



地球温暖化と廃棄物処理

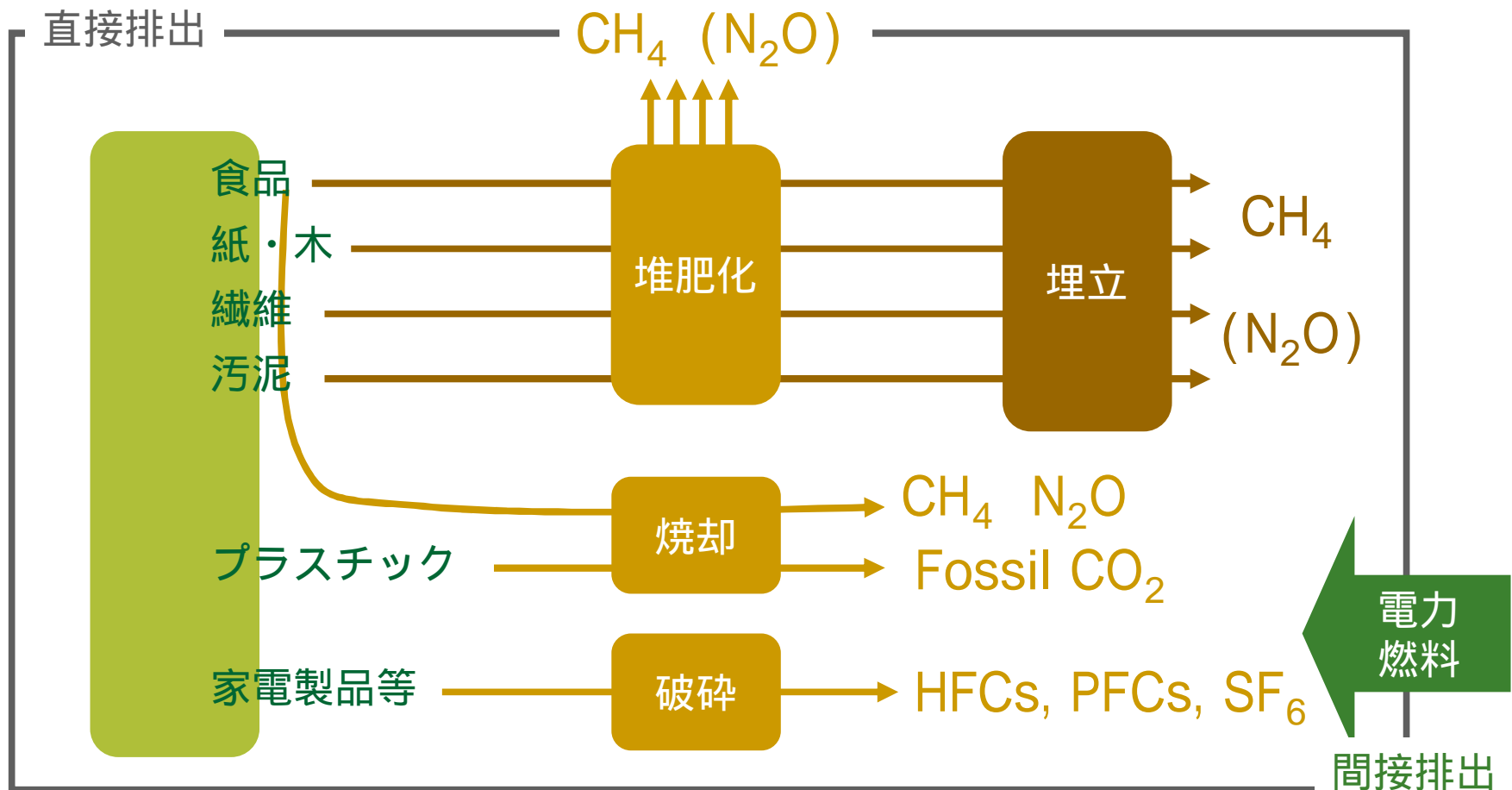
(独)国立環境研究所

循環型社会・廃棄物研究センター

山田正人

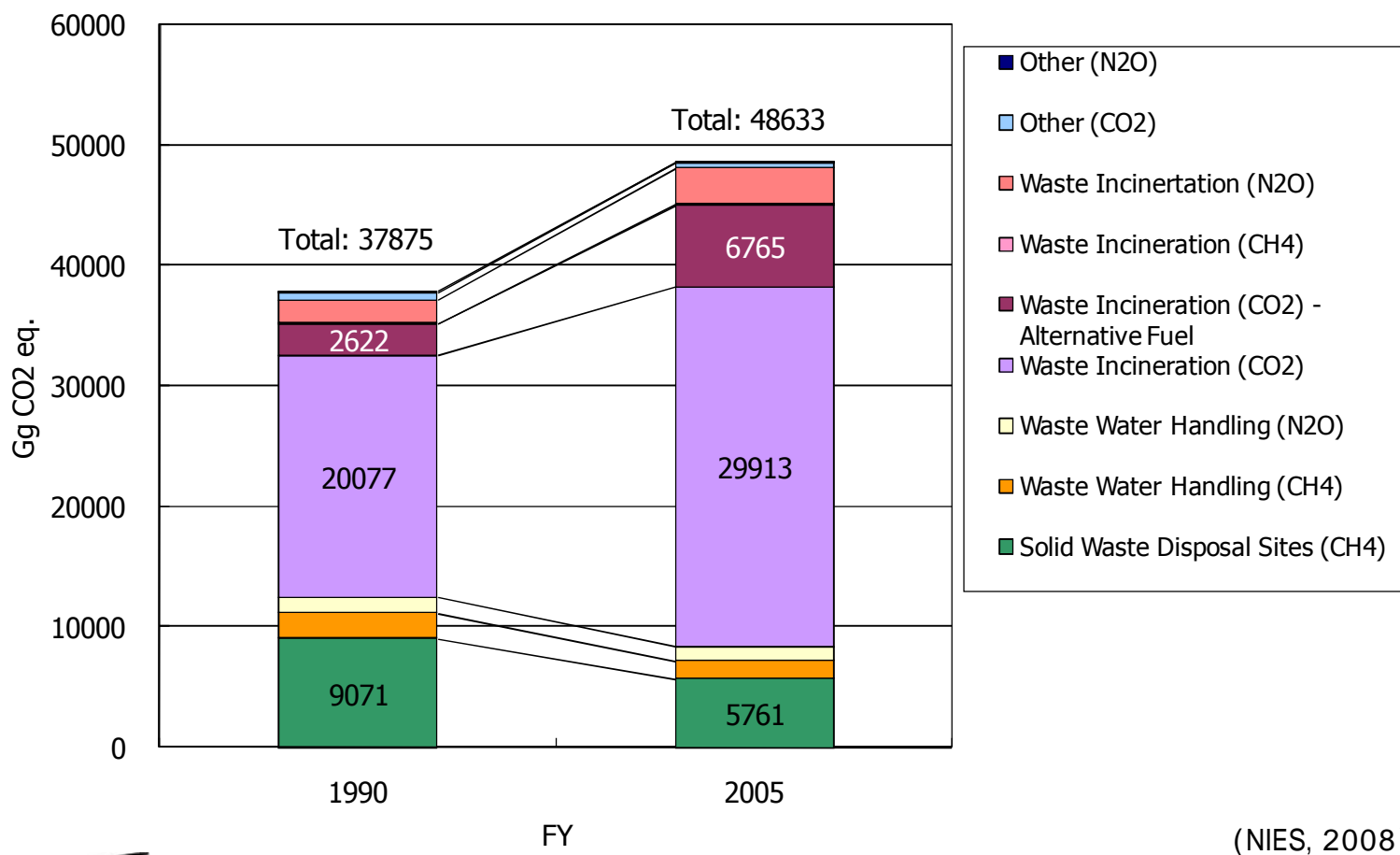
廃棄物処理から排出される 温室効果ガス

京都議定書の6ガス



温室効果ガス排出量 (廃棄物分野・日本)

埋立地メタンは12～24%
焼却と原燃料利用が60～75%



温室効果ガス排出量 (廃棄物分野・世界)

埋立地メタンが約半分を占める

Table 10.3: Trends for GHG emissions from waste using (a) 1996 and (b) 2006 IPCC inventory guidelines, extrapolations, and projections (MtCO₂-eq, rounded)

Source	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2030	2050
Landfill CH ₄ ^a	760	770	730	750	760	790	820		
Landfill CH ₄ ^b	340	400	450	520	640	800	1000	1500	2900
Landfill CH ₄ (average of ^a and ^b)	550	585	590	635	700	795	910		
Wastewater CH ₄ ^a	450	490	520	590	600	630	670		
Wastewater N ₂ O ^a	80	90	90	100	100	100	100		
Incineration CO ₂ ^b	40	40	50	50	60	60	60	70	80
Total GHG emissions	1120	1205	1250	1345	1460	1585	1740		

Notes: Emissions estimates and projections as follows:

^a Based on reported emissions from national inventories and national communications, and (for non-reporting countries) on 1996 inventory guidelines and extrapolations (US EPA, 2006).

^b Based on 2006 inventory guidelines and BAU projection (Monni et al., 2006).

