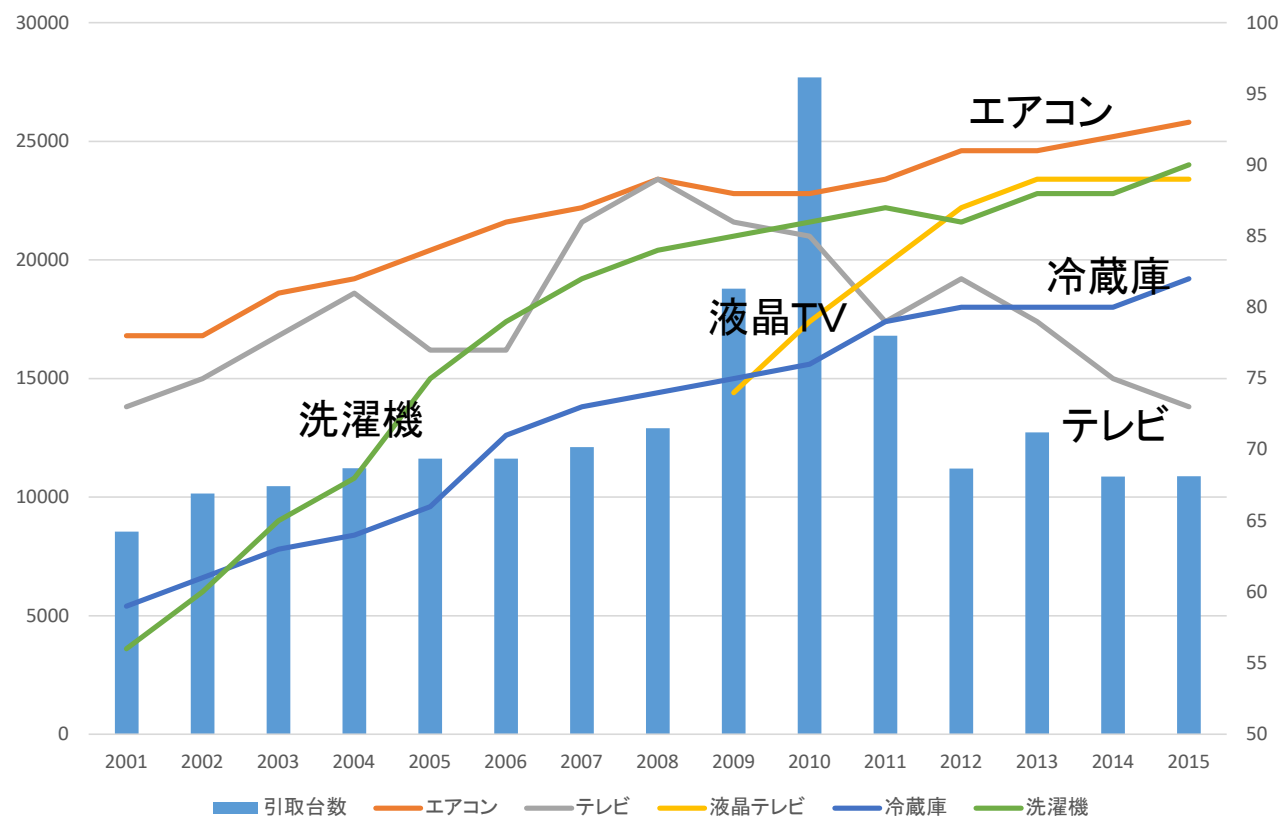
家電リサイクル法（1998年制定、2001年施行）

対象機器： 家庭用エアコン、テレビ（ブラウン管式、液晶式、プラズマ式）
電気冷蔵庫、電気冷凍庫、電気洗濯機、衣類乾燥機

家電の特徴： 排出量が比較的多い
有用な資源を含む
自治体における処理が困難
製造業者の特定が容易

役割分担： 排出者（消費者等）： 引き渡し、運搬・リサイクル費用負担
販売業者： 買い替えの際の引き取り、製造業者への引き渡し
製造業者： 製造した機器の引き取り、リサイクル

