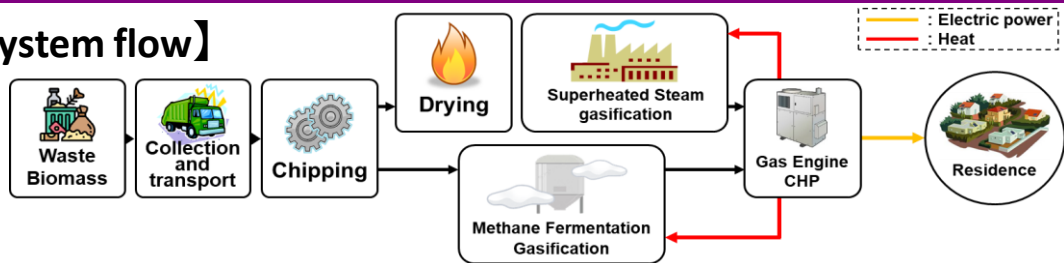


# LCA解析における解析手法および評価手法

## 【System flow】



廃棄物系バイオマス発電は、バイオマスの収集・運搬や粉碎、乾燥など、発電に至るまでのプロセス数が多い。本システムはこれらの各工程における初期投資と維持費、CO2排出量考慮したライフサイクルアセスメント（LCA）により解析を行った。以下に各工程における解析手法を述べる。

## 解析手法

### 収集・運搬工程

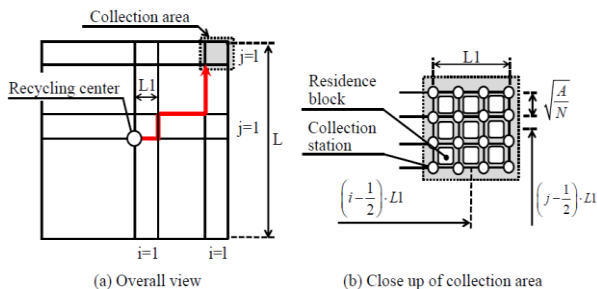
収集運搬のエネルギーは収集運搬距離をGrid City Model<sup>(1)</sup>を用いて算出した。

$$dG = dG_1 + dG_2$$

$$dG_1 = m \sqrt{\frac{A}{N}} = \frac{f \cdot q \cdot \sqrt{N}}{W} \cdot \sqrt{A}$$

$$dG_2 = \frac{\left\{ \sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^l \left( \frac{i - \frac{1}{2} + j - \frac{1}{2}}{B} \right) \right\} \cdot L \cdot l}{N_{trans}} \cdot 2 = 2L = 2\sqrt{A}$$

- dG: 総走行距離[km]
- dG1: 収集領域内での走行距離[km]
- dG2: 搬入施設から収集領域間の往復距離[km]
- A: 面積[m<sup>2</sup>]
- W: 地域の年間収集量[kg/y]
- f: 年間収集回数[1/y]
- q: 収集車の平均積載量[t]
- m: 収集領域内の収集箇所数[-]
- M: トリップ数[1/y]
- N: 地域の収集箇所数[-]



Geometry of Grid City Model

Ref.1 Masanobu Ishikawa, A logistics Model for Post-Consumer Waste Recycling, Journal of Packaging Science & Technology, Japan, Vol.5, No. 2(1996), pp.119-130.

### 粉碎工程

厨芥・紙・プラスチック・繊維および草木を粉碎することを想定し、また初期投資額とエネルギー消費量は粉碎機機のスケールの0.6乗に従うと仮定した。

### 乾燥工程

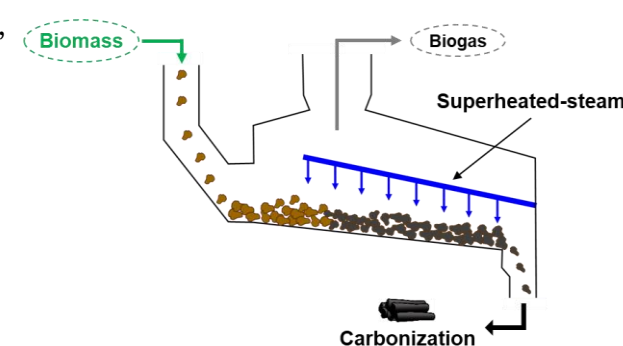
高含水率である厨芥、紙、草木および糞尿を含水率20%まで乾燥させることを想定し、また初期投資額とエネルギー消費量は乾燥機機のスケールの0.6乗に従うと仮定した。

### ガス化工程

ガス化装置にK2-PEC (Kyoto Keihanna Perfect Energy Converter) の実証試験の際に用いたSSG (過熱水蒸気式ガス化システム)<sup>(2)</sup>および、平成 24 年度廃棄物系バイオマス利用推進事業の際に用いられたMFG (乾式メタン発酵ガス化システム)<sup>(3)</sup>の2つのガス化システムを想定した。

