

紙オムツ処理装置の導入による温室効果ガス 排出量への影響評価

2023年3月

国土交通省
水管理・国土保全局
下水道部

1. GHG排出量の背景・目的・前提
2. 条件及び活動量の設定
 1. ライフサイクルフロー及びバウンダリ
 2. GHG排出量算定の条件設定
3. 活動量の設定
4. 排出係数の設定
5. 算定結果
 1. 段階別のGHG排出量
 2. シナリオ別のGHG排出量

1. GHG排出量算定における背景・目的・前提

【GHG排出量算定を行う背景及び目的】

- 国土交通省では、下水道への紙オムツ受入実現に向けて、紙オムツ処理装置の介護施設への設置による下水道施設への影響及び装置の導入効果を、社会試験を行い検証している¹⁾。
- 環境性の観点における紙オムツ処理装置導入の影響及び効果については、温室効果ガス(以下、「GHG」という。)排出量とマイクロプラスチック排出について検証を行うこととしている。
- 過去には、ディスポーザー導入による下水道施設への環境負荷量の算定が行われている²⁾。また、紙オムツのリサイクルやリユースに関するライフサイクルアセスメント(以下、「LCA」という。)分析^{3,4)}や下水処理場におけるGHG排出量の評価を行った研究⁵⁾も報告されている。しかし、紙オムツ処理装置の導入に伴うGHG排出量の変化を評価した研究はこれまでに無い。
- 紙オムツ処理装置を導入した際のGHG排出量の増減を把握するため、Aタイプの処理装置の社会実験を行った処理区域を算定対象として設定したうえで、紙オムツ処理に伴う年間のGHG排出量を推計した。

【GHG排出量算定の前提】

- 紙オムツ処理装置を自治体で導入した事例はないため、以下の前提を設けて、GHG排出量を概算した。
 - GHG排出量は、実測ではなく、ライフサイクルフローに着目した、各プロセスの活動量と排出係数から推計する。
 - 可能な限り、公開情報や先行研究の報告値を用いる。
 - 情報の無い場合は、仮定を置いた上で、類似の値や情報を用いる。

1) 国土交通省HP、https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/mizukokudo_sewerage_tk_000572.html、(2022年6月13日閲覧)

2) 国土交通省・国土技術政策総合研究所(2005年)「ディスポーザー導入時の影響判定の考え方」、<https://www.mlit.go.jp/kisha/kisha05/04/040727/07.pdf>、(2022年6月13日閲覧)

3) 伊坪ら(2019)「使用済み紙おむつのクローズドリサイクルの環境影響評価」、https://www.jstage.jst.go.jp/article/ceispapers/ceis33/0/ceis33_241/_pdf/-char/ja、(2022年6月13日閲覧)

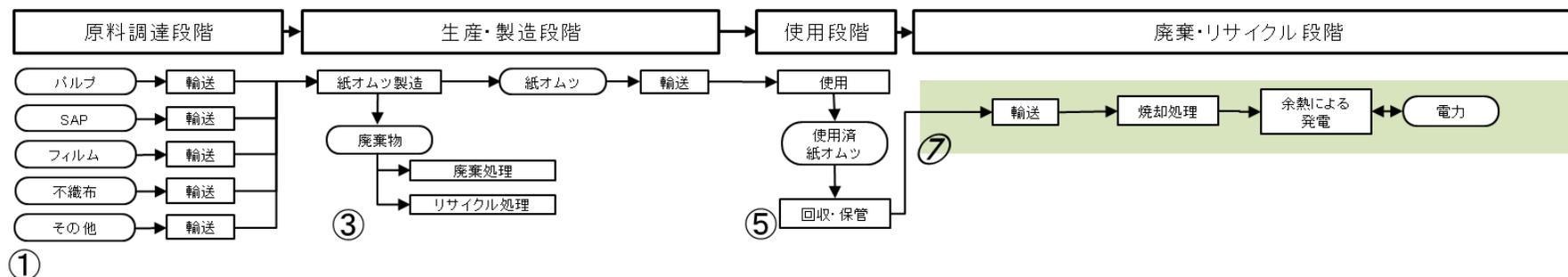
4) 山口ら(2013)「貸オムツのGHG排出量の算定」、https://www.jstage.jst.go.jp/article/lca/9/4/9_306/_pdf、(2022年6月13日閲覧)

5) 福嶋(2021)「下水処理場の電力自立および CO2 排出量実質ゼロのポテンシャル評価に関する研究」、https://www.jstage.jst.go.jp/article/jswe/44/1/44_17/_pdf、(2022年6月13日閲覧)