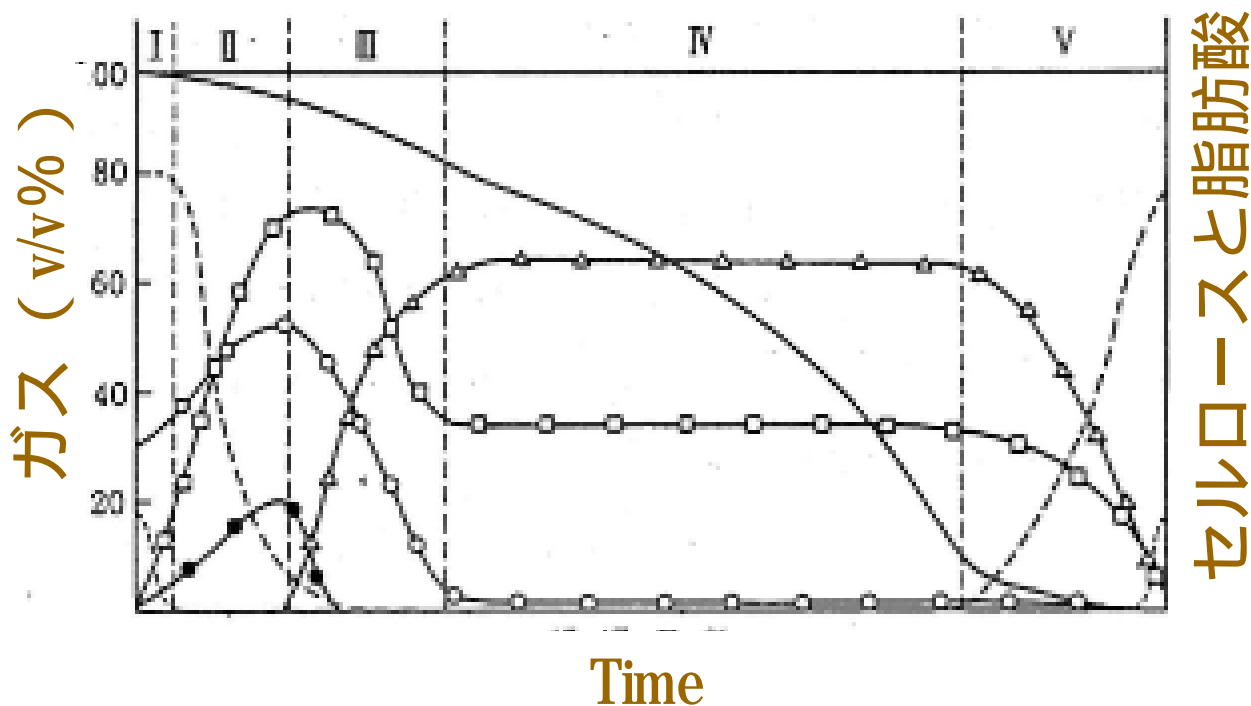
Total includes landfill CH₄ (average), wastewater CH₄, wastewater N₂O and incineration CO₂.

Bogner, J., M. Abdelrafie Ahmed, C. Diaz, A. Faaij, Q. Gao, S. Hashimoto, K. Mareckova, R. Pipatti, T. Zhang, Waste Management, In Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.



埋立地ガス (L F G)

有機物の嫌気性分解の代謝物と廃棄物からの揮発物



- : cellulose : VFA : H₂ : CH₄
: CO₂ . . . : O₂ --- : N₂

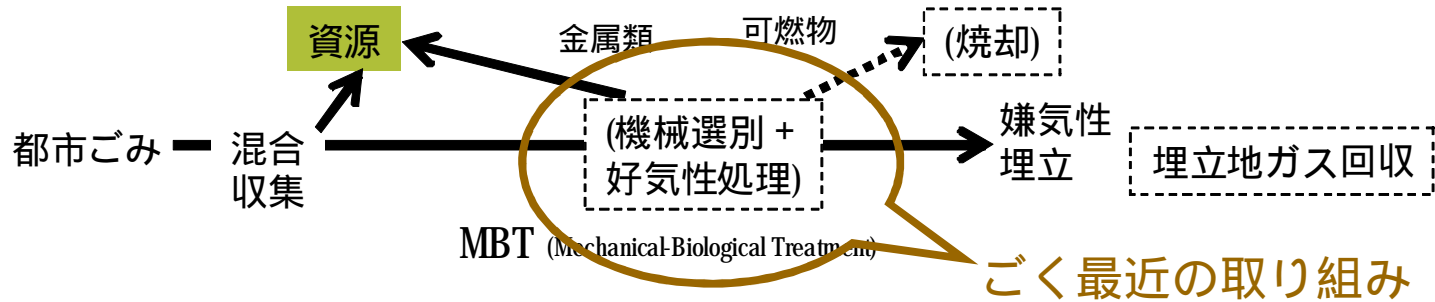
Rees (1980)



