

# 生物資源等部門の排出量推計

## 《 目 次 》

### 【排出量推計】

温室効果ガス排出量総括表 .....	1
I. 農業.....	2
1. 家畜の消化管内発酵.....	2
(1) 乳用牛及び肥育牛の生産性向上によるCH <sub>4</sub> 排出量の削減.....	2
2. 家畜のふん尿処理.....	4
(1) 家畜ふん尿の処理方法の変更によるCH <sub>4</sub> ,N <sub>2</sub> O排出量の削減.....	4
3. 稲作.....	7
(1) 該当技術なし(排出量の推計方法のみ記述).....	7
4. 施肥.....	8
(1) 該当技術なし(排出量の推計方法のみ記述).....	8
5. 農業廃棄物の焼却.....	9
(1) 該当技術なし(排出量の推計方法のみ記述).....	9
II. 廃棄物.....	10
1. 埋立.....	11
(1) 食品廃棄物のリサイクルの効果.....	11
(2) 最終処分場への覆土によるCH <sub>4</sub> 排出抑制技術.....	13
2. 下水処理.....	14
(1) CH <sub>4</sub> ・N <sub>2</sub> Oの排出抑制のための下水処理システム対策技術.....	14
(2) 生活系排水のバイオ・エコエンジニアリングを活用した対策技術.....	17
3. 焼却.....	19
(1) 食品廃棄物のリサイクルの効果による焼却炉からのCH <sub>4</sub> 及びN <sub>2</sub> Oの発生抑制.....	19
(2) 廃プラスチックのリサイクル(高炉利用等).....	21
(3) 下水汚泥焼却炉からの温室効果ガスの排出抑制技術.....	23

### 【間接効果推計】

生物資源等分野における間接効果総括表 .....	25
I. 生物資源等部門におけるエネルギー生産(化石燃料代替効果).....	26
1. 土地利用、土地利用変化及び林業(LULUCF).....	26
(1) 木質バイオマスの利用.....	26
II. 生物資源等部門におけるエネルギー消費削減(化石燃料消費回避).....	29
1. 土地利用、土地利用変化及び林業(LULUCF).....	29
(1) 都市緑化.....	29
(2) 屋上緑化.....	31
III. 生物資源等部門における(生分解性)プラスチック生産(エチレン等プラスチック製品原料の代替).....	32
1. その他.....	32
(1) 生分解性プラスチックの利用による既存材料の代替.....	32

# 排出量推計

## 生物資源等分野における温室効果ガス排出量総括表

各GHGsの排出量

対象分野名		温室効果ガス排出量											
		CO2 [千トンCO2]				CH4 [千トンCH4]				N2O [千トンN2O]			
		1990	1998	2010		1990	1998	2010		1990	1998	2010	
				固定	計画			固定	計画			固定	計画
・ 農業	1. 家畜の消化管内発酵					345.2	327.8	406.0	360.6				
	2. 家畜の糞尿処理					34.5	31.3	36.3	27.9	13.47	12.02	12.38	14.43
	3. 稲作					372.6	333.4	301.2	301.2				
	4. 施肥									3.78	3.11	3.61	3.61
	5. 農業廃棄物の焼却					5.2	4.5	4.8	4.8	0.69	0.71	0.70	0.70
・ 廃棄物	1. 埋立					388.0	359.4	350.2	337.7				
	2. 下水処理					6.0	6.8	8.4	4.0	2.69	2.73	1.95	1.63
	3. 焼却	12,773	24,024	24,280	20,568	0.3	0.2	0.2	0.2	4.89	6.05	7.50	4.71
合計		12,773	24,024	24,280	20,568	1,152	1,063	1,107	1,036	25.52	24.63	26.15	25.08

- 1) わが国の温室効果ガス排出・吸収目録(以下、インベントリ)では、農業分野の排出量は前後3年間の平均値を採用するとされているが、本検討では将来推計では平均値をとることに意味がないため単年度の排出量を用いて将来値を推計している。そのため、農業分野の(1)家畜の消化管内発酵、(4)施肥、(5)農業廃棄物の焼却の算定値はインベントリの値と異なる(上表はインベントリ値を採用)。
- 2) 農業部分野の(2)家畜のふん尿処理のCH4排出については、「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果報告書 第1部」(平成12年9月 温室効果ガス排出量算定方法検討会)に示されている算定方法を用いているため、従来の算定方法で推計されたインベントリの値と異なる。
- 3) 廃棄物分野の(2)下水処理のCH4排出の1998年度値については、現状で高度処理が普及しているがインベントリにおいてはこの状況を考慮していない。本検討においては、高度処理の普及を考慮した推計を行っているためインベントリの値と異なる。(インベントリ:7.5、本検討:7.1)
- 4) B廃棄物分野の(2)下水処理のN2O排出については、インベントリにおいては推計が行われていないが、本検討においては研究論文から排出係数を得ることが出来たため推計を行うこととした。

# Ⅰ．農業

## １．家畜の消化管内発酵

### (１) 乳用牛及び肥育牛の生産性向上によるCH4排出量の削減

排出量の推計結果

排出源	実績		2010	
	1990	1998	固定	計画
CH4排出量 [千 t CH4]	345.0	328.4	406.0	360.6
乳用牛 計	182.3	163.5	183.1	169.1
泌乳牛	126.0	117.3	135.5	121.5
未経産牛+乾乳牛	22.1	18.0	18.7	18.7
育成牛：2歳未満	34.2	28.1	29.0	29.0
肉用牛 計	149.6	153.4	212.1	180.7
乳用種	65.5	69.0	97.9	73.4
肥育牛：1歳以上	36.7	40.6	59.3	53.9
肥育牛：1歳未満	10.7	10.5	15.9	14.4
繁殖雌牛：1歳以上	35.8	32.7	38.2	38.2
繁殖雌牛：1歳未満	0.9	0.6	0.8	0.8
めん羊	0.1	0.1	0.1	0.1
山羊	0.2	0.1	0.1	0.1
豚	12.4	10.8	10.2	10.2
馬	0.4	0.5	0.5	0.5

#### 算定方法

家畜種ごとに以下の式により、ケース毎の排出量を算定する。

ケース毎の活動量	×	ケース毎の排出係数	=	ケース毎の排出量
----------	---	-----------	---	----------

#### ア．ケース設定の考え方

生産性の向上による反芻に伴うCH4排出量については、牛一頭当たりの年間CH4排出量は増加する。一方、「ウ．活動量」に示すように2010年度における畜産製品の需要が一定と仮定した場合、生産性の向上により飼養頭数を削減することができる。

このような条件の下では、牛の生産性が向上することにより一頭当たりの年間の反芻に伴うCH4排出量は増加するが、単位生産量当たりのCH4排出量は削減されるため、わが国全体でのCH4排出量は低減することになる。

ケース	ケース設定の考え方
固定	各家畜種の生産性が現状（98年度）と同じ場合
計画	乳用牛（泌乳牛）：遺伝的能力の改良の推進と合わせて飼養管理の改善により生産性（乳量 <sup>1</sup> ）が「家畜改良増殖目標」（H12）に示された値に改善された場合 肉用牛（乳用種、肥育牛[1歳以上、1歳未満]）： 2010年度の日増体量が「家畜改良増殖目標」（H12）に示されている現状の生産性（1日平均増体量）と目標の生産性の中間の値に改善された場合 その他：固定ケースと同じ

肉用牛の計画ケースについては、90～99年度の日増体量は横這いとなっており、2010年度までに「家畜改良増殖目標」（H12）に示された値に改善することは困難であると考えられるため上記のように設定した。

### イ． 排出係数

ケース毎の排出係数を以下に示す方法により設定した。

ケース	乳用牛（泌乳牛）	肉用牛	豚	その他
固定	98年度と同じ値	98年度と同じ値		
計画	本ケースの生産性の下での排出係数（泌乳牛以外については固定ケースと同じ）	本ケースの生産性の下での排出係数（繁殖雌牛については98年度と同じ）	98年度の実績値	98年度の実績値

### ウ． 活動量

ケース毎の活動量を以下に示す方法により設定した。

ケース	乳用牛（泌乳牛）	肉用牛	豚	その他
固定	98年度の実績値（乳量 <sup>2</sup> ）の下で、計画ケースで生産される乳製品と同量の乳製品を生産するために必要な飼養頭数（泌乳牛以外については計画ケースと同じ）	98年度の実績値（増体量）の下で、「食料・農業・農村基本計画」に示された飼養頭数で生産される牛肉を生産するために必要な飼養頭数（繁殖雌牛については計画値と同じ）		
計画	「食料・農業・農村基本計画」に示された乳用牛の飼養頭数の内訳（泌乳牛、未経産牛+乾乳牛、育成牛[2歳未満]）が98年度と同じ比率との仮定に基づき設定した飼養頭数	本ケースの生産性（増体量）の下で、「食料・農業・農村基本計画」に示された飼養頭数で生産される牛肉を生産するために必要な飼養頭数（繁殖雌牛については計画値と同じ）	「食料・農業・農村基本計画」に示された飼養頭数	98年度の実績値

