

# 日本はもはやリサイクル後進国？



日本の廃棄物処理の大半は焼却。  
リサイクルが出来ていない

資源を最大限有効利用する循環型社  
会への移行

リサイクルの効率化・自動化、分解  
して自然に返るプラスチックの  
開発・普及

問題

課題

解決

問題

## 資源のリサイクル、有効利用が不十分

日本の廃棄物処理は焼却が77%を占め、焼却の割合がOECD加盟国の中で最も多い。他方、資源として再利用されるリサイクルの割合は19%と、2015年当時のOECD加盟国34か国中29位にとどまる。また、焼却についても、エネルギー回収のない焼却の割合が諸外国より高く、十分有効利用されていない<sup>47</sup>。

次世代自動車やICT関連機器などに欠かせないレアメタル（希少金属）や貴金属等の有用金属は、今日においては「都市鉱山」に蓄積されているが、十分回収・リサイクルできていない。世界の天然の埋蔵量に占める日本の都市鉱山の埋蔵量の割合をみると、スマートフォンの画面に使われるインジウムは15%、コンデンサーに使われるタンタルは10%、リチウムイオン電池に使われるリチウムは4%に相当する<sup>48</sup>。この背景には、金属を回収・分離・精錬するコストが資源調達価格よりも高く、リサイクルが経済的に見合わないことがあげられる。

国内で調達可能な森林資源や有機バイオマスの活用も不十分である。国内の森林の年間成長量は約7,000万m<sup>3</sup>に達するが、そのうち利用されているのは3,098万m<sup>3</sup>（約44%）にとどまる<sup>49</sup>。

**日本**  
ポテンシャル  
インパクト試算

日本国内の都市鉱山には、莫大な量の金属資源が蓄積されている。金は6,800トン（世界の現有埋蔵量の16%に相当）、銀は60,000トン（同22%）に達する。6,800トンの金を7,000円/gで金額換算すると約50兆円となる。（C）



日本

ポテンシャル  
インパクト試算

間伐された木材の中で、未利用のまま林地に残置されている間伐材や枝等は年間約2,000万 $m^3$ 発生<sup>50</sup>。これをバイオマス発電に利用すると、燃料価値総額は年間1,600億円相当、CO<sub>2</sub>削減量は年間430万トン(日本全体のCO<sub>2</sub>排出量の0.4%)、それをクレジット換算すると年間28億円相当となる。(C)

#### 試算方法

間伐材をバイオマス発電に利用した場合の経済価値及び、削減可能なCO<sub>2</sub>排出量の経済価値について試算を実施。

燃料価値総額 = (未利用間伐材<sup>51</sup> × 間伐材の燃料単価<sup>52</sup>)

クレジット換算 = (未利用間伐材 ÷ 5,000kW 規模のバイオマス発電所の使用間伐材<sup>53</sup> × 5,000kW 規模発電所の年間発電電力量<sup>54</sup> × 実排出係数<sup>55</sup> × CO<sub>2</sub>単価<sup>56</sup>)

課題

## 資源を有効活用する循環型社会の形成

### 課題解決のポイント

### ライフサイクル全体での利用高度化：再生・循環利用、設計への反映

循環型社会を構築するためには、リデュース(発生抑制)、リユース(再使用)、リサイクル(再生利用)の3Rが不可欠である。リサイクル促進のために、各メーカーは、再生可能な材料の採用や、製品を解体・修理しやすくするなど設計段階からの対応も求められる。

生産活動においては、原材料を効率的に使い、容器包装を削減させ、枯渇する資源を使わない製品づくりを行うことも求められる。消費・使用段階では、長寿命製品を購入する等によりモノを長く使うこと、シェアリングサービスを活用する等によりモノの保有を抑制することも有効である。

### 課題解決のポイント

### リサイクルの高度化：品質レベルを維持する水平リサイクル

元の製品とは異なる、相対的に品質の低い製品に再生させるカスケードリサイクルよりも、同種・同質の製品にリサイクルする水平リサイクルの推進が重要である。センサー・ロボット等でリサイクル資源を効率的に分別すること、水平リサイクルしやすい素材の開発と製品設計を行うことが低コストでの水平リサイクルの拡大を可能にする。