引取り台数と再商品化率の推移



再商品化等基準(2009年度より)

エアコン(70%以上)

洗濯機等(65%以上)

冷蔵庫等(60%以上)

ブラウン管テレビ(55%以上)

液晶・プラズマテレビ(50%以上)

食品リサイクル法（2000年制定、2001年施行）

正式名称： 食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律

背景： 生産・流通段階において消費者の過度な鮮度志向等の要因により大量に食品が廃棄
消費段階においては大量の食べ残しが発生
肥料や飼料等に再生利用することが可能であるにもかかわらず、利用されずに大量に廃棄

食品循環資源： 食品廃棄物であって、飼料・肥料等の原材料となるなど有用なもの
再生利用： 食品循環資源を飼料・肥料として利用すること
再生利用等： 再生利用、発生抑制、減量（乾燥・脱水等）

食品関連事業者： 食品廃棄物等の発生を抑制する
食品廃棄物等のうち食品循環資源については、再生利用に取り組む
再生利用できない食品循環資源については、処理時の熱回収を行う
食品廃棄物等の減量に取り組む

国民： 食品の購入または調理の方法の改善による食品廃棄物等の発生抑制
再生利用製品の使用による再生利用促進

肥飼料化等を行なう場合には、廃棄物処理法や肥料取締法などが定める許可・届出などを簡素化する。

食品廃棄物のリサイクルの状況

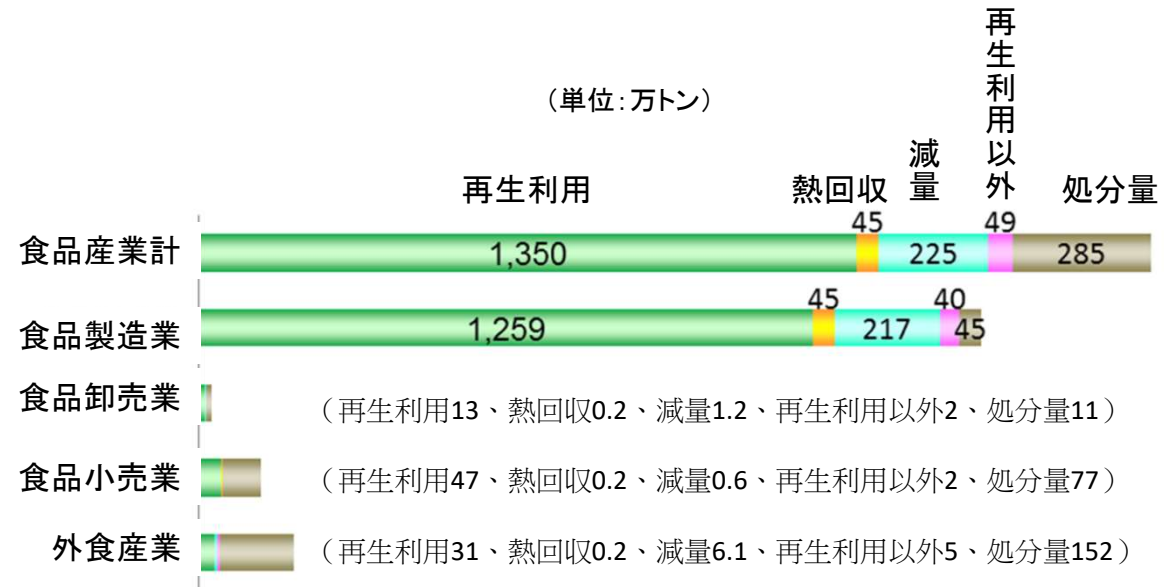
Discussion: 何が問題か議論せよ

食品廃棄物の発生及び処理状況(平成25年度)

| | 発生量 | 処分量 | | | | |
|-------|-------|----------|-------|-----|-----|-----|
| | | 焼却・埋立処分量 | 再生利用量 | | | 計 |
| | | | 肥料化 | 飼料化 | その他 | |
| 一般廃棄物 | 1,416 | 1,219 | — | — | — | 197 |
| うち家庭系 | 870 | 813 | — | — | — | 57 |
| うち事業系 | 546 | 406 | 47 | 49 | 44 | 140 |
| 産業廃棄物 | 260 | 49 | 36 | 154 | 21 | 211 |
| 合計 | 1,676 | 1,269 | — | — | — | 408 |