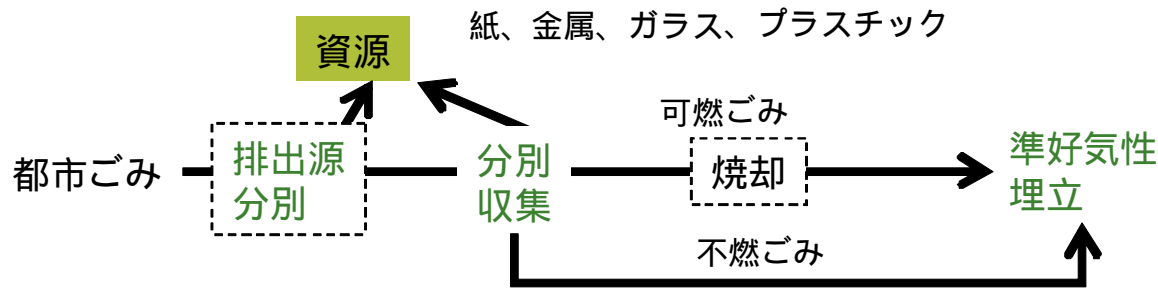
廃棄物ストリームの国際比較

国際的には混合収集 + 嫌気性埋立が主流である

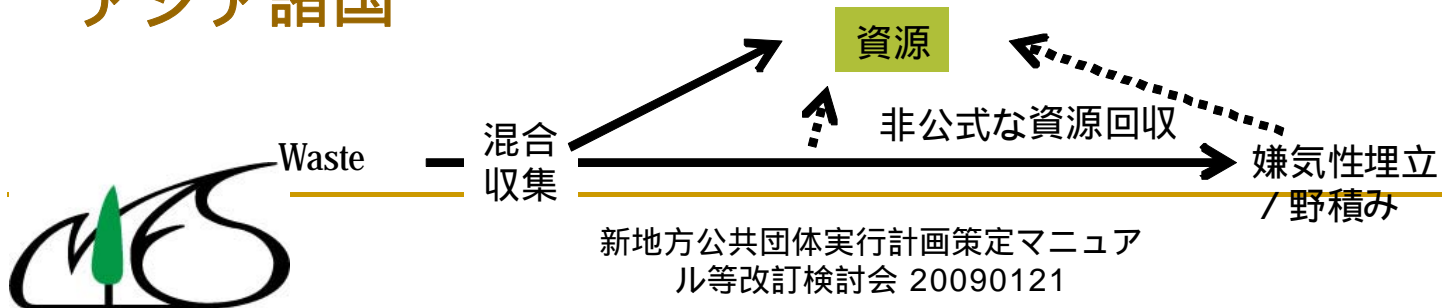
西欧



日本



アジア諸国



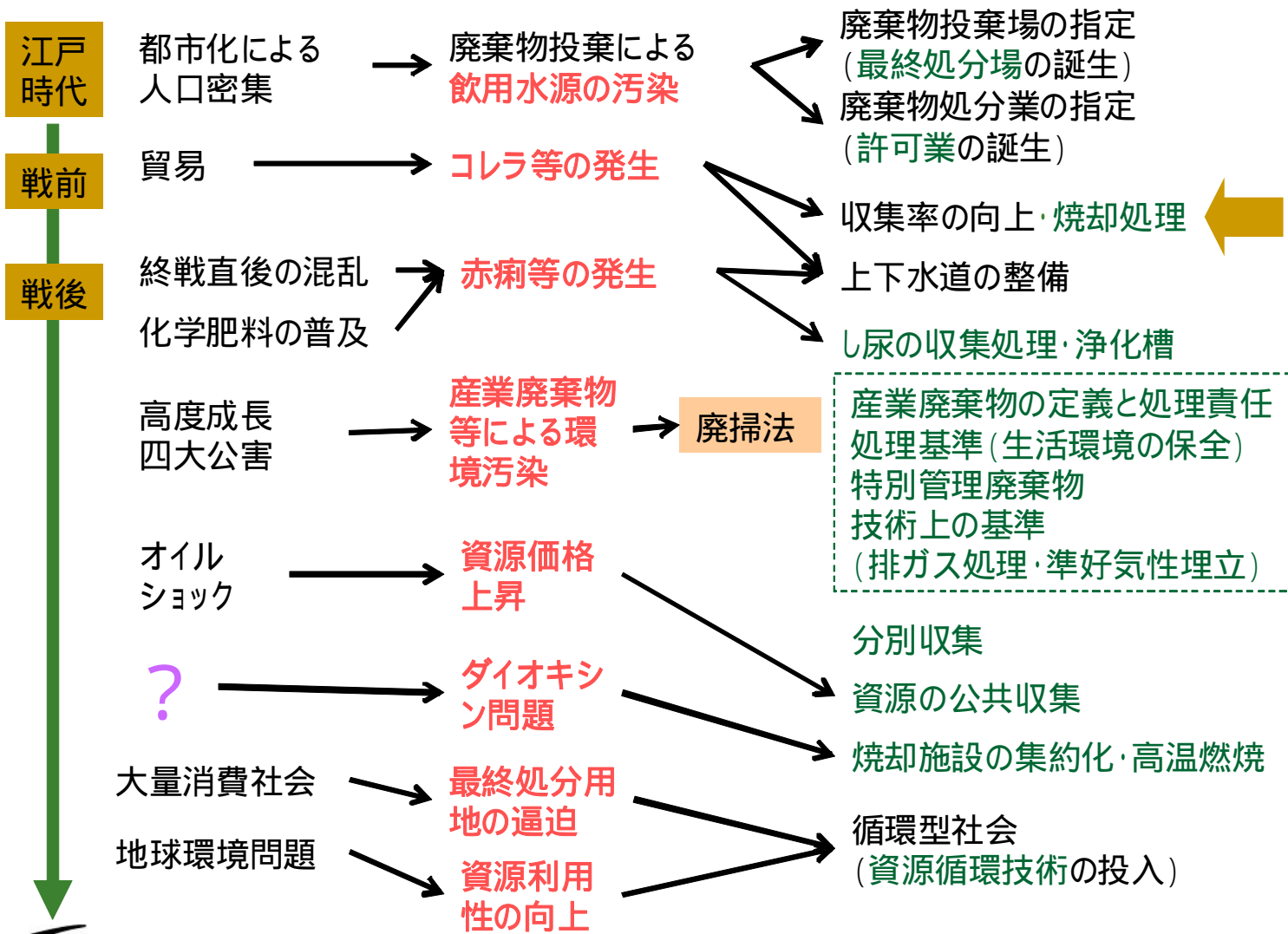
埋立地における温室効果ガス (メタン)削減対策

- 有機物を埋めない
 - 焼却処理, リサイクル
- 嫌気性にしない
 - 準好気性埋立
悪臭等の防止、浸出水水質の向上、早期安定化
- End-of-Pipeで食い止める
 - メタンガス回収・燃焼・利用(嫌気性埋立)
悪臭等の防止、浸出水水質の悪化、安定化の遅延



廃棄物管理の歴史

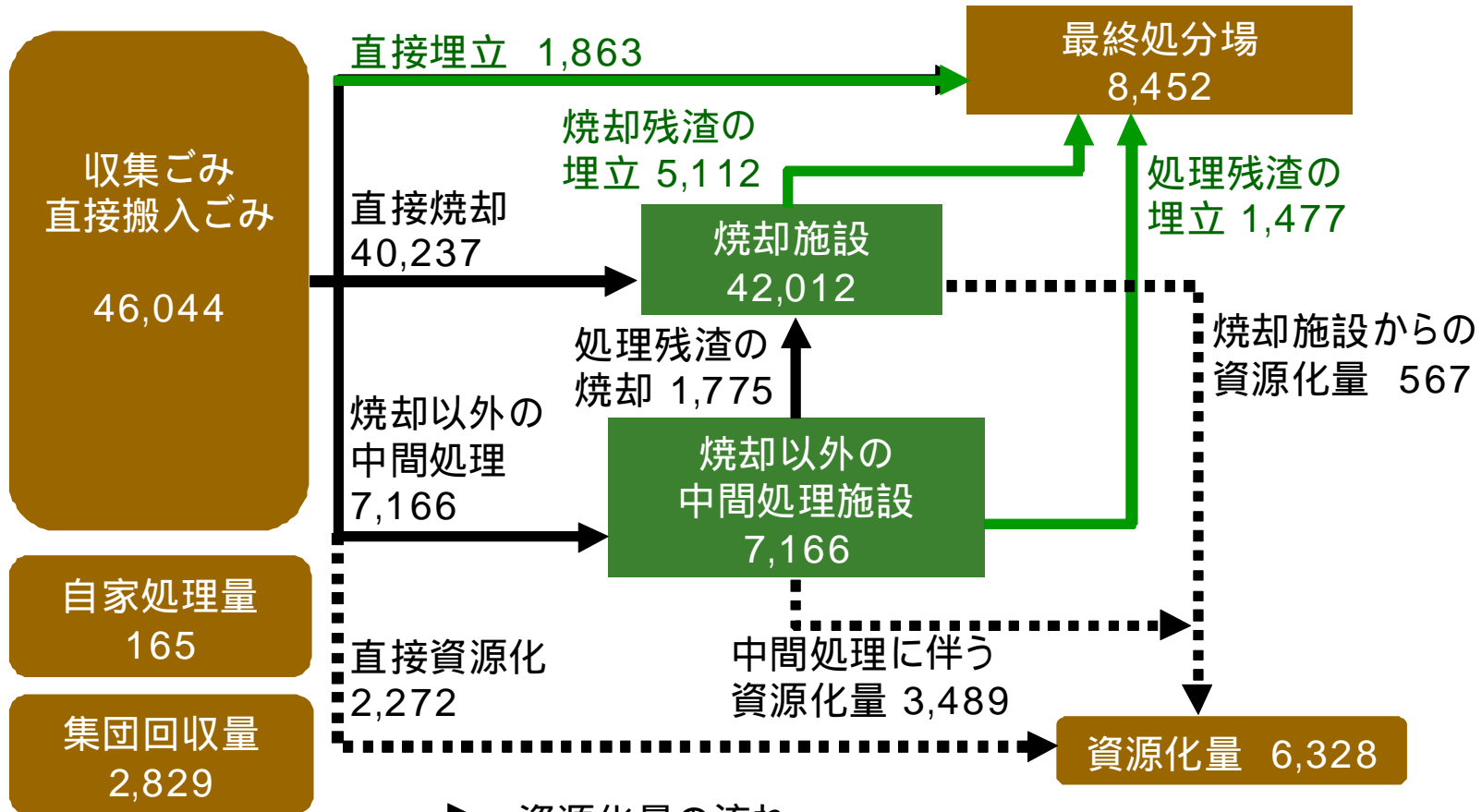
公衆衛生と環境保全の歴史



一般廃棄物ストリーム

ごみ量等 (単位: 千トン/年)

約80%の都市ごみが焼却される→有機物の削減



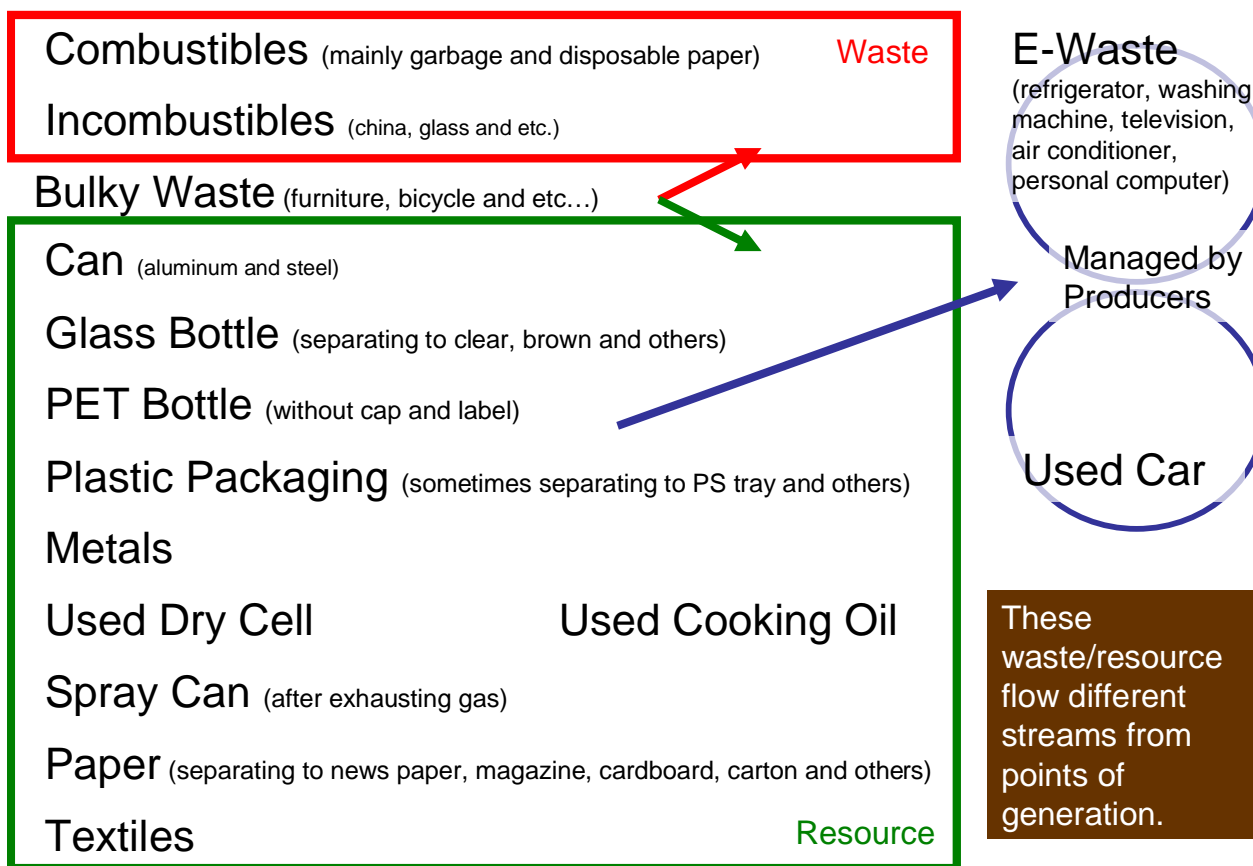
.....▶ : 資源化量の流れ
四捨五入のために合計値が一致しない場合がある

(平成15年度)



