

5. 循環的な利用による効果の試算

本検討では循環的な利用のうち再生利用及び熱回収を対象とした。適正処理及び自然還元は本検討の対象外とした。また再使用については、定量化のためのデータが不足しており今回の試算では対象外とした。

(1) 検討対象の項目

以下の4つの項目を算定の対象とした。

- ・温室効果ガスの排出削減量（二酸化炭素換算トン）
- ・エネルギーの消費削減量（ジュール）
- ・天然資源の消費削減量（トン）
- ・埋立処分の削減量（トン）

温室効果ガスは、二酸化炭素、メタン、亜酸化窒素を対象とした。天然資源については、化石燃料（石炭、石油、天然ガス）、木材、金属鉱物、石灰石、粘土・珪石、岩石・砂利など使用されている重量が比較的大きなものを対象とした（レアメタルなど使用量は少ないが重要な金属資源については関与物質総量（TMR）等の指標を用いた評価も含めて今後の課題とした。）【別紙①参照】。

(2) 算定対象の期間

2000年（いわゆる循環型社会元年）から2005年（最新年）までを対象とした。

(3) 削減量評価の基本的な考え方

① 削減量の算定方法

循環的な利用による、負荷（温室効果ガス（Green House Gas。以下「GHG」という。）排出、天然資源消費、エネルギー消費、埋立処分）の削減量は、循環資源を投入して各種の再生製品を製造するシステム（循環的な利用システム）における負荷の合計と、これにより代替されるシステム（オリジナルシステム）における負荷の合計との差分として算定する（図3）。

② オリジナルシステムの想定

循環的な利用システムには「循環資源の処理」と「製品の製造」という二つの機能があるため、代替されるオリジナルシステムにも「循環資源の適正処理システム」と「新製品の製造システム」の2つのシステムが含まれている。

循環資源の適正処理システムは、「仮に循環的な利用がなされなければ、替わりに行われていたと考えられる適正処理」に相当するシステムであるが、これを一意に特定することが困難であり、また、処理方法の設定によって削減量の評価結果が大きく異なる場合があること（廃プラスチックを例にとり、循環資源の適正処理システムを焼却処理と設定した場合と、埋立処分と設定した場合を比較すると、前者の方がGHG削減の効果は大きくなり、後者では埋立削減の効果が大きくなる。）を踏まえ、循環資源の現状の処理処分実態や性状に応じて、全量単純焼却あるいは全量直接埋立のどちらかのケースを想定し、2ケース両方ともに極端なケースとして想定して評価することとした（表3）。2000～2005年における実態に即して全量単純焼却と全量直接埋立の割合を循環資源ごとに想定する考え方もあるが、今後の課題としたい。一方、「新製品の製造システム」については平均的なシステムを一つ設定することとした。

なお、再使用の場合には、図 3 における循環資源の取組量として「当該期間に再利用された総数」つまり、延べの再使用量を取組量として用いることで、再生利用と同様に循環利用の効果が推計できると考える。