<sup>1</sup> 「家畜改良増殖目標」には、乳量（泌乳能力）は泌乳牛1頭当たり年間305日、2回搾乳の場合が示されている。

<sup>2</sup> CH4排出量は養分要求量と密接な関係があると考えられるため排出係数係数の設定に際しては、乳量ではなくFCM（4%補正乳量）を用いている。これは、牛乳のエネルギー含量は乳脂率によって変化するためである。乳脂率の異なる牛乳は以下の換算式： $FCM = (15 \times \text{乳脂率}[\%] / 100 + 0.4) \times \text{乳量}$ 、を用いて正味のエネルギーを算出することが出来る。

## 2. 家畜のふん尿処理

### (1) 家畜ふん尿の処理方法の変更による CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O 排出量の削減

#### 排出量の推計結果

現状の政策（家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律）の下で畜産廃棄物処理の整備が進められると、たい肥化が促進されると考えられる。豚の糞尿のたい肥化（強制発酵）の過程では一酸化二窒素の発生が他の処理方法よりも相対的に多いため、計画ケースにおいては固定ケースよりも排出量が多くなっている。

排出源	実績		2010	
	1990	1998	固定	計画
総排出量 CH <sub>4</sub> +N <sub>2</sub> O [千 t CO <sub>2</sub> 換算]	4,899.6	4,383.9	4,600.1	5,059.2
CH <sub>4</sub> 排出量 [千 t CH <sub>4</sub> ]	34.5	31.3	36.3	27.9
乳用牛	18.0	15.8	17.4	11.5
肉用牛	9.1	9.2	12.7	11.3
めん羊	0.0	0.0	0.0	0.0
山羊	0.0	0.0	0.0	0.0
馬	0.1	0.1	0.1	0.1
豚	3.4	3.0	2.8	1.7
採卵鶏	1.2	1.2	1.1	1.1
ブロイラー	2.8	2.1	2.2	2.2
N <sub>2</sub> O排出量 [千 t N <sub>2</sub> O]	13.5	12.0	12.4	14.4
乳用牛	2.1	1.9	2.0	1.8
肉用牛	1.5	1.6	2.2	1.9
豚	6.9	6.0	5.7	8.1
採卵鶏	1.6	1.6	1.5	1.5
ブロイラー	1.3	1.0	1.0	1.1

$$\text{総排出量} = \text{CH}_4\text{排出量} \times 21 + \text{N}_2\text{O排出量} \times 310$$

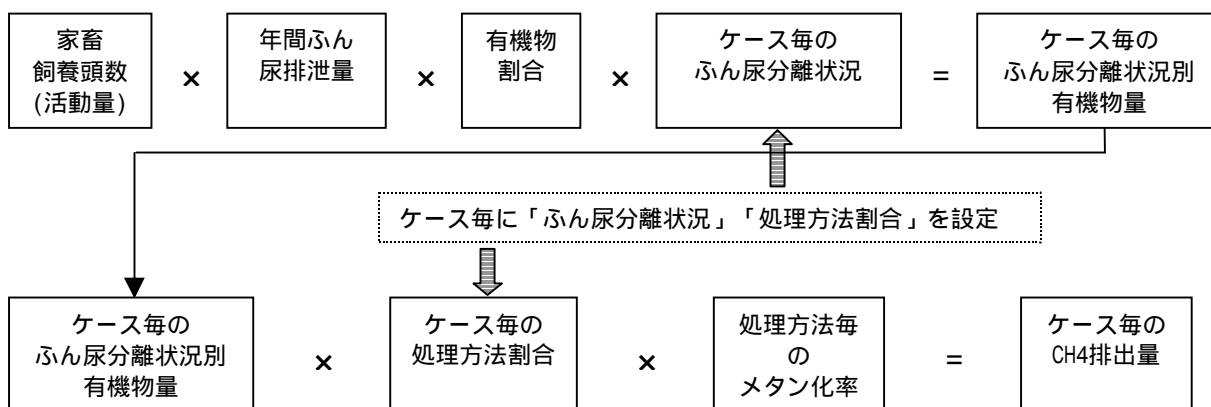
#### 算定方法

##### ア. 算定方法の概略

##### (ア) 乳用牛、肉用牛、豚、採卵鶏、ブロイラー

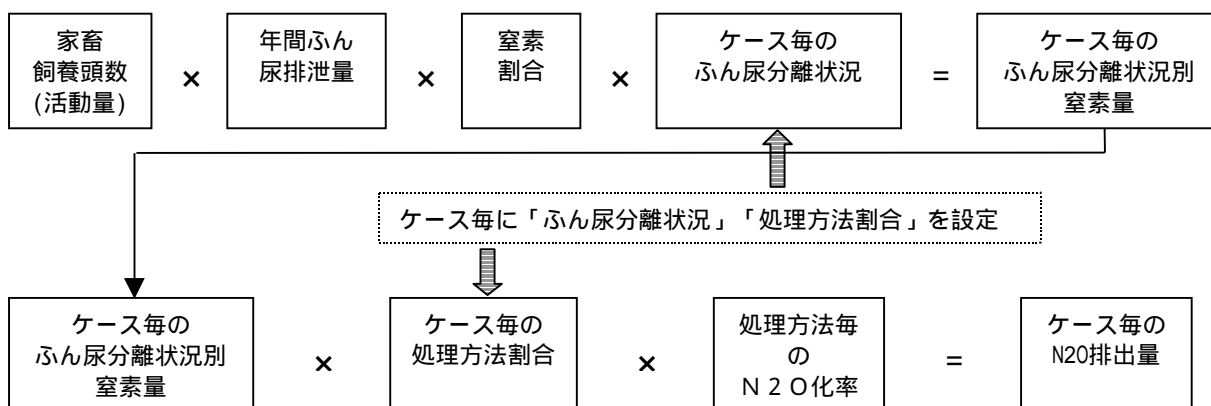
##### a. CH<sub>4</sub>

家畜種ごとの1頭1年あたりのふん尿の排泄量に飼養頭数を乗じ、わが国のふん尿の総発生量を算出する。次に、ふん尿に含まれる有機物量を算出し、処理される有機物量をふん尿分離状況ごとに振り分ける。その後、ケース毎の処理方法割合を乗じて各処理方法で処理される有機物量を算出し、これに処理方法毎のメタン化率を乗じることで、ケース毎のCH<sub>4</sub>排出量を算出する。



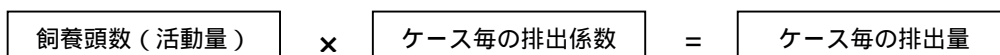
b. N2O

メタンの算定と同様に、ふん尿の総発生量からふん尿に含まれる窒素量を算出し、処理される窒素量をふん尿分離状況ごとに振り分ける。その後、ケース毎の処理方法割合を乗じて各処理方法で処理される窒素量を算出し、これに処理方法毎のN2O化率を乗じることで、ケース毎のN2O排出量を算出する。



(1) めん羊、山羊、馬

a. CH4



b. N20

温室効果ガスの排出・吸収目録（インベントリ）においては推計（NE：Not Estimated）を行っていないため、ここでも算出を行っていない。

イ. ケース設定の考え方

ケース	ケース設定の考え方
固 定	現状（98年度）と同じ処理方法（ふん尿分離状況、処理方法割合） 活動量は、「1. 家畜の消化管内発酵（2頁）」の固定ケースと同じ
計 画	乳用牛：北海道以外の畜産家の60%が堆積発酵から強制発酵へ転換 肉用牛：変化なし（固定ケースと同じ） 豚：ふんの堆積発酵の50%が強制発酵へ転換 尿、ふん尿処理の50%が浄化へ転換 採卵鶏：変化なし（固定ケースと同じ） ブロイラー：焼却の50%が堆積発酵へ転換 めん羊、山羊、馬：変化なし（固定ケースと同じ排出係数を採用） 活動量は、「1. 家畜の消化管内発酵（2頁）」の計画ケースと同じ

ウ. 排出係数を構成するパラメータ

「算定方法（4頁）」に示したように、排出係数とみなされる部分（活動量以外）に関連するパラメータのうち下表に示すパラメータについては、98年度と同じ値を採用することとした。なお、「ふん尿分離状況」「処理方法割合」については各ケース毎に設定を行った。

	乳用牛、肉用牛、豚、採卵鶏、ブロイラー	めん羊、山羊、馬
CH4	・年間ふん尿排泄量	・有機物割合 ・処理方法毎のCH4化率 排出係数
N2O		・窒素割合 ・処理方法毎のN2O化率