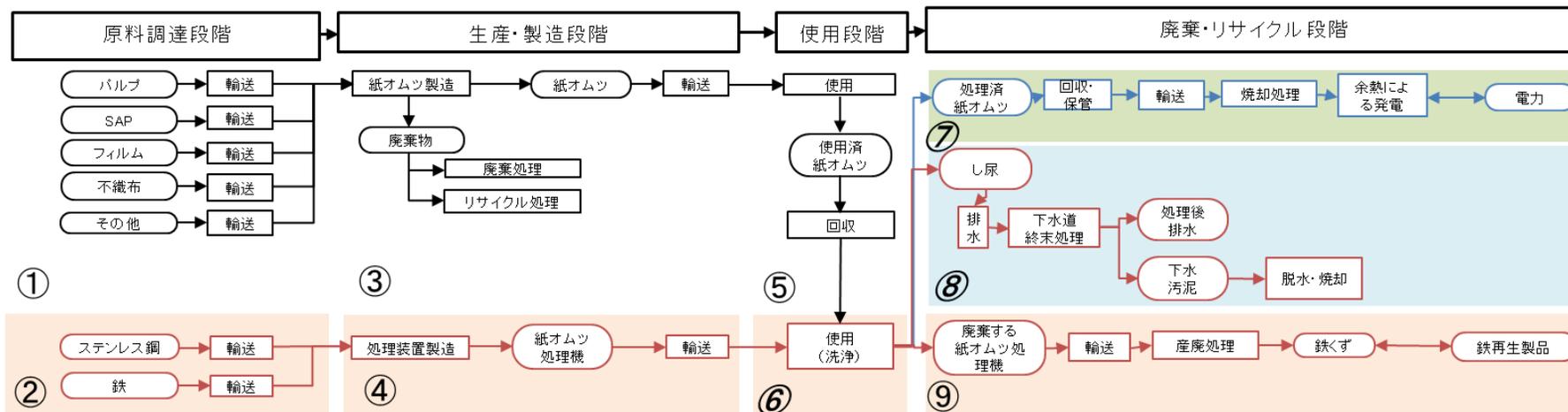
2-1. ライフサイクルフロー及びバウンダリ

- 紙オムツ及びし尿の排水処理に関するライフサイクルフローは、先行研究^{1,2)}を基に設定した。
- 本算定では、従来シナリオから変更・追加された②、④、⑥、⑦、⑧、⑨(赤・青・緑色で囲んだ部分)を評価対象に設定した。
- そのうち、⑥、⑦、⑧は、モデル施設で得られたデータも用いて排出係数を設定している。

【従来シナリオのライフサイクルフロー】



【評価対象シナリオ(Aタイプ及びBaタイプの紙オムツ処理装置の導入時)のライフサイクルフロー】



□: 従来シナリオから追加されたフロー □: 従来シナリオから排出係数に変更の生じるフロー

- 1) 伊坪ら(2019)「使用済み紙おむつのクローズドリサイクルの環境影響評価」、https://www.jstage.jst.go.jp/article/ceispapers/ceis33/0/ceis33_241/_pdf/-char/ja、(2022年6月13日閲覧)
 - 2) 福嶋(2021)「下水処理場の電力自立およびCO2排出量実質ゼロのポテンシャル評価に関する研究」、https://www.jstage.jst.go.jp/article/jswe/44/1/44_17/_pdf、(2022年6月13日閲覧)
 - 3) 社会実験で得られた値や処理装置に類似した電化製品の報告値の詳細は、3章に示した。
- 参考: シナリオは、1)及び2)を基に設定した。なお、紙オムツの輸送には、回収袋に係るライフサイクルフローも含まれる。

2-2. GHG排出量算定の条件設定

【排出係数関係】

紙オムツ処理装置

社会実験で得られたAタイプ及びBaタイプの紙オムツ処理装置の各情報は以下のとおりである^{1, 2)}。
 なお、処理装置以外の条件は、算定対象となる処理区域内の条件に合わせた。

項目	単位	Aタイプ	Baタイプ
紙オムツ処理装置の1台あたりの総重量	kg/台	158	400
紙オムツ処理装置1台に占めるステンレス鋼の重量	kg/台	100	200
紙オムツ処理装置1台に占める鉄の重量	kg/台	58	200
紙オムツ処理装置の稼働1回あたりに処理可能なオムツの枚数	枚/回	5	2
紙オムツ処理装置の1日あたりの稼働回数	回/日	12.6	31.5
紙オムツ処理装置の稼働1回あたりの消費電力量	kWh/回	0.0400	0.0463
紙オムツ処理装置の稼働1回あたりの使用水量	L/回	40	22*
介護施設の対象者1人1日あたりの使用水量	L/人日	21**	29**
紙オムツ処理装置使用による紙オムツ重量の平均削減割合	%	19.5***	24.7



*メーカー想定 of 最大値を使用。投入した紙オムツの大きさによって水量を調整する機能を備えているが、実証では、1枚投入の際のサイズの誤検知により、2枚分の水量が使用されるケースがあり、平均17L/回であった。

** (介護施設の対象者1人1日あたりの使用水量)

= (1回あたりの使用水量) ÷ (1回あたりの処理枚数) × (1日1施設あたりの使用済紙オムツ枚数) ÷ (1施設あたりの介護施設の対象者)

***社会実験では、1日あたりに使用された紙オムツ(63枚/日)のうち、便の量が少ないオムツ(23枚/日)を除いた紙オムツ(40枚/日)のみ処理を行った際の平均削減割合(36.8%)が報告されている。便の量が少ないオムツは処理装置の使用による紙オムツ重量の増減の影響は受けないと仮定し、1日に使用される紙オムツ枚数すべてを処理した場合の紙オムツ重量の平均削減割合を加重平均により算出した。

排出係数の実態との
 整合及び精緻化

実証で得られた値が無い場合は、客観的に妥当な値として先行研究の排出係数を用いることとした。先行研究とモデル都市・モデル介護施設の条件は完全には一致しないため、本評価では相違を整理したうえで値を用いた。なお、算定対象の実態をより反映したGHG排出量を算定するためには、算定対象となる実際の事業者ごとに数値(実測値)等の情報を収集し把握する必要がある。以下に、算定対象となる事業者ごとに整理が必要な項目例を示す。