出典:環境省、環境白書(平成28年)

食品廃棄物等の再生利用等実施量(平成26年度)



出典:環境省、食品産業の現状と推移

建設リサイクル法(2002年施行)

正式名称: 建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律

対象工事: 一定規模以上の解体、新築工事等
建築(解体80m²、新築500m²、修理1億円)
土木工作物(金額500万円以上)

対象事業者: 対象建設工事の受注者(下請含む)
特定建設資材を対象に分別解体及び再資源化等を義務付け

特定建設資材: コンクリート(二次製品含む)
木材
アスファルト・コンクリート塊

} 建設廃棄物の3割相当

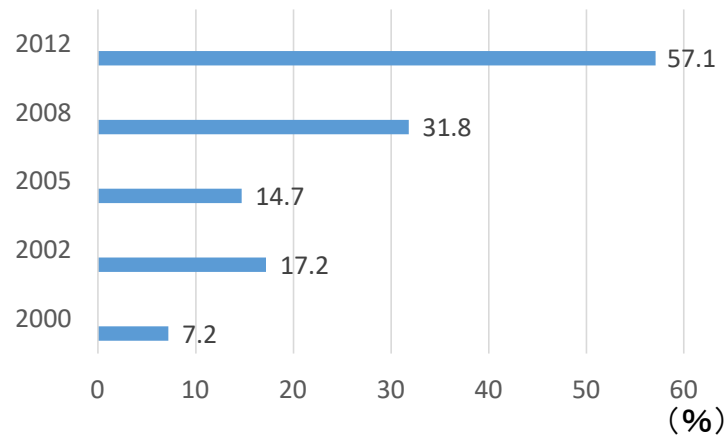
解体工事業者: 都道府県知事への登録制度
技術管理者の選任を義務付け

建設廃棄物の状況

再資源化率等の実績

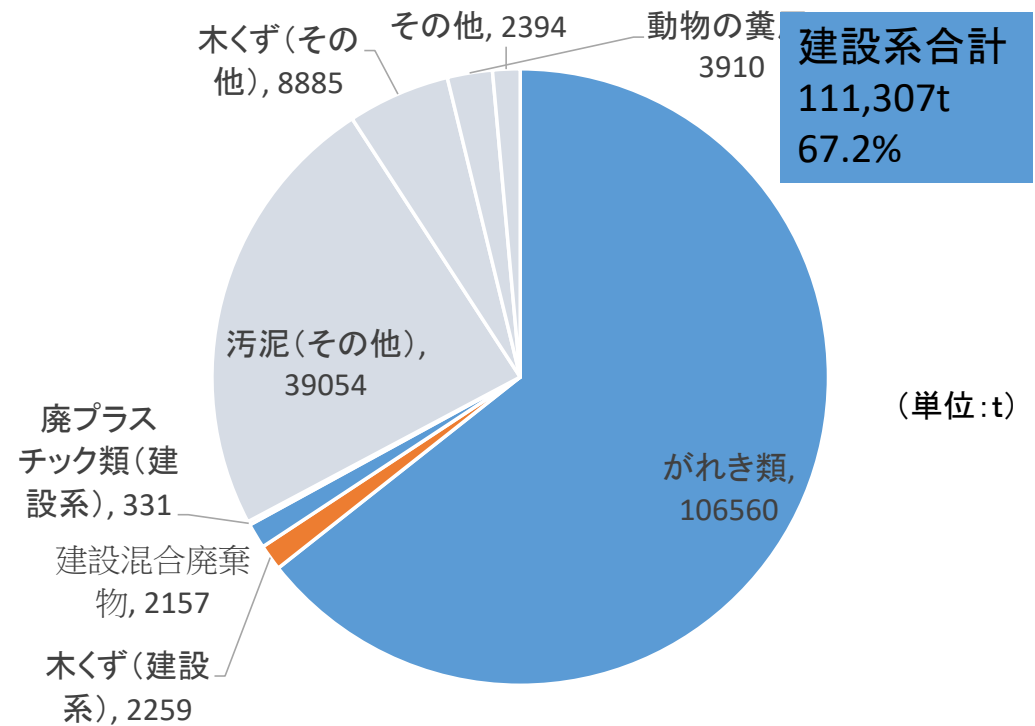
コンクリート: 99.3%(2012年)
 アスファルト・コンクリート塊: 99.5%(2012年)
 建設発生木材: 94.4%(2012年)

