



# ごみからエネルギーをつくる？ マテリアルリサイクルの研究を覗こう

2022/3/6

野田玲治

群馬大学大学院理工学府

環境創生部門 准教授

# 今日の内容



## 【パート1】

エネルギー利用の歴史とエネルギーがもたらしたもの

## 【パート2】

ごみ(未利用資源)のエネルギーポテンシャルと新しい社会システム



## パート1

# エネルギー利用の歴史と エネルギーがもたらしたものの

# エネルギーとは



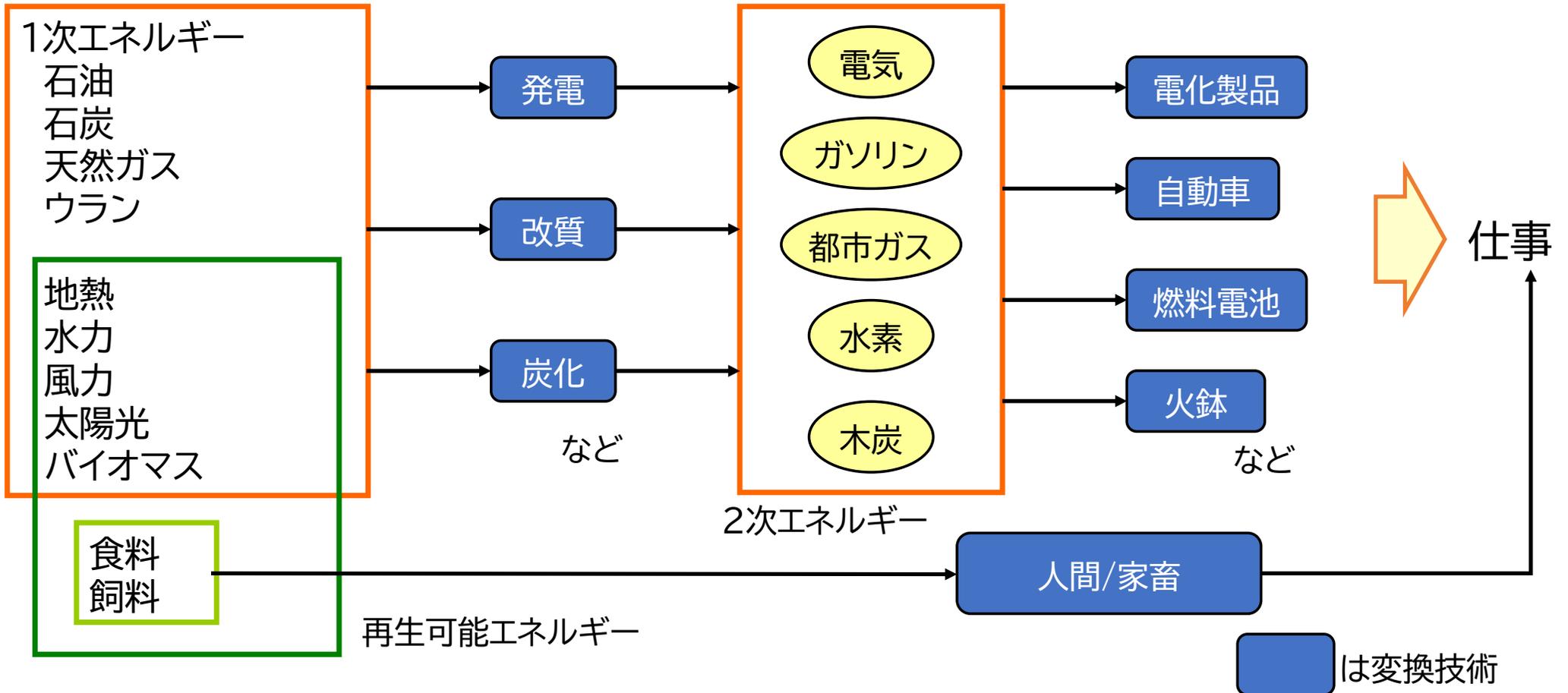
**物理的な仕事をなすうる諸量（運動エネルギー、位置エネルギーなど）の総称。**

広辞苑第5版より抜粋

- 運動エネルギー: 運動している物体が持つ→風力・・
- 位置エネルギー: 高所の質量が持つ→水力・・
- 化学エネルギー: 化学結合が持つ:→石油、水素・・
- 電気エネルギー: 電気そのもの
- 熱エネルギー: 高温の物体がもつ→熱、地熱・・



# エネルギー資源の分類





群馬大学  
GUNMA UNIVERSITY

Noda Laboratory

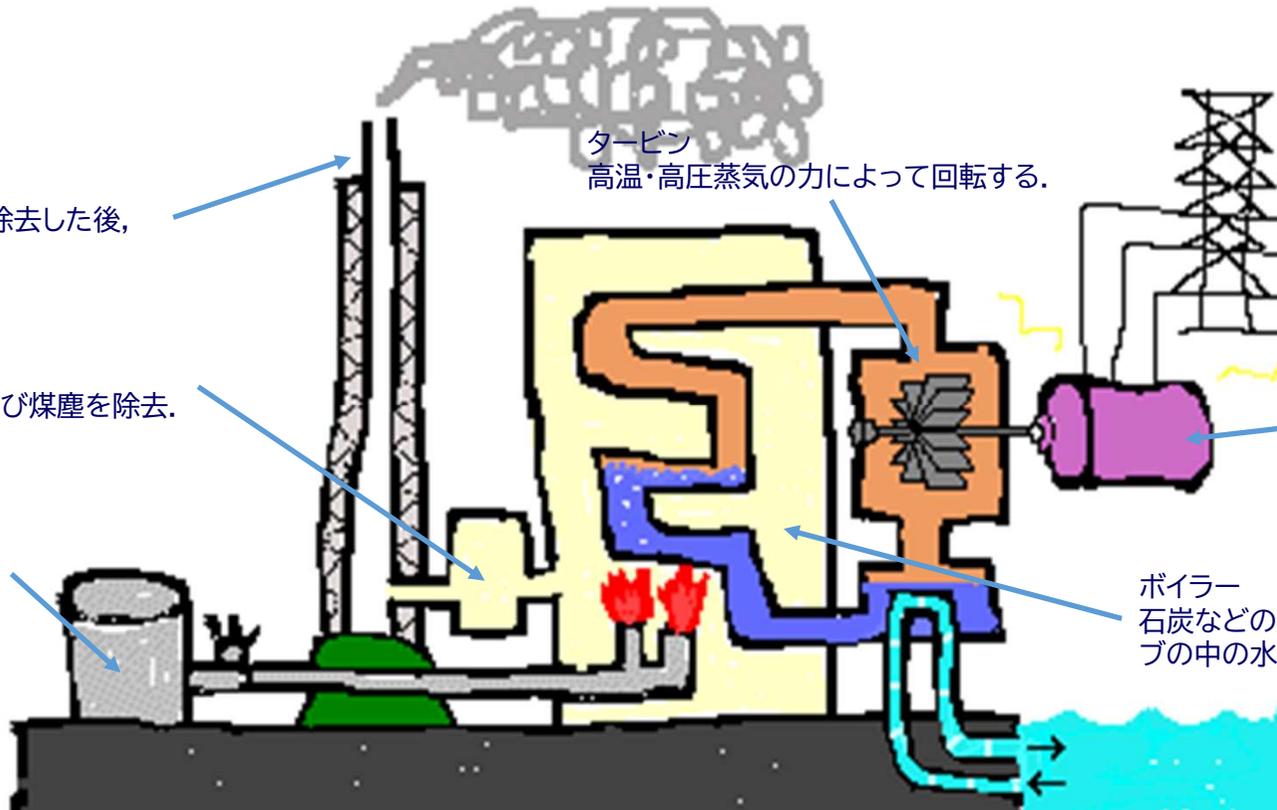
# 火力発電



煙突  
窒素酸化物, 硫黄酸化物, 煤塵を除去した後,  
大気に排出する.

排ガス浄化システム  
排ガス中のNOx, SOx, および煤塵を除去.

貯炭所・粉砕機  
石炭はオーストラリアや中国からタン  
カーによって運ばれてくる. 発電の前  
には燃えやすいように0.5ミリ以下に  
粉砕される.