- 【介護施設】 処理装置に用いた電力使用量、上水使用量、ごみ袋使用枚数 等
- 【処理装置開発事業者】 処理装置の待機電力、装置の構成・各部品重量 等
- 【下水処理場】 処理場で使用した電力使用量、燃料使用量、薬品の種類と使用量、汚泥の輸送・処分 等
- 【ごみ処理施設】 電力使用量、薬品の種類と使用量、上水使用量、焼却残さの輸送・処分 等

1) 国土交通省「紙オムツ受入による下水道施設への影響調査結果 令和2年度社会実験 Aタイプ(固形物分離タイプ)」

2) 国土交通省「紙オムツ受入による下水道施設への影響調査結果 令和3年度社会実験 Baタイプ(破碎・回収タイプ)」

2-2. GHG排出量算定の条件設定

【紙オムツ受入による影響】

下水道施設への影響

【量に関する影響】

- 南魚沼市で社会実験を行った介護施設の排水が処理されている下水処理場の処理能力は8,150m³/日¹⁾で、日平均流入水量は約3,994m³/日²⁾である。本算定ケースの場合、紙オムツ処理装置からの1日あたりの排水量(94~300m³/日)は、全体の流入量の約2~7%にとどまる。

【質に関する影響】

- 紙オムツ処理装置からの排水※に含まれるBOD及びSSは、モデル介護施設の排水流入先の下水処理場流入水のBOD及びSSに対し、それぞれ約45%(110/247)、約78%(170/219)の値であった。

分析項目	紙オムツ処理装置からの排水 ^{3)※}	下水処理場流入口 ⁴⁾
pH ()内は測定時水温℃	6.5 (19.8)	7.4 (12.0)
BOD(mg/L)	110	247
SS(mg/L)	170	219

- 紙オムツ処理装置からの排水は下水処理場流入水の水質に影響は及ぼさないため、水処理から污泥処理に係る運転方法は一定と仮定し、紙オムツ処理装置の使用による排水量の変化のみを考慮し、汚水処理に係るGHG排出量と消化ガス発電によるGHG排出控除量を算出することとした。
- なお、今回の算定対象区域の下水処理場は、消化ガス発電施設はないものの、令和9年度までに廃止されて、流域下水処理場(分流式、標準活性汚泥法、消化ガス発電)⁵⁾に接続される予定である。

1) 南魚沼市HP「南魚沼市下水道事業経営戦略」、<https://www.city.minamiuonuma.niigata.jp/docs/1481.html>、(2022年6月13日閲覧)

2) 国土交通省「紙オムツ受入による下水道施設への影響調査結果 令和2年度社会実験 Aタイプ(固形物分離タイプ)」

3) 管清工業(株)及びパナソニック(株)(2021年)「令和2年度紙オムツ受入による下水道施設への影響調査業務報告書」※第2期の紙オムツ排水の水質分析結果(計4回)のうち、最大値を記載。

4) 日本下水道協会「平成29年度下水道統計」、南魚沼市の大和クリーンセンターの値を引用

5) 新潟県下水道公社HP「六日町浄化センター」、<http://www.niigata-gesuikou.or.jp/information#muikamachi>、(2022年6月13日閲覧)

3. 活動量の設定

【設定条件】

算定対象・ケース	算定対象は、社会実験を行った新潟県南魚沼市の介護施設のある処理区域とした。算定対象とする処理区域内人口は、12,801人 ¹⁾ であり、そのうち37.2% ²⁾ の4,768人が高齢者と仮定した。本評価では、高齢者のうち、介護施設 ^{注)} に入居し、かつ紙オムツを使用している割合を3.46% ³⁾ (165人)と仮定したケースを設定した。
機能単位	機能単位は、算定対象において1年間に排出した紙オムツ処理とした。具体的には、紙オムツの年間処理枚数に係るGHG排出量及び紙オムツ処理装置の年間の導入台数又は廃棄台数に係るGHG排出量とした。

注)上表中の「介護施設」とは、介護保険施設、地域密着型介護老人福祉施設、特定入所者生活介護(地域密着型含む)、認知症対応型共同生活介護を指す。

算定対象とする処理区域で対象者が1年間に排出した紙オムツの処理に係る温室効果ガス排出量E [kg-CO₂eq/年]

$$E = \sum_n (\text{活動量 } p_n [a] \times \text{排出係数 } I [\text{kg} - \text{CO}_2 \text{eq}/a])$$

<i>n</i>	対象プロセス	紙オムツ処理に係るライフサイクル(原料調達段階、生産・製造段階、使用段階、廃棄・リサイクル段階)の各プロセス
<i>p</i>	活動量	プロセス別の年間活動量(紙オムツの使用枚数、紙オムツ処理装置の導入・廃棄台数)
<i>I</i>	排出係数 ^{注)}	活動量別の排出係数×GWP(地球温暖化係数)

注)排出係数は、文献等の報告値を基に設定する。

【活動量】

紙オムツの処理枚数	実証結果(24人が1日あたりに63枚の紙オムツを排出する)から、1日1人あたり約3枚の紙オムツが使用されると仮定した。処理区域内全体の紙オムツ使用者165人が1日あたりに排出する紙オムツ枚数(433枚/日)から、年間の紙オムツ処理枚数(158,045枚/年)を算出した。 Aタイプ及びBaタイプの紙オムツ処理装置では、年間に排出されるすべての紙オムツを一律で処理するとした。
紙オムツ処理装置の導入及び廃棄台数	紙オムツ処理装置の耐用年数は10年間と仮定した ^{注)} 。本ケースでは、Aタイプの紙オムツ処理装置を用いた際の1台あたりの処理枚数の実績(63枚/日・台) ⁴⁾ を基に、433枚/日を処理可能な台数を導入及び廃棄台数に設定した。具体的には、Aタイプ・Baタイプともに7台の処理装置が導入・廃棄されると仮定した。なお、導入台数の1/10が1年毎に導入及び廃棄・リサイクルされると仮定した。