建設混合廃棄物:



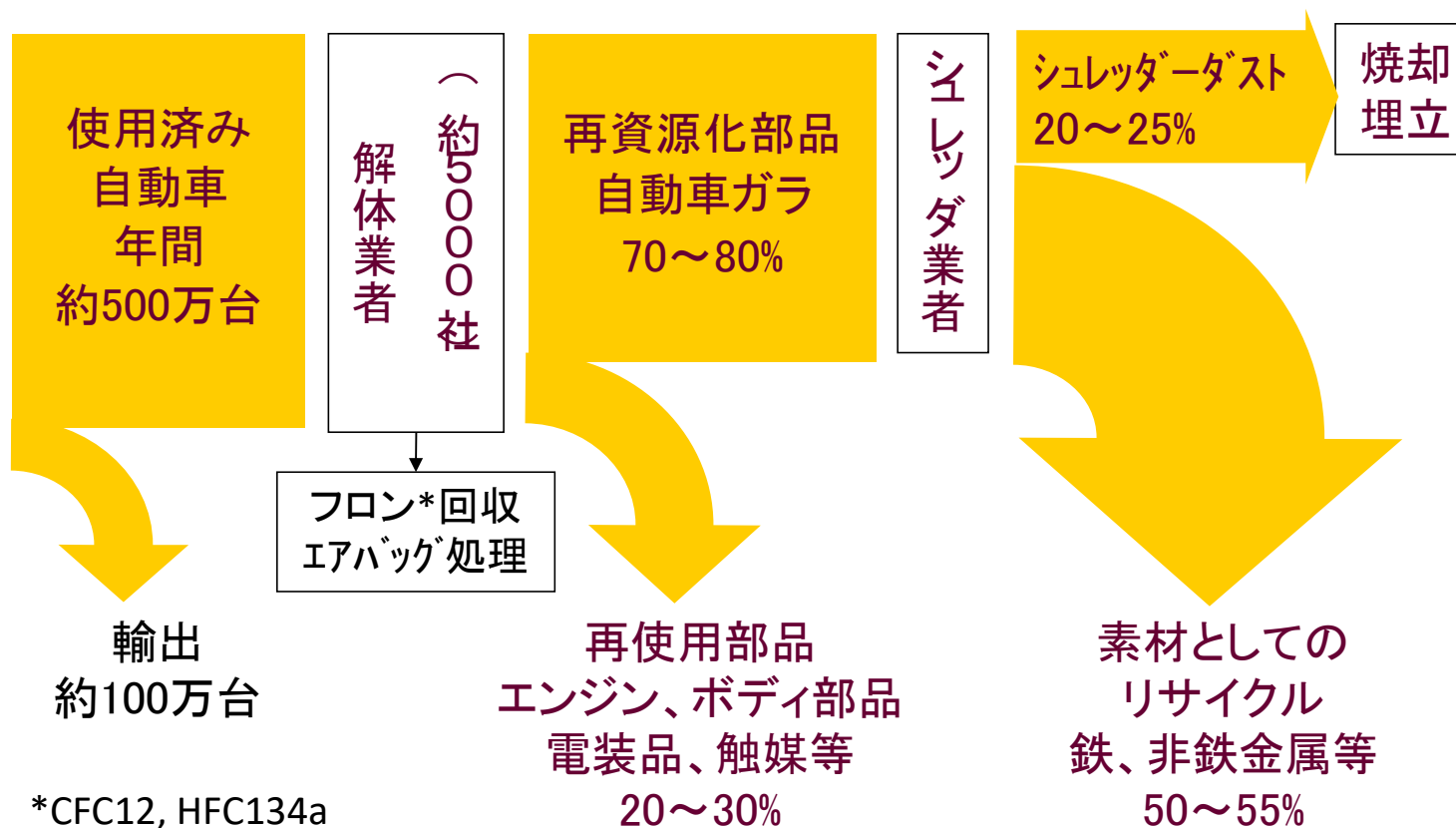
出典:国土交通省、平成24年度建設副産物実態調査

不法投棄量(2015年度)



出典:環境省、産業廃棄物の不法投棄等の状況(平成27年度)

自動車リサイクル法施行前の状況



自動車リサイクル法(2002年制定、2005年施行)

| | |
|----------------------------|---|
| 正式名称 | 使用済み自動車の再資源化等に関する法律 |
| 製造業者 輸入業者 | 「拡大生産者責任」の考え方にに基づき、自らが製造・輸入した自動車を使用済みとなった場合、その自動車から発生するフロン類、エアバッグ及びシュレッダーダストを引き取り、リサイクルを適正に行なう(フロン類は破壊) |
| フロン類回収業者、 解体業者、 破砕業者 | フロン類を適正に回収等を行なった後、製造業者等に引き渡す(その際、回収費用を請求できる) |
| 所有者 | フロン類の回収・破壊、エアバッグ及びシュレッダーダストのリサイクル費用の負担 |
| 資金管理法人 | 所有者からのリサイクル料金を管理 |
| 情報管理センター | リサイクルの実施状況等を把握 |