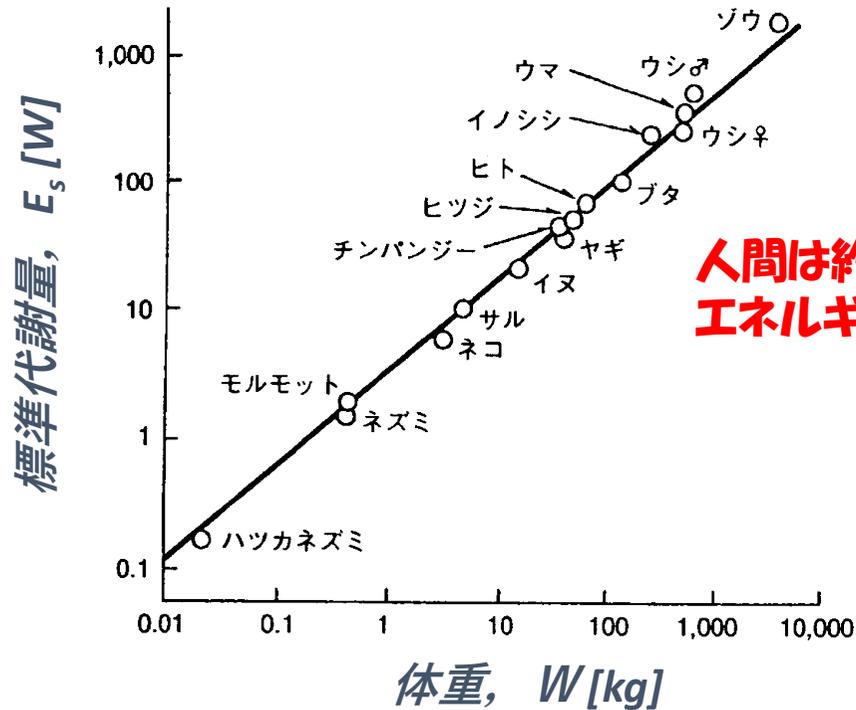
タービン  
高温・高圧蒸気の力によって回転する.

発電機  
タービンの回転運動(約  
3000rpm)が伝わり, 発電  
(15000ボルト)を行う.

ボイラー  
石炭などの燃料を燃やして何万本ものチュー  
ブの中の水を高温高圧水蒸気に変える.

# エネルギー転換装置としての人間

(生物学的観点からの考察)



人間は約100Wの  
エネルギー転換装置

哺乳類の標準代謝と体重の関係 [出典：平成7年環境白書]

- 標準代謝量は生命を維持するために必要な食物を単位時間あたりに消費するエネルギー量で表している。
- ヒトの体重を60kgと仮定すると、80Wでこの直線（生物圏ライン）に乗る。





# エネルギーがもたらしたものの

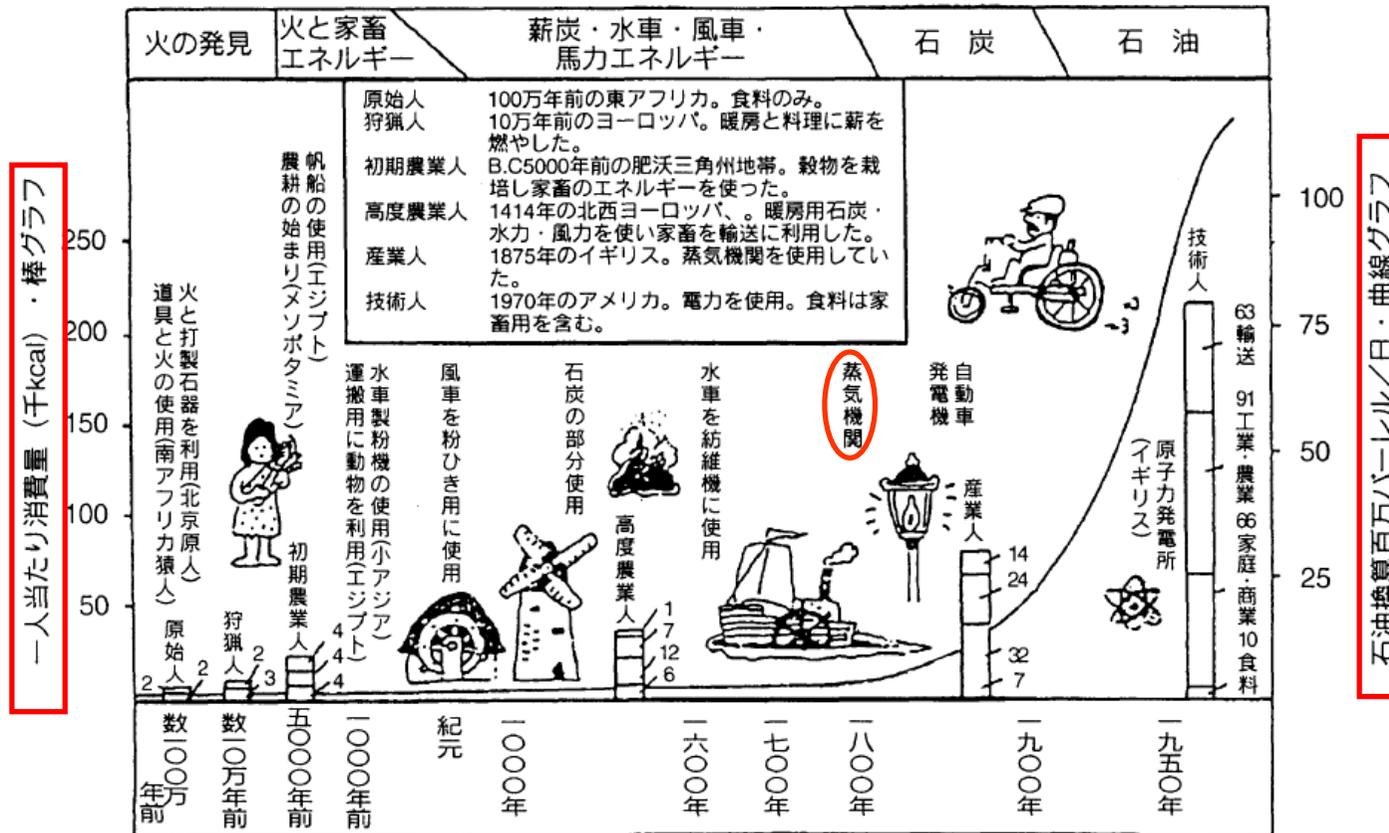


# 人類とエネルギーの関わり

7 エネルギーをみんなに  
そしてクリーンに

13 気候変動に  
具体的な対策を

12 つくる責任  
つかう責任



村松実:人口を考える



群馬大学  
GUNMA UNIVERSITY

Noda Laboratory

# エネルギーなしでは生きてゆけない

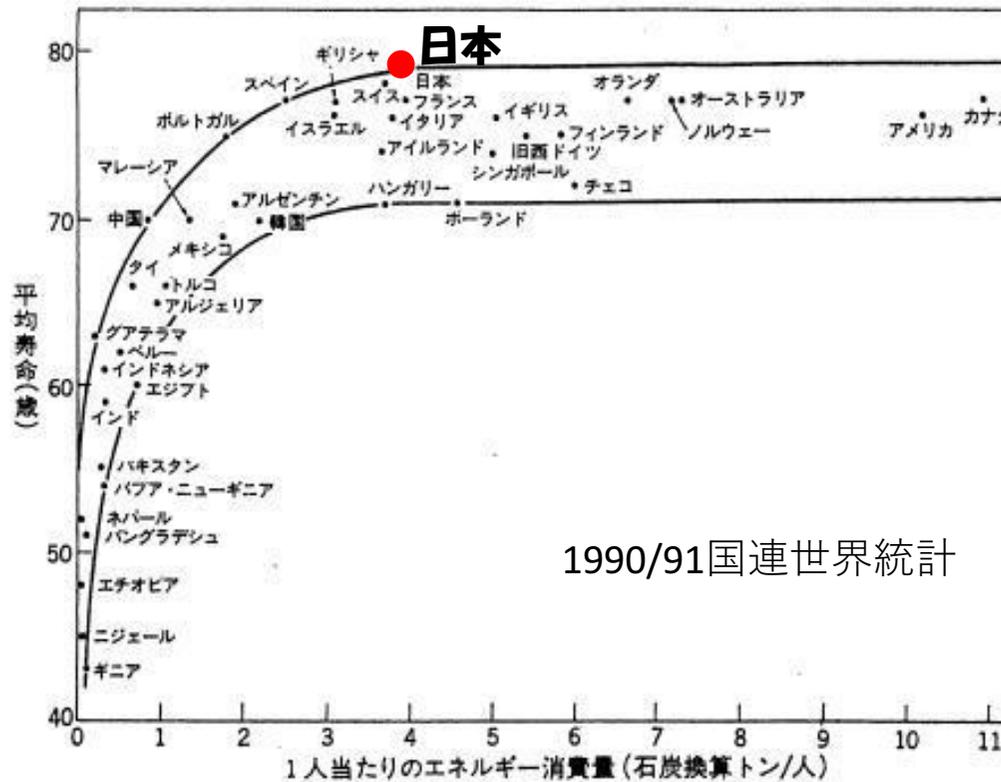


図3 平均寿命とエネルギー消費量

村主進, 月刊エネルギー, Vol.39, No.3(2006)