注)耐用年数は、メーカーから回答された参考値である。

- 1) 日本下水道協会(2022)「下水道統計(令和元年度版 第76号)」
- 2) 総務省統計局(2021)「令和2年国勢調査:都道府県・市区町村別の主な結果」のうち、南魚沼市の高齢割合を使用
- 3) 厚労省・第176回社会保障審議会介護給付費分科会(2020)「介護分野をめぐる状況について」、<https://www.mhlw.go.jp/content/12300000/000608284.pdf>、(2022年7月22日閲覧)
なお、以下の数式により算出。(2019年の施設サービス利用者数95万人+地域密着型サービス利用者数(居住系)21万人+地域密着型サービス利用者数(施設系)6万人)/(高齢者数3528万人)
- 4) 国土交通省「紙オムツ受入による下水道施設への影響調査結果 令和2年度社会実験 Aタイプ(固形物分離タイプ)」
第1期、第2期の実証において測定した紙オムツ枚数と実証期間から、1日あたりに排出される紙オムツ枚数を算出

4. 排出係数の設定

○従来シナリオから変更・追加された②、④、⑥、⑦、⑧、⑨(赤・青・緑色で囲んだ部分)各プロセスの排出係数の設定方法について、下表に整理した。

丸番号	対象シナリオ	項目	排出係数	単位	引用元詳細・設定方法・補足事項		
					実証データ	論文・公表データ・仮定	引用している値の補足事項・排出係数の計算式
②	A	紙オムツ処理装置の原料調達に係るCO2排出量	340	kg-CO2eq/台		<ul style="list-style-type: none"> Aタイプの処理装置の組成は、ステンレス100kg、鉄58kg(メーカー報告値を引用) Baタイプの処理装置の組成はステンレス200kg、鉄200kg(メーカー報告値を引用) 鉄鋼の原料調達に係るCO2排出量は1.89kg-CO2eq/kg-素材(World Steel AssociationHPより引用) ステンレスの原料調達に係るCO2排出量は、2.30kg-CO2eq/kg-素材(WorldstainlessHPより引用) 	<p>【引用理由】</p> <ul style="list-style-type: none"> 処理装置の組成: 開発メーカーの報告値を引用。 原料調達に係るCO2排出量: 開発メーカーからの報告値はないため、国際的な業界団体である、World Steel Association及びWorldstainlessの調査結果を引用。 <p>【補足事項】</p> <ul style="list-style-type: none"> ステンレスはスクラップを80%含む場合の原単位 <p>【計算式の例: Aタイプの場合】</p> <ul style="list-style-type: none"> 1台当たりのCO2排出量 $= 1.89\text{kg-CO}_2\text{eq/kg-素材} \times 58\text{kg-素材/台} + 2.30\text{kg-CO}_2\text{eq/kg-素材} \times 100\text{kg-素材/台} = 340\text{kg-CO}_2\text{eq/台}$
	Ba	紙オムツ処理装置の原料調達に係るCO2排出量	838	kg-CO2eq/台			
④	A、Ba	紙オムツ処理装置の製造及び輸送に係るCO2排出量	13.5	kg-CO2eq/台		<ul style="list-style-type: none"> 洗濯機1台当たりの製造及び輸送に係るCO2排出量は、13.5kg-CO2eq/台(山口ら(2004)「ソーシャルLCAを用いた家庭洗濯の環境負荷の評価」より引用) 	<p>【引用理由】</p> <ul style="list-style-type: none"> 紙オムツ処理装置の製造及び輸送に係るGHG排出量の実際は不明であることから、電化製品の中では類似の機能を持つ渦巻き式洗濯機の排出係数を代用。 <p>【補足事項】</p> <ul style="list-style-type: none"> 製造及び輸送に係るCO2排出量は、梱包(4.4kg-CO2eq/台)、組立(3.7kg-CO2eq/台)、輸送(5.4kg-CO2eq/台)の合計値を使用。 対象とする洗濯機と紙オムツ処理装置の重量は、ここでは考慮しないこととした。

