

外部要因の変化に対して頑強なリサイクルシステムの検討

A study on a robust recycling system for changes caused by external factors

○藤井 実¹⁾、藤田 壮¹⁾、陳 旭東²⁾、大西 悟³⁾

Minoru Fujii, Tsuyoshi Fujita, Xudong Chen, Satoshi Onishi

1) 国立環境研究所, 2) 名古屋大学, 3) 東洋大学

*m-fujii@nies.go.jp

1. はじめに

将来、人口の変化や産業構造の変化、国際市場の変化や大規模災害、リデュース・リユースの進展など、様々な予測可能、不可能な変化によって廃棄物の発生量や質、リサイクル製品の需要等が変化することが想定される。これにより、リサイクルシステムは大きな影響を受ける。本研究では、主としてプラスチックや紙、厨芥、有機汚泥等の有機系の循環資源を対象として、これらの変化が起きて、高効率かつ低コストなリサイクルが維持され得るシステム構成について検討を行う。また、その評価方法について検討する。

2. リサイクルを取り巻く外部要因

人口の変化による廃棄物発生量の変化や、将来の資源価格の高騰のように、長期的にはその傾向がある程度予想できる要因が存在し、また、温室効果ガス削減の要請や、自治体の財政状況の逼迫など、引き続き対応を迫られる課題も存在する。一方、市況の変動や大規模災害などのように、需給バランスに大きな変化をもたらす要因や、リデュース、リユースのように、リサイクルよりも優先されるべき対策であるが、いつの時点でどのような規模で起こるのかの予測が困難な要因が存在する。将来の変化の予測を高精度化することよりもむしろ、どのような状況においても、効率の高いリサイクルと適正処理が低コストで安定的に実施され、結果的にリサイクル効果が最大化されるシステムを構築することが重要であると考えられる。

3. 頑強なリサイクルシステムの基礎的検討

外部要因の変化に対して頑強、すなわち安定して資源の代替効果が高く、結果的に大きなCO₂削減効果が得られ、相対的に経済性にも優れたリサイクルシステム構築の基礎的な方針として、以下の3つの方針が考えられる。

3.1 高効率利用される安定な需要先の確保

国内で消費されている化石燃料の総量と比較して、循環資源として排出される有機系資源は、数%以下に過ぎない。この特性を活かすことがまず重要であると考えられる。

- 動脈産業(素材産業や大規模火力)でも利用可能な汎用性の高い原料に加工し、十分な需要量と変

動に対して柔軟な需要先を持つシステムとする。

- 各発生地域で循環資源を汎用性の高い再生原料に加工し薄く広く、ただし管理された状況で使用することで、循環資源の量と質の変化に対応するシステムとする。

3.2 コスト削減・付加価値向上型のリサイクル・処理システム

人件費の高い国内では、高額になったとはいえ依然として安価な石炭等を代替するリサイクルでは、リサイクル燃料の製造だけで、経済的なメリットを見出すことは困難であると考えられる。そこで、以下の方策が有効であると考えられる。

- 圏域内で、焼却施設数を削減し得るリサイクル規模(分別回収割合)でリサイクルを実施することにより、高額な焼却施設に対する費用を削減。
- 既存インフラ(動脈産業施設等)の徹底活用による、初期投資の少ないリサイクルシステムの構築。そのための流通システム構築の検討が、物理的、政策的に必要。
- 各地域でリサイクルの予備加工を行うことにより、地域で生産される付加価値を増大する。これにより、負担や利益が特定の主体・地域に偏らない、公平なリサイクルシステムを構築し、その持続可能性を高める。
- 限界費用の高い用途の代替(焼却発電の出力調整による蓄電池機能の代替、追加対策の困難な素材産業の低炭素化など)による、収益性の向上と社会ニーズの確保。

3.3 リサイクルによる環境負荷削減確率の向上

リサイクルで製造された再生素材1kgは、異物の混入や劣化等による質の低さから、同種の新規素材1kgを代替しない場合がある。また再生素材が、価格の面でこれまで新規素材では製造し得なかった製品を、新たに提供する場合もある。この場合、利便性の向上や経済の拡大などのメリットをもたらすかもしれないが、環境負荷や資源消費の削減には直結しない可能性がある。これまで中谷ら¹⁾の研究において、関連する検討が行われている。リサイクルの実施による社会の変化は、様々なシナリオで描き得るため、一意には定まらない場合が多い。そこで、リサイクルによる環境負荷削減確率を向上させると