排出源分別

コミュニティベースの高度な選別技術

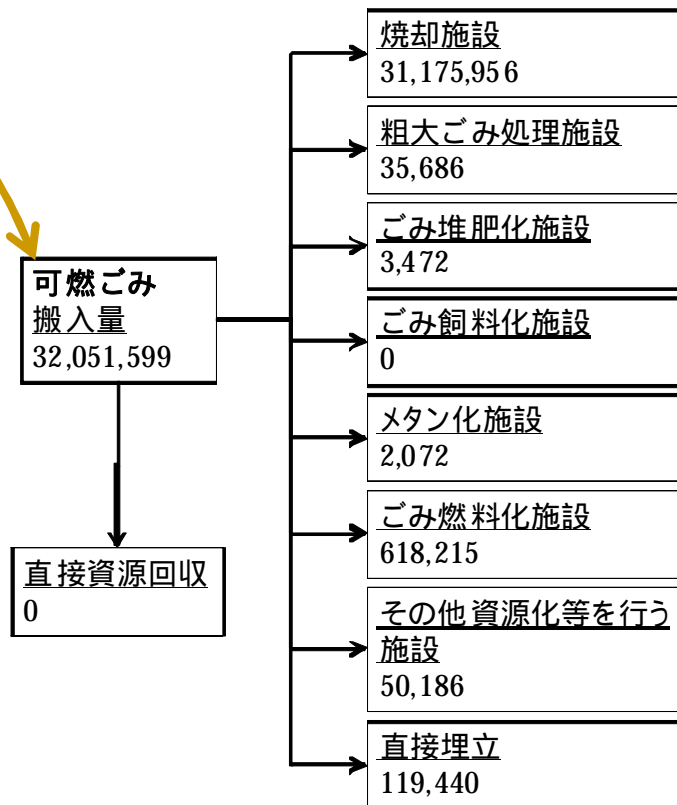


排出源分別と廃棄物ストリーム

分別区分毎に多様なストリームが形成される

ごみ総排出量	収集ごみ量	混合ごみ	4,028,880
		可燃ごみ	32,051,599
		不燃ごみ	2,568,176
		資源ごみ	5,010,457
		その他	260,002
		粗大ごみ	721,422
	小計	44,640,536	
	直接搬入ごみ	5,092,913	
	集団回収量	2,996,428	
	合計	52,729,877	

	市町村資源化	集団回収量
紙	2,395,071	2,803,567
金属	1,167,798	53,431
ガラス	832,189	48,379
ペット	255,979	2,861
プラ	636,333	4,124
布類	105,392	67,341
肥料	32,483	-
飼料	1,790	-
溶融スラグ	416,810	-
固形化燃料	338,556	-
その他	847,130	16,725
合計	7,029,531	2,996,428

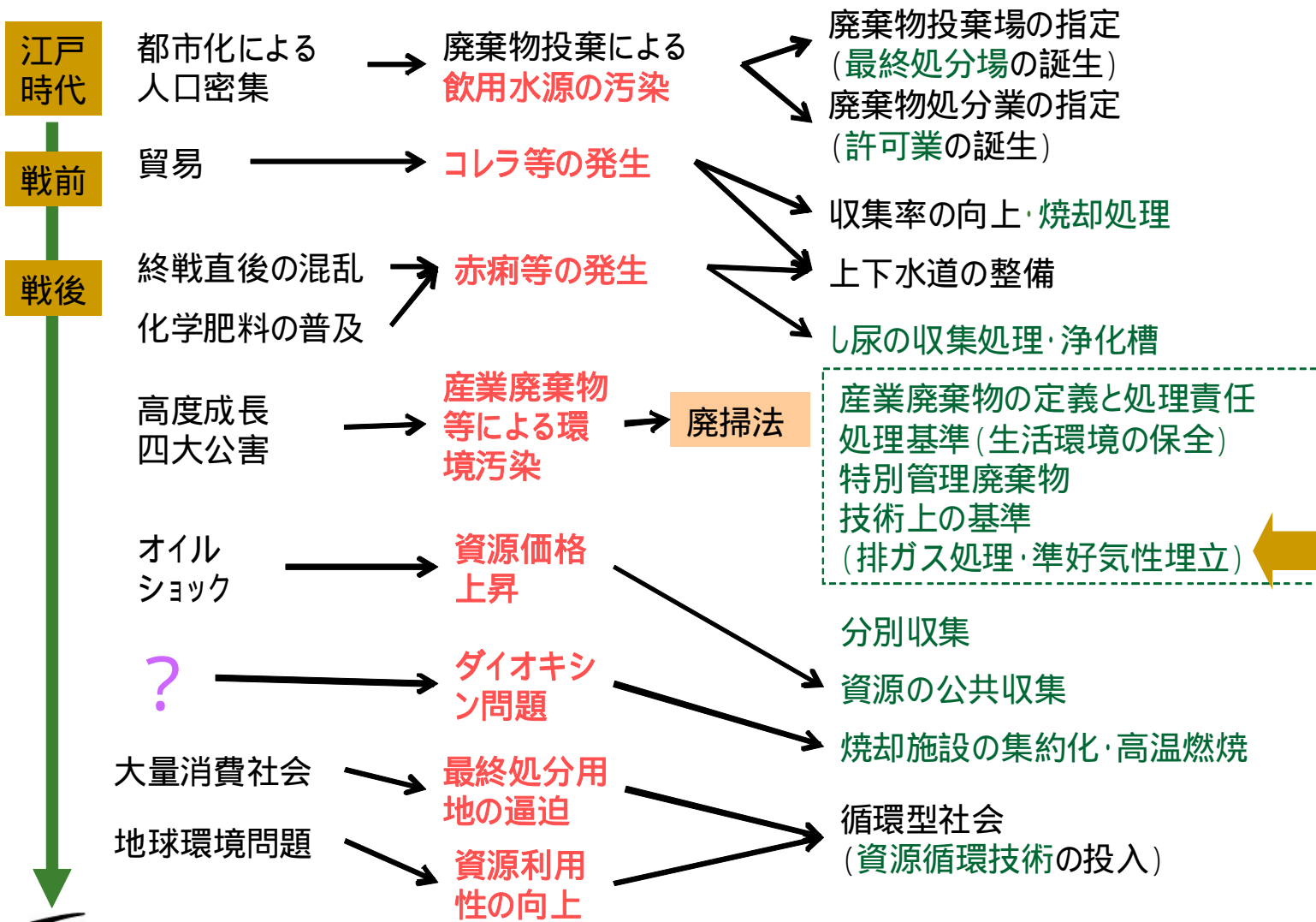


数字はトン



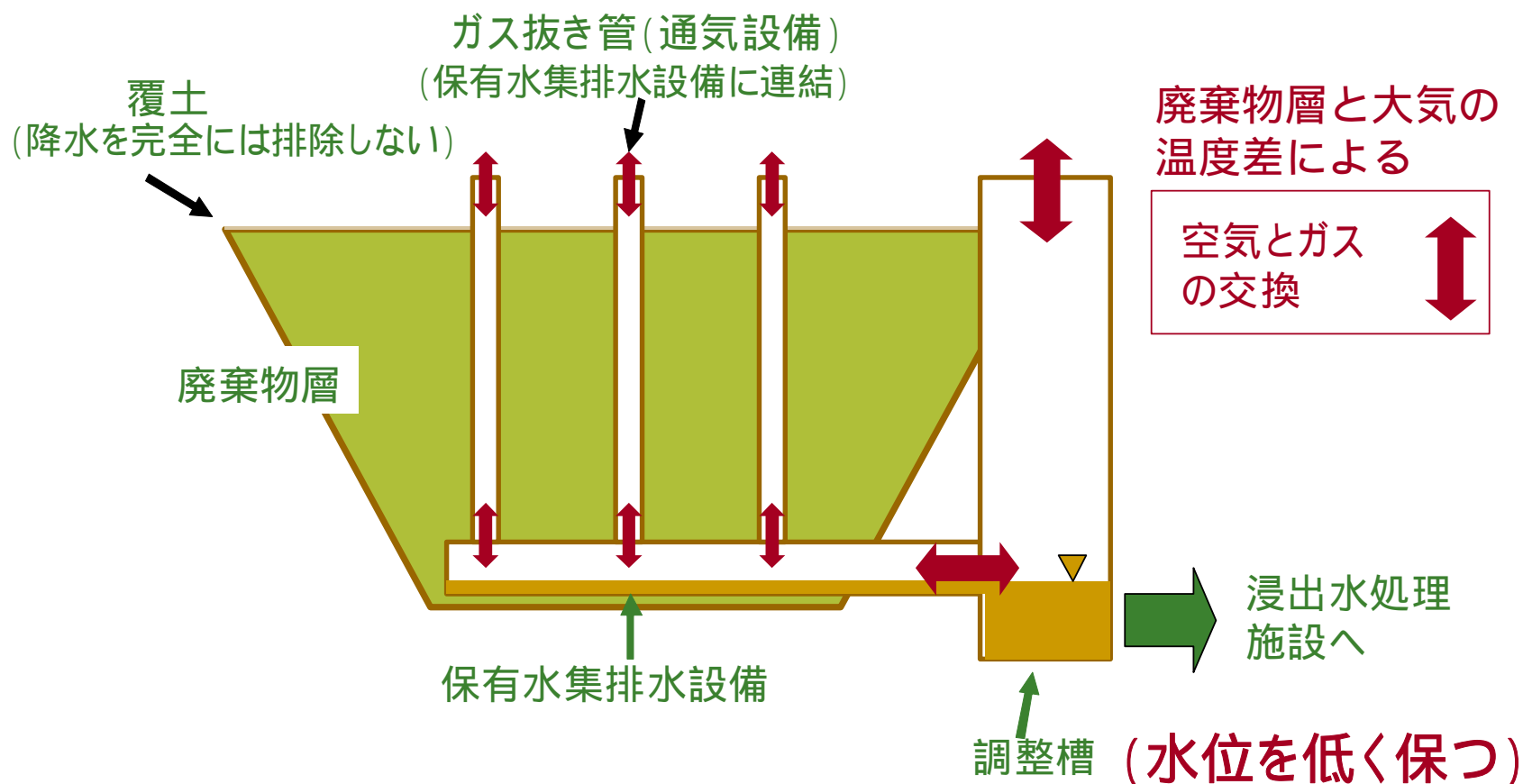
廃棄物管理の歴史

公衆衛生と環境保全の歴史



準好気性埋立（福岡方式）

埋立層内を換気することで浸出水水質を改善



準好気性埋立の効果

2006 IPCCガイドラインへの掲載

Table 3.1: SWDS Classification and Methane Correction Factors (MCF)