4. 排出係数の設定

丸番号	対象	項目	排出係数	単位	引用元詳細・設定方法・補足事項		
	シナリオ				実証データ	論文・公表データ	引用している値の補足事項・排出係数の計算式
⑥	A	紙オムツ処理装置の稼働による電力由来のCO2排出量	0.00362	kg-CO2eq/枚	<ul style="list-style-type: none"> Aタイプの処理装置の性能のうち、紙オムツ処理装置の稼働1回あたりの消費電力量は、0.0400kWh/回 紙オムツ処理装置の稼働1回あたりに処理可能なオムツの枚数は5枚/回 	<ul style="list-style-type: none"> 電力1kWhあたりのGHG排出量は、0.453kg-CO2eq/kWh（環境省(2022)「令和4年公表(令和2年度実績)の電気事業者別排出係数一覧」より代替値を引用) 	【引用理由】 <ul style="list-style-type: none"> 環境省の令和4年公表(令和2年度実績)の電気事業者別排出係数一覧より代替値を引用したのは、当該資料において代用値が全国の一般値として整理されているため。 【計算式の例：Aタイプの場合】 紙オムツ1枚当たりの処理装置稼働による電力由来のCO2排出量= $0.453\text{kg-CO}_2\text{eq/kWh} \times 0.0400\text{kWh/回} \div 5\text{枚/回}$ $=0.00362\text{kg-CO}_2\text{eq/枚}$
	Ba		0.0105	kg-CO2eq/枚	<ul style="list-style-type: none"> Baタイプの処理装置の性能のうち、紙オムツ処理装置の稼働1回あたりの消費電力は、0.0463kWh/回 紙オムツ処理装置の稼働1回あたりに処理可能なオムツの枚数は2枚/回 		
	A	紙オムツ処理装置の稼働による水道由来のCO2排出量	0.00374	kg-CO2eq/枚	<ul style="list-style-type: none"> Aタイプの紙オムツ処理装置の性能のうち、稼働1回当たりの水使用量は40L/回、処理可能なオムツの枚数5枚/回 	<ul style="list-style-type: none"> 水道1m3あたりのGHG排出量は、0.468kg-CO2eq/m3（環境省温室効果ガス排出抑制等指針検討委員会(第7回)(2015)「上水道・工業用水道、下水道部門における温室効果ガス排出等の状況」(2015)「上水道・工業用水道、下水道部門における温室効果ガス排出等の状況」より引用) 	【引用理由】 <ul style="list-style-type: none"> 温室効果ガス排出抑制等指針検討委員会(第7回)(2015)「上水道・工業用水道、下水道部門における温室効果ガス排出等の状況」より引用したのは、全国の平均値が整理されていたため。 【計算式の例：Aタイプの場合】 紙オムツ1枚当たりの処理装置稼働による水道由来のCO2排出量= $0.463\text{kg-CO}_2\text{eq/m}^3 \times 40\text{L/回} \div 1000\text{L/m}^3 \div 5\text{枚/回}$ $=0.00374\text{kg-CO}_2\text{eq/枚}$
	Ba		0.00515	kg-CO2eq/枚	<ul style="list-style-type: none"> Baタイプの紙オムツ処理装置の性能のうち、稼働1回当たりの水使用量は、22L/回、稼働1回あたりに処理可能なオムツの枚数は2枚/回 		

4. 排出係数の設定

丸番号	対象シナリオ	項目	排出係数	単位	引用元詳細・設定方法・補足事項		
					実証データ	論文・公表データ	引用している値の補足事項・排出係数の計算式
⑦	従来	使用済又は処理済紙オムツの輸送に係るCO2排出量	0.000550	kg-CO2eq/枚	<ul style="list-style-type: none"> モデル施設へのヒアリングにより、ごみ回収車は2t塵芥車、輸送距離8km、トラック中のごみの積載率100%のうち8割が紙オムツごみであることを確認 	<ul style="list-style-type: none"> 使用済紙オムツは210g/枚(紙オムツ本体50g、し尿160g)(「福岡県リサイクル総合研究事業化センター(2016)福岡都市圏紙おむつリサイクルシステム検討委員会報告書」より引用) 2tトラック、8km輸送、積載率80%、軽油を使用する場合の1枚当たりのCO2排出量を算出 	<ul style="list-style-type: none"> 【補足事項】 従来シナリオでは、文献値の値を使用 使用済紙オムツ1tの組成は、1次データから設定
	A		0.000537	kg-CO2eq/枚	<ul style="list-style-type: none"> Aタイプの処理装置使用後の処理済紙オムツのし尿の減量率は、16% 未処理だった紙オムツを処理すると、処理済紙オムツ重量と同等になるとした場合の1枚当たりの処理後紙オムツ重量は、184g/枚 Aタイプの処理装置使用後の処理済み紙オムツの容積は、使用前後で変化無 	<ul style="list-style-type: none"> 使用済紙オムツは210g/枚(紙オムツ本体50g、し尿160g)(「福岡県リサイクル総合研究事業化センター(2016)福岡都市圏紙おむつリサイクルシステム検討委員会報告書」より引用) 2tトラック、8km輸送、積載率80%、軽油を使用する場合の1枚当たりのCO2排出量を算出 	<ul style="list-style-type: none"> 【補足事項】 モデル施設では、紙オムツの排出量にかかわらず、週6日のゴミ回収が行われていたことから、紙オムツ処理装置導入後も輸送頻度は不変。そのため、改良トンキロ法により算出した輸送にかかるCO2排出量も重量のみが影響すると仮定して算出 積載率の計算式は、貨物重量/最大積載量であることから、積載率は、容積ではなく重量の減量率を考慮している。 【計算式:Aタイプの場合】
	Ba		0.000529	kg-CO2eq/枚	<ul style="list-style-type: none"> Baタイプの処理装置使用後のし尿量が少ない紙オムツも考慮した際のし尿の減量率は、25% Baタイプの処理装置使用後の処理済み紙オムツの容積は、使用後に1/3に減少 	<ul style="list-style-type: none"> 使用済紙オムツは210g/枚(紙オムツ本体50g、し尿160g)(「福岡県リサイクル総合研究事業化センター(2016)福岡都市圏紙おむつリサイクルシステム検討委員会報告書」より引用) Baタイプの処理装置使用後の処理済み紙オムツの容積は、使用後に1/3に減少することから、ごみ収集車の積載率は、従来より5%削減されると仮定 2tトラック、8km輸送、積載率80%、軽油を使用する場合の1枚当たりのCO2排出量を算出 	<ul style="list-style-type: none"> 未処理紙オムツも含めて処理したと仮定した場合の、1枚当たりの処理後紙オムツ重量=210g-160×0.16=184g 処理装置使用による重量削減分を考慮した積載率は、80%×(184g/210g)=70% 紙オムツ1枚当たりの輸送及び焼却処理に係るCO2排出量=(184/10⁶g/枚×8km×0.139l/tkm×0.001kl/l×2.62tCO2/kl)*10³=0.000537kg-CO2eq/枚