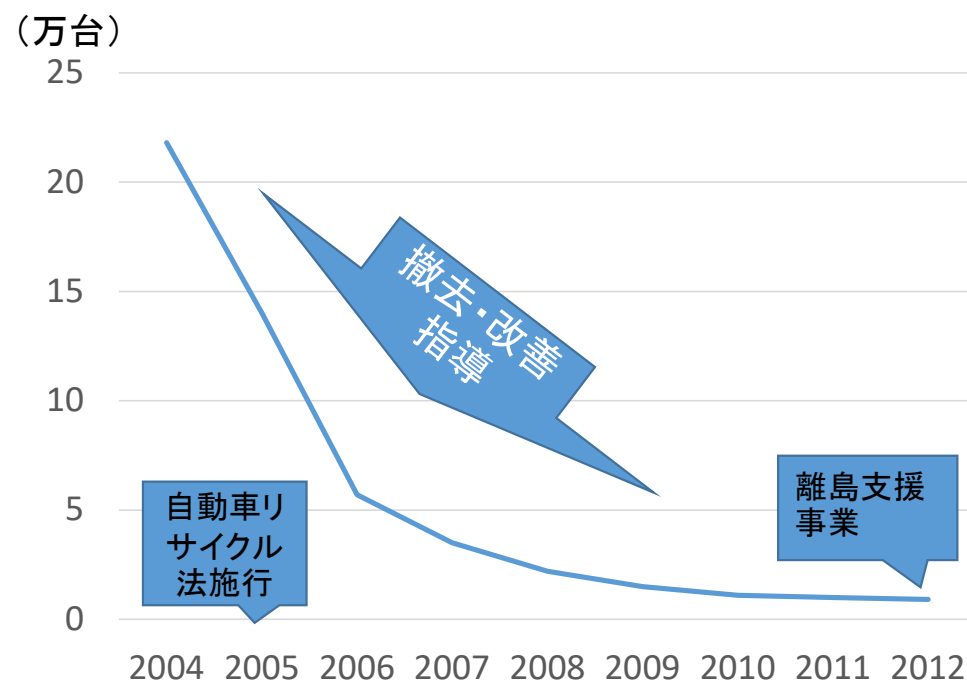
自動車リサイクル法の成果

自動車のリサイクル率は法施行前83%から99%に向上

シュレッダーダスト等のリサイクル率

| | シュレッダーダスト | エアバッグ類 |
|------|---|-----------|
| 目標 | 30(2005年度～) 50(2010年度～) 70(2015年度～) | 85 |
| 2004 | 49～69.1 | 91.6～100 |
| 2005 | 48.0～70.0 | 93.0～94.7 |
| 2006 | 63.7～75.0 | 93.5～95.1 |
| 2007 | 64.2～78.0 | 92.0～94.7 |
| 2008 | 72.4～80.5 | 94.1～94.9 |
| 2009 | 77.5～82.1 | 93.2～100 |
| 2010 | 79.9～87 | 93～100 |
| 2011 | 92～94 | 92～100 |

不法投棄・不適正保管台数



小型家電リサイクル法(2012年制定、2013年施行)

| | |
|---------------|--|
| 正式名称: | 使用済小型電子機器等の再資源化の促進に関する法律 |
| 背景: | スマホ、デジカメなどには有用金属(レアメタル等)が多く含まれるが鉄・アルミ以外は埋立処分。一方、有害金属も。 |
| 目的: | 廃棄物の適正処理、資源の有効利用 |
| 消費者 | 分別排出 |
| 市町村 | 分別収集、認定事業者への引き渡し |
| 認定事業者 | 計画を作成し、主務大臣の認定 |
| 49社(2016年10月) | 小型家電の再資源化に、市町村長等の廃棄物処理業の許可不要 市町村から小型家電の引き取り義務 |
| 小売業者 | 分別排出・収集に協力 |
| 製造業者 | リサイクルしやすい設計等 |



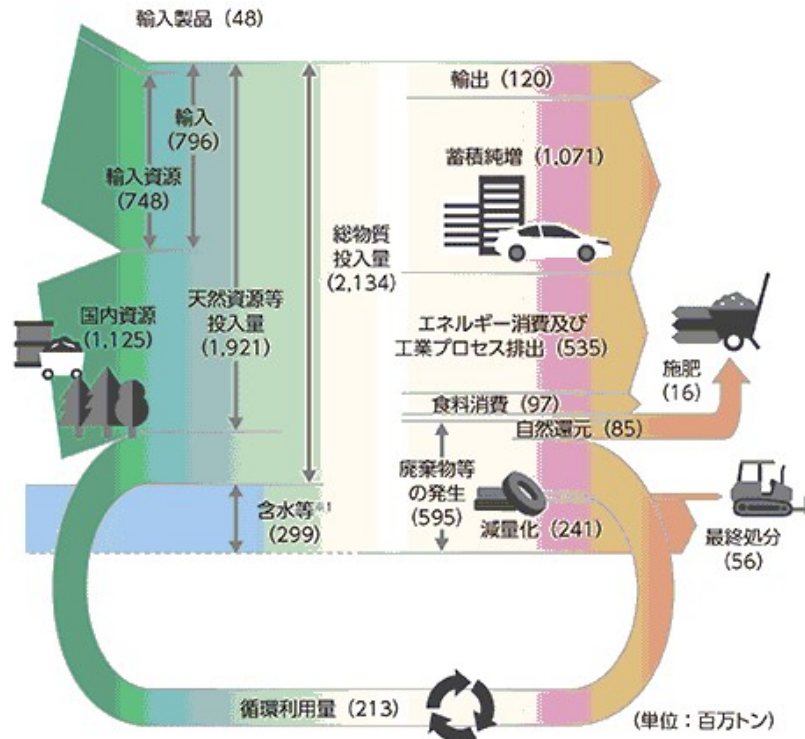
(出典:姫路市)