#### ・ 過熱水蒸気式ガス化システム (SSG)

SSGは廃棄物をガス化装置に投入した後、約1073Kの過熱水蒸気を吹き付け、無酸素状態の下でガス改質が行われる。その後生成された合成ガスを冷却、洗浄し、ガスエンジンに投入することで発電が行われる。本装置は1時間あたりの処理量が30kgから5,000kgまで対応可能であり、小・中規模のプラントに適した完全クリーンガス化装置である。SSGの冷ガス効率は85%と仮定した。冷ガス効率はガス化炉の損失を考慮するために用いる係数である。



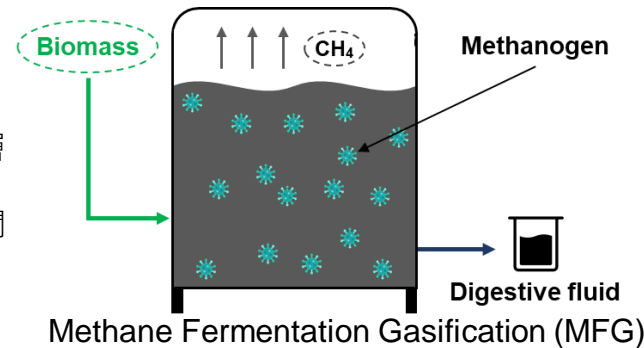
Superheated Steam Gasification (SSG)

Ref.2 財団法人関西文化学術研究都市推進機構, 有機性廃棄物エネルギー完全転換装置による低炭素・ゼロエミ社会の構築事業報告書(2010), pp.7-40.

Ref.3 中村一夫, 酒井伸一, 堀寛明, 春木裕人, 穴田健一, 岩崎大介, 久堀泰佑, 坪田潤, 京都バイオサイクルプロジェクト高効率メタン発酵技術開発 (第1報)

# LCA解析における解析手法および評価手法

## ガス化工程



・ 乾式メタン発酵ガス化システム (MFG)  
MFGは固有有機性廃棄物をメタン発酵層内で発酵させ、メタンガスを生成する手法である。MFGにおいては生ごみ・紙類・間伐材・下水汚泥を投入するものと想定している。

## 貯蔵工程

ガス化装置とガスエンジンCHPの間にタンクを設け、バッファリングによりバイオガス供給量を調整する。需要に応じた合成ガスの利用や、急激な圧力の変化に起因した不安定なガスエンジンの運転の防止を目的に、ガスの発生量および使用量の変動を調整するために用いるものとした。

## 発電工程

バッファタンクに貯めた合成ガスを総合効率の高いガスエンジンCHPで発電することを想定した。熱エネルギーは近隣の居住区に供給するのが理想であるが、遠方の住宅に効率よく熱を供給することは困難である。そこで、ガス化の排ガスと温水からなる廃熱交換システムを導入することを提案した。このエネルギー回収システムにより、熱エネルギーの一部をガス化プロセスに再利用することができ、都市ガス消費量を削減できるため、より自律性の高いシステムを実現することが可能である。SSGにおける発電効率は32%、排熱回収効率は52%とし、MFGにおける発電効率は30%、排熱回収効率は50%とした。

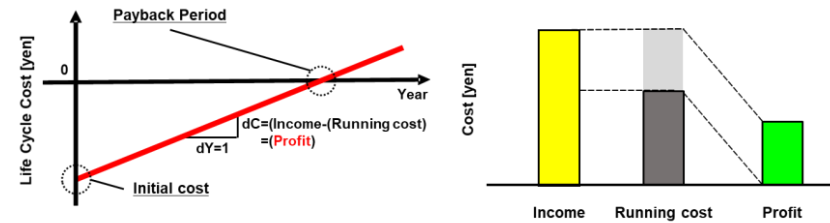
また、発電装置の価格は発電装置のスケールの0.6乗則に従うと仮定した。

## 評価手法

経済性の評価指標として投資回収期間を、環境性の評価指標としてLC CO<sub>2</sub>排出係数を用いて事業評価を行った。

### 投資回収期間

収益はFIT制度による売電収入および廃棄物処理による収入を想定し、支出は人件費やメンテナンス費、各工程で要する燃料費、処理後のバイオマスの処分費を想定している。また、人件費は各自治体のごみ処理場における従業員数を調査し、得られた人口との関係式から算出した



### Life Cycle CO<sub>2</sub>排出係数

廃棄物の収集から発電に至る中でのCO<sub>2</sub>排出量を総発電量で除すことにより、各システムにおけるLC CO<sub>2</sub>排出係数を算出した。そして、廃棄物系バイオマスが被加工前に吸収したCO<sub>2</sub>量と、エネルギー変換過程（発電工程）におけるCO<sub>2</sub>排出量が同等であると仮定し、発電工程におけるCO<sub>2</sub>排出量を0であると見なしている。

$$LC\ CO_2 = \frac{CO_2\ emission}{Energy\ gene}$$

$$CO_2\ emission = CO_2\ trans + CO_2\ chip + CO_2\ dry + CO_2\ gas$$