4. 排出係数の設定

丸番号	対象シナリオ	項目	排出係数	単位	引用元詳細・設定方法・補足事項		
					実証データ	論文・公表データ	引用している値の補足事項・排出係数の計算式
⑦	従来	使用済又は処理済紙オムツの焼却処理に係るCO2排出量	0.0641	kg-CO2eq/枚		<ul style="list-style-type: none"> 使用済紙オムツの焼却処理に係るCO2排出量は、0.0641kg-CO2eq/枚(伊坪ら(2019)「使用済み紙おむつのクローズドリサイクルの環境影響評価」より一部算定したうえで引用) 	【補足事項】 ・左記論文では、処理済紙オムツの輸送及び焼却処理に係るCO2排出量が報告されているため、輸送に係るCO2を算出し、差し引くことで求めた。
	A		0.0641	kg-CO2eq/枚	<ul style="list-style-type: none"> Aタイプの処理装置使用後の処理済紙オムツのし尿の減量率は、16%(メーカーからの提供データ) 	<ul style="list-style-type: none"> 使用済紙オムツは210g/枚(紙オムツ本体50g、し尿160g)(「福岡県リサイクル総合研究事業化センター(2016)福岡都市圏紙おむつリサイクルシステム検討委員会報告書」より引用) 使用済紙オムツの焼却処理に係るCO2排出量は、0.0641kg-CO2eq/枚(伊坪ら(2019)「使用済み紙おむつのクローズドリサイクルの環境影響評価」より一部算定したうえで引用) 水道1m3あたりのGHG排出量は、0.468kg-CO2eq/m3(温室効果ガス排出抑制等指針検討委員会(第7回)(2015)「上水道・工業用水道、下水道部門における温室効果ガス排出等の状況」より引用) 	【補足事項】 ・加水が必要な焼却炉を想定し、処理装置により減少した量を加水するとした場合、1枚当たり焼却で加える水量は、160g/枚×0.16÷1000g/L=0.0256L/枚 【計算式:Aタイプの場合】 ・処理済紙オムツ1枚あたりの加水に係るCO2排出量 =0.0256L/枚÷1000L/m3×0.468kg-CO2eq/m3=0.0000120kg-CO2eq/枚 ・紙オムツ1枚当たりの焼却処理に係るCO2排出量= 0.0641+0.0000120=0.0641kg-CO2eq/枚
	Ba		0.0641	kg-CO2eq/枚	<ul style="list-style-type: none"> 全ての紙おむつを処理するとした場合の、Baタイプ処理装置使用後の紙オムツのし尿減量率は、25% 	<ul style="list-style-type: none"> 使用済紙オムツは210g/枚(紙オムツ本体50g、し尿160g)(「福岡県リサイクル総合研究事業化センター(2016)福岡都市圏紙おむつリサイクルシステム検討委員会報告書」より引用) 使用済紙オムツの焼却処理に係るCO2排出量は、0.0641kg-CO2eq/枚(伊坪ら(2019)「使用済み紙おむつのクローズドリサイクルの環境影響評価」より一部算定したうえで引用) 水道1m3あたりのGHG排出量は、0.468kg-CO2eq/m3(温室効果ガス排出抑制等指針検討委員会(第7回)(2015)「上水道・工業用水道、下水道部門における温室効果ガス排出等の状況」より引用) 	【補足事項】 ・加水が必要な焼却炉を想定し、処理装置により減少した量を加水するとした場合、1枚当たり焼却で加える水量は、160g/枚×0.25/1000g/L=0.0400L/枚 【計算式:Baタイプの場合】 ・処理済紙オムツ1枚あたりの加水に係るCO2排出量 =0.0400L/枚÷1000L/m3×0.468kg-CO2eq/m3=0.0000187kg-CO2eq/枚 ・紙オムツ1枚当たりの焼却処理に係るCO2排出量= 0.0641+0.0000187=0.0641kg-CO2eq/枚