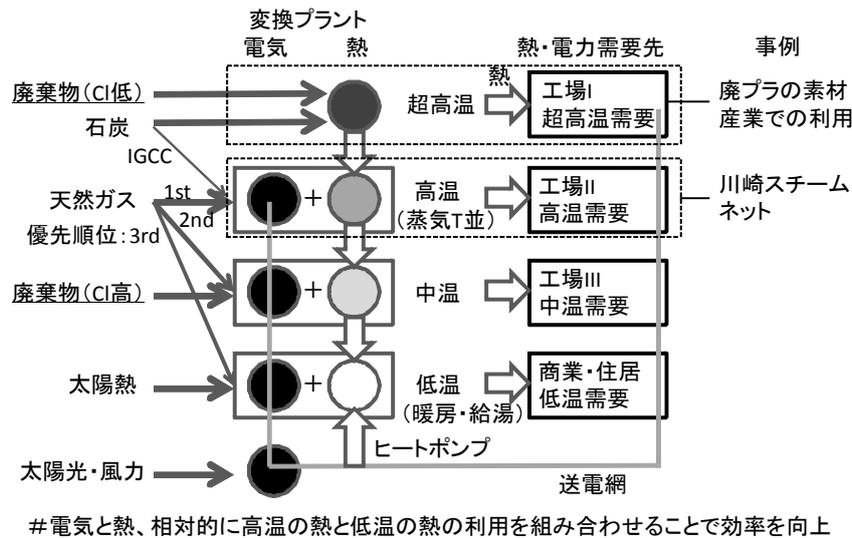


図1 電力・熱の効率的供給システムにおける有機性廃棄物の利用

いう観点が必要であると考えられる。

- 新規素材の代替率の高い、高品質なマテリアルリサイクルの実施。新規製品と同等の製品を製造。
- 動脈産業での原燃料利用により、リサイクルを閉ループに近づけること。完全に閉じた輪である必要性は、必ずしもないと考えられる。

4. 評価方法の基礎的検討

評価実施の前段階として、有機系廃棄物が現在や将来において有効にリサイクルされているかを考える上で、競争する化石資源や再生可能資源等がどのように利用されるシステムが効率的で、そのシステムにおいてリサイクルはどのような役割を果たすべきかを検討することが望ましいと考えられる。素材として再生利用するマテリアルリサイクルでは、新規素材の代替率の高いリサイクルを行うことが重要である。一方、原燃料代替とするケミカルリサイクルやエネルギー回収では、電力、熱の効率的なシステムを俯瞰した上で、廃棄物の利用先を考えると重要であると考えられる(図1)。部分的な観点だけでなく、社会システムの全体からも効率的な利用方法は、リサイクルの頑強性の向上に寄与し得る。

また、具体的な評価方法としては、分別・収集モデル、リサイクル工程のプロセスモデルを組み合わせ、循環資源の収集やリサイクル・処理に関わる環境負荷、資源消費、費用を算出するモデルを構築する。モデルに時間軸を持たせて経年的にシミュレーションを実施し、外部要因を変化させて環境負荷削減効果や費用がどのように変化するかを確認することを基本構造とする。

5. 評価事例

著者らは、これまでにスマートリサイクル²⁾と呼ぶ、外

部要因の変化に対して頑強な、一般廃棄物中のプラスチック、雑紙類のリサイクルシステムを検討してきた。これにより100kg/年/人程度のCO₂削減が見込める。このシステムを評価事例として、具体的地域(関東地域の一部)を対象に、GISを利用した収集運搬モデルを適用し、人口変化による循環資源発生量の変化を考慮した上で、最適リサイクル拠点施設の規模を検討しながら、周辺の廃棄物焼却施設の更新時期を踏まえて、時間軸に沿ったシミュレーションを簡易に実施した。結果の一例として、スマートリサイクル導入の有無別に、費用の経年変化を算出した結果を図2に示す。より詳細な評価の方法論の構築が今後の課題である。

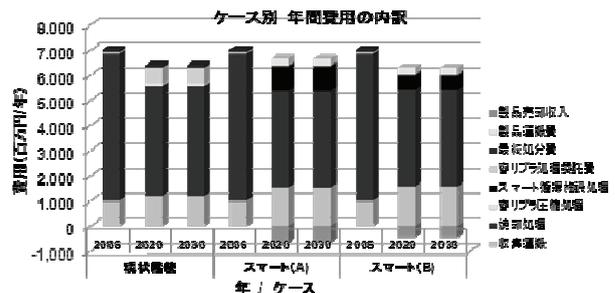


図2 リサイクル関連費用の経年変化
スマートA: 原燃料化+マテリアルリサイクル
スマートB: 原燃料化

6. 参考文献

- 1) 中谷隼, 奥野亜佐子, 藤井実, 平尾雅彦, 日本LCA学会誌, 7(1), (2011), pp. 96-107
- 2) 藤井実, 藤田壮, 陳旭東, 大西悟, 大迫政浩, 森口祐一, 山口直久, 環境システム研究論文集, 39, (2011), pp. II-439-447