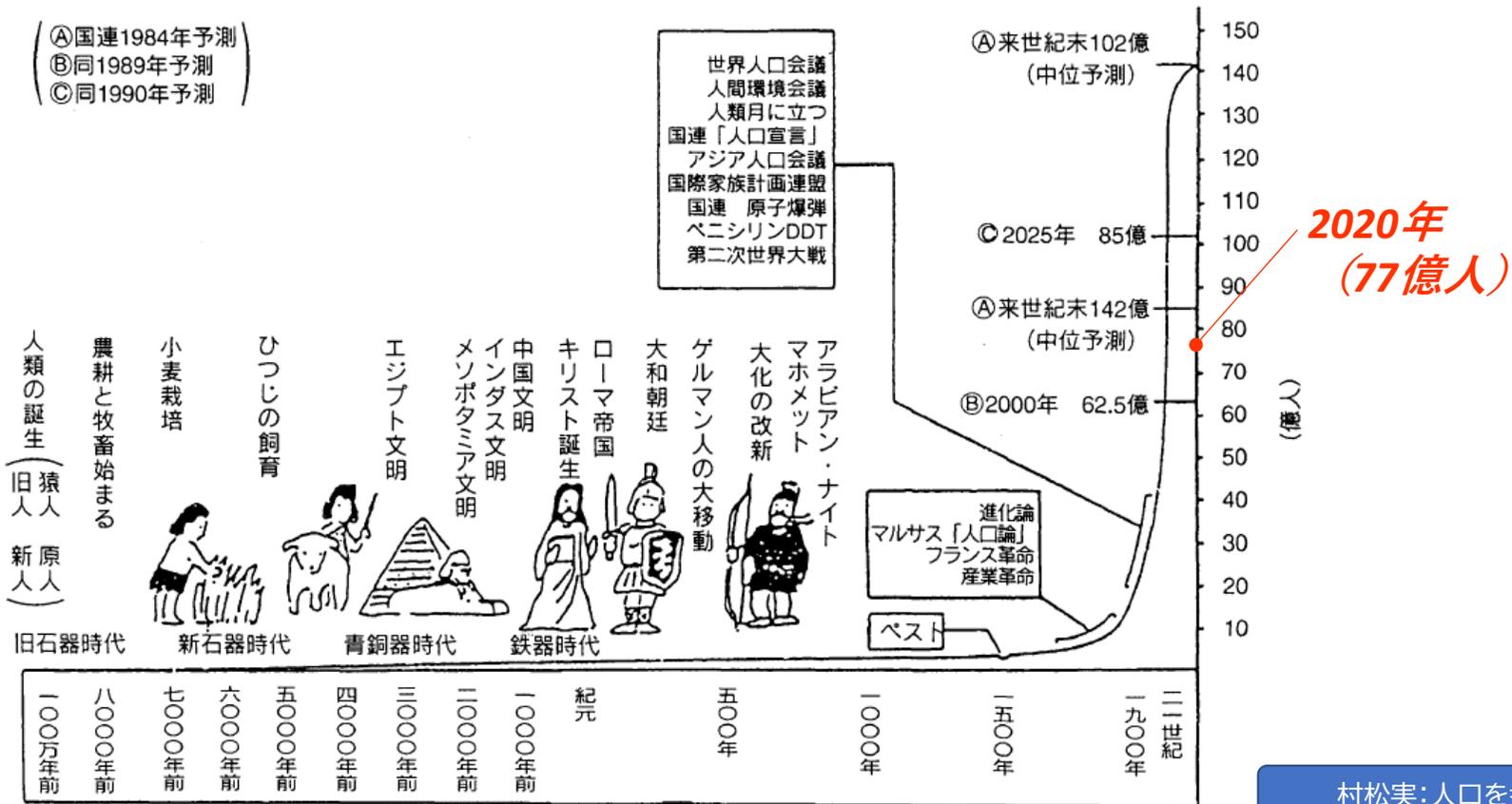


# 増え続ける人口

7 エネルギーをみんなに  
そしてクリーンに

13 気候変動に  
具体的な対策を

12 つくる責任  
つかう責任



村松実:人口を考える



群馬大学  
GUNMA UNIVERSITY

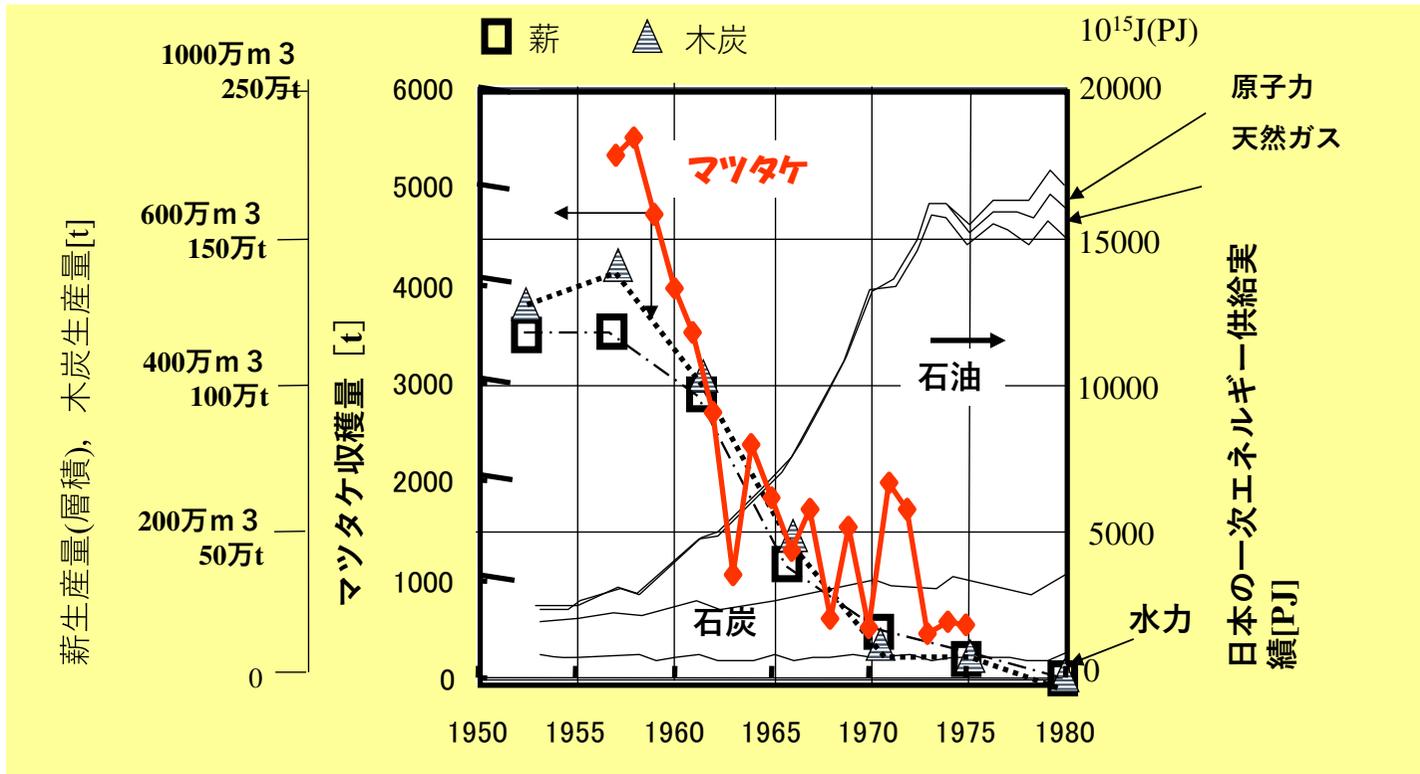
Noda Laboratory

# 豆知識



化石エネルギーへの転換によって、日本で収穫量が減った「秋の味覚」はなにか？

# マツタケが減った!



石油の導入、電気の時代とともに激減したマツタケ  
原因は薪炭生産の減少

(マツタケ-人工増殖の試み、森林微生物研究会編, 農林漁村文化協会 (1979)、および、「総合エネルギー統計」より)