※排出係数は、小数点第4位以下は、各シナリオで異なる。

4. 排出係数の設定

丸番号	対象 シナリオ	項目	排出係数	単位	引用元詳細・設定方法・補足事項		
					実証データ	論文・公表データ	引用している値の補足事項・排出係数の計算式
⑦	従来	使用済又は 処理済紙オ ムツの焼却 由来の余熱 による発電 に係るCO2 排出控除量	-0.00580	kg-CO2eq/枚		・使用済紙オムツの焼却由来の 余熱による発電は、 -0.00580kg-CO2eq/枚(伊坪ら (2019)「使用済み紙おむつのク ローズリサイクルの環境影響評 価」より引用)	【補足事項】 ・焼却処理において、減少した水分は追加されるため、シ ナリオに関係なく、1枚当たりの排出係数は同一となる。 本評価では、シナリオ自体は変化しているため、評価項 目とした。
	A		-0.00580	kg-CO2eq/枚			
	Ba		-0.00580	kg-CO2eq/枚			
⑧	A	し尿処理及 び下水汚 泥の焼却 によるCO2 排出量	0.00327	kg-CO2eq/枚	・Aタイプの紙オムツ処理装置 の性能のうち、稼働1回当たり の水使用量は40L/回 ・処理可能なオムツの枚数5枚 /回	・下水1m3当たりのし尿処理及び 下水汚泥の焼却によるCO2排出 量は、0.41kg-CO2eq/m3(下水道 技術開発会議エネルギー分科会 (2022)「カーボンニュートラルの 実現に貢献するための下水道技 術の技術開発等に関するエネル ギー分科会報告書」より関係数値 を引用)	【補足事項】 ・左記の関係数値とは、日本の下水道からの温室効果ガ ス発生量(596万t-CO2/年、2018年度)及び日本の年間 処理水量(146億m3/年、2018年度) 【計算式:Aタイプの場合】 ・紙オムツ1枚当たりのし尿処理及び下水汚泥の焼却に よるCO2排出量=0.41kg-CO2/m3×40L/回 ÷1000L/m3÷5枚/回=0.00328kg-CO2eq/枚
	Ba		0.00449	kg-CO2eq/枚	・Baタイプの紙オムツ処理装置 の性能のうち、稼働1回当たり の水使用量は、22L/回 ・稼働1回当たりに処理可能な オムツの枚数は2枚/回		

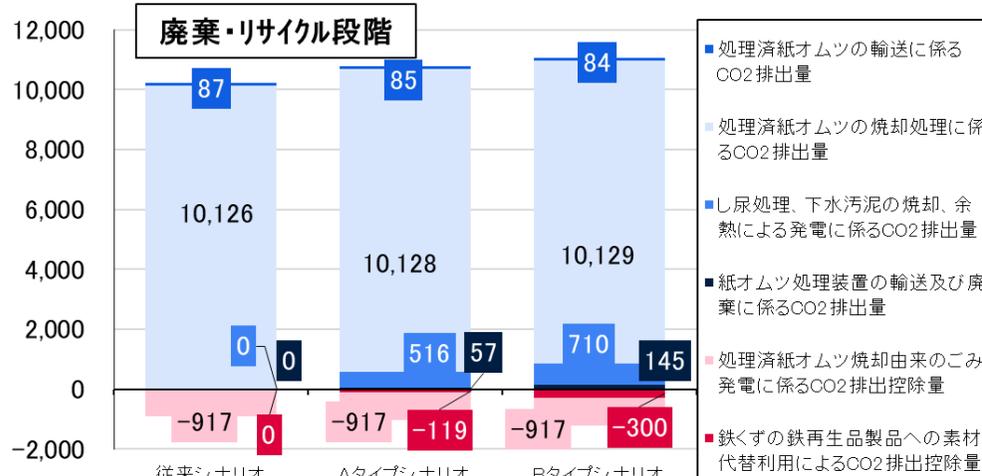
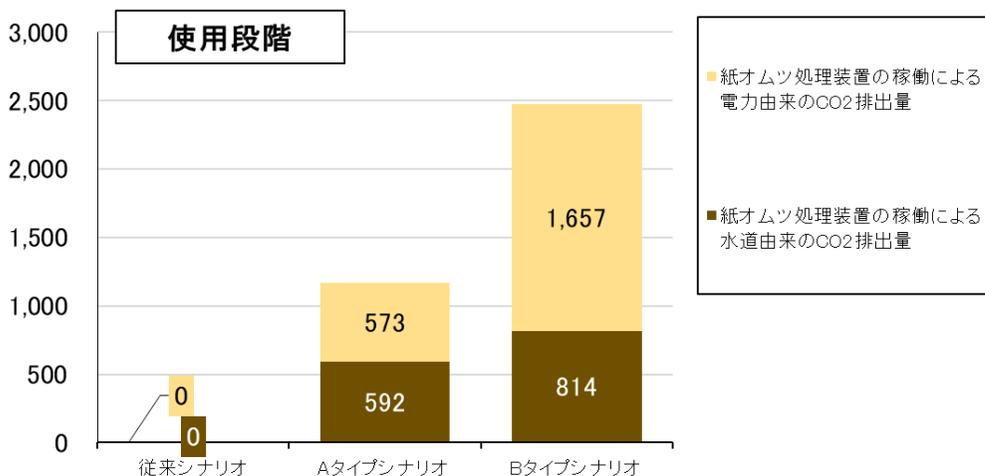
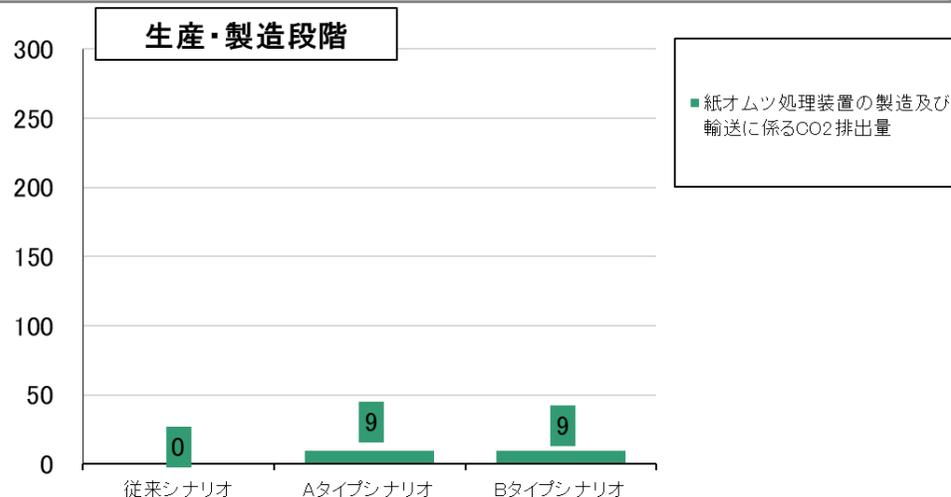
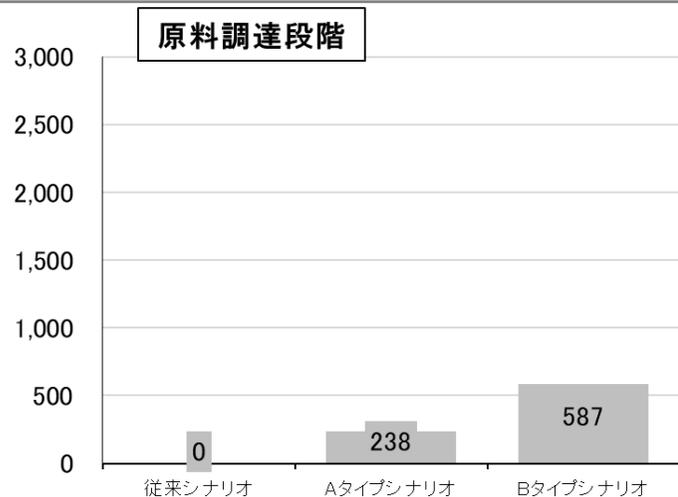
4. 排出係数の設定