リサイクルの高度化を進めるうえでは、収益化できる事業を確立することが鍵を握るが、リサイクル品に新品以上の競争力を持たせることが難しい点である。またリサイクル品の取引市場の創設も求められるが、取引に係る情報整備も課題である。

### 課題解決のポイント

## バイオマス資源利用の高度化:技術開発、低コスト化、取引市場の整備

バイオマス資源は、①廃棄物系(生活排水や食品廃棄物等)、②未利用系(間伐材や作物残さ等)、③生産系(牧草や藻類等)の3種に大別される。その用途は、再生エネルギー源のほか、飼料、肥料、建材など、多岐にわたる。再生可能エネルギー源としては、バイオジェット燃料も期待される。廃棄物系資源は適切に処分することが義務付けられており、処分コスト低減のためにも、エネルギーに転換して利用することが効果的である<sup>57</sup>(参考:市町村及び特別地方公共団体が一般廃棄物の処理に要する経費は年間約2兆円)。バイオマス資源の種類に応じて、有効活用するための技術開発が必要である。

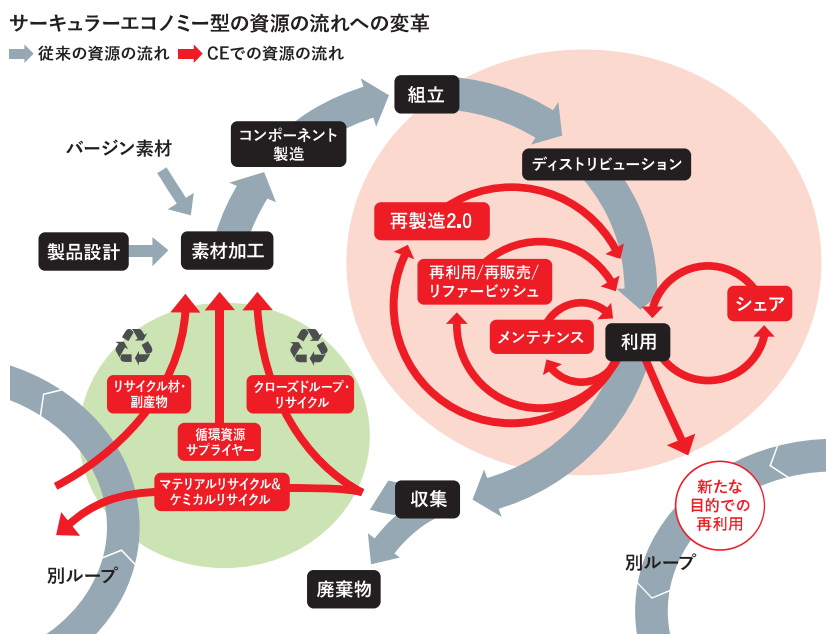
木質バイオマスについては、発電での利用拡大に向けて、原木の効率的な乾燥、低質材の活用などのノウハウの共有が実現されつつある。木質バイオマスは、未利用間伐材、製材工場の残材、建設発生木材から得られる副次的なものであるため、長期安定的な原料確保に向けては、国産木材の生産性・価格競争力を高め需要を増やすことが必要である(日本の年間木材需要約7,000万m<sup>3</sup>のうち自給率は1/3にとどまる)。また、木質バイオマスの安定的調達のためには、チップやペレット等のバイオマス商品の取引市場を整備することも有効である。

バイオマス資源はエネルギーへの活用だけでなく、バイオナフサなどの石油製品の原材料を代替する技術開発も期待されている。

### 課題解決のポイント

## サーキュラーエコノミーの実現:資源循環の流れの変革を実現

ライフサイクル全体での利用高度化・リサイクルの高度化・バイオマス資源の利用高度化により、資源循環の流れを変革(下図)。



経済産業省「成長志向型の資源自律経済戦略」(2023年3月)より作成

## ライフサイクル全体での利用高度化

- 枯渇する資源を使わない製品づくりとして、プラスチックに代替する素材である生分解性素材、セルロース・ナノファイバーやバイオマス由来のプラスチックの開発が進められている。
- 住民コミュニティでシェアリングを活用する動きや、耐久性・デザイン性の高いものを使う循環型システムによって、資源の有効活用を図るプロジェクト、ビジネスが生まれつつある。