エ. 活動量

全てのケースにおいて、「活動量の想定」（「食料・農業・農村基本計画」に示された値）で設定した飼養頭数（活動量）を採用。

オ. ふん尿分離処理状況、処理方法割合

ケース設定の考え方に基づき設定。



### 3. 稲作

#### (1) 該当技術なし(排出量の推計方法のみ記述)

##### 排出量の推計結果

排出源	実績		2010	
	1990	1998	固定	計画
総排出量 [千t CH <sub>4</sub> ]	372.6	333.4	301.2	301.2
水田面積 [万ha]	205.5	179.3	186.0	

##### 算定方法

ケース毎の排出量を以下の式により算定する。

$$\begin{array}{|c|} \hline \text{有機物管理体系毎の} \\ \text{実施面積} \\ \text{(活動量)} \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{|c|} \hline \text{ケース毎の} \\ \text{有機物管理体系毎の} \\ \text{排出係数} \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline \text{ケース毎の排出量} \\ \hline \end{array}$$

##### ア. ケース設定の考え方

ケース	ケース設定の考え方
固定	メタン発生を抑制する技術導入が、現状(98年度)と同じく無い場合
計画	固定ケースと同じ。 (メタン発生を抑制する技術として、稲わらすき込み時に石灰窒素を用いて稲わらの分解を促進する技術と水管理の強化があるが、現在ほとんど普及しておらず、また普及啓発の計画がないことから普及率は0%と設定。)

##### イ. 排出係数

###### 固定ケース

- ・98年度と同じ値

##### ウ. 活動量

- ・全てのケースにおいて、「活動量の想定」(「食料・農業・農村基本計画」に示された値)で設定した水稻作付け面積(活動量)を採用。

## 4. 施肥

### (1) 該当技術なし(排出量の推計方法のみ記述)

#### 排出量の推計結果

排出源		実績		2010	
		1990	1998	固定	計画
総排出量	[千 t N20]	3.81	3.09	3.61	3.61
N20排出量 [千 t N20]	全面全層施肥	3.81	3.09	3.61	3.61
	局所(溝状)施肥	0.00	0.00	0.00	0.00
窒素質肥料需要量	全面全層施肥	414	336	393	393
	局所(溝状)施肥	0	0	0	0
排出係数 [g N20/g N input]	全面全層施肥	0.92%	0.92%	0.92%	0.92%
	局所(溝状)施肥	0.83%	0.83%	0.83%	0.83%

#### 算定方法

ケース毎の排出量を以下の式により算定する。

水田を除く施肥体系毎の 窒素質肥料需要量 (活動量)	×	ケース毎の排出係数	=	ケース毎の排出量
----------------------------------	---	-----------	---	----------

#### ア. ケース設定の考え方

ケース	ケース設定の考え方
固定	溝上の局所施肥の実施が、現状(98年度)と同じく無い場合
計画	固定ケースと同じ。 (野菜等の栽培の基肥において全面施行施肥から溝上の局所施肥を実施することにより、単位面積あたりの施肥量の削減及び排出係数の低減によりN2Oの発生を抑制する技術は、現在ほとんど普及しておらず、また普及啓発の計画がないことから、普及率は0%とし、N2O発生量は固定ケースと同じとした。)

#### イ. 排出係数

##### 固定ケース

- ・98年度と同じ値

#### ウ. 活動量

##### 固定ケース

- ・「活動量の想定」(「食料・農業・農村基本計画」に示された「栽培面積」に「施肥基準量」を乗じて窒素質肥料量を算出)で設定した活動量を採用。

## 5. 農業廃棄物の焼却

### (1) 該当技術なし(排出量の推計方法のみ記述)

#### 排出量の推計結果

排出源	実績		2010	
	1990	1998	固定	計画
総排出量 [千t CO2換算]	330.2	311.1	317.8	317.8
CH4排出量 [千t CH4]	5.46	4.18	4.76	4.76
稲わら	1.88	2.07	1.97	1.97
もみ殻(水稻)	3.35	1.94	2.60	2.60
麦わら	0.23	0.17	0.19	0.19
N2O排出量 [千t N2O]	0.695	0.721	0.703	0.703
稲わら	0.588	0.649	0.616	0.616
もみ殻(水稻)	0.035	0.020	0.027	0.027
麦わら	0.073	0.052	0.060	0.060

$$\text{総排出量} = \text{CH4排出量} \times 21 + \text{N2O排出量} \times 310$$

#### 算定方法

排出量を以下の式により算定する。

穀物種毎の焼却量 (活動量)	×	穀物種毎の 排出係数	=	ケース毎の排出量
-------------------	---	---------------	---	----------

#### ア. ケース設定の考え方

ケース	ケース設定の考え方
固定	作物生産量と焼却割合が現状(98年度)と同じ場合
計画	固定ケースと同じ

#### イ. 排出係数

固定ケース

- ・ 98年度と同じ値

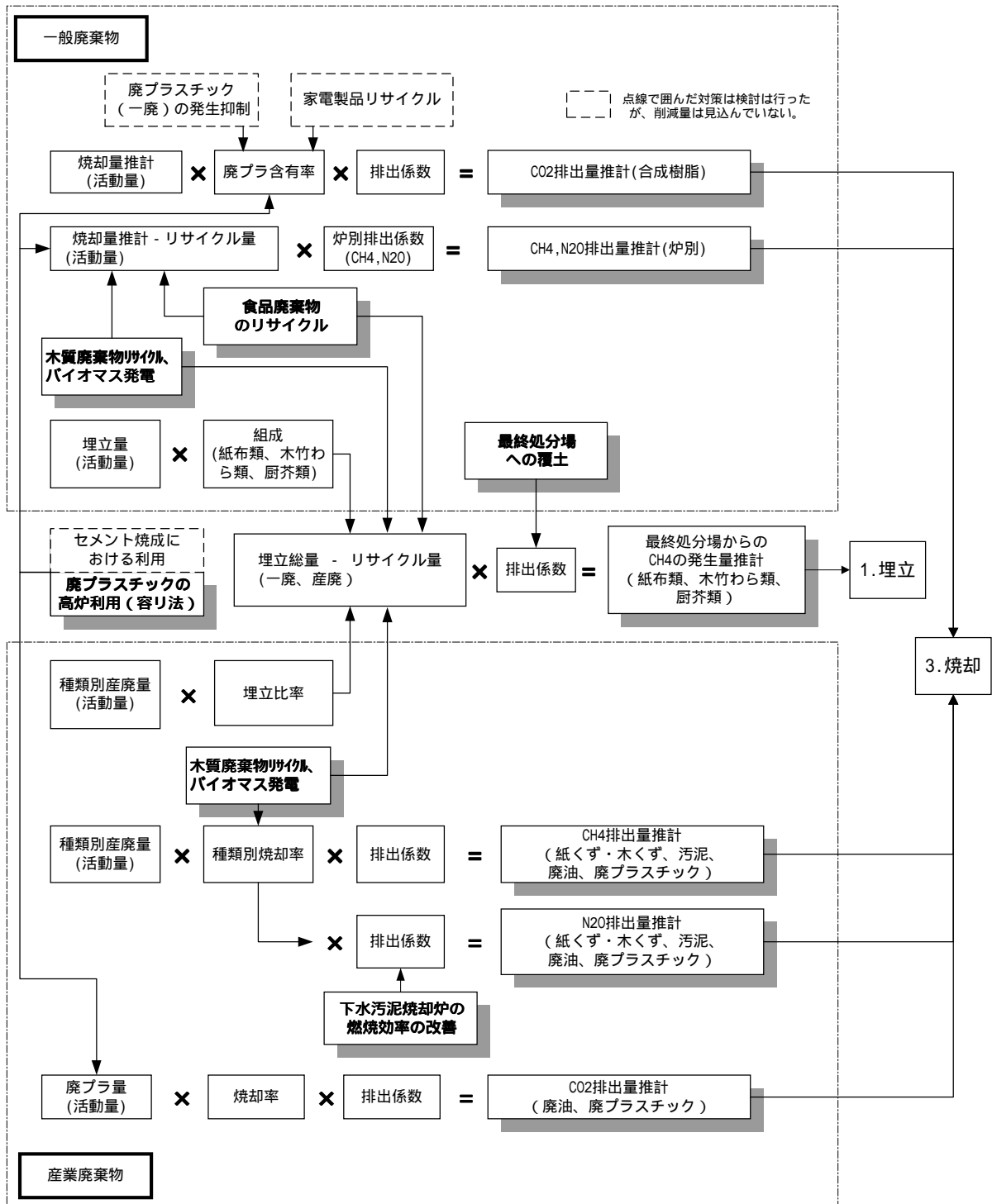
#### ウ. 活動量

「活動量の想定」に基づき設定された作付け面積と収穫量の実績値から、将来の収穫量を推計する。その後、収穫量と焼却量の比率を乗じて将来の焼却量を推計する。

## II. 廃棄物

廃棄物部門の排出量は、(1)埋立、(2)下水処理、(3)焼却の活動区分別排出量の合計で表される。

(1)埋立、(3)焼却の活動区分における排出量の算定方法と対策・技術の効果との関係を下図に示す。



## 1. 埋立

### 排出量の推計結果

本カテゴリでは、「(1) 食品廃棄物のリサイクル」による厨芥類の埋立量の減少及びバイオマス発電、木質廃棄物のリサイクルの推進による木質廃棄物の埋立量の減少と、「(2) 最終処分場への覆土によるCH<sub>4</sub>排出抑制技術」により温室効果ガスを削減できる。本カテゴリの排出量の推計結果は以下の通りである。