グリーン購入法（2000年制定、2001年施行）

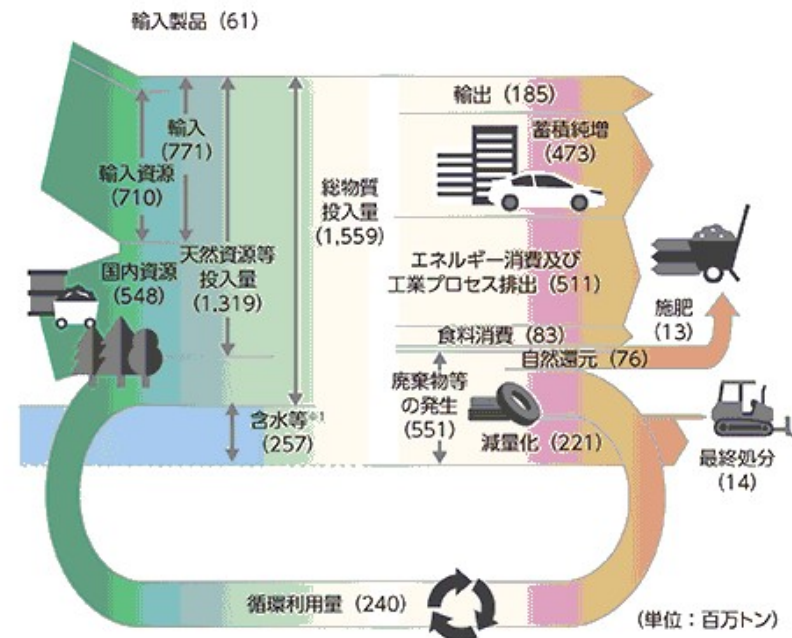
| | |
|-----------------------|---|
| 正式名称： | 国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律 |
| 目的： | 循環型社会に向けた需要面からの取組 製品選択基準に「環境」の視点を入れる 国等による初期需要の創出 |
| 環境物品等： | 環境負荷の低減に資する物品・役務 |
| 国： | 率先して環境物品等の調達を推進する |
| 都道府県、市町村： | 環境物品等の調達方針を作成し、環境負荷の低減に資する 調達に努める |
| 事業者・国民： | 物品購入に際しできる限り環境物品を選択 |
| 製造事業者： | 製造する物品等に係る環境負荷の把握に必要な情報の提供 |
| 環境ラベル等による 情報提供を行う者 | 科学的知見及び国際整合性を踏まえて有効かつ適切な情報 提供 |