### 参考事例

分譲マンションの住民間で、日常は使わないモノの貸し借り、売り買いを仲介するサービスを不動産会社が開発し、提供している（日鉄興和不動産「シェアコム」）<sup>58</sup>。  
EC事業者、メーカー、小売店が連携して、ガラスやステンレスなどの再利用可能で耐久性・デザイン性の高い容器を繰り返し使う循環型ビジネスが開始された（アメリカ・Loop社）<sup>59</sup>。

- 蓄電池において、使用後の分解が容易な設計・製造プロセスを取り入れることで、リサイクルコストを削減する研究が行われている<sup>60</sup>。

## リサイクルの高度化

- センサーやロボットによる選別を行うリサイクルの効率化技術が進んでいる。

### 参考事例

世界初の廃棄物選別ロボットシステムが開発された（フィンランド・ZenRobotics社）<sup>61</sup>。産業ロボットと機械学習技術を組み合わせ、24時間運営での高純度リサイクル、廃棄コストの削減を可能にした。  
日本においても、AIとロボットを活用し、コンベアに投入された廃棄物を自動的にピッキングするシステムが開発された（ウエノテックス社）<sup>62</sup>。

- 廃棄された電子機器の判別（画像認識）や含有する非鉄金属・レアメタルを低コストで自動的にリサイクルする技術も待たれる。

### 参考事例

スマートフォンなどの小型家電に含まれるレアメタルなどを自動で取り出す研究開発が2022年まで実施され、①手作業による廃製品の解体・選別プロセスの10倍以上の処理速度 ②廃部品を分離効率80%以上で選別する性能を実現した（産業技術総合研究所・分離技術開発センター、2018年開設）<sup>63</sup>。

- 廃棄物・不要物を微生物を触媒としてリサイクルする取り組みも始まっている。

### 参考事例

微生物を触媒として、生ごみを含む可燃ごみをエタノールに変換する技術の実証を2022年4月に開始。2025年に可燃ゴミから作ったエタノールの販売を目指している（積水化学工業とINCJ社、米国Lanza Tech社が共同で事業開発）<sup>64</sup>。

実用化時期

2020-25

2020-25

2025-35

2020-25

2025-35

2020-25

- ケミカルリサイクルにより、ペットボトルや衣服を分子レベルに分解したうえでペットボトルや繊維に再生させる再生技術の開発が進んでいる。

2020-25

## 参考事例

使用済ペットボトルは、回収BOX内にラベルやキャップのほか、その他ゴミの混入や飲み残り等の不純物を含むことがあるため、リサイクルの上では一般的に質が低いとされ、ボトルtoボトルの実現は困難とされている。JEPLAN社ではケミカルリサイクルにより、ボトルtoボトルの水平リサイクルを実現した<sup>65</sup>。同様に衣服を小売店で回収し、それに含まれるポリエステルをより細かい物質（BHET）に分解し、BHETからポリエステルを再生するリサイクル事業も展開されている<sup>66</sup>。

## バイオマス資源利用の高度化

- 下水汚泥・生ごみ・家畜糞を活用する技術の開発、一括処理による低コスト化が望まれている。特に下水汚泥はリサイクル社会の核を担うとされ、エネルギー利用、緑地・農地での肥料、建築資材の原料としての利用などが進められている。生ごみについては、堆肥化して住民コミュニティで有効活用する動きもある。

2020-25

## 参考事例

各家庭で発生した生ごみを堆肥化し、その堆肥の有効活用をコミュニティで考えるプロジェクトが実施されている（4Nature社（日本）「1.2 mile community compost」<sup>67</sup>）。