(単位：千tCH<sub>4</sub>/年)

排出源	実績		2010	
	1990	1998	固定	計画
最終処分場からのCH <sub>4</sub> 排出量	388.0	359.4	350.2	337.7
一般廃棄物	322.3	221.7	156.2	155.5
産業廃棄物	65.6	137.7	194.0	182.2

### (1) 食品廃棄物のリサイクルの効果

#### 算定方法

最終処分場からのCH<sub>4</sub>及び焼却炉からのCO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>Oの排出量は、現在温室効果ガス排出目録(インベントリ)で算定がされている。前頁の図に示した通り、食品リサイクル等による温室効果ガスの排出削減効果は複合的に及ぶため、各活動区分のサブカテゴリ毎に技術や対策を考慮した活動量及び排出係数の設定を行い温室効果ガスの排出量の算定を行った。

#### ア. ケース設定の考え方

ケース	ケース設定の考え方
固定	食品廃棄物のリサイクル率が現状のまま推移すると想定。
計画	「食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律」を考慮し、100t/年以上の排出事業者において食品廃棄物の排出量の20%が新たにリサイクル等されると想定。100t/年の排出事業者からの排出量は、全排出量の半分と仮定。2005年度までに段階的にリサイクル量が増え、2010年まではリサイクル率が変化しないと想定。

## イ． 排出係数

CH<sub>4</sub>の排出量の算定は、下表の通り埋め立てられる厨芥類の分解率を設定し、分解した厨芥類中の炭素のうち50%がガス化し、ガス化した炭素のうち55%がCH<sub>4</sub>になると仮定して行った。

厨芥類の分解率

埋め立ててからの経過年数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	計
分解率	0.00	0.04	0.12	0.34	0.24	0.13	0.07	0.04	0.02	0.01	0.00	1.00

最終処分場で分解される炭素量の推計方法

厨芥類からの分解炭素量

年度	経年数	分解率	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	合計
種類別埋立炭素量			67.6	67.5	67.4	67.3	67.2	67.1	67.0	66.8	66.7	66.6	66.5	
2000	0	0.0	0.0											52.3
2001	1	0.0	2.6	0.0										41.2
2002	2	0.1	8.2	2.4	0.0									49.7
2003	3	0.3	22.9	7.7	2.4	0.0								57.2
2004	4	0.2	16.3	21.3	7.6	2.4	0.0							60.0
2005	5	0.1	8.8	15.1	21.3	7.6	2.4	0.0						61.3
2006	6	0.1	4.6	8.1	15.1	21.2	7.6	2.4	0.0					62.0
2007	7	0.0	2.4	4.3	8.1	15.1	21.2	7.6	2.4	0.0				62.4
2008	8	0.0	1.2	2.2	4.3	8.1	15.0	21.2	7.6	2.4	0.0			62.5
2009	9	0.0	0.5	1.1	2.2	4.3	8.1	15.0	21.1	7.6	2.4	0.0		62.4
2010	10	0.0	0.1	0.4	1.1	2.2	4.3	8.1	15.0	21.1	7.6	2.4	0.0	62.3

インベントリ上では、各年の分解性ごみの埋立量を推計し、上図のようにそれらが将来に渡り分解していく量を推計している。

## ウ． 活動量

ケース	活動量の設定方法
固定	<p>一般廃棄物及び産業廃棄物の2010年における排出量は「廃棄物の減量化の目標」を参考にし、以下の式で算出した。</p> <p>一般廃棄物 種類別分解性ごみの埋立量 = 分解性ごみの埋立量 × ごみ組成 (1998年)</p> <p>産業廃棄物 種類別分解性ごみの埋立量 = 種類別排出量 × 種類別最終処分率 (1996年)</p>
計画	<p>固定ケースで算定された埋立量と、リサイクル等により削減される割合から算出した。</p> <p>種類別分解性ごみの埋立量 = 種類別分解性ごみの埋立量 (固定ケース) × (1 - リサイクル率)</p> <p>「食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律」では、一般廃棄物の厨芥類では事業系の廃棄物のみを対象としているため、事業系廃棄物のリサイクルの効果のみを考慮している。(一般廃棄物の厨芥類に占める事業系廃棄物の割合は600/1600とした。)</p>

## (2) 最終処分場への覆土による CH<sub>4</sub> 排出抑制技術

### 算定方法

#### ア. ケース設定の考え方

ケース	ケース設定の考え方
固定	現状の普及率（50％）のまま推移すると想定する。 CH <sub>4</sub> 排出抑制を目的とした覆土の現状の普及率は0％であるが、通常の覆土にもCH <sub>4</sub> を酸化する能力はあり、この能力はCH <sub>4</sub> 排出抑制を目的とした覆土の約50％と想定される。衛生面等の理由から全ての最終処分場に対して覆土が行われていることを考えると、CH <sub>4</sub> の酸化能力からみた本技術の現状の実質普及率は50％と想定される。
計画	最終処分場に対しては、衛生面等の目的から覆土を行うことが規定されているが、温室効果ガス排出削減を目的とした覆土に関しては目標、計画がない状況である。したがって、計画ケースでの本技術の実質普及率は、固定ケースと同じく50％と想定する。

注)インベントリ上では通常の覆土の有するCH<sub>4</sub>酸化能力を考慮し温室効果ガスの排出量の推計が行われている。

#### イ. 排出係数

本技術の効果は、厨芥類の埋立により最終処分場から発生するCH<sub>4</sub>の7％が酸化されるところとして推計する。

#### ウ. 活動量

活動量（厨芥類埋立量）に関しては、「(1) 食品廃棄物のリサイクル」の効果の「ウ. 活動量」で検討を行った。

## 2. 下水処理

### 本カテゴリにおける排出量の推計結果

排出源	実績		2010	
	1990	1998	固定	計画
総排出量 CH <sub>4</sub> +N <sub>2</sub> O [千t CO <sub>2</sub> 換算]	960.7	990.4	781.5	588.3
CH <sub>4</sub> 排出量 [千t CH <sub>4</sub> ]	6.0	6.8	8.4	4.0
下水道 (1)	6.0	6.8	8.4	4.0
生活排水処理施設 (2)	-	-	-	-
N <sub>2</sub> O排出量 [千t N <sub>2</sub> O]	2.7	2.7	2.0	1.6
下水道 (1)	0.2	0.3	0.3	0.1
生活排水処理施設 (2)	2.4	2.5	1.6	1.5

総排出量 = CH<sub>4</sub>排出量 × 21 + N<sub>2</sub>O排出量 × 310

注1) 下水道起源のN<sub>2</sub>Oについては、現状(平成13年2月)の温室効果ガスの排出・吸収目録(インベントリ)において未推計となっている。

注2) 生活排水処理施設については、現状(平成13年2月)の温室効果ガスの排出・吸収目録(インベントリ)において未推計となっている。

注3) 本検討では生活排水処理施設として単独浄化槽、合併処理浄化槽、農業集落排水、コミュニティプラントを考慮した

下水処理に関連する温室効果ガスの排出量は上表の通りである。下水道からの温室効果ガスの排出については「(1)CH<sub>4</sub>・N<sub>2</sub>Oの排出抑制のための下水処理システム対策技術」、生活排水処理施設からの温室効果ガスの排出については「(2)生活系排水のバイオ・エコエンジニアリングを活用した対策技術(17頁)」を参照。

### (1) CH<sub>4</sub>・N<sub>2</sub>Oの排出抑制のための下水処理システム対策技術

#### 排出量の推計結果

排出源	実績		2010	
	1990	1998	固定	計画
CH <sub>4</sub> 排出量(千t CH <sub>4</sub> /年)	6.0	6.8	8.4	4.0
N <sub>2</sub> O排出量(千t N <sub>2</sub> O/年)	0.2	0.3	0.3	0.1

)N<sub>2</sub>Oについては、現状(平成13年2月)の温室効果ガスの排出・吸収目録(インベントリ)において未推計となっている。

#### 算定方法

排出量の算定は、下図の通りである。

各項目の設定方法については、以下の項目を参照。

排出量	=	排出係数 (高度処理の普及率 から設定) (1)排出係数を参照	×	活動量 (下水処理水量)
-----	---	--	---	-----------------