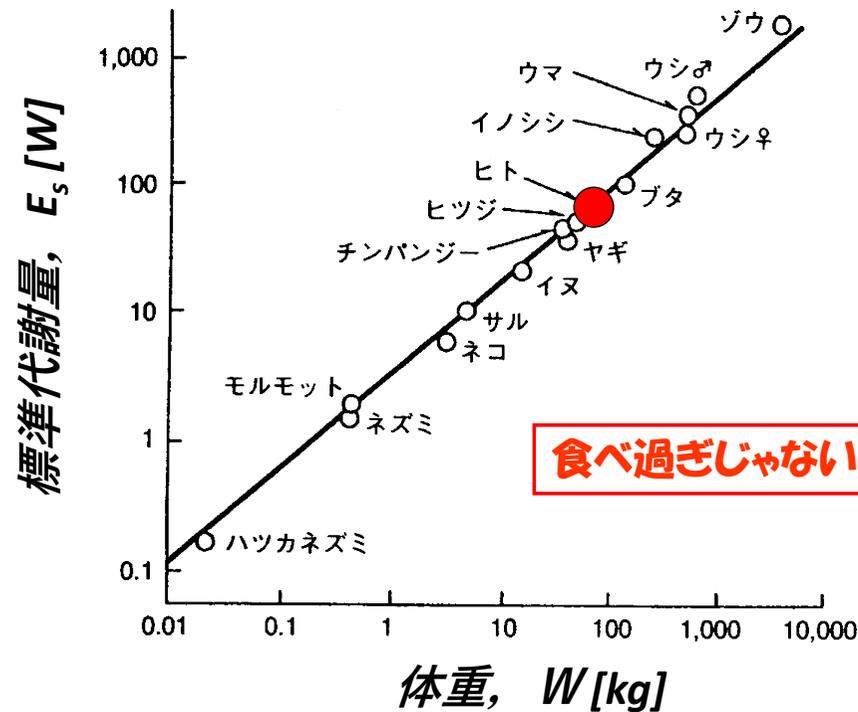




# なにが問題なのか？



# ホントの人間はどれだけ太っているか？



ゾウを超えた！

- 世界平均で人間は食料に130W, それ以外に1800Wも消費している(ゾウ以上!). 前者は飽食を意味し, 後者は化石燃料の過剰な消費を意味している. 上の直線関係から判断すると人間は体重4ト動物に相当する.
- 人間圏は食料貯蔵を開始した時から生物圏から完全に分離独立したとみるのが妥当である.

# 増え続ける二酸化炭素

**7** エネルギーをみんなに  
そしてクリーンに

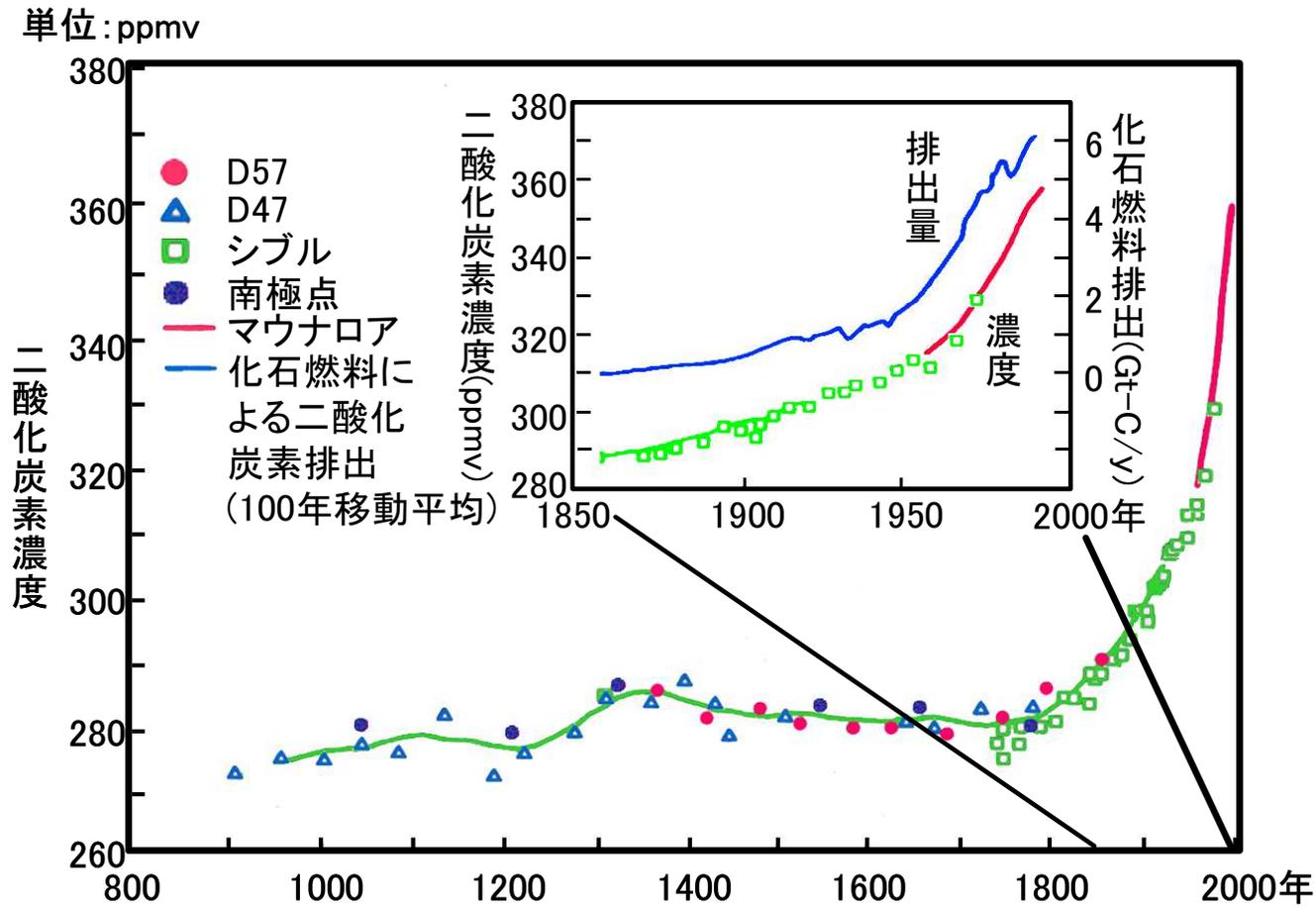


**13** 気候変動に  
具体的な対策を



**12** つくる責任  
つかう責任

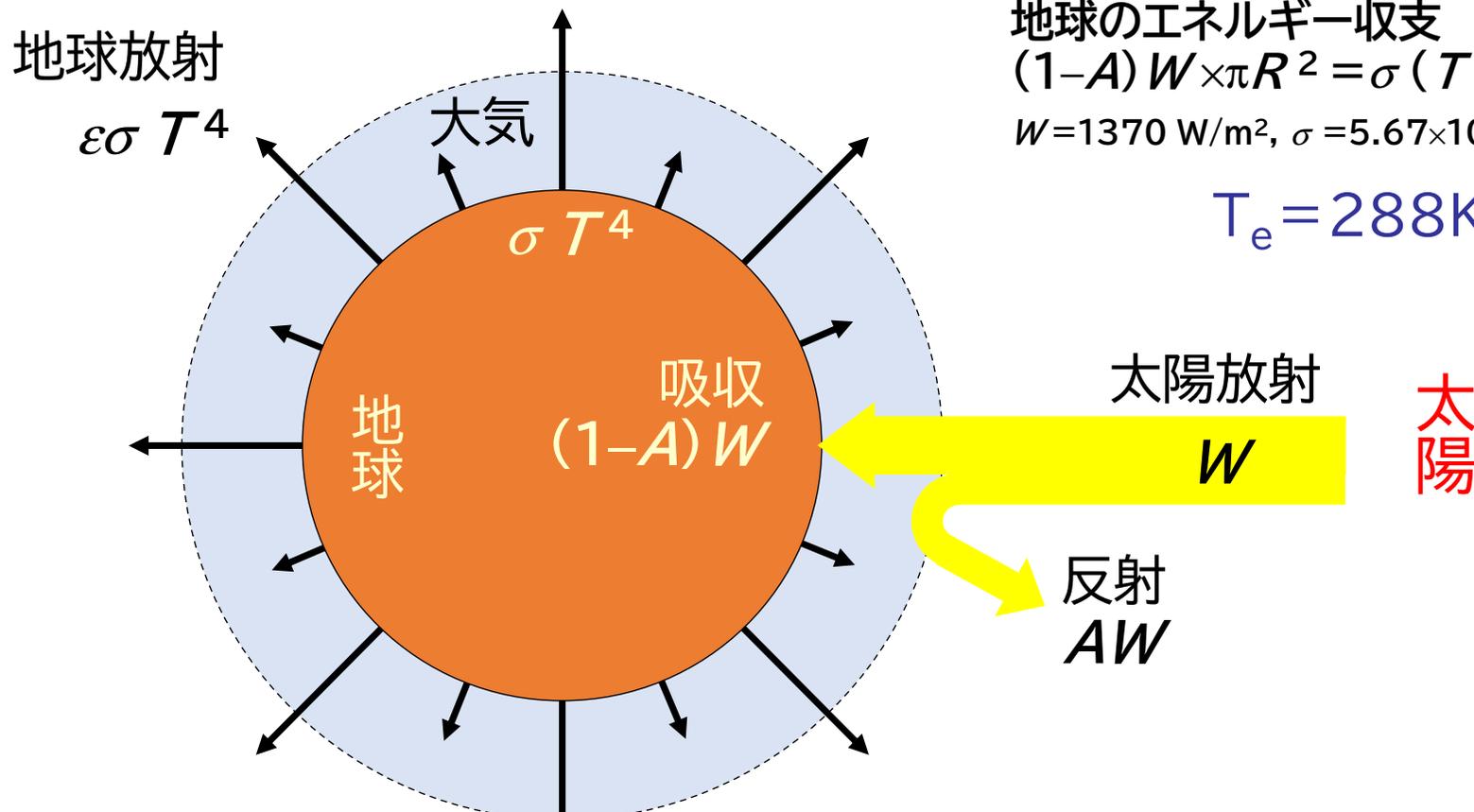




出典：環境白書（総説）、大蔵省印刷局(1998)