- イエバエやミズアブを活用した、生ごみが無駄なく活用されるリサイクルが実現しつつある<sup>68</sup>。

2020-25

## 参考事例

未利用バイオマス資源である食品残さなどを餌にアメリカミズアブの幼虫を生産し、養殖魚や家畜の飼料として利用する技術が開発された（大阪府立環境農林水産総合研究所等）。イエバエを活用し、バイオマスを飼料と有機物に100%リサイクルするバイオマスリサイクルシステムを開発している（ムスカ社）。

- ドローンや衛星データ、空中写真測量技術等を用いた森林データの収集、分析による効率的な森林管理手法が進展している<sup>69</sup>。
- 原木乾燥のノウハウ共有や低質材を活用した乾燥機の導入、木質バイオマス発電の初期診断ツール等は既にほぼ実現している。
- 健全で競争的な木質バイオマス取引プラットフォームの整備は、チップやペレット等のバイオマス商品の安定的調達のためにも有効である。

2020-25

2020-25

2025-35

## 参考事例

リトアニアでは、2012年のバイオマス取引プラットフォームの導入後、市場への新規参加者が増え、バイオマス供給事業が拡大した。地域熱供給用燃料における木質バイオマスのシェアは、2012年の30%未満から2020年に80%程度に達する見込み。これらの結果、木質バイオマスの価格は2012年と比較し地域によっては最大40%低下、同様に地域熱供給の価格も40%近く低下した<sup>70</sup>。

- バイオマス由来のプラスチックの開発・市場化が進んでいる。

2020-25

## 参考事例

三井化学グループでは、植物油廃棄物や残渣油を原料に製造されるバイオマスナフサを大阪工場のエチレンプラントに原料として投入し、エチレン、プロピレン、C4留分、ベンゼンといったバイオマス基礎原料を生産。2022年11月時点で約30の製品でマスバランス方式によるバイオマス化を実現している<sup>71</sup>。

- 環境省は、各地域が自立・分散を実現し、地域同士で補完しあう社会の在り方として「地域循環共生圏」を提唱し、その構築を目指して様々な事業を支援している。また、プラスチック資源循環戦略を策定し、2030年までに使い捨てプラスチックを累積25%排出抑制することなどを定めている。他にも、各種リサイクル法において分野ごとのリサイクル・廃棄物対策を定めている。
- 2022年4月に国内でプラスチック資源循環促進法が施行され、プラスチック使用製品の設計からプラスチック使用製品廃棄物の処理まで、プラスチックのライフサイクルに関わるあらゆる主体に対して、プラスチックの資源循環を促進する取り組みが開始された<sup>72</sup>。
- EUはバッテリー規則案の改正を2022年12月に合意した。自動車用、産業用、携帯型などEU域内で販売される全てのバッテリーを対象に、段階的により高い回収目標が導入され、リチウムの回収目標は、2027年までに50%、2031年までに80%となる<sup>73</sup>。
- 2012年に再エネの固定価格買取制度(FIT)が始まったことで、林地残材や間伐材等を燃料とした木質バイオマス発電所の建設が進んだ。2018年5月に成立した森林経営管理法によって、所有者が自ら管理できない森林を市町村が集約管理する森林バンクの仕組みが創設された。2019年3月に成立した「森林環境税及び森林環境譲与税に関する法律」では、2024年度から国税として1人年額1,000円を徴収し、それを地方財源として、森林の間伐や間伐林の管理等、森林整備・木材の利活用を行うこととなっている。

## SDGsとの対応



**問題** 資源のリサイクル、有効利用が不十分 **課題** 資源を有効活用する循環型社会の形成

### 対応するSDGsターゲット

- 8.4 2030年までに、世界の消費と生産における資源効率を漸進的に改善させ、先進国主導の下、持続可能な消費と生産に関する10年計画枠組みに従い、経済成長と環境悪化の分断を図る。
- 9.4 2030年までに、資源利用効率の向上とクリーン技術及び環境に配慮した技術・産業プロセスの導入拡大を通じたインフラ改良や産業改善により、持続可能性を向上させる。全ての国々は各国の能力に応じた取組を行う。
- 12.2 2030年までに、天然資源の持続可能な管理及び効率的な利用を達成する。
- 12.5 2030年までに、廃棄物の発生防止、削減、再生利用及び再利用により、廃棄物の発生を大幅に削減する。