## ア． ケース設定の考え方

ケース	ケース設定の考え方
固定	2010年の下水道における高度処理（窒素・リン除去）の普及率が現状（1998年）のまま変わらないと想定。
計画	第5次総量規制では指定地域内のほぼ全ての下水道に対して <sup>3</sup> 高度処理が求められることとなっている。したがって、2010年に下水道人口のうち総量規制の対象となる水環境保全上特に支障がある地域に居住する人口に対して、高度処理が普及すると想定。

資料）「建設省建築センター性能規定WG資料（1998）」

「水質に係る化学的酸素要求量の総量規制基準の設定方法及び窒素及び燐の総量規制基準の設定方法及び汚濁負荷量の測定方法等の設定について」中央環境審議会答申

上記ケース設定の考え方に基づき、下水道における高度処理の普及率を以下のように設定した。

想定したパラメータ	ケース	普及率
高度処理普及率	固定	10.9%
	計画	67.8%

## イ． 排出係数

排出係数は以下の通りである。

### ■CH<sub>4</sub>

下水処理設備	排出係数 (mg-CH <sub>4</sub> /m <sup>3</sup> )
下水道終末処理場（有機物除去型）	582.2
高度処理型（有機物、窒素、リン除去型）下水道終末処理場	93.1

### ■N<sub>2</sub>O

下水処理方法	排出係数 (mg-N <sub>2</sub> O/m <sup>3</sup> )
下水道終末処理場（有機物除去型）	24.1
高度処理型（有機物、窒素、リン除去型）下水道終末処理場	1.4

資料）「温室効果ガスの排出・吸収目録」

「地球環境研究総合推進費終了研究報告書（平成9年度、平成11年度）」環境庁

<sup>3</sup> 総量規制では「高濃度の窒素を含有する汚水を多量に受け入れて処理するものは除く。」また「高濃度の燐を含有する汚水を多量に受け入れて処理するものは除く。」となっているが、その対象となる下水道業は少ないと考えられることから、本検討では指定地域内の全ての下水道業に対して規制が適用されると想定した。

また総量規制基準に関しては、最も厳しい排水規制が採用されると想定し、その条件のもとでの温室効果ガス排出係数を用いた。

ケース毎の高度処理の普及率を考慮した排出係数は以下の通りである。

年	1990	1998	2010	
			固定	計画
CH <sub>4</sub> (mg-CH <sub>4</sub> /m <sup>3</sup> )	582.2	528.7	528.7	250.6
N <sub>2</sub> O (mg-N <sub>2</sub> O/m <sup>3</sup> )	24.1	21.6	21.6	8.7
高度処理普及率	0.0%	10.9%	10.9%	67.8%

## ウ．活動量

本技術に関連する活動量等は以下の通りである。

年	1990	1998	2010
人口(万人)	12,361	12,649	12,762
下水道普及率(%)	43.7%	57.8%	68.8%
下水道処理人口(万人)	5,397	7,311	8,781
下水道処理水量(百万m <sup>3</sup> )	10,338	12,928	15,915

資料)「日本の将来推計人口」国立社会保障・人口問題研究所  
「建設省建築センター性能規定WG資料(1998)」  
「下水道統計」社団法人 日本下水道協会

なお下水道処理水量は以下の方法で設定した。

下水道処理人口を以下の式により算出

$$\text{下水道処理人口} = \text{日本の将来人口} \times \text{下水道普及率}$$

ただし、下水道普及率は2015年における下水道普及率を73%とし、経過年については線形補間を行った。

下水道処理水量を以下の式により算出

$$\text{下水道処理水量} = \text{下水道処理水量原単位} \times \text{下水道処理人口}$$

ただし、下水道処理水量原単位は過去10年(1989～1998年)の実績の平均を用いた。

### 処理水量原単位

年	下水道 処理人口 (万人)	下水道処理水量 原単位 (百万m <sup>3</sup> / 万人)
1989	5,128	1.96
1990	5,397	1.92
1991	5,622	1.96
1992	5,863	1.86
1993	6,107	1.89
1994	6,369	1.70
1995	6,683	1.60
1996	6,852	1.71
1997	7,088	1.75
1998	7,311	1.77
	平均	1.81

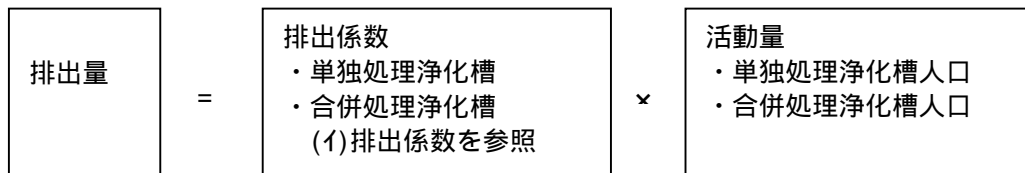
## (2) 生活系排水のバイオ・エコエンジニアリングを活用した対策技術

### 排出量の推計結果

排出源	実績		2010	
	1990	1998	固定	計画
N <sub>2</sub> O排出量(千t N <sub>2</sub> O/年)	2.4	2.5	1.6	1.5

当該排出源(浄化槽)については、現状(平成13年2月)の温室効果ガスの排出・吸収目録(インベントリ)において未推計となっている。

### 算定方法



注1) 本検討では生活排水処理施設として、単独処理浄化槽、合併処理浄化槽(農業集落排水、コミュニティプラントを含む)を考慮した。

排出量の算定方法は、上図の通りである。

各項目の設定方法については、以下の項目を参照。

#### ア. ケース設定の考え方

ケース	ケース設定の考え方
固定	2010年における高度処理(排水中の窒素・リン除去)の普及率は、現状(1998年)と同じ(0.02%)と仮定。ただし、単独処理浄化槽に関しては、現状で高度処理に対応するものがなく、2010年における普及率は0%とする。 高度処理普及率は、浄化槽の整備基数(環境省)より求め、合併処理浄化槽に対して適用した。
計画	第5次総量規制での規制の対象となる201人槽規模以上の単独処理浄化槽及び合併処理浄化槽において、窒素・リンの排出抑制対策が講じられると仮定。普及率は、生活排水処理施設全体に対して適用した。

資料) 「浄化槽行政組織等調査結果」環境省

「水質に係る化学的酸素要求量の総量規制基準の設定方法及びに窒素及び磷の総量規制基準の設定方法及び汚濁負荷量の測定方法等の設定について」中央環境審議会答申

ケース設定に基づき、高度処理の普及率を以下の通り設定した。

想定したパラメータ	ケース	普及率
高度合併処理浄化槽普及率 (対生活排水処理施設人口)	固定	0.0%
	計画	11.3%

## イ． 排出係数

浄化槽毎の排出係数及びケース別の排出係数は以下の通りである。

排出係数(処理方式別)

浄化槽の型	排出係数 (mgN <sub>2</sub> O/人/日)
単独処理浄化槽	217
合併処理浄化槽	98
高度合併処理浄化槽	44

年	1990	1998	2010	
			固定	計画
単独処理浄化槽 (mgN <sub>2</sub> O/人/日)	217	217	217	197
合併処理浄化槽 (mgN <sub>2</sub> O/人/日)	98	98	98	92

注1) 単独処理浄化槽は、対策後は高度合併処理浄化槽になるものとする。

注2) 人槽別浄化槽設置基数及び処理人口からみると200人槽規模以下の占める割合が高いことから富栄養化防止と連動した窒素、リン除去の小・中規模対策を強化すると温室効果ガスの排出係数は大幅に低減する。

注3) 高度合併処理浄化槽においては処理方式の種類により温室効果ガスの排出係数には幅があるが、ここでは高めの値を採用している。

## ウ． 活動量

活動量としては以下の通り、単独処理浄化槽人口及び合併処理浄化槽人口を考慮した。

年	1990	1998	2010
人口(万人)	12,361	12,649	12,762
単独処理浄化槽人口(万人)	2,811	2,613	797
合併処理浄化槽人口(万人)	602	1,070	2,728

資料) 「日本の将来推計人口」国立社会保障・人口問題研究所

「建設省建築センター性能規定WG資料(1998)」

「日本の廃棄物」等、厚生省

「公共施設状況調」自治省

注1) 2015年における生活排水処理設備人口は、総人口に対して27%になると想定。経過年に関しては線形補間。

注2) 2015年に単独処理浄化槽による排水処理人口は、総人口の0%になると想定。経過年に関しては線形補間。

### 3. 焼却

#### 排出量の推計結果

本カテゴリでは、「(1) 食品廃棄物のリサイクル」と「(2) 廃プラスチックのリサイクル(高炉利用等)」による活動量(焼却量)の減少と、「(3) 下水污泥焼却炉からの温室効果ガスの排出抑制技術」により温室効果ガスを削減できる。本カテゴリの排出量の推計結果は以下の通りである。