物質フローの変化

2000年度



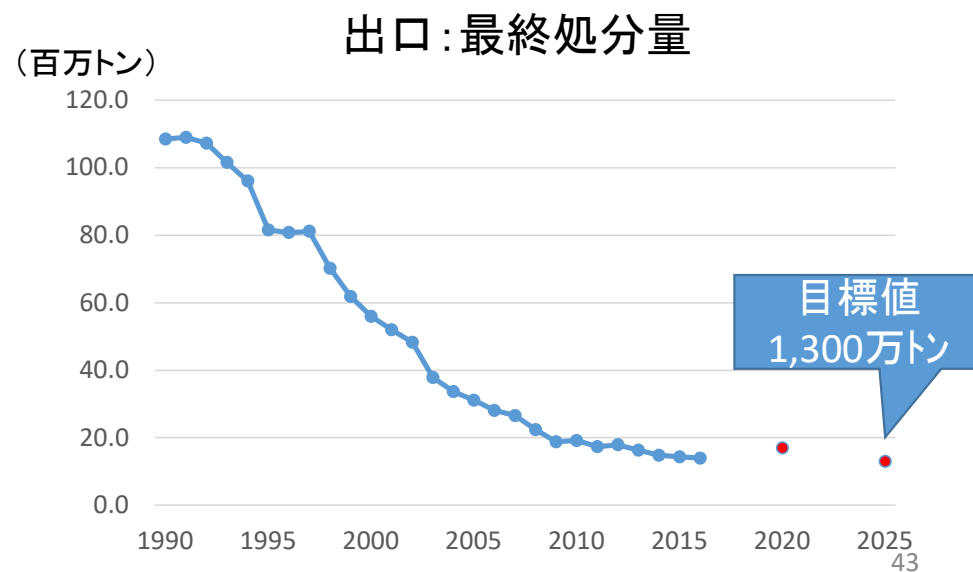
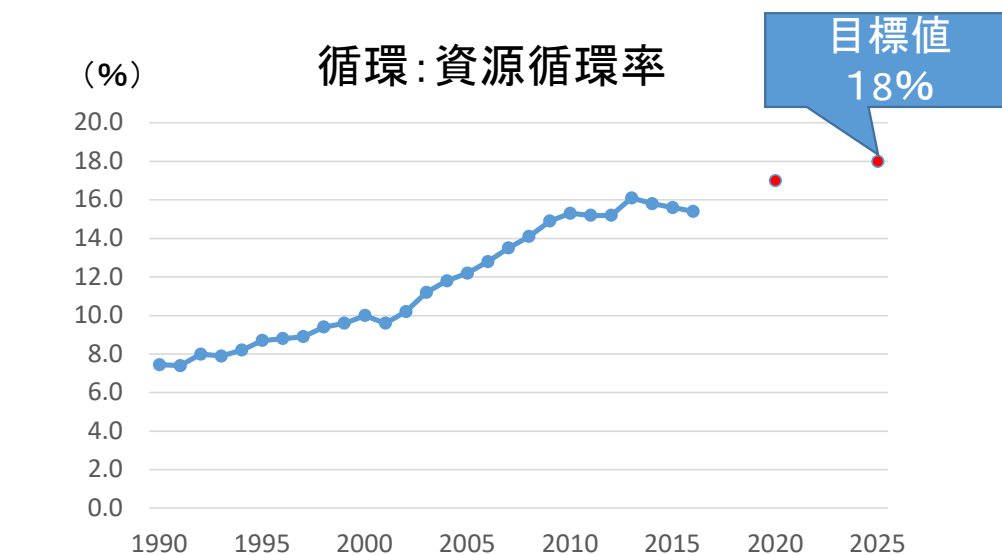
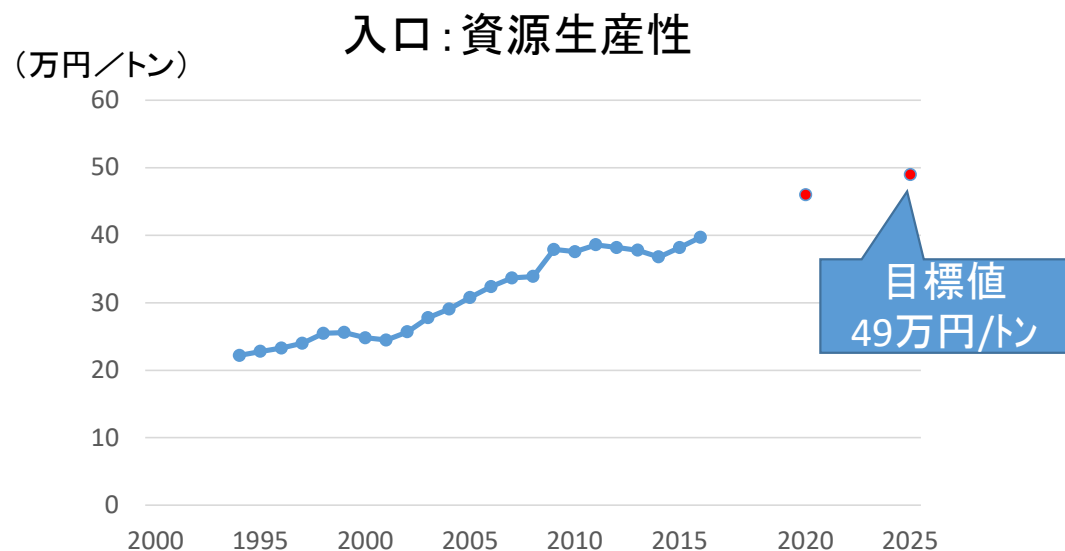
2016年度



出典: 環境白書令和元年版

物質フローの指標の推移

Discussion: この成果をどうみるか？
残された課題は？



出典：環境白書令和元年版

まとめ：循環型社会

意識改革

役割分担・責任の明確化

実効性

イメージの構築
国等の率先垂範

生産者、流通業者、自治体、消費者
拡大生産者責任



費用負担の明確化

マニフェスト