# 地球温暖化のメカニズム



地球のエネルギー収支

$$(1-A)W \times \pi R^2 = \sigma (T^4/\varepsilon) \times 4\pi R^2$$

$$W=1370 \text{ W/m}^2, \sigma=5.67 \times 10^{-8} \text{ Wm}^2 \cdot \text{K}^4, A=0.30, \varepsilon=0.61$$

$$T_e = 288\text{K} = 15^\circ\text{C}$$

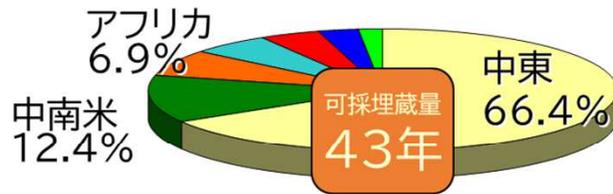
太陽



# CO<sub>2</sub>だけじゃない! (枯渇の問題)

石油:1兆195億バレル

1998年1月 出典「Oil & Gas journal」



石炭:1兆316億トン

1993年末 出典「世界エネルギー会議資料」



天然ガス:144兆m<sup>3</sup>

1998年1月 出典「Oil & Gas journal」



ウラン:436万トンU

1997年1月 出典OECD/NEA-IAEA「URANIUM' 97」



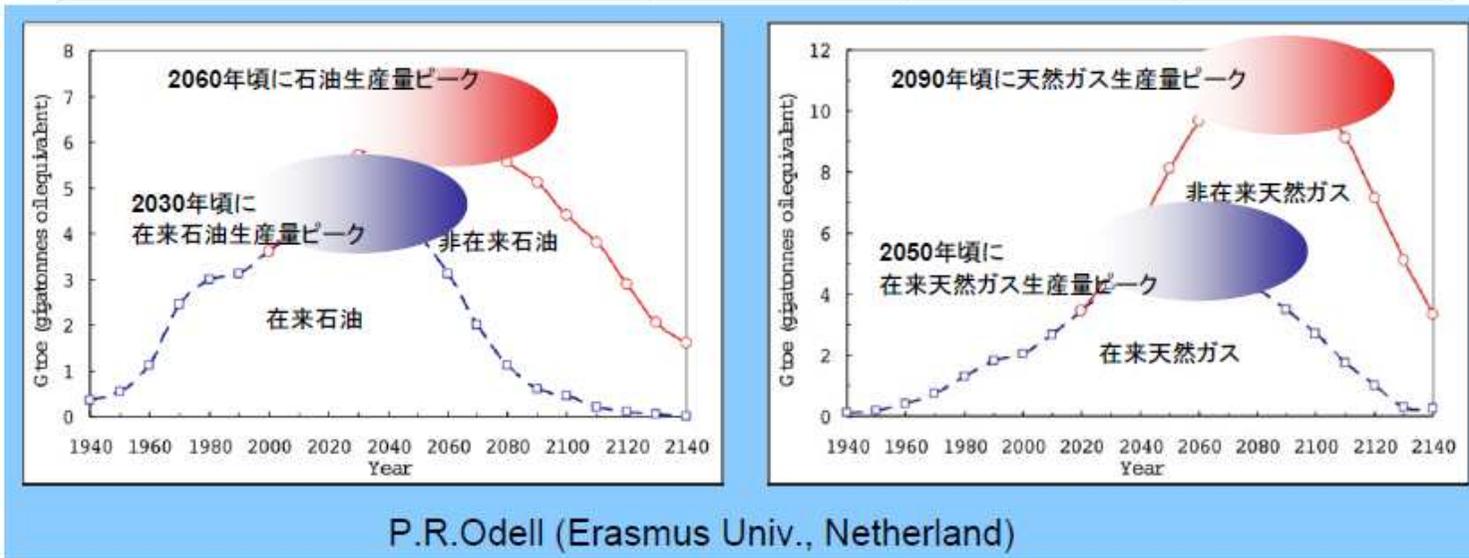
凡例 ■ アジア・太平洋 ■ アフリカ ■ 旧ソ連・東欧 ■ 中東 ■ 中南米 ■ 北米 ■ 西欧

注:資源量割合は採鉱ロス等を考慮していない。

# 枯渇の問題とは何か？



IEA見通し	悲観的なシナリオ	標準的なシナリオ	楽観的なシナリオ
1996年時点の在来型石油の残存究極可採埋蔵量(billion barrels)	1700	2626	3200
在来型石油生産のピーク	2013-2017年	2028-2032年	2033-2037年
在来型石油ピーク時の世界需要(mb/d)	96	121	142
非在来型石油の2030年の生産量(mb/d)	37	10	8





# エネルギー問題とは

20世紀 = 科学技術文明の時代

物質的に豊かな生活の享受

大量の資源・エネルギーの消費

資源・エネルギーの枯渇、環境問題の深刻化

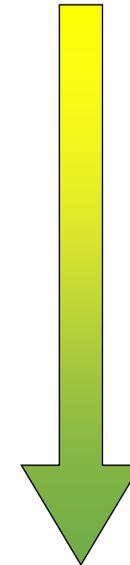
- ①エネルギー源問題(石油の枯渇)への対応
- ②地球環境問題(地球温暖化等)への対応





# 過去に戻るのではない

	人間活動	CO2排出量
■原始時代	小	小
■近代	中	中
■20世紀	大	大
■次世代	大~中	小



# 持続可能な社会



## □持続可能な発展(開発)(Sustainable Development)

1997-2001 特定領域研究(A)「ゼロエミッションをめざした物質循環プロセスの構築」(東大、豊橋技科大など)

2003-2007 21世紀COEプログラム「新エネルギー・物質代謝と「生存科学」の構築」(東京農工大)

2008-2013 JST地域力による脱温暖化プロジェクト「地域力による脱温暖化と未来の街ー桐生の構築」(群馬大)

### ➤ 「持続可能」とはなにか？

#### ① 資源から見た持続性

「資源」 = 石油、石炭、天然ガス、ウラン(エネルギー資源)  
= 鉄鉱石、ボーキサイト、レアメタル・・・(鉱物資源)  
= 水、食糧、森林・・・(再生可能資源)

資源生産速度 > 資源消費速度

#### ① 環境から見た持続性

「環境汚染」= 大気汚染、土壌汚染、水質汚染、オゾン層破壊、  
DXNs、POPs

汚染物質排出量 < 環境容量

# 循環型社会とはなにか？



持続可能な社会実現のための具体的な取り組みの一つ。  
(ただし、持続可能な社会となることを担保しているわけではない)

- 准型社会形成推進基本法(2000年)と関連法
  - 容器包装リサイクル法(2000年)
  - 家電リサイクル法(2001年)
  - 食品リサイクル法(2001年)
  - 建設リサイクル法(2002年)
  - 自動車リサイクル法(2005年)
  - 小型家電リサイクル法(2013年)
  - グリーン購入法(2001年)

発生した廃棄物等については、その有用性に着目して“循環資源”として捉え直し、その適正な循環的利用(再使用、再生利用、熱回収)を図る。循環的利用が困難なものは適正処分