排出源	実績		2010	
	1990	1998	固定	計画
焼却による温室効果ガス排出量 総計(CO <sub>2</sub> 換算:千tCO <sub>2</sub> /年)	14,293	25,904	26,610	22,034
焼却によるCO <sub>2</sub> 排出量 小計(千tCO <sub>2</sub> /年)	12,773	24,024	24,280	20,568
一般廃棄物	7,955	12,005	11,219	8,006
産業廃棄物	4,818	12,019	13,061	12,563
焼却によるCH <sub>4</sub> 排出量 小計(千tCH <sub>4</sub> /年)	0.25	0.20	0.23	0.21
一般廃棄物	0.08	0.06	0.06	0.05
産業廃棄物	0.17	0.14	0.17	0.16
焼却によるN <sub>2</sub> O排出量 小計(千N <sub>2</sub> O/年)	4.89	6.05	7.50	4.71
一般廃棄物	1.36	1.54	1.44	1.26
産業廃棄物	3.53	4.51	6.06	3.45

(注) 各種ガスのCO<sub>2</sub>換算: CO<sub>2</sub>+CH<sub>4</sub>×21+N<sub>2</sub>O×310

#### (1) 食品廃棄物のリサイクルの効果による焼却炉からのCH<sub>4</sub>及びN<sub>2</sub>Oの発生抑制

##### 算定方法

食品廃棄物のリサイクルは、リサイクルにより焼却量が減ることで廃棄物の焼却による温室効果ガスを排出削減できる。焼却炉からのCH<sub>4</sub>及びN<sub>2</sub>Oの算出は、以下の式に従って算出した。

排出量 ・ CH <sub>4</sub> ・ N <sub>2</sub> O	=	排出係数 ・ CH <sub>4</sub> (炉の種類別) ・ N <sub>2</sub> O (炉の種類別)	×	活動量 ・ 一般廃棄物焼却量
--	---	---	---	-------------------

注) 厨芥類(産業廃棄物)の焼却に伴うCH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>Oはインベントリでは算定されていない。

また、一般廃棄物の焼却量に関しては、「ウ.活動量」を参照

ア． ケース設定の考え方

ケース	ケース設定の考え方
固定	食品廃棄物のリサイクル率が現状のまま推移すると想定。
計画	食品循環資源再生利用促進法を考慮し、100t/年以上の排出事業者において食品廃棄物の排出量の20%が新たにリサイクル等されると想定。 100t/年の排出事業者からの排出量は、全排出量の半分と仮定。 2005年度までに段階的にリサイクル量が増え、2010年まではリサイクル率が変化しないと想定。

イ． 排出係数

一般廃棄物の焼却における、炉の種類別の排出係数は以下の通りである。

■一般廃棄物の焼却によるCH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>Oの排出係数

炉の種類	排出係数 (g-CH <sub>4</sub> /t)	排出係数 (g-N <sub>2</sub> O/t)
全連続	-1.84	35.43
准連続	0.25	34.00
バッチ	22.04	46.59

■炉の種類毎の一般廃棄物の焼却割合

炉の種類	1990	1998	2010
全連続	71.5%	72.2%	72.2%
准連続	13.1%	15.4%	15.4%
バッチ	15.4%	12.4%	12.4%

2010年における炉の種類毎の焼却量の割合は、1998年と同じと想定。

ウ． 活動量

一般廃棄物の焼却量はケース毎に以下のように推計した

ケース	一般廃棄物焼却量算出方法
固定	「廃棄物の減量化の目標」と1996年の処理割合よりごみの全焼却量を推計。すなわち、 $焼却量(2010) = 排出量(2010) \times ごみ処理割合(1996) \times 焼却率(1996)$
計画	食品廃棄物のリサイクルと廃プラスチックの発生抑制対策の結果、焼却量が減少すると想定。 食品廃棄物のリサイクルによる焼却量の減少は以下の式により算定。 (廃プラスチックの発生抑制による焼却量の減少は(2)廃プラスチックの排出抑制、及び高炉利用を参照) 食品廃棄物のリサイクルによる焼却量の減少量 = 焼却量(2010) × 厨芥類の組成割合(1998) × 厨芥類中の事業系廃棄物の割合 × リサイクル率 = 132(千t) なお厨芥類中の事業系廃棄物の割合は、600/1600とした。 「食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律」では、一般廃棄物の厨芥類では事業系の廃棄物のみを対象としているため、本検討でも事業系廃棄物のリサイクルの効果のみを考慮している。

上記算出方法により計算された一般廃棄物の焼却量は以下の通りである。

活動量	実績		2010	
	1990	1998	固定	計画
一般廃棄物焼却量 (千t/年)	36,676	42,203	39,416	34,565

## (2) 廃プラスチックのリサイクル(高炉利用等)

### 算定方法

廃プラスチックのリサイクルの推進(高炉利用等)の結果、焼却量が減少することによる温室効果ガス排出削減効果は、ケース設定の考え方にに基づき活動量を設定し、以下の式により算定する。

$$\boxed{\text{排出量}} = \boxed{\text{排出係数}} \times \boxed{\text{活動量 (廃プラスチック焼却量)}}$$

#### ア. ケース設定の考え方

ケース	ケース設定の考え方
固定	廃プラスチックのリサイクル率が現状のまま推移するとし、高炉への利用量についても現状のまま(4万トン)で推移すると想定。
計画	容器包装廃棄物の分別収集が進み、廃プラスチックのリサイクル率が高まり、高炉への利用についても、リサイクル量が鉄鋼業界の推定する量(100万トン/年)にまで拡大すると想定。

#### イ. 排出係数

計算にはインベントリでの計算に用いられる以下の数値を利用した。

##### ■廃プラスチックの焼却によるCO<sub>2</sub>の排出係数

焼却物	排出係数 (t CO <sub>2</sub> /t)
合成樹脂(一廃)	2.44
廃プラスチック(産廃)	2.57

##### ■一般廃棄物の焼却によるCH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>Oの排出係数

炉の種類	排出係数 (g-CH <sub>4</sub> /t)	排出係数 (g-N <sub>2</sub> O/t)
全連続	-1.84	35.43
准連続	0.25	34.00
バッチ	22.04	46.59

##### ■炉の種類毎の一般廃棄物の焼却割合

炉の種類	1990	1998	2010
全連続	71.5%	72.2%	72.2%
准連続	13.1%	15.4%	15.4%
バッチ	15.4%	12.4%	12.4%

##### ■廃プラスチック(産廃)の焼却によるCH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>Oの排出係数

	排出係数 (g-CH <sub>4</sub> /t)
CH <sub>4</sub> (g-CH <sub>4</sub> /t)	-7.85
N <sub>2</sub> O (g-N <sub>2</sub> O/t)	80.00

注) 廃棄物の焼却におけるCH<sub>4</sub>及びN<sub>2</sub>Oの排出係数は、インベントリ上では一般廃棄物からの排出に関しては炉の種類毎に決められており、産業廃棄物からの排出に関しては廃棄物の種類毎に決められている。

ウ． 活動量

ケース	廃プラスチック焼却量算定方法
固定	$\begin{aligned} & \text{廃プラスチック（一廃）焼却量（2010）} \\ & = \text{ごみ焼却量（2010）} \times \text{プラスチック組成（1998）} \\ & \text{廃プラスチック（産廃）焼却量（2010）} \\ & = \text{廃プラスチック排出量（2010）} \times \text{焼却率（1994）} \end{aligned}$
計画	高炉利用されると考えられる廃プラスチック量1,000千トンを、一般廃棄物及び産業廃棄物の高炉利用可能な廃棄物量から、高炉への利用可能量に応じて差し引く。

ケース設定の考え方に基づき推計した廃プラスチックの焼却量は以下の通りである。

廃プラスチック焼却量

活動量	実績		2010	
	1990	1998	固定	計画
合成樹脂（一廃） 焼却量（千t/年）	3,258	4,917	4,595	3,284
廃プラスチック（産廃） 焼却量（千t/年）	753	3,100	3,286	3,093

また、廃プラスチック以外の産業廃棄物の焼却量（インベントリで算定の対象の廃棄物）は以下の式で推計した。

$$\text{廃プラスチック焼却量（2010）} = \text{廃プラスチック排出量（2010）} \times \text{焼却率（1994）}$$

上記の設定に基づく産業廃棄物の焼却量は以下の通りである。

（単位：千t）

廃棄物種	実績		2010	
	1990	1998	固定	計画
紙くず・木くず	1,003	1,882	2,402	724
汚泥	4,840	4,358	5,083	
廃油	984	1,383	1,575	
廃プラスチック	753	3,100	3,286	3,093