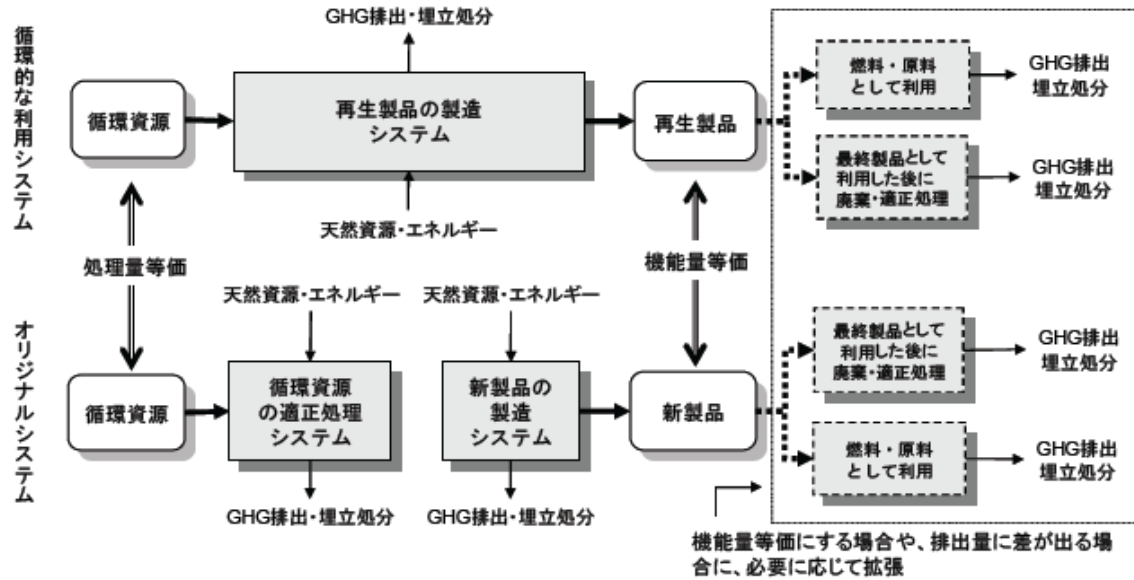


図 3 循環的な利用による削減効果評価の基本的な考え方

表 3 循環的な利用システムに対する適正処理システムの想定

循環的な利用システム			適正処理システム	
			ケース 1	ケース 2
バイオマス系及び化石系の循環資源の利用	一般廃棄物	一般廃棄物発電	単純焼却	
		焼却施設における余熱利用		
	廃油	すべての循環的な利用	消化処理+消化ガスのフレア燃焼	
	下水汚泥	消化処理+消化ガスの利用		
上記以外の利用		単純焼却	直接埋立 ^(注)	
非金属鉱物系の循環資源の利用			直接埋立 ^(注)	
金属系の循環資源の利用				

- ・可燃性の循環資源であるバイオマス系循環資源と化石系循環資源については、原則として単純焼却と直接埋立の2つのケースを想定する。
- ・一般廃棄物発電及び一般廃棄物の焼却施設における余熱利用については、循環的な利用がなくとも焼却処理自体は行われると想定し、単純焼却のみを想定する。
- ・汚泥など含水率が高い循環資源については個別に含水率を想定する。

③ システム境界の設定

システム境界の終点は、再生製品の種類や利用方法に対応して、削減量の評価において妥当と考えられるところまで必要に応じて拡張することとした。システム境界の始点は、循環資源が発生したところとなるが、この際、発生した循環資源を「再生製品の製造システム」及び「循環資源の適正処理システム」へ投入するためのプロセスは、輸送手段・輸送距離とも同じであるとみなし、考慮しないこととした。そのため、実際上は循環資源が何らかのプラントに投入されたところがシステム境界の始点となる。天然資源とエネルギーの投入については、国内で何らかのプラントに投入されたところまでを基本的なシステム境界として設定した。

(4) 循環的な利用による効果の試算結果

マテリアルリサイクル (MR) の試算に当たっては、別紙①のとおり循環資源の取組量の多いもの (年間 30 万トン以上) を候補とし、リサイクル実態が定量的に把握されており典型的なリサイクル事例として重要な項目について評価対象を選定した。

農林水産業での再生利用については再生利用の評価 (機能等価) が容易でないため対象から除外している。また、再生利用量が多くても「その他」という形で具体的に評価できない再生利用項目についても除外した。これらを除くと、年間 30 万トン以上の取組 (別紙①再生利用規模区分「B」以上) のものはカバーされている。

具体的な、循環的な利用による効果の試算対象については、マテリアルリサイクル (MR)、ケミカルリサイクル (CR)、熱回収 (TR) を合わせて別紙②に整理した。なお、試算に際しての留意事項については、別紙③のとおり設定している。

MR の各項目別の試算結果の詳細については、別紙④に示す。なお、ここで示した MR の効果としては CR/TR の効果が重複しないように、CR/TR 効果を除外した結果を算出した。

MR に加えて CR/TR を合わせた循環的な利用の効果の総合的な結果を以下に示す。全体的な傾向としては、効果の絶対量としては MR が大きいのが、近年はほぼ横ばい状態となっている。一方、最近の傾向としては CR/TR が伸びている点が特徴として挙げられる。今後はこうしたマクロの動向も見ていきたい。

① GHG 削減量

- MR による削減効果が多いが横ばい傾向となっている。一方、CR/TR は近年増加傾向を示している。

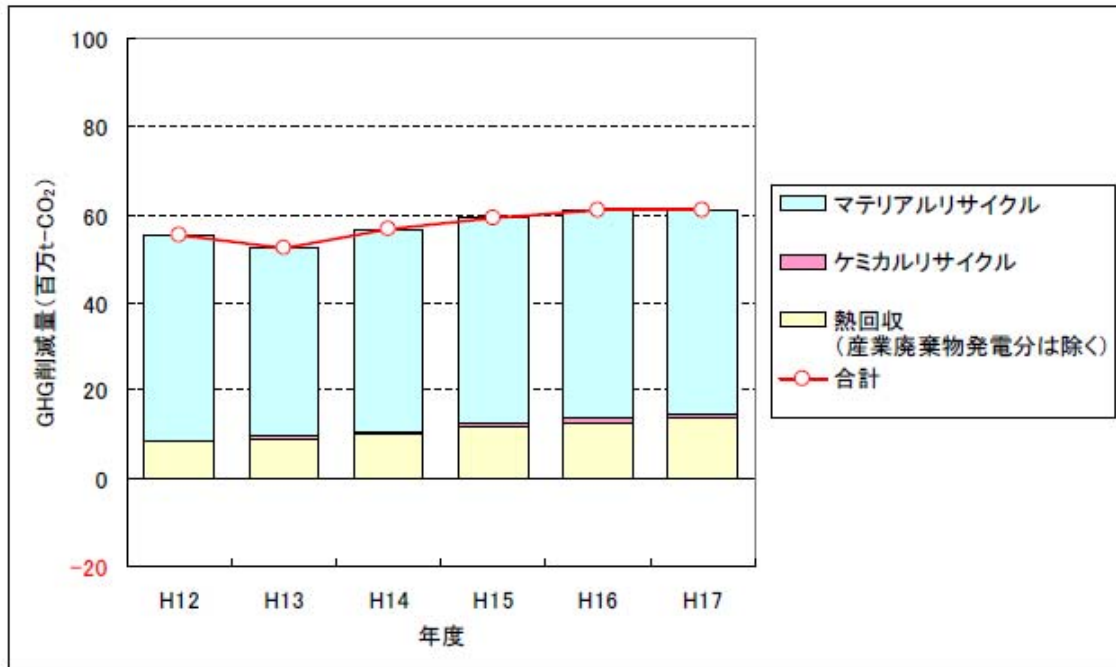


図 4 循環的な利用による GHG 削減量 (適正処理：ケース 1)

- ケース 1 と比較して効果の合計は大きくなっているが、これは MR の効果がケース 1 よりも大きいためである。

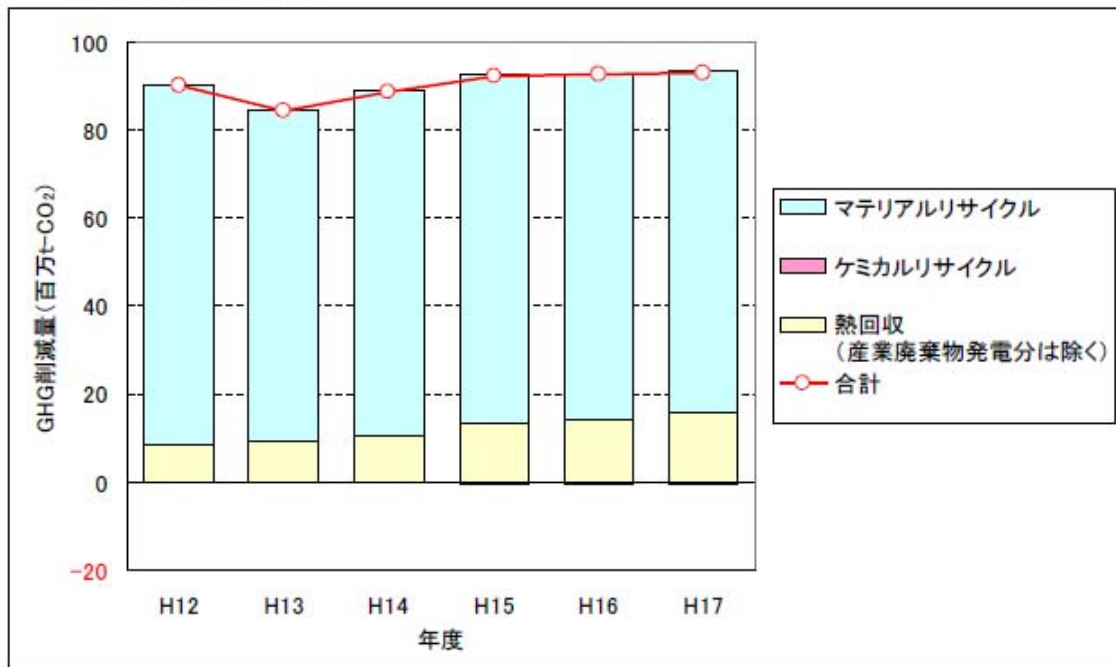


図 5 循環的な利用による GHG 削減量 (適正処理：ケース 2)

② エネルギー削減量

- エネルギー削減量は、オリジナルシステムはいずれもエネルギー回収を行っていないため、適正処理方法によらず共通の効果となる。
- エネルギー削減量の全体的な傾向は GHG 削減量と同様となっている。

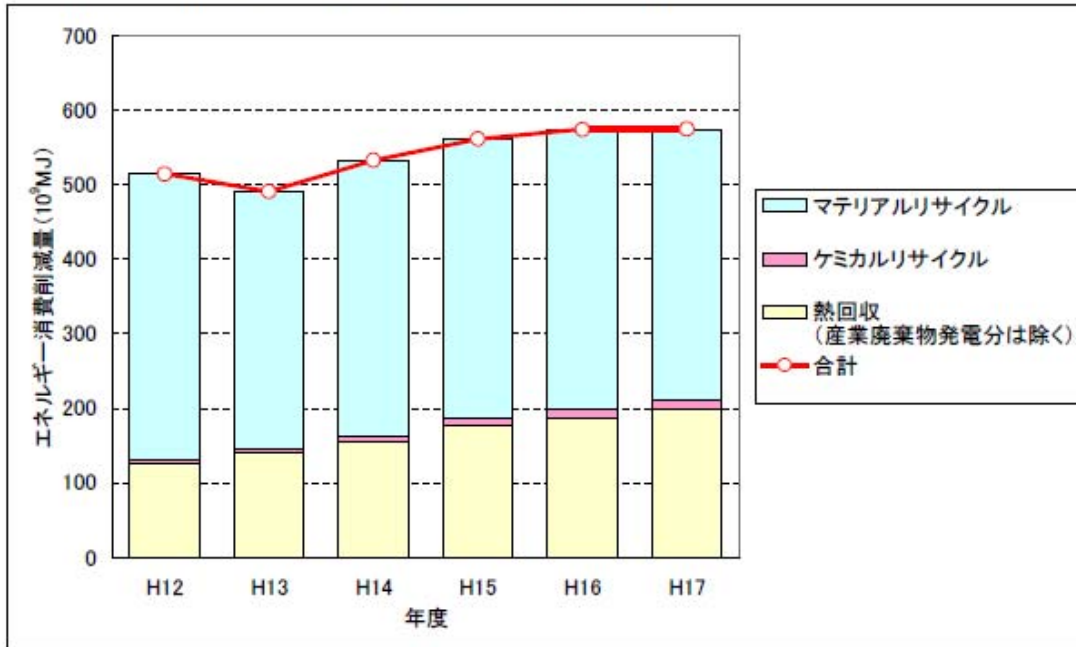


図 6 循環的な利用によるエネルギー削減量 (各ケース共通)

(注) 電力は一次換算値。

③ 天然資源の消費削減量

- 天然資源の消費削減量は、削減される資源別に効果を推計した。
- 天然資源の消費削減量は、ここ数年ほぼ横ばい傾向を示している。
- 削減量としては、MR 量の多い岩石・砂利や古紙等で代替される原木・木材チップの消費削減量が大きく、石炭、石灰石、非鉄金属鉱物の消費削減効果も大きい。

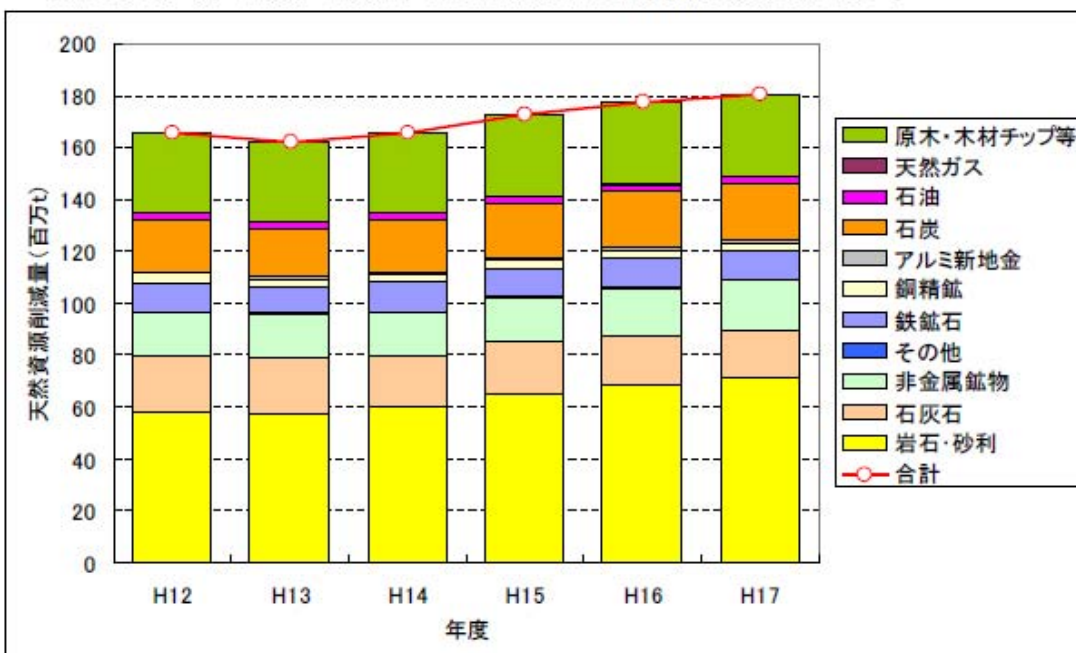


図 7 循環的な利用による天然資源の消費削減量 (エネルギー、原料別、各ケース共通)

④ 埋立処分の削減量

- 埋立処分の削減量も、削減される対象物別に推計を行った。
- 埋立処分の削減量の傾向としては、セメント・土木・建材利用による削減量の増加傾向が見られる。

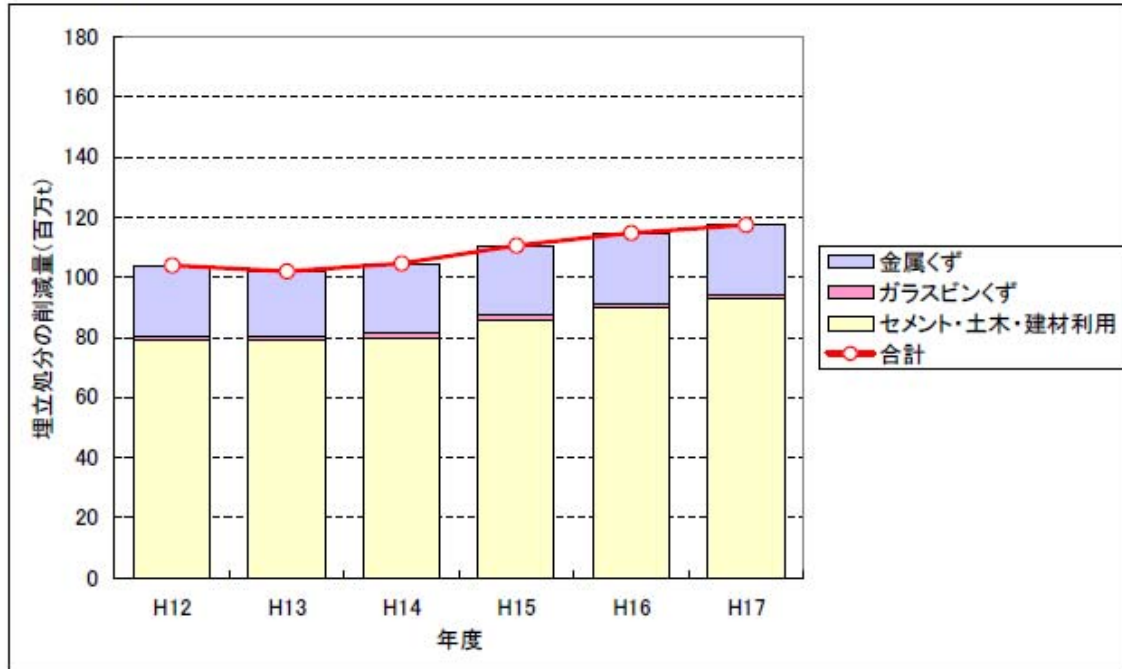


図 8 循環的な利用による埋立処分の削減量 (適正処理：ケース 1)

- ケース 2 では焼却処理可能な木くずや古紙なども埋立処分を行うという想定であり、ケース 1 に加えて、これらの分の埋立処分の削減効果があり、合計の削減効果がケース 1 よりも大きくなる。

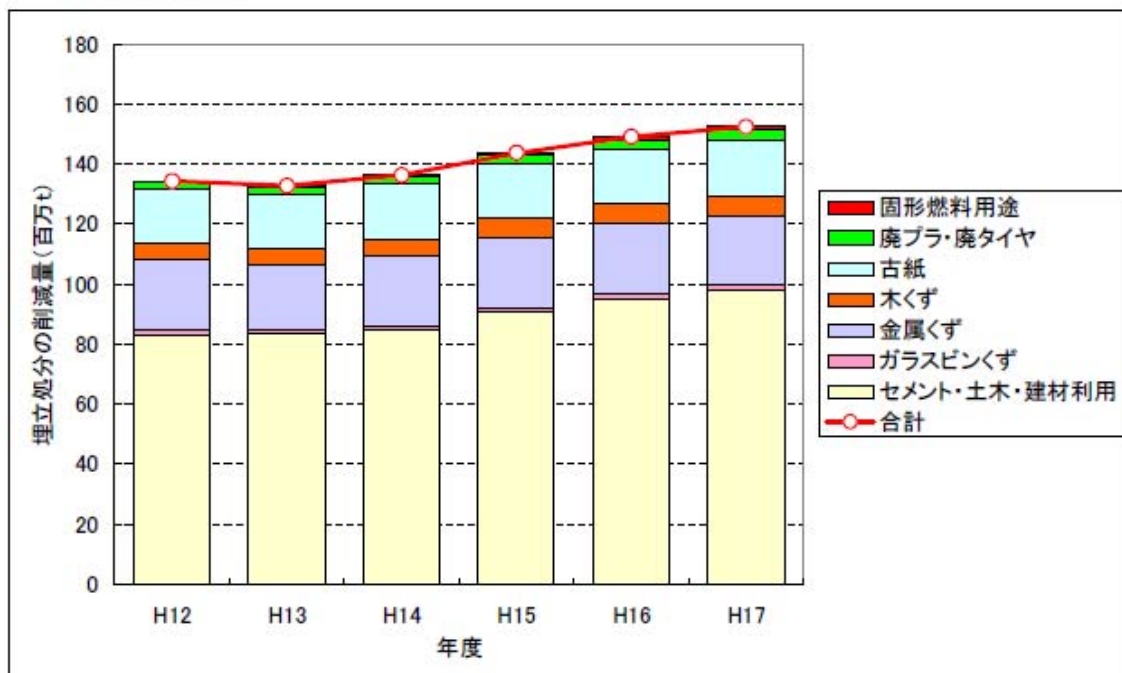


図 9 循環的な利用による埋立処分の削減量 (適正処理：ケース 2)

6. 今後の課題

「循環的な利用による温室効果ガス排出量・天然資源消費量・埋立処分量の削減効果評価手法検討会」では、「1. はじめに」で示したとおり、「循環的な利用の取組効果としての天然資源の消費の削減量や環境への負荷の回避量については、部分的な検討はなされてきたものの、各種取組と削減効果との関係性を含めて、わが国全体の効果としての総合的な検討については不十分な状況にあった」という認識のもと、循環的な利用の効果についての定量化方法の検討および効果の試算を行った。

また、発生抑制については優先的な取組事項とされるものの、どのような取組を発生抑制と捉えればよいか明確となっていなかったため、その概念整理と定量化すべき指標について提案を行った。今回の発生抑制の概念整理の中で、発生抑制の取組の範囲が広範にわたることや、リユース、リサイクルといった循環的な利用とは別の段階の活動として発生抑制の取組を表現できることを示した。このように全体的な構図として、循環的な利用の前段階に発生抑制を位置づけることによって、発生抑制が優先的に取り組むべき事項であることが明確になったものと考えられる。

このように循環型社会への取組の効果、特に発生抑制を含めた 3R 活動の取組による効果を総合的に見ることは、それぞれが関連しあう 3R 活動をバランスよく実施する上での有用な情報となるものである。

今後、第 2 次循環基本計画を推進していく観点からは、

- 発生抑制の取組について、何が発生抑制なのかという共通認識を高め、かつ、発生抑制のために何を行っていくべきかについて具体化を行うこと
- 発生抑制の取組について支援を行う場合に、これまでのリサイクル対策などを含めて、どのような優先度で 3R 活動の推進を行っていくか整理すること

などの課題が上げられる。

一方、上記の課題を検討する上では、今回の検討会での議論等を踏まえて、

- 概念整理を行った発生抑制の効果の評価方法についても定量化のための具体的な検討が必要（特に以下の 3 つの論点が重要な課題と想定）

① 発生抑制の取組と得られる効果の関係の整理

- 今回は様々な発生抑制の取組を抽出し、評価すべき指標との関連性を整理した。しかし、公共交通の利用の例では、自家用車利用がバス利用に変わることを効果としてみるか、自家用車の台数の削減とバスの台数の増加の変化を効果と見るべきかなど、何を効果とみるべきか取組ごとに検討が必要である。また、公共交通の利用の効果とペーパーレスの取組の効果を合算して評価すべきかどうかなど、定量化に向けての検討課題がある。

② 定量指標化における 3R 効果の区分

- 天然資源投入量の削減では、「発生抑制」に加えて「リユース」「リサイクル」によっても実現されるため、3R それぞれの効果をどのように区分すべきか。

③ 具体的な「発生抑制」のアクションを基準とするか、把握可能なデータを元にした「指標」を基準に整理するか

- 「発生抑制」は、大きく分けて事業者（供給側）の取組と消費者（需要側）の取組に区分されるが、その効果は一つの指標として定量化されるため、それぞれの取組を区分した指標化が必要か。

- マテリアルリサイクル、ケミカルリサイクル、熱回収の効果評価では、評価対象のパウンダリの設定など評価方法の精査や、効果評価のための基礎的なデータの信頼性の向上
 - オリジナルシステムで実態に即した条件の設定（焼却、埋立割合等）
 - 分析区分と統計等との整合性の確保（一廃/産廃等の区分との対応） → CR/TR は対応済
 - 循環資源が天然資源の代替を行うものと想定とした内容の妥当性についての精査
- 循環的な利用の取組量など継続的に効果の評価ができるデータの整備
- 今後のマテリアルリサイクルで期待できる削減量の推定
- リユースの効果の試算
- 海外での研究状況の把握と国際的な取組の方向性の把握
- 指標の多様化（稀少資源の扱い、TMR など）

といった点が研究開発上の課題となっている。

このような短期的な検討課題に加えて、中長期的な視点では、循環型社会に加えて低炭素社会、自然共生社会などに向けた取組との統合的な展開や国際資源循環のあり方などについても、こうした観点から議論を進めていくことが求められ、それぞれの社会像の目指すもののトレードオフの関係性の把握といった要素まで考慮した研究課題を設定することが必要となる。