→非再生資源消費の抑制、環境負荷の低減



## パート2

# ごみ(未利用資源)のエネルギーポ テンシャルと新しい社会システム



群馬大学  
GUNMA UNIVERSITY

Noda Laboratory

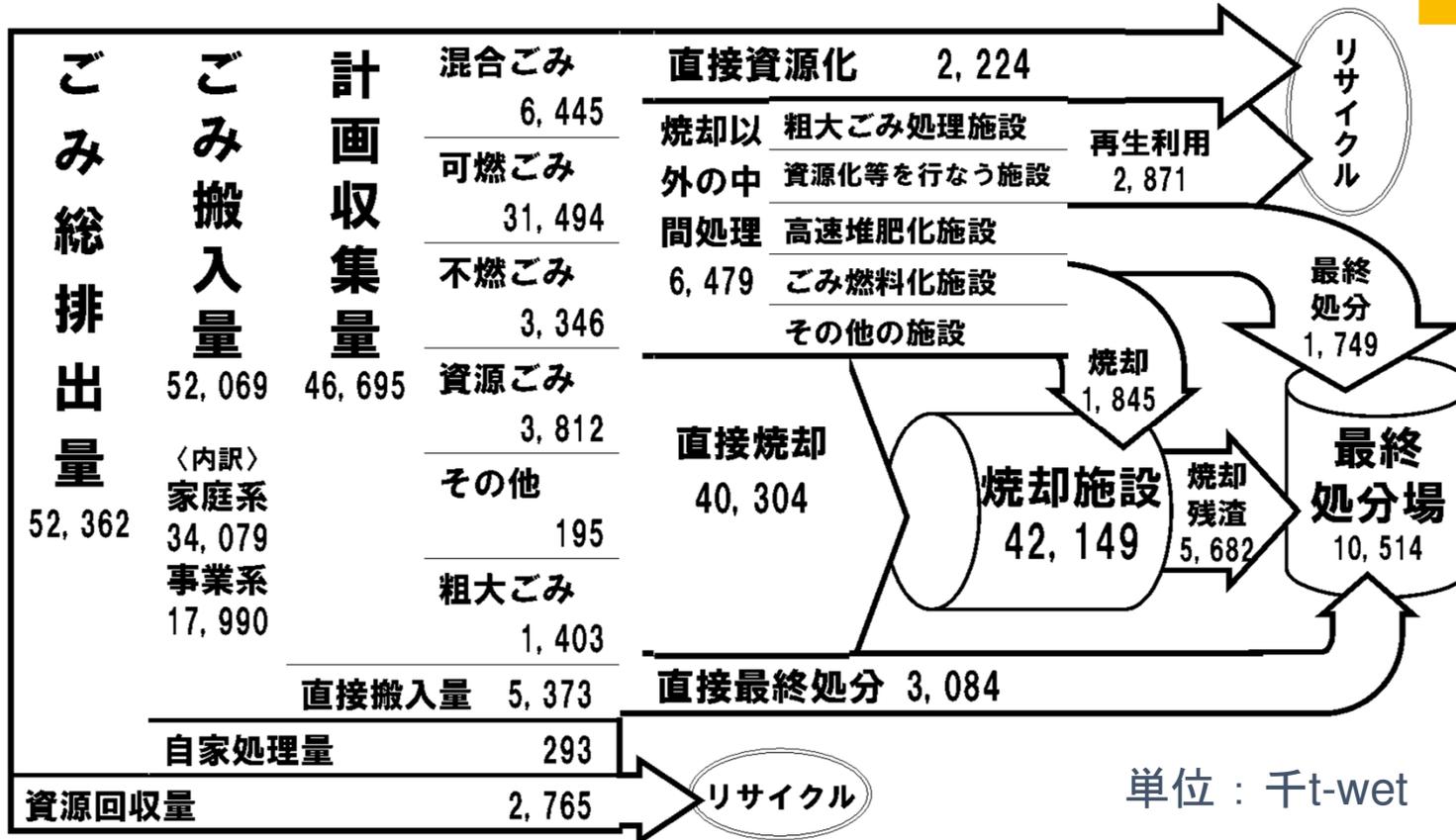


# 廃棄物のマテリアルフロー分析

日本国内の廃棄物・未利用資源の発生状況とエネルギー利用量を調査し、よりよいエネルギー利用の仕組みを考えてみる



# わが国のごみ処理フローシート(平成12年度)



# 一般廃棄物の組成



ごみ組成項目	組成 [%-wet]
厨芥	38.3
紙類	29.4
プラスチック類	13.2
ガラス類	3.9
金属類	3.5
木・竹・草類	3.1
繊維類	2.4
ゴム・皮革類	0.8
その他不燃物	2.0
流出水分等	2.9
その他	0.6

引用文献: (財)日本環境センター, Fact Book 廃棄物基本データ集2000,p22

# 産業廃棄物の種類別排出量



廃棄物種類	平成11年度		平成12年度		再生利用率 (%)
	排出量(千t)	割合(%)	排出量(千t)	割合(%)	
燃え殻	1,884	0.5	1,892	0.5	33
汚泥	187,137	46.8	189,181	46.6	8
廃油	2,948	0.7	3,248	0.8	26
廃酸	2,552	0.6	2,938	0.7	24
廃アルカリ	1,354	0.3	1,563	0.4	28
廃プラスチック類	5,745	1.4	5,790	1.4	25
紙くず	2,237	0.6	2,156	0.5	50
木くず	5,525	1.4	5,511	1.4	37
繊維くず	83	0.0	76	0.0	12
動植物性残渣	4,003	1.0	4,052	1.0	31
ゴムくず	51	0.0	44	0.0	16
金属くず	8,002	2.0	8,096	2.0	83
ガラスくずおよび陶磁器くず	4,828	1.2	4,797	1.2	41
鋳さい	16,623	4.2	16,448	4.1	77
がれき類	55,694	13.9	58,829	14.5	82
動物のふん尿	91,524	22.9	90,489	22.3	95
動物の死体	170	0.0	163	0.0	80
ばいじん	9,438	2.4	10,765	2.7	57
合計	399,799	100.0	406,037	100.0	45

\*各種類の産業廃棄物排出量は四捨五入してあるため、合算した値は合計値と異なる場合がある。

出典: 「産業廃棄物の排出・処理状況について(平成11年度および12年度実績)」、環境省報道発表資料



# 種類別廃棄物発生量とその性状

発生状況(H12)						
分類		発生量 [千t-dry/yr]	含水率 [%]	塩素 含有率 [%-dry]	低位発熱量 [MJ/kg-dry]	
紙類	紙類(一廃)	10448	14.4	0.37	17.1	
	紙くず(産廃)	1078	10.0	0.37	17.1	
プラスチック類	PVC類を除くプラスチック類	9510	7.3	0.00	34.0	
	PVC類	940	7.3	40.00	21.2	
	(一般廃棄物)	4660	16.3	3.60	34.0	
	(産業廃棄物)	5790	0.0	3.60	34.0	
草木類	木質バイオマス	一廃	4400	42.6	0.52	17.5
		産廃	11370	20.0	0.52	17.5
		林地残材	2200	50.0	0.02	17.5
		間伐材	2100	50.0	0.02	17.5
		製材残渣	1400	20.0	0.02	17.5
		農業系廃棄物	2652	42.6	0.02	15.9
		わら・もみ殻	219	42.6	0.02	15.9
		麦わら	219	42.6	0.02	15.9
繊維類	繊維(一廃)	848	15.0	0.11	20.4	
	繊維類(産廃)	67	10.0	0.11	20.4	
ゴム・皮革類	ゴム・皮革(一廃)	308	7.6	0.66	25.9	
	ゴムくず(産廃)	37	7.6	0.66	25.9	
廃油		2404	0.0	0.00	43.5	
黒液		15185	28.0		12.6	
有機性汚泥	下水汚泥	7447	98.2		16.0	
	製紙汚泥	1934	60.5		16.7	
人糞尿	汲み取りし尿	315	98.0		16.0	
	浄化槽汚泥	518	98.0		16.0	
食品廃棄物	厨芥(一廃)	3974	75.4	4.87	17.9	
	動物性残渣(産廃)	998	75.4		17.9	
畜産廃棄物	動物のふん尿	9049	90.0		16.0	
	動物の死体	65	60.0		17.9	

- 一廃系廃棄物発生量: 焼却処分量×ごみ組成\*
- 産廃系廃棄物発生量: 環境省統計データ\*\*

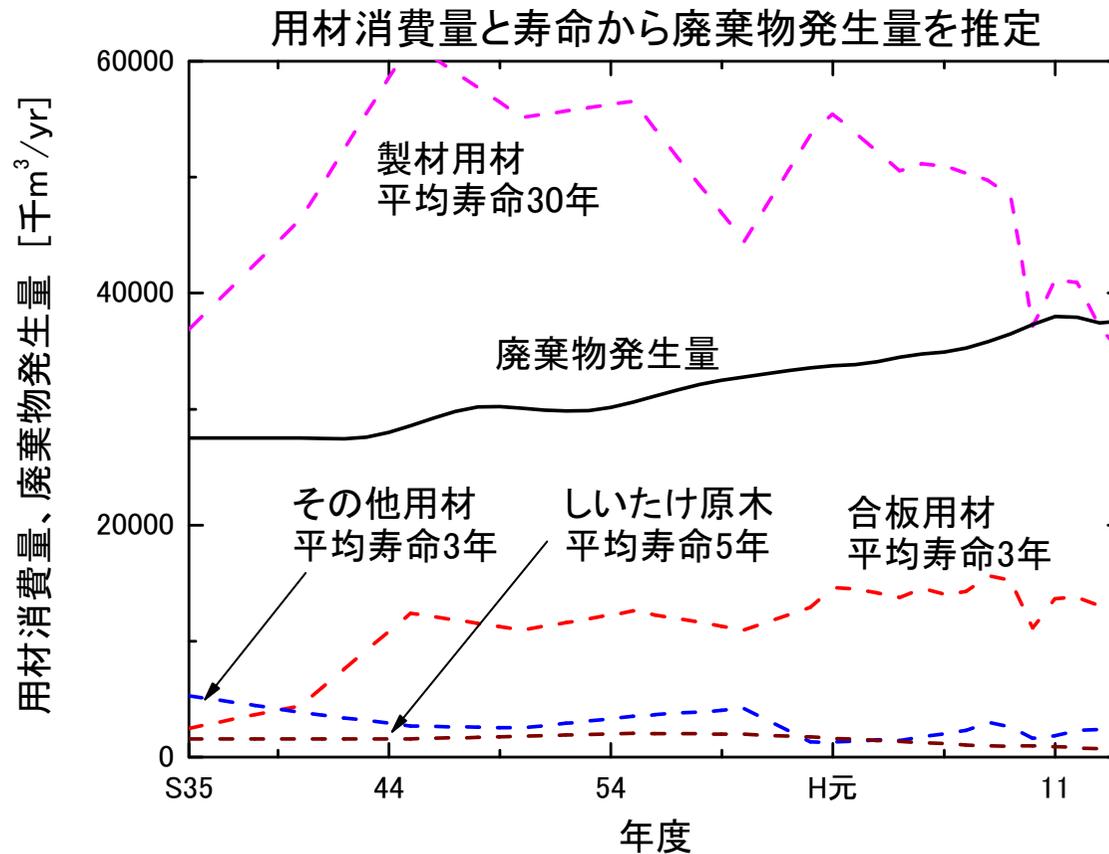
\*(財)日本環境衛生センター「6都市平均値」, (財)日本環境センター, Fact Book 廃棄物基本データ集2000,p22

\*\*環境省webページ・産業廃棄物の排出及び処理状況等(平成12年度実績):  
[http://www.env.go.jp/recycle/waste/sangyo/sangyo\\_h12.pdf](http://www.env.go.jp/recycle/waste/sangyo/sangyo_h12.pdf)

関連製品の生産量等の統計データから予測される廃棄物発生量とおおむね一致  
(産廃系木質以外)

# 廃棄木材発生量の推計

## 産廃系木質: 4400千t-dry/yrは少なすぎる



木質発生量(推計):  
 $38000 \text{ km}^3/\text{y} \times 0.4 \text{ t}/\text{m}^3$   
**= 15000 千t-dry/y**

産廃系木質発生量  
 = 木質発生量(15000)  
 - 廃系木質発生量(750)  
 - 再利用量(2880)\*  
**= 11370 千t-dry/y**

\*パルプチップ用途, 木材需給表・木材需給量の推移、平成14年度実績、農林水産省統計データ, <http://www.tdb.maff.go.jp/toukei>



# 種類別廃棄物発生量とその性状(修正版)

発生状況(H12)						
分類		発生量 [千t-dry/yr]	含水率 [%]	塩素 含有率 [%-dry]	低位発熱量 [MJ/kg-dry]	
紙類	紙類(一廃)	10448	14.4	0.37	17.1	
	紙くず(産廃)	1078	10.0	0.37	17.1	
プラスチック類	PVC類を除くプラスチック類	9510	7.3	0.00	34.0	
	PVC類	940	7.3	40.00	21.2	
	(一般廃棄物)	4660	16.3	3.60	34.0	
	(産業廃棄物)	5790	0.0	3.60	34.0	
草木類	木質バイオマス	一廃	750	42.6	0.52	17.5
		産廃	11370	20.0	0.52	17.5
		林地残材	2200	50.0	0.02	17.5
		間伐材	2100	50.0	0.02	17.5
		製材残渣	1400	20.0	0.02	17.5
	農業系廃棄物	わら・もみ殻	2652	42.6	0.02	15.9
		麦わら	219	42.6	0.02	15.9
繊維類	繊維(一廃)	848	15.0	0.11	20.4	
	繊維類(産廃)	67	10.0	0.11	20.4	
ゴム・皮革類	ゴム・皮革(一廃)	308	7.6	0.66	25.9	
	ゴムくず(産廃)	37	7.6	0.66	25.9	
廃油		2404	0.0	0.00	43.5	
黒液		15185	28.0		12.6	
有機性汚泥	下水汚泥	7447	98.2		16.0	
	製紙汚泥	1934	60.5		16.7	
人糞尿	汲み取りし尿	315	98.0		16.0	
	浄化槽汚泥	518	98.0		16.0	
食品廃棄物	厨芥(一廃)	3974	75.4	4.87	17.9	
	動物性残渣(産廃)	998	75.4		17.9	
畜産廃棄物	動物のふん尿	9049	90.0		16.0	
	動物の死体	65	60.0		17.9	

- 一廃系廃棄物発生量: 焼却処分量×ごみ組成\*
- 産廃系廃棄物発生量: 環境省統計データ\*\*

関連製品の生産量等の統計データから予測される廃棄物発生量とおおむね一致  
(産廃系木質は別途推算)

\* (財)日本環境衛生センター「6都市平均値」, (財)日本環境センター, Fact Book 廃棄物基本データ集2000,p22

\*\*環境省webページ・産業廃棄物の排出及び処理状況等(平成12年度実績): [http://www.env.go.jp/recycle/waste/sangyo/sangyo\\_h12.pdf](http://www.env.go.jp/recycle/waste/sangyo/sangyo_h12.pdf)

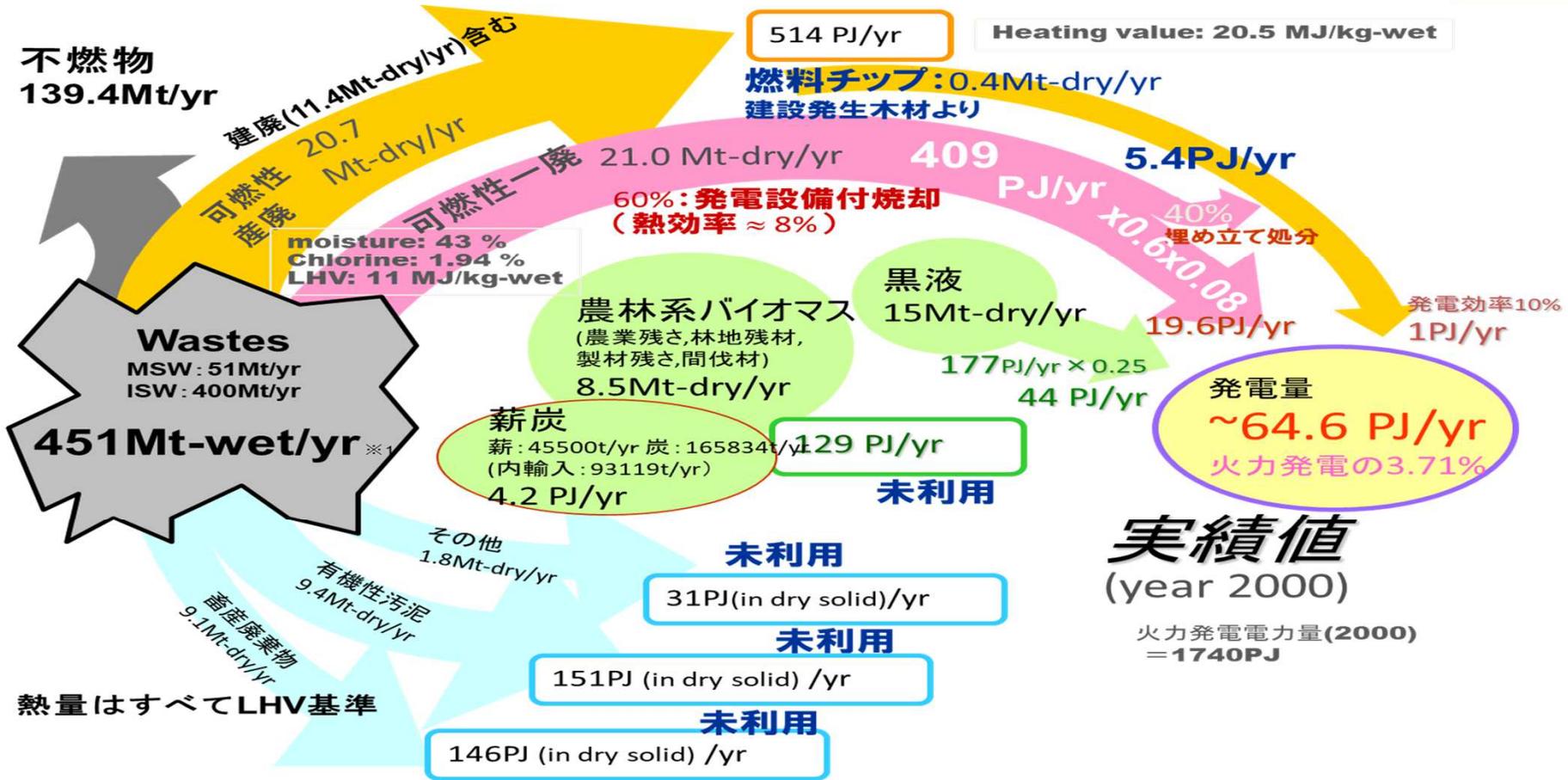
# 廃棄物のエネルギー利用量はわずか



現状収集状況(H12)							サーマルリサイクル			
分類	処分量 [千t-dry/yr]	処分量 [千t-wet/yr]	含水率 [%]	塩素 含有率 [%-dry]	低位発熱量 [MJ/kg-wet]	リサイクル 率 [%]	リサイクル量 [千t-wet/yr]	効率 [%]	発電量 [PJ/yr]	
						一般 廃棄物	20988	36546	43	1.94
産業 廃棄物	人糞尿	833	41650	98	-	-2.1				
	紙くず	1078	1198	10	0.37	15.1				
	廃プラスチック類	5790	5790	0	3.60	34.0				
	木くず	11370	14213	20	0.52	13.5	2.8	400	10	
	繊維類	67	74	10	0.11	18.1				
	ゴムくず	37	40	8	0.66	23.7				
	廃油	2404	2404	0	0.00	43.5				
	有機性汚泥	9381	418618	98	-	-2.0				
	動物性残渣	998	4057	90.0	-	2.6				
	畜産廃棄物	9114	90652	90	-	-0.6				
農林系 未利用物質	林地残材	2200	4400	50	0.02	7.5				
	間伐材	2100	4200	50	0.02	7.5				
	製材残渣	1400	1750	20	0.02	13.5				
	わら・もみ殻	2652	4623	43	0.02	8.1				
麦わら	219	382	43	0.02	8.1					
既利用資源	黒液	15185	21090	28.0		8.4	100	21090	25	44
						<b>total</b>			<b>64</b>	



# 廃棄物の利用状況(2000年)



# 廃棄物から厨芥と塩ビ類等を取り除けば低塩素含有率、低含水率の燃料ができる



厨芥・塩ビ分離型回収(H12)							
分類			利用可能量 [千t-dry/yr]	処分量 [千t-wet/yr]	含水率 [%]	塩素 含有率 [%-dry]	低位発熱量 [MJ/kg-wet]
Dry系	一廃系	紙類 PVCをのぞくプラスチック類 木・竹・草(一廃)	15439	18572	16.9	0.28	18.1
	産廃系	紙くず PVCをのぞくプラスチック類 木くず 廃油	20121	23083	12.8	0.31	21.4
	農林系	林地残材 間伐材 製材残渣 わら・もみ殻 麦わら	8571	15354	44.2	0.02	8.4
難処理系	PVC類		940	1014	7.3	40.00	21.2
	繊維類(一廃・産廃)		915	1073	14.7	0.11	17.0
	ゴム・皮革類(一廃・産廃)		345	373	7.6	0.66	23.9
Wet系	有機性汚泥 人糞尿 食品廃棄物 畜産廃棄物		24300	821204	97.0		(Dry base) 16.4 [MJ/kg-dry]
既利用資源		黒液	15185				8.4

# 厨芥塩ビ分離によって、高品位燃料を製造すれば 64PJ/yr→452PJ/yrを実現できる



分類	利用可能量 [千t-dry/yr]	処分量 [千t-wet/yr]	含水率 [%]	塩素 含有率 [%-dry]	低位発熱量 [MJ/kg-wet]
Dry系	44131	57010	22.6	0.24	16.8
難処理	2200	2460	10.6	17.24	17.5
Wet系	24300	821204	97.0		16.4
既利用資源 黒液	15185	21090			8.4

リサイクル 率 [%]	リサイクル量 [千t-wet/yr]	効率 [%]	回収量 [PJ/yr]
100	57010	35	336
0	0	0	0
100	24300	18	72
100	21090	25	44

現状  
20  
0  
0  
44

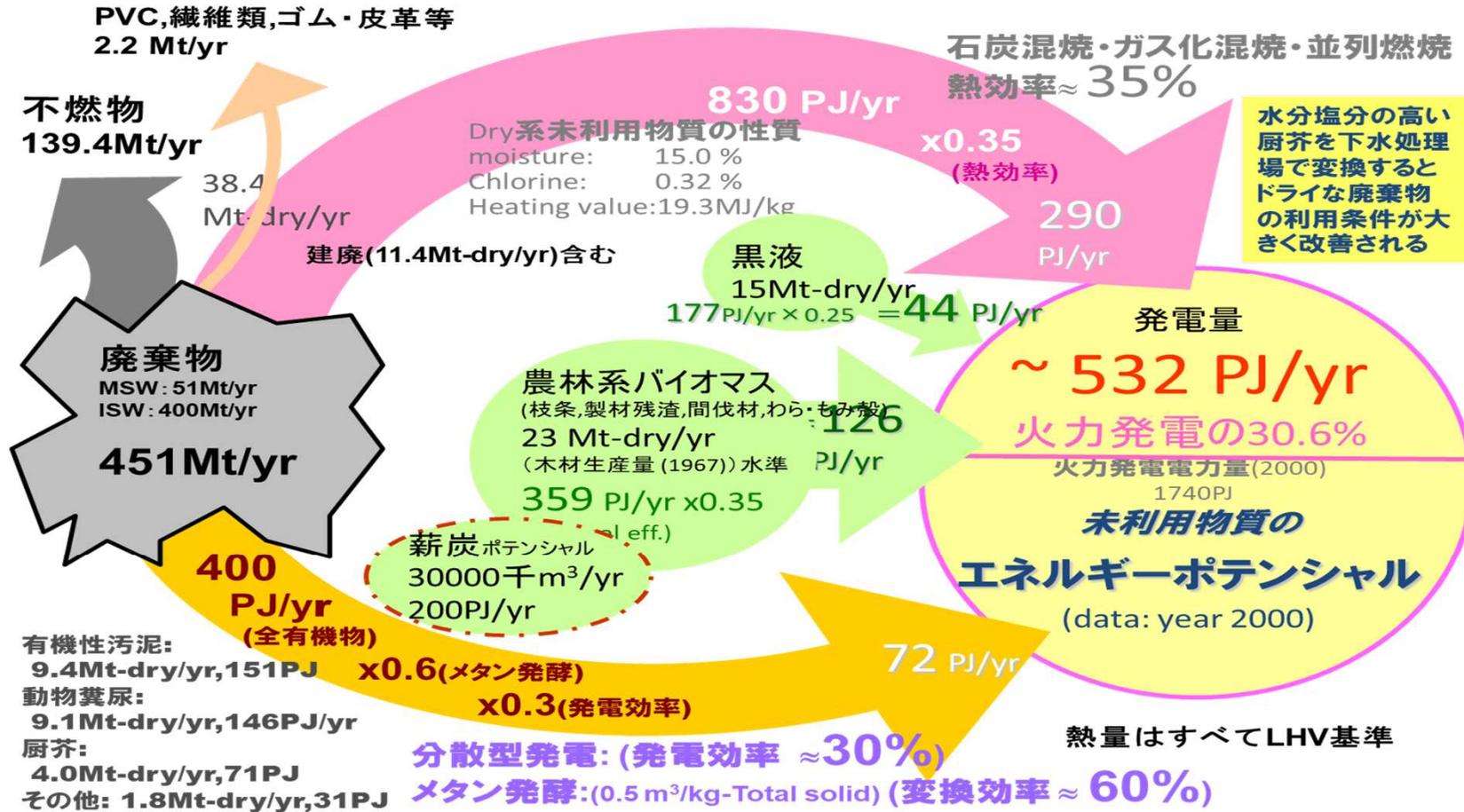
**452 PJ/yr**

低塩素含有率、低含水率で高効率化が可能

total



# 厨芥・塩ビ除去による廃棄物の燃料化





群馬大学  
GUNMA UNIVERSITY

Noda Laboratory



PVCどうしよう……

7 エネルギーをみんなに  
そしてクリーンに