汚泥は下水汚泥を含む。

紙くず・木くずの焼却量については、バイオマス発電及び木質廃棄物のリサイクルによる木質廃棄物の焼却量の減少量を考慮した。



### (3) 下水汚泥焼却炉からの温室効果ガスの排出抑制技術

#### 算定方法

下水汚泥の焼却による温室効果ガスの排出量は、温室効果ガス排出・吸収目録（インベントリ）上での計算に準じて以下の式に従い算定した。

$$\text{排出量} = \text{汚泥種及び焼却炉の種類別の排出量} = \text{排出係数}_i \times \text{焼却量}_i$$

汚泥種及び焼却炉の種類とは、「高分子流動炉」、「高分子多段炉」、「石灰系」、「その他」である。また、本技術は、高分子流動炉からの排出を削減する技術である。

汚泥種及び焼却炉の種類別の排出係数及び焼却量は「イ．排出係数」、「ウ．活動量」を参照。

#### ア． ケース設定の考え方

ケース	ケース設定の考え方
固定	高分子流動焼却炉における2010年の高温燃焼による温室効果ガス排出削減技術の普及割合を現状（1998年）と同じく0%と想定  高温燃焼に関する統計は現状ではないが、この技術は比較的新しい技術であり、今後、設計指針等によってその導入の促進が図られていく技術であることから、現状の普及率は0%と想定した。
計画	高分子流動焼却炉による下水汚泥の焼却割合の増加と、焼却炉の更新需要を考慮し、2010年の高分子流動炉における本技術の普及率を68.8%と想定した。 注1) 新設の高分子流動焼却炉に関しては本技術が全て導入されると仮定した。 注2) 高分子流動焼却炉による焼却割合の増加分は、新設の高分子流動炉で焼却すると想定した。 注3) 更新需要に関しては、高分子流動炉のうち毎年6.1%に相当する焼却炉が更新されると仮定した。

#### イ． 排出係数

汚泥種及び焼却炉の種類別の温室効果ガス排出係数は以下の通りである。

焼却炉型	排出係数 (g N <sub>2</sub> O/t)
高分子流動炉	1,200
高分子流動炉 (高温焼却)	326
高分子多段炉	750
石灰系	330
その他	750

ウ． 活動量

2010年の下水汚泥の焼却量は、下水汚泥の発生原単位のトレンドと下水道人口の増加を考慮し以下の通り設定した。

年	1990	1998	2010
下水道人口（万人）	5,397	7,311	8,783
下水汚泥発生量（百万m <sup>3</sup> /年）	259	374	469
汚泥発生原単位（m <sup>3</sup> /年/人）	4.8	5.1	5.3
下水汚泥焼却量（千t）	3,060	4,054	5,085

（単位：千トン）

年度	1990	1998	2010
総量	3,060	4,054	5,083
高分子流動炉	1,240	2,730	4,299
高分子多段炉	560	528	462
石灰系	1,070	547	0
その他	190	249	322

高分子流動炉	40.5%	67.3%	84.6%
高分子多段炉	18.3%	13.0%	9.1%
石灰系	35.0%	13.5%	0.0%
その他	6.2%	6.1%	6.3%

注1) 2010年における汚泥種別の焼却割合は、1990～1998年までのトレンドより設定

# 間接効果推計

## 生物資源等分野における間接効果総括表

生物資源等部門では、間接効果として、エネルギー生産、エネルギー消費削減効果、プラスチック生産、の3つが挙げられる。3つの効果については以下の通り。

### 生物資源等部門におけるエネルギー生産（化石燃料代替効果）

【発電】 [10<sup>6</sup>kWh]

技術名		実績		2010	
		1990	1998	固定	計画
1 . LULUCF	(1)木質バイオマスの利用	-	-	610.47	4,749.91
	都市の木質廃棄物	-	-	-	4,139.45
	製材工場等の残廃材	-	-	610.47	610.47
合計	[10 <sup>6</sup> kWh]	-	-	610.47	4,749.91

【熱利用】 [10<sup>15</sup>J]

技術名		実績		2010	
		1990	1998	固定	計画
1 . LULUCF	(1)木質バイオマスの利用	-	-	20.35	57.06
	都市の木質廃棄物	-	-	16.41	53.12
	製材工場等の残廃材	-	-	3.94	3.94
合計	[10 <sup>15</sup> J]	-	-	20.35	57.06

「 」：個別事例の実績値はあるが、統計等が整備されていないため総量が不明。

### 生物資源等部門におけるエネルギー消費削減（化石燃料消費回避）

[10<sup>6</sup>kWh]

技術名		実績		2010	
		1990	1998	固定	計画
1 . LULUCF	(1)都市緑化	-	-	9.7	21.6
	(2)屋上緑化	-	-	0.1	0.6
小計	[10 <sup>6</sup> kWh]	-	-	9.83	22.22

### 生物資源等部門における（生分解性）プラスチック生産（エチレン等プラスチック製品原料の代替）

[ t ]

技術名		実績		2010	
		1990	1998	固定	計画
1 . その他	(1)バイオマス由来の生分解性プラスチックの生産	0	495	495	5,635

# Ⅰ．生物資源等部門におけるエネルギー生産（化石燃料代替効果）

## 1．土地利用、土地利用変化及び林業（LULUCF）

### （1）木質バイオマスの利用

#### 間接効果の推計結果

エネルギー源		エネルギー利用形態	2010	
			固定	計画
木質 バイオマスの種類	都市の木質廃棄物	熱利用 [10 <sup>15</sup> J]	16.4	53.1
		発電 [10 <sup>6</sup> kWh]	-	4,139.4
	製材工場等の残廃材	熱利用 [10 <sup>15</sup> J]	3.9	3.9
		発電 [10 <sup>6</sup> kWh]	610.5	610.5
合計		熱利用 [10 <sup>15</sup> J]	20.3	57.1
		発電 [10 <sup>6</sup> kWh]	610.5	4,749.9

#### 算定方法

##### ア． ケース設定の考え方

燃料となる木質バイオマスには、価格別に大きく分類して、都市の木質廃棄物（建設廃材等）、製材工場等の残廃材、森林伐採に伴って発生する林地残材、除間伐材の4種類があげられる。

これら～について、資源の附存量や供給面での安定性、資源調達にかかるコスト、原料価格、燃料価格等の点を考慮すると、木質バイオマスのエネルギー利用の短期的展望として最も有望な資源は「都市の木質廃棄物」と「製材工場からの残廃材」であると考え、これらを計画ケースの対象として検討することとした。

「都市の木質廃棄物」については、賦存量が多く、建設リサイクル法の施行に伴って今後確実に再利用が進むことが予想される。また、「製材工場からの残廃材」は現時点でかなりの量が再利用されているが、発生量全体の約5%が小規模な製材工場などで焼却されており、国産材の需要によっては発生量の増加も予想される。

#### （参考）木質バイオマスの燃料価格

	木材の燃料価格(円/m <sup>3</sup> )
都市の木質廃棄物	- 11,700～0
製材工場等の残廃材	0～3,500
林地残材	7,000
除間伐材	15,000
(参考)海外プラント	9,000

ケース	ケース設定の考え方
固 定	<p>都市の木質廃棄物</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>燃料として再利用されている350万<math>m^3</math>について2010年においても現状維持と想定。また、利用方法についても、熱利用を主としたものが維持されると想定。（「木質廃棄物再資源化技術開発事業報告書」（（財）日本住宅・木材技術センター、H7））</li> </ul> <p>製材工場等の残廃材</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2010年の廃材発生量として計画ケースの値(1,610万<math>m^3</math>)を用い、燃料への再利用率（13%）が維持されると想定。（「森林資源に関する基本計画並びに重要な林産物の需要及び供給に関する長期見通し」（林野庁））</li> <li>上記のうち、発電目的で再利用される量を、H10年度の木材産業における廃棄物発電の導入実績に基づき125万<math>m^3</math>と想定。（「地球温暖化対策推進のための自然エネルギー有効利用調査 H11年度」（環境省））</li> <li>乾燥用熱源として利用されるのが84.3万<math>m^3</math>となる。（「国有林野のエネルギー資源利用検討会」資料（林野庁））</li> </ul>
計 画	<p>都市の木質廃棄物</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>建設リサイクル法の施行により、適正な建設廃材収集・運搬・処理が徹底され、サーマルリサイクルも含めた再資源化目標率95%を達成すると想定する。（「建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律について（概要版）」、「建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律」に基づく基本方針試案」（国土交通省発表資料、H12年））</li> <li>現時点で熱利用に供されている350万<math>m^3</math>については、その利用方法と量が維持されると想定。</li> <li>今後再資源化されるべき木質系廃棄物のうち、工業原料としての再利用が技術的に困難であったり、材が含有している薬剤など環境への負荷の観点等から適切でないものを4割とし、これを既存の火力発電所で混焼させるとすると、燃料用が652万<math>m^3</math>となり、残りの979万<math>m^3</math>が工業原料として再利用される。</li> <li>工業原料979万<math>m^3</math>についても、燃料用チップ（熱利用）としての需要を現状維持の8割（783万<math>m^3</math>）と想定。（「木質廃棄物再資源化技術開発事業報告書」（（財）日本住宅・木材技術センター、H7年度））</li> </ul> <pre> graph TD     A[都市の木質廃棄物 2,180万m³] --&gt; B[現状の再利用分 440万m³]     A --&gt; C[再資源化されるべき木質廃棄物 1,740万m³]     B --&gt; D[燃料利用：350万 m³]     B --&gt; E[工業原料：90万 m³]     C --&gt; F[燃料利用：652万 m³]     C --&gt; G[工業原料：979万 m³]     C --&gt; H[焼棄却：109万 m³]     G --&gt; I[燃料利用：783万 m³]     G --&gt; J[工業原料：196万 m³]   </pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>以上から、既存の火力発電所で混焼させる木質廃棄物は652万<math>m^3</math>、熱利用に用いるのは1,133万<math>m^3</math>となる。</li> </ul> <p>製材工場等の残廃材</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>温暖化対策、または間接的に効果のある対策が特にないため、計画ケースは設定しない。</li> </ul>