なお、今回の報告は結果の要点のみを記述しており、推算過程の詳細は別にまとめる報告を参考とされたい。

別紙① マテリアルリサイクルされている循環資源と今回の評価対象

NO	循環的な利用システム				再生利用規模区分(2005年)	MR評価	理由
	廃棄物等	廃棄物(詳細)	再生製品の製造	再生製品			
01+16	燃え殻+ばいじん	副産石こう	セメント原料	セメント混合物	A	○	
		石炭灰	セメント原料	セメント	A	○	
		石炭灰	建設資材製造	建設資材	B	○	
		石炭灰	土木資材製造	土木資材	A	○	
		石炭灰	非鉄金属回収	非鉄金属	D		少量/利用金属種不明
		燃え殻	非鉄金属回収	非鉄金属	D		少量/利用金属種不明
		ばいじん	非鉄金属回収	非鉄金属	D		少量/利用金属種不明
		塵芥ダスト	非鉄金属回収	非鉄金属	C		少量/利用金属種不明
		石炭灰	農林水産関連資材	堆肥・肥料・飼料	C		評価条件設定困難
		石炭灰	その他	その他	A		利用先不明
02	汚泥	下水汚泥・上水汚泥	セメント原料	セメント	A	○	
		下水汚泥	建設資材製造	建設資材	C	○	
		下水汚泥	土木資材製造	土木資材	B	○	
		下水汚泥	農林水産関連資材	堆肥・肥料・飼料	B		利用基準未定
		下水汚泥	非鉄金属回収	非鉄金属	C		少量/利用金属種不明
		下水汚泥	その他	その他	D		少量/利用先不明
		無機性汚泥	セメント原料	セメント	A	○	
		有機性汚泥	セメント原料	セメント	A	○	評価条件設定困難
		有機性汚泥	農林水産関連資材	堆肥・肥料・飼料	A		評価条件設定困難
		建設汚泥	土木資材製造	土木資材	A	○	
03	廃油	廃油/再生油	セメント原料	セメント	B	○	
		廃油	非鉄金属回収	非鉄金属	C		少量/利用金属種不明
04	廃酸	廃酸	セメント原料	セメント	D		少量
		廃酸/廃感光剤	非鉄金属回収	非鉄金属	C		少量/利用金属種不明
		廃酸	中和剤製造	中和剤	B		利用先不明
05	廃アルカリ	廃アルカリ	セメント原料	セメント	C		少量
		廃アルカリ	非鉄金属回収	非鉄金属	C		少量/利用金属種不明
		廃アルカリ	中和剤製造	中和剤	C		利用先不明
		廃アルカリ	中和剤製造	中和剤	C		利用先不明
06	廃プラスチック	プラスチック(ルーフト)	プラスチックペレット化	プラスチック製品等	B	○	混合プラで評価
		プラスチック(ルーフト)	プラスチックペレット化	樹脂原料など	D	○	
		プラスチック(ルーフト)	プラスチックペレット化	シート/ボトル/繊維等	C	○	
		産廃プラ	プラスチックペレット化	樹脂原料など	B	○	混合プラで評価
		産廃プラ	セメント原料	セメント	B	○	
		産廃プラ	土木資材製造	土木資材	E		少量
		シュレッダーダスト	非鉄金属回収	非鉄金属	C		少量/利用金属種不明
		廃タイヤ等	ゴム原料	再生ゴム・ゴム粉	C		再生タイヤが主
07	紙くず	紙くず	製紙+加工	製紙原料	A	○	
		紙くず	加工	その他	D		少量/利用先不明
		紙くず	セメント原料	セメント	D		少量
		紙くず	農林水産関連資材	堆肥・肥料・飼料	E		評価条件設定困難
08	木くず	木くず	製紙+加工	製紙原料	B	○	
		木くず	破砕+加工	パーティクルボード	B	○	
		木くず	セメント原料	セメント	B	○	
		木くず	農林水産関連資材	堆肥・肥料・飼料	A		評価条件設定困難
09	繊維くず	繊維くず	繊維原料製造	素材原料	C		少量
		繊維くず	セメント原料	セメント	D		少量
10	動植物性残さ	厨芥	飼料化・堆肥化	飼料・堆肥	C		評価条件設定困難
		動植物性残さ	飼料化・堆肥化	飼料・堆肥	A		評価条件設定困難
		動植物性残さ	セメント原料	セメント	C	○	
11	ゴムくず	ゴムくず	ゴム原料	ゴム製品	D		少量/利用先不明
12	金属くず(含むスクラップ)	鉄くず	鋳造製造	鋳鋼	A	○	
		鋳くず	鋳造製造	鋳鋼	A	○	
		アルミくず	アルミ精錬	アルミインゴット	A	○	
		その他金属くず	その他金属	その他金属	B		利用金属種不明
13	ガラス陶磁器くず	ガラス(ガラスびん)	ガラスビンカレット	ガラスビン	A	○	
		石膏ボード	石膏ボードの石膏原料	石膏ボード	C		評価用データ不足
		一庫・産廃(ガラス陶磁器)	セメント原料	セメント	C	○	
		一庫・産廃(ガラス陶磁器)	建設・土木資材	建設・土木資材	A	○	
		一庫・産廃(ガラス陶磁器)	非鉄金属	非鉄金属(地金)	D		少量/利用金属種不明
14	鉱さい	スラグ(高炉/転炉/電炉)	セメント原料	セメント	A	○	
		焼物砂	セメント原料	セメント	B	○	
		スラグ(高炉/転炉/電炉)	建設資材製造	建設資材	A	○	
		スラグ(高炉/転炉/電炉)	土木資材製造	土木資材	A	○	
		スラグ(高炉/転炉/電炉)	農林水産関連資材	堆肥・肥料・飼料	B		評価条件設定困難
		スラグ(全般)	その他	その他	A		利用先不明
15	がれき類	がれき類	土木資材製造	土木資材	A	○	
18	家畜ふん尿	家畜ふん尿	肥料化	肥料	A		評価条件設定困難
19	家畜死体	家畜死体	肥料化	肥料	C		評価条件設定困難
22	し尿	し尿	肥料化	肥料	B		評価条件設定困難

注1) 再生利用規模区分は、A:100万トン以上、B:30~100万トン未満、C:10~30万トン未満、D:1~10万トン未満、E:1万トン未満で設定(年間の循環利用量)

注2) 農林水産業での再生利用については再生利用の評価(機能等価)が容易でないため対象から除外している(表では「評価条件設定困難」と記載)。

注3) 再生利用量が多なくても「その他」という形で具体的に評価できない再生利用項目についても除外した。注2、注3のものを除くと、再生利用規模区分「B」以上のものはカバーされている。