丸番号	対象シナリオ	項目	排出係数	単位	引用元詳細・設定方法・補足事項		
					実証データ	論文・公表データ	引用している値の補足事項・排出係数の計算式
	A	紙オムツ処理装置の輸送及び廃棄に係るCO2排出量	81.9	kg-CO2eq/台	/	<ul style="list-style-type: none"> Aタイプの処理装置の重量は、158kg/台 Baタイプの処理装置の重量は、400kg/台 洗濯機1台当たりの輸送及び廃棄に係るCO2排出量は、16.59kg-CO2/台 (Menikpura et al.(2014)“Assessing the climate co-benefits from Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) recycling in Japan.”より引用) 上記の洗濯機の重量は、32kg/台 	【引用理由】 ・ 紙オムツ処理装置の輸送及び廃棄に係るGHG排出量の実際は不明であることから、電化製品の中では類似の機能を持つ洗濯機の排出係数を代用。 【計算式:Aタイプの場合】 ・ 紙オムツ1台当たりの輸送及び廃棄に係るCO2排出量=16.59kg-CO2/台 × (158kg/台 ÷ 32kg/台) =81.9kg-CO2eq/枚
	Ba		207	kg-CO2eq/台			
⑨	A	鉄くずの鉄再生製品への素材代替利用によるCO2排出控除量	-169	kg-CO2eq/台	/	<ul style="list-style-type: none"> Aタイプの処理装置の重量は、158kg/台 Baタイプの処理装置の重量は、400kg/台 洗濯機1台当たりの輸送及び廃棄に係るCO2排出量は、-34.29kg-CO2/台 (Menikpura et al.(2014)“Assessing the climate co-benefits from Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) recycling in Japan.”より引用) 上記の洗濯機の重量は、32kg/台 	【引用理由】 ・ 紙オムツ処理装置の輸送及び廃棄に係るGHG排出量の実際は不明であることから、電化製品の中では類似の機能を持つ洗濯機の排出係数を代用。 【補足事項】 ・ 紙オムツ処理装置は、鉄以外の素材も含むが、ここでは鉄のみと仮定。 【計算式の例:Aタイプの場合】 ・ 紙オムツ1台当たりの鉄くずの鉄再生製品への素材代替利用によるCO2排出控除量=-34.29kg-CO2/台 × (158kg/台 ÷ 32kg/台)=-169kg-CO2eq/枚
	Ba		-429	kg-CO2eq/台			

5-1. 段階別のGHG排出量の試算結果

- 紙オムツ処理装置の導入により、これまではGHGが排出されていなかった段階においても、紙オムツ処理装置起源のGHGが排出された。
- 廃棄・リサイクル段階では、紙オムツ処理装置の導入により、紙オムツ処理装置に係るGHGが排出又は控除されるほか、し尿の下水処理に係るGHG排出量が増加した。

モデル都市において紙オムツ処理装置を1台導入した際の紙オムツ処理に伴う年間の温室効果ガス排出量 (kg-CO2eq/年)



5-2. シナリオ別のGHG排出量の試算結果

- 算定対象とする処理区域内で紙オムツ処理装置が7台導入・廃棄された場合、設定条件における紙オムツ処理に伴う年間のGHG排出量は、従来シナリオでは9,297kg-CO₂eq/kgだった。
- 本評価では、紙オムツ処理装置の導入により、GHG排出量は増加した。従来シナリオと比較して、Aタイプの紙オムツ処理装置を導入した場合のGHG排出量は20.1%増加し、Baタイプの紙オムツ処理装置を導入した場合のGHG排出量は39.0%増加した。