Type of Site	Methane Correction Factor (MCF) Default Values
Managed – anaerobic ^a	1.0
Managed – semi-aerobic ^b	0.5
Unmanaged ^c – deep (>5 m waste) and /or high water table	0.8
Unmanaged ^d – shallow (<5 m waste)	0.4
Uncategorised SWDS ^e	0.6

嫌気性埋立の
半分のメタン
放出量

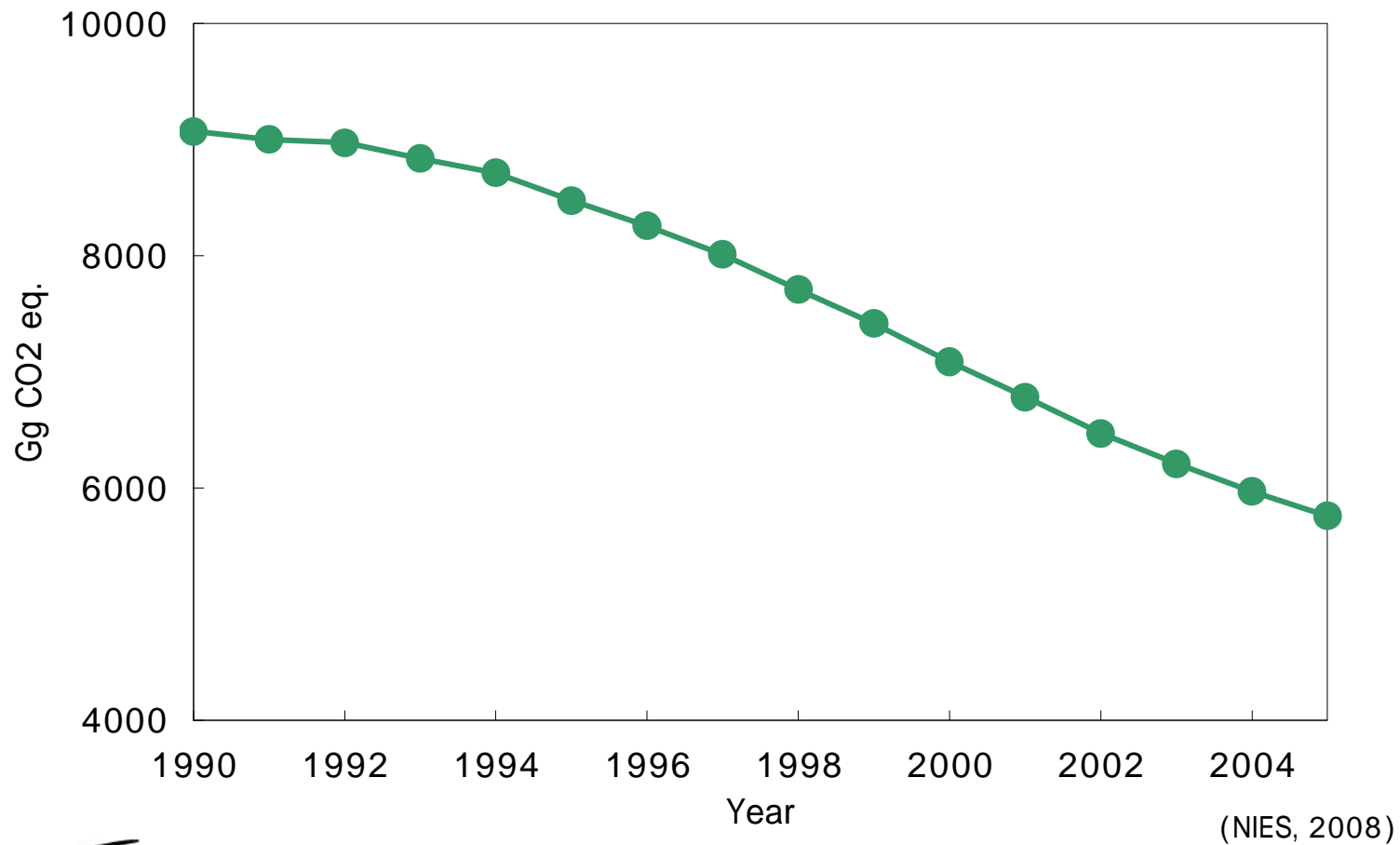
(2006 IPCC Guideline)

地球温暖化枠組条約に基づき、締結国が条約事務局に温室効果ガス排出量を報告する際に用いるガイドライン



埋立地メタンの排出量の推移 (日本)

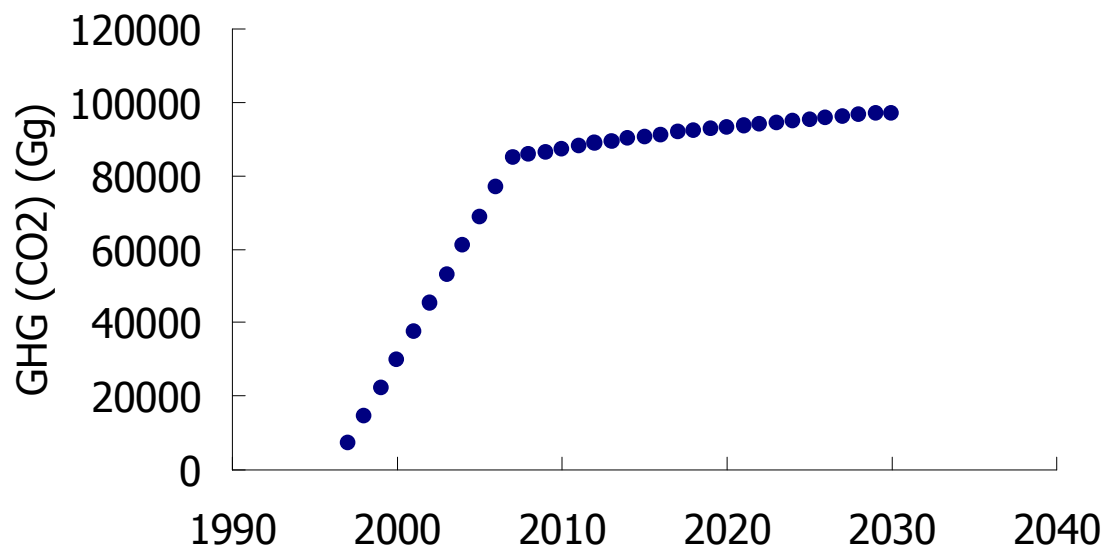
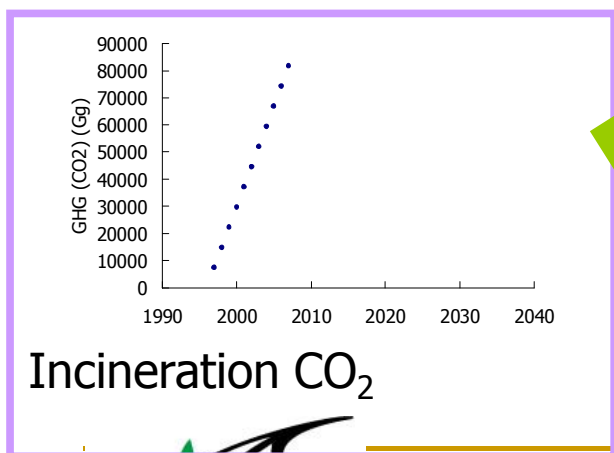
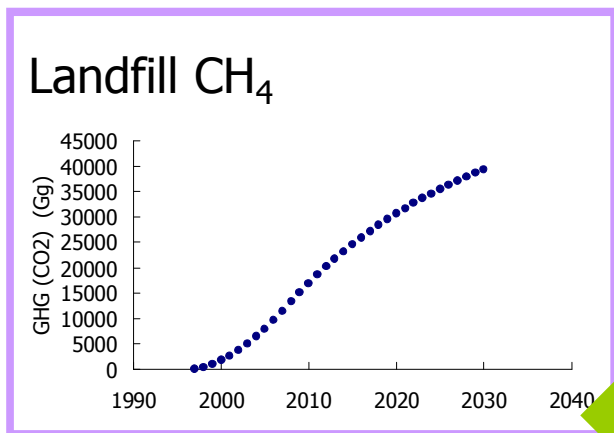
排出量は着実に減少している



埋立地メタン対策の評価

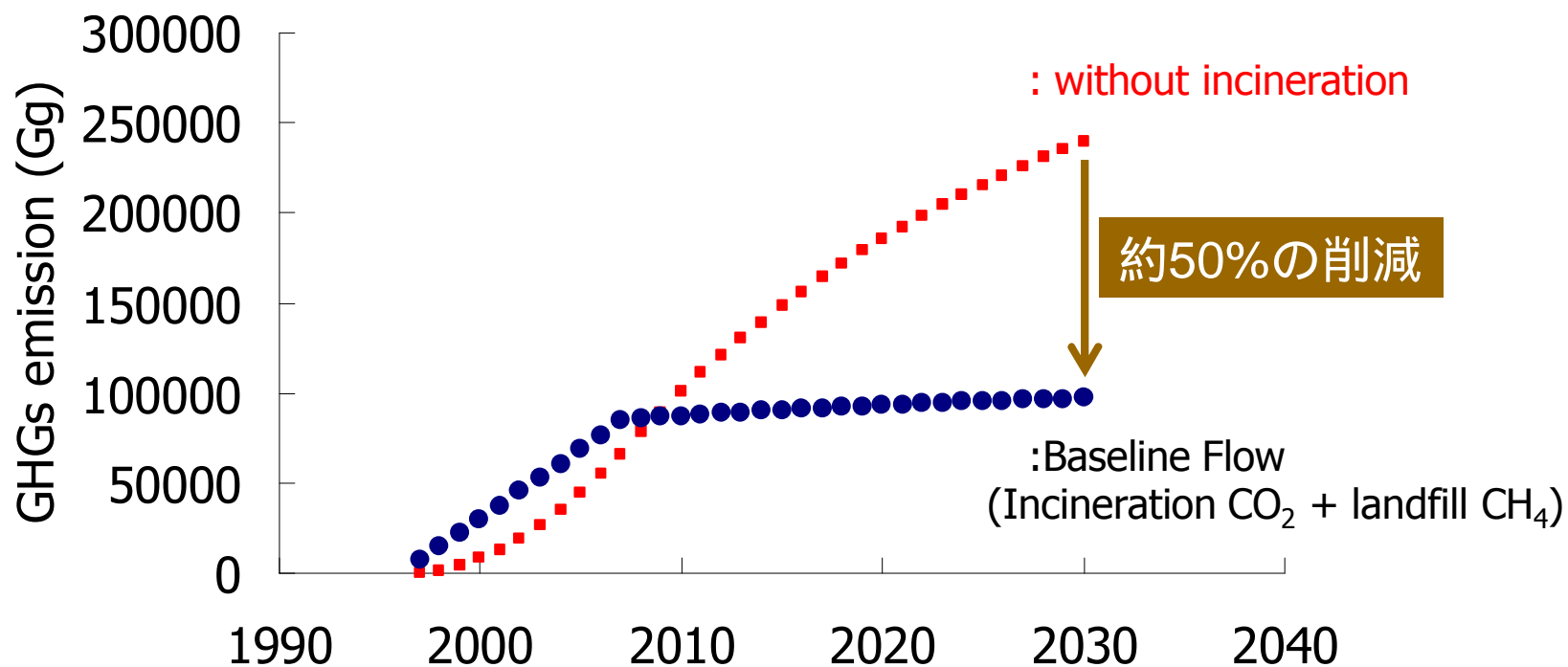
廃棄物処理からの累積GHG排出量

- ✓一般廃棄物のみ
- ✓1997年度の廃棄物発生量，ごみ組成，処理・処分・資源化量で、1997年度から2007年度まで推移したと仮定
- ✓GHG排出量は2006IPCCガイドラインに従って推計
- ✓1997年度から2007年度まで11年間の廃棄物に由来するGHGを2030年度累積値で評価



もし焼却しなかったら...

焼却CO₂は短期的だが、埋立地CH₄は後で効いてくる

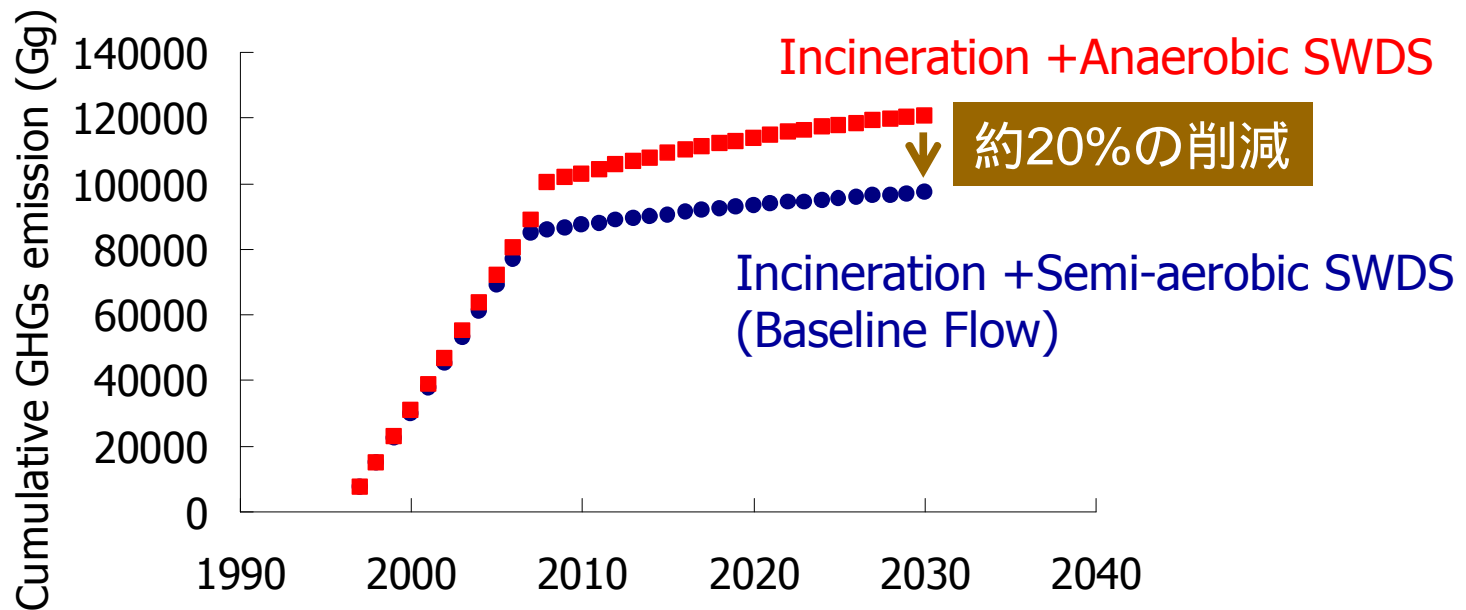


Ishigaki (2007)



もし準好気性埋立しなかったら...

焼却CO₂は短期的だが、埋立地CH₄は後で効いてくる



Ishigaki (2007)



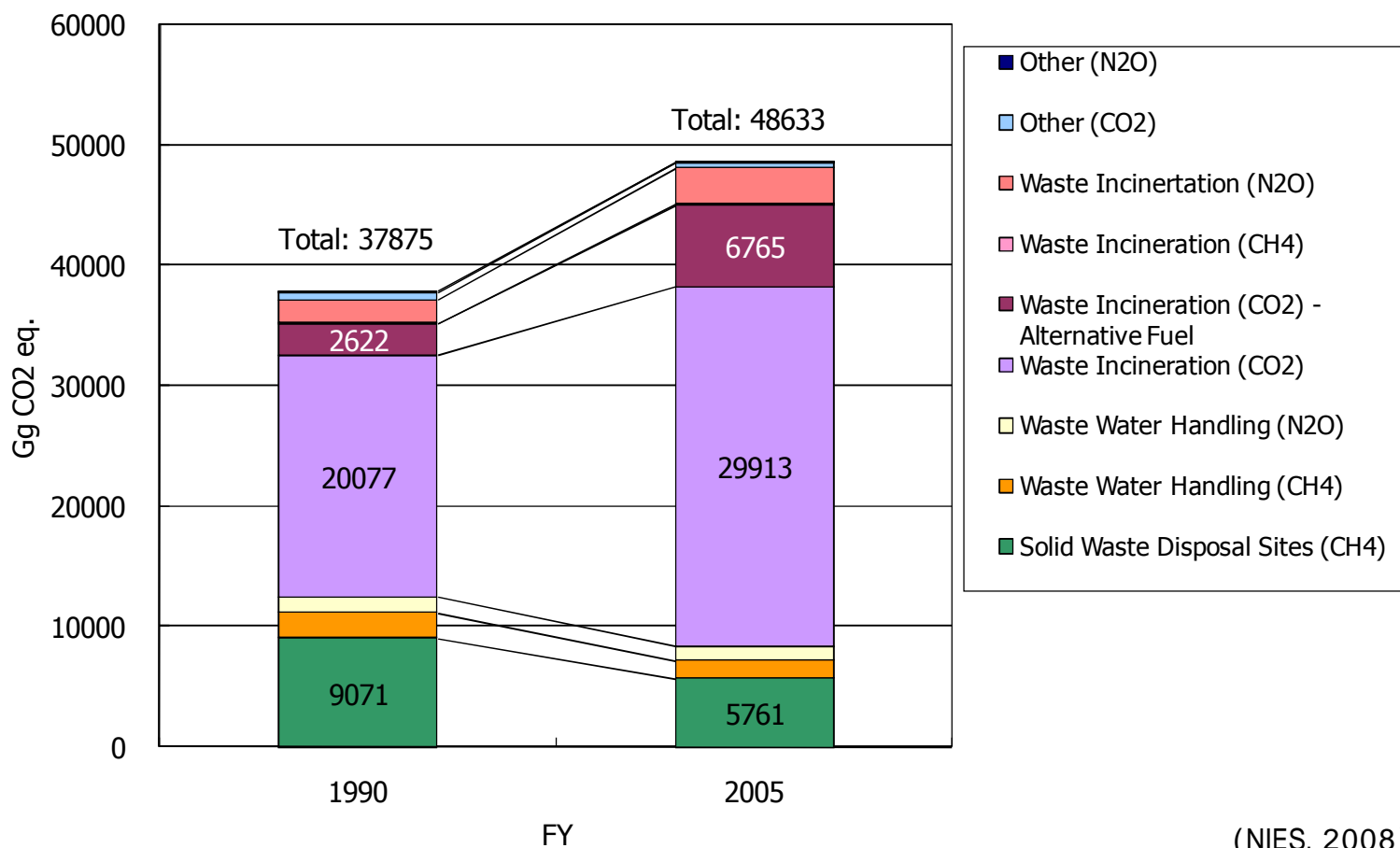
埋立地メタン削減のポイント

- 分別の精度を高めて、直接埋め立てられる有機物を減らす
- 埋立地内における保有水の内部貯留を防ぎ、準好気状態を保つ
- 食べ物や紙を粗末にしない



温室効果ガス排出量 (廃棄物分野・日本)

埋立地メタンは12～24%
焼却と原燃料利用が60～75%



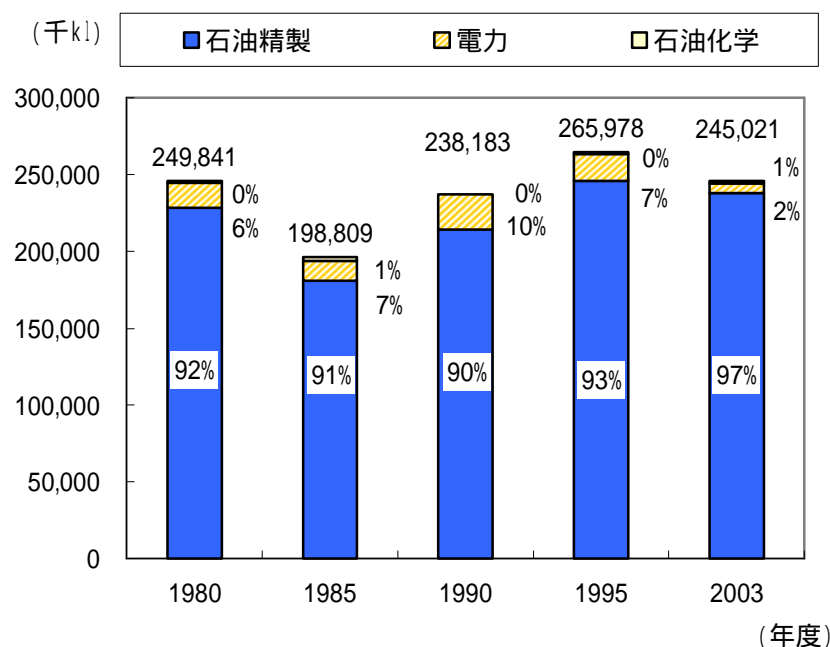
プラスチック燃焼による温室効果ガス (二酸化炭素)削減対策

■ 単純焼却から熱利用 (サーマルリカバリ)へ

□ RDF/RPF, ごみ発電

- 石油化学製品は原油需要量の数%に過ぎない
- プラスチックはごみ焼却の発熱量(重油代替)を担っている

【第213-1-1】石油の用途別需要量の推移

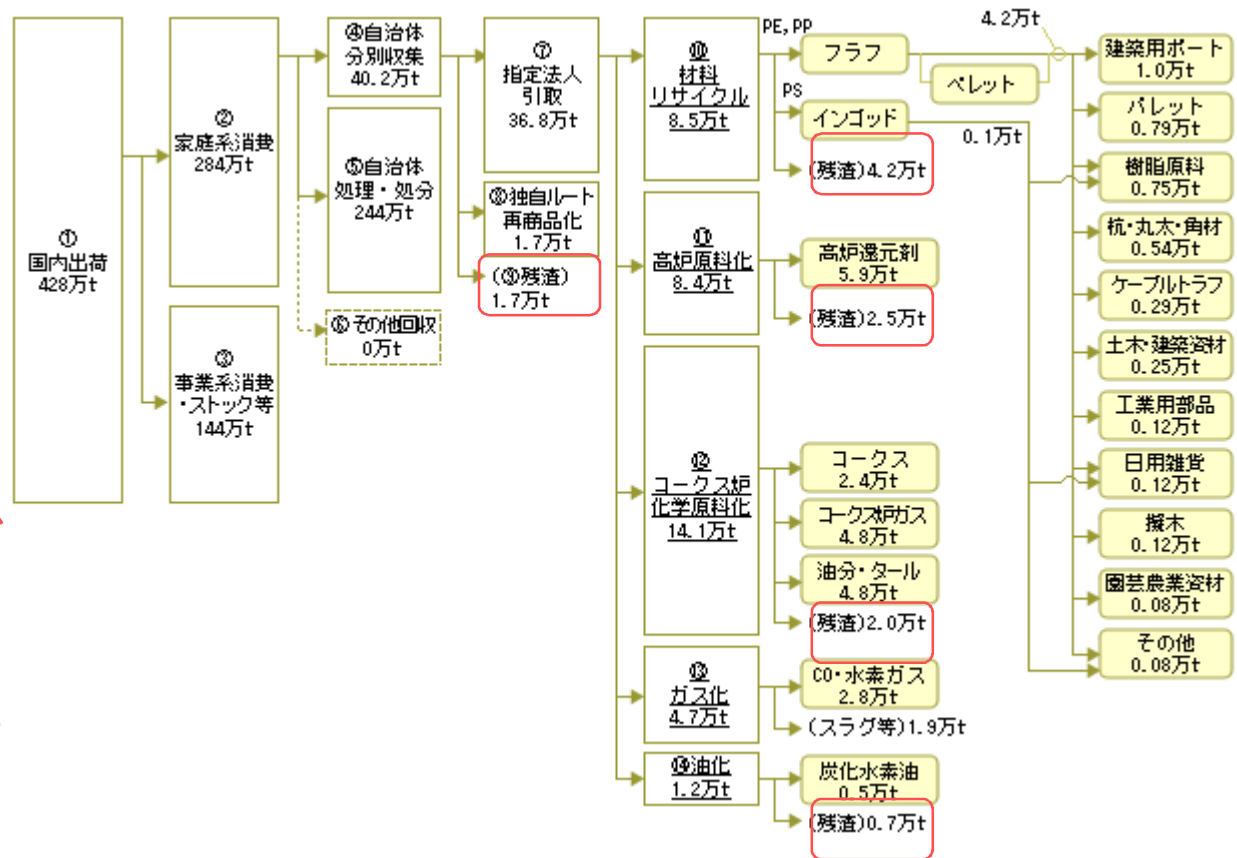


資料: 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」



プラスチック燃焼による温室効果ガス (二酸化炭素)削減対策

- マテリアルリサイクルへ
 - 材料・高炉・コークス・ガス化・油化
 - リサイクルには歩留まりがある
 - 需要(景気)に左右されやすい

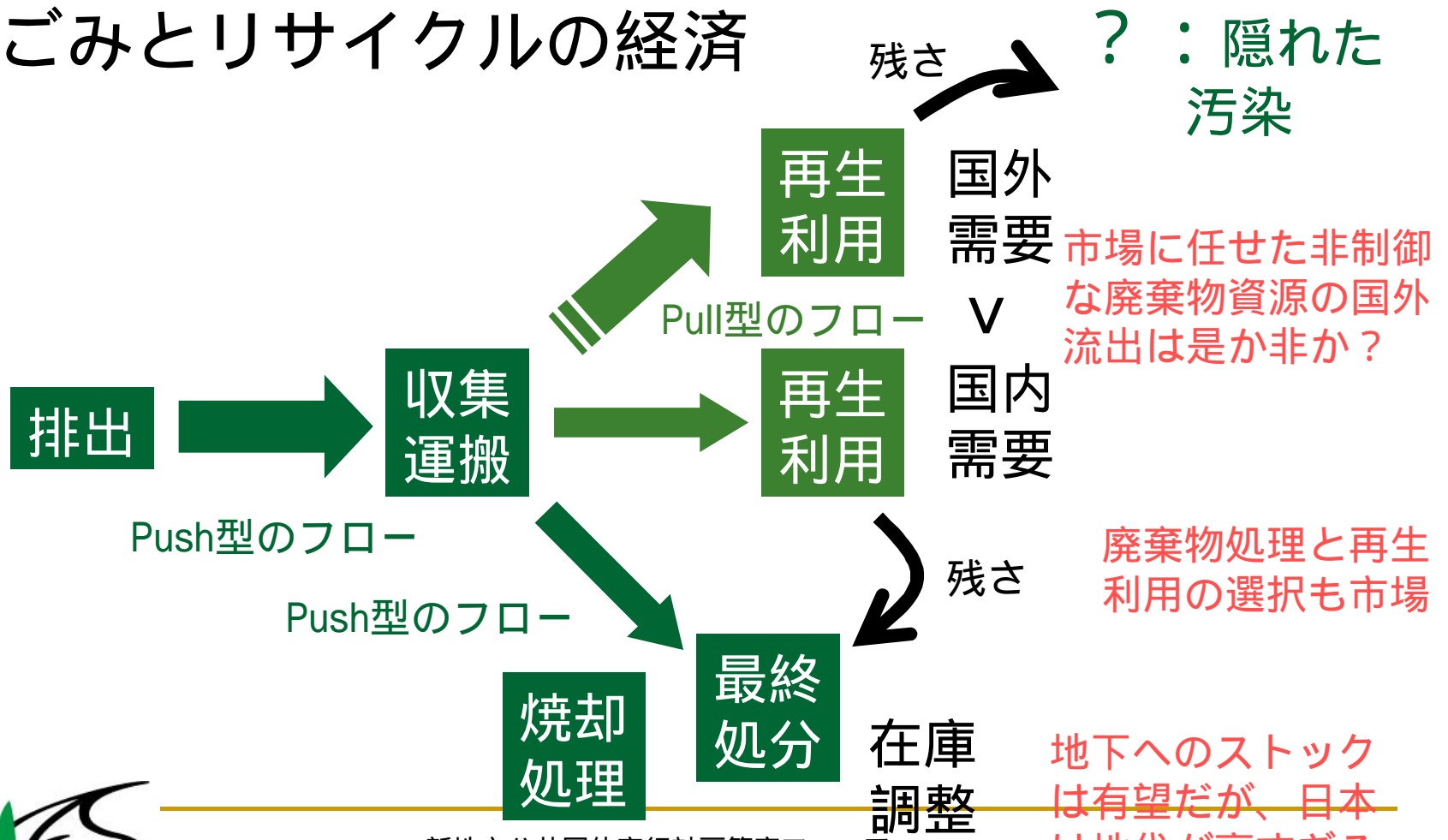


容器包装プラスチックのマテリアルフロー(2003年度)



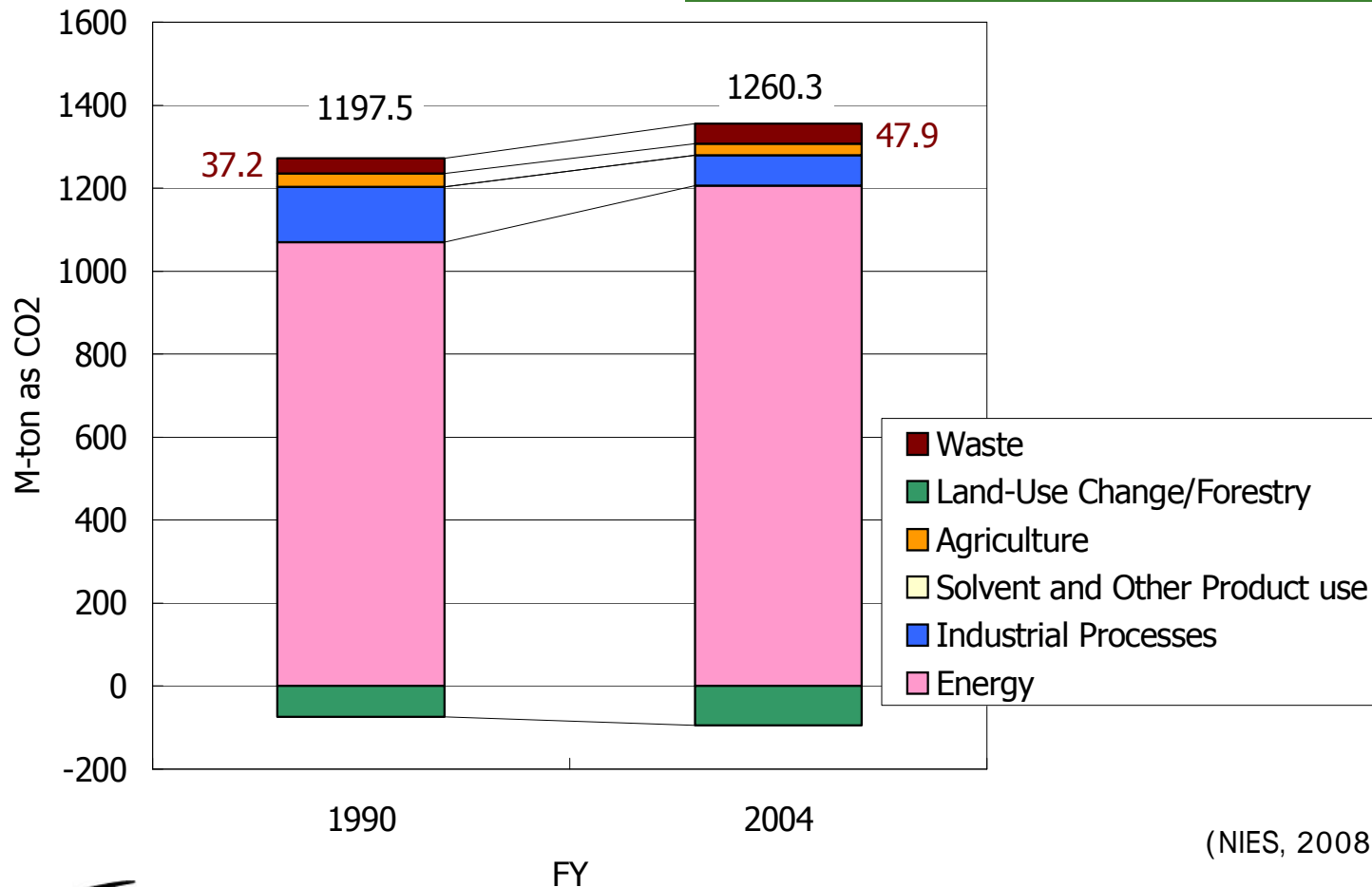
プラスチック燃焼による温室効果ガス (二酸化炭素)削減対策

■ ごみとリサイクルの経済



温室効果ガス排出量 (全分野・日本)

廃棄物分野は3～4%
エネルギー分野が90～96%



焼却CO₂削減のポイント？

- 単純焼却をやめ、焼却施設の発電（熱利用）効率を向上させる
- 分別の精度を高め、質の高いプラスチックをリサイクルする
- プラスチックをなるべく使わない



持続的な廃棄物処理とは何か？

- 廃棄物処理の**優先順位**を堅持する

- 公衆衛生 > 公害 > 循環 > 地球温暖化

適正処理が地球温暖化対策

- 物質の閉鎖系循環の**限界**を知る

- スループットが小さい経済（資源生産性）

- **隠れた汚染**を制御する

- 途上国への技術移転・適応化
（CDMは投資を得る方法の一つ）

減量（リデュース）が循環型社会と地球温暖化防止に対する本質的な対策である

我が国の経験と技術が世界に貢献できる重要な活動



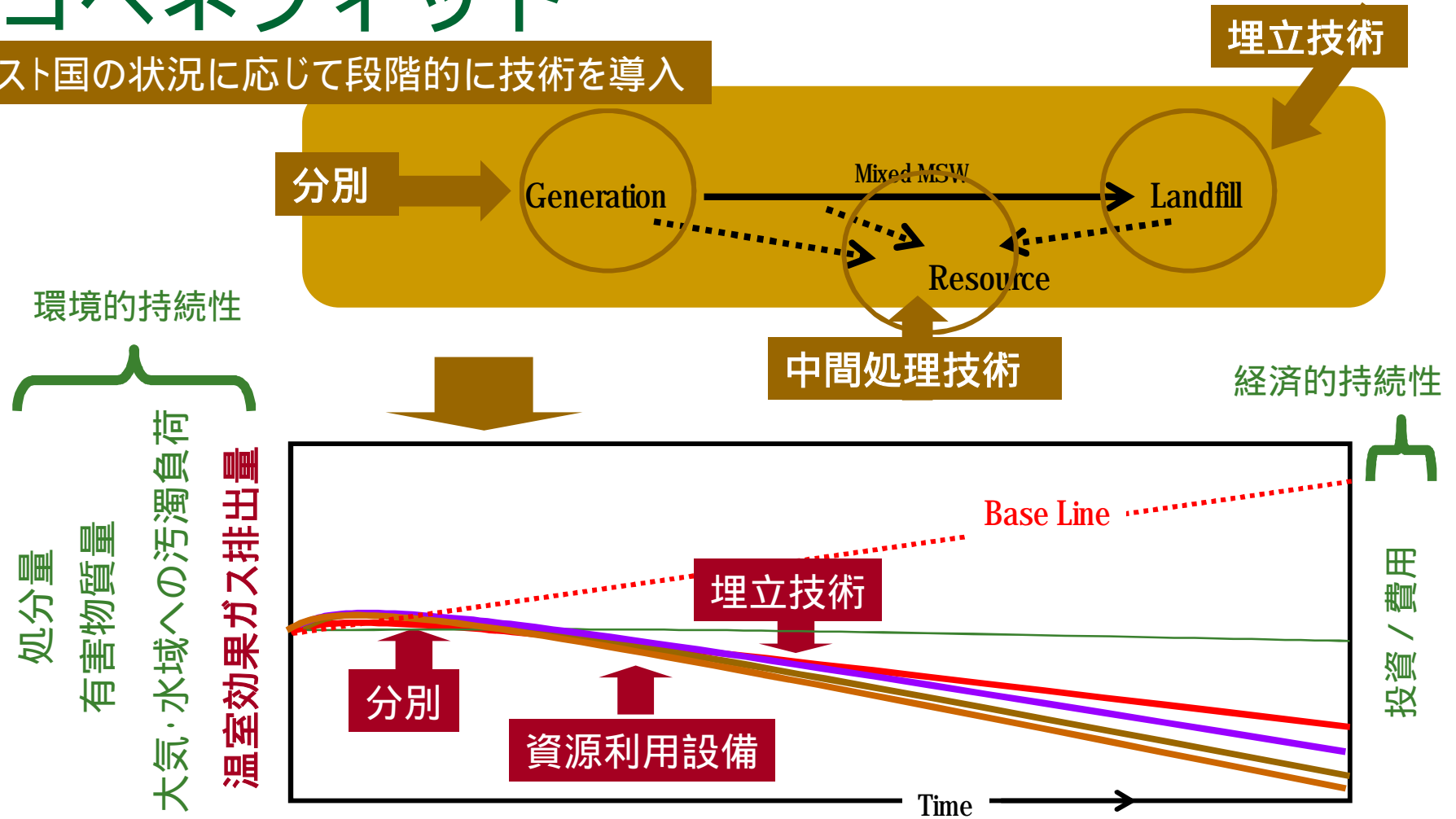
野積み（Open Dumping）

埋立地の改善は廃棄物管理の近代化の出発点



コベネフィット

ホスト国の状況に応じて段階的に技術を導入



- ◎ 温室効果ガスの削減技術は、単なるプラントの導入ではなく廃棄物の一連の流れ(システム)として導入するべきである
- ◎ (途上国で) 持続性のある廃棄物管理システムとは？