## イ． 算定方法

以下の式によりケース毎のエネルギー生産量を算定する。

$$E = V \times D \times C \times e$$

パラメータ	内 容	データの出典
$E$	木材によるエネルギー生産量[10 <sup>15</sup> J, 10 <sup>6</sup> kWh]	
$V$	燃料として使用する木材の体積[10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> ]	「ア. ケース設定の考え方」参照。
$D$	木材の比重[t/m <sup>3</sup> ]	「地球温暖化対策推進のための自然エネルギー有効利用調査 H11年度」環境省
$C$	木材の発熱量[10 <sup>3</sup> kcal/t]	〃
$e$	利用形態(発電・熱利用)毎のエネルギー変換効率[%]	「 $e$ : エネルギー変換効率」参照。

$e$ : エネルギー変換効率

都市の木質廃棄物の処理に適用するシステム	<p>(ア)熱を主とした燃料利用(例: 銭湯用燃料、その他熱源): 熱効率(ボイラ効率)80% ボイラ効率(%): ボイラ水に吸収された熱量 / 燃料の低発熱量 = 80%と設定。</p> <p>(イ)既存の大型火力発電所における化石燃料との「混焼」: 熱効率39% (火力発電所の平均熱効率が39%であることから、この値を用いた。) (電気事業連合会資料より) 火力発電所の熱効率(%) = 発生電力量(kWh)×860(kcal/kWh)×100 / 燃料消費量(kg)×燃料発熱量(kcal/kg) (電気事業便覧(H11年度版))</p>
製材工場等の残廃材の処理に適用するシステム	<p>(ア) 木材の乾燥用等の熱源を得るためのボイラ用燃料としての利用を想定。ボイラ効率(%): ボイラ水に吸収された熱量 / 燃料の低発熱量 = 80%</p> <p>(イ)工場内の電力供給を目的とした発電システムを想定。発電効率: 30% (「国有林野のエネルギー資源利用検討会」資料(林野庁))</p>

## II. 生物資源等部門におけるエネルギー消費削減（化石燃料消費回避）

### 1. 土地利用、土地利用変化及び林業（LULUCF）

#### (1) 都市緑化

##### 間接効果の推計結果

効果	実績		2010	
	1990	1998	固定	計画
化石燃料代替効果 [10 <sup>6</sup> kWh]	-	-	9.7	21.6

##### 算定方法

以下の式によりケース毎の排出量を算定する。

都市緑化1ha当たりの 消費電力削減量	×	ケース毎の 都市緑化面積	=	ケース毎の 消費電力削減産量
------------------------	---	-----------------	---	-------------------

#### ア. ケース設定の考え方

ケース	ケース設定の考え方
固定	1991年と95年の実績値から算出した年間平均植樹本数を用いて、99年まで同じ植樹本数が継続された後、新規の植樹が中止された場合。（「植樹等五箇年計画」「グリーンプラン2000」）
計画	1991年と95年の実績値から算出した年間平均植樹本数を用いて、2010年まで同じ植樹本数が継続された場合。

#### イ. 算定方法の詳細

##### (ア) 各ケースの算定過程

「算定方法」に示した算定方法にて推計した各ケースの消費電力削減量を以下に示す。

ケース	パラメータ	
	(a) 都市緑化 1 ha 当たりの電力削減量 (kWh/ha)	(b) 都市緑化面積 (ha)
固定ケース	287.56	33,840
計画ケース	287.56	75,200



都市緑化 1 haあたりの電力削減量 (a)

$$0.02 \times (1/1,170,000 \times 100) \times 400 \text{ 万kWh/ /day} \times 0.647 \times 65 \text{ days} = 287.56 \text{ kWh}$$

パラメータ		出典
実測結果による緑被による気温低減	0.02 /緑被率(%)	山田(1998)、「都市緑化による間接的なCO2排出抑制効果の試算」都市緑化技術 30
全国の市街地面積 (1 haの都市緑化による緑被率(%)の増加)	117万ha (1/1,170,000 × 100)	平成4年全国市街地面積 「国土統計要覧」平成11年度版
全国9電力会社合計の夏季最大電力の 気温感応度 (夏季の最高気温が1 上昇することによる 最大電力の伸び)	400万kWh/	東電調べ
DID人口の割合	64.7%	平成7年度 DID人口割合 「国土統計要覧」平成11年度版
東京の気象学上の冷房期間 (日平均気温が24 以上)の平均値	65日	理化年表(1998)、国立天文台編

## (2) 屋上緑化

### 間接効果の推計結果

効果	実績		2010	
	1990	1998	固定	計画
消費電力削減量 [10 <sup>6</sup> kWh]	0	0	0.1	0.6

### 算定方法

以下の式によりケース毎の排出量を算定する。

屋上緑化 1 m <sup>2</sup> 当たりの 消費電力削減量	×	ケース毎の 屋上緑化面積	=	ケース毎の 消費電力削減産量
---------------------------------------	---	-----------------	---	-------------------

#### ア. ケース設定の考え方

ケース	ケース設定の考え方
固定	現状のままで新規の屋上緑化が行われないと仮定。 (現在助成金制度のある自治体の屋上緑化実績より)
計画	平成11年の年間の屋上緑化実績が推移するものと想定。 (現在助成金制度のある自治体の屋上緑化実績より。)

#### イ. 算定方法の詳細

ケース	パラメータ		消費電力削減量
	(a) 屋上緑化 1 m <sup>2</sup> 当たりの電力削減量 (kWh/m <sup>2</sup> )	(b) 屋上緑化面積 (m <sup>2</sup> )	(a) * (b) (10 <sup>6</sup> kWh)
固定ケース	36.4	2,800	0.1
計画ケース	36.4	16,800	0.6

#### (ア) 各ケースの算定過程

$$\text{屋上緑化 1 m}^2 \text{ 当たりの電力削減量 (a) } 0.56 \text{ [kWh/m}^2\text{]} \times 65 \text{ [days]} = 36.4 \text{ [kWh]}$$

パラメータ	値	出典
屋上緑化による夏季の晴天時の1日の熱エネルギー遮蔽効果	0.56 [kWh/m <sup>2</sup> ]	新・空間デザイン技術マニュアル(1996)(財)都市緑化技術開発機構
東京の気象学上の冷房期間(日平均気温が24 以上)の平均値	65日	理化年表(1998)、国立天文台編

### III. 生物資源等部門における（生分解性）プラスチック生産（エチレン等プラスチック製品原料の代替）

#### 1. その他

##### (1) 生分解性プラスチックの利用による既存材料の代替

###### 間接効果の推計結果

間接効果	実績		2010	
	1990	1998	固定	計画
バイオマスを原料とした生分解性プラスチックの国内消費量 (t)	0	2,465	2,465	5,635

###### 算定方法

以下の式により、バイオマスを原料とした生分解性プラスチックの消費量を求める。

$$\boxed{\text{バイオマスを原料とした生分解性プラスチックの消費量}} = \boxed{\text{生分解性プラスチックの国内全消費量}} \times \boxed{\text{バイオマスを原料とした生分解性プラスチックの割合}}$$

###### ア. ケース設定の考え方

ケース	ケース設定の考え方
固定	バイオマスを原料とした生分解性プラスチックの消費量が現状のまま推移すると想定する。生分解性プラスチックに占めるバイオマス由来の生分解性プラスチックの製造割合は30%と想定。
計画	生分解性プラスチックの消費量が2010年に約6,000トンになる推計。そのうちバイオマス由来の生分解性プラスチックの生産量が95%（約5,700トン）になると仮定する（生分解性プラスチック研究会ヒアリングより）。

###### イ. 算定方法の詳細

計画ケースの消費量（2010年）は過去の消費量より外挿して推計した。

(単位：トン)

年	1990	1991	1992	1993	1994
生分解性プラスチック国内消費量	0	0	62	160	340
うちバイオマスを原料としている量	0	0	19	48	102

年	1995	1996	1997	1998	2010
生分解性プラスチック国内消費量	830	1,000	1,300	1,650	5,932
うちバイオマスを原料としている量	249	300	390	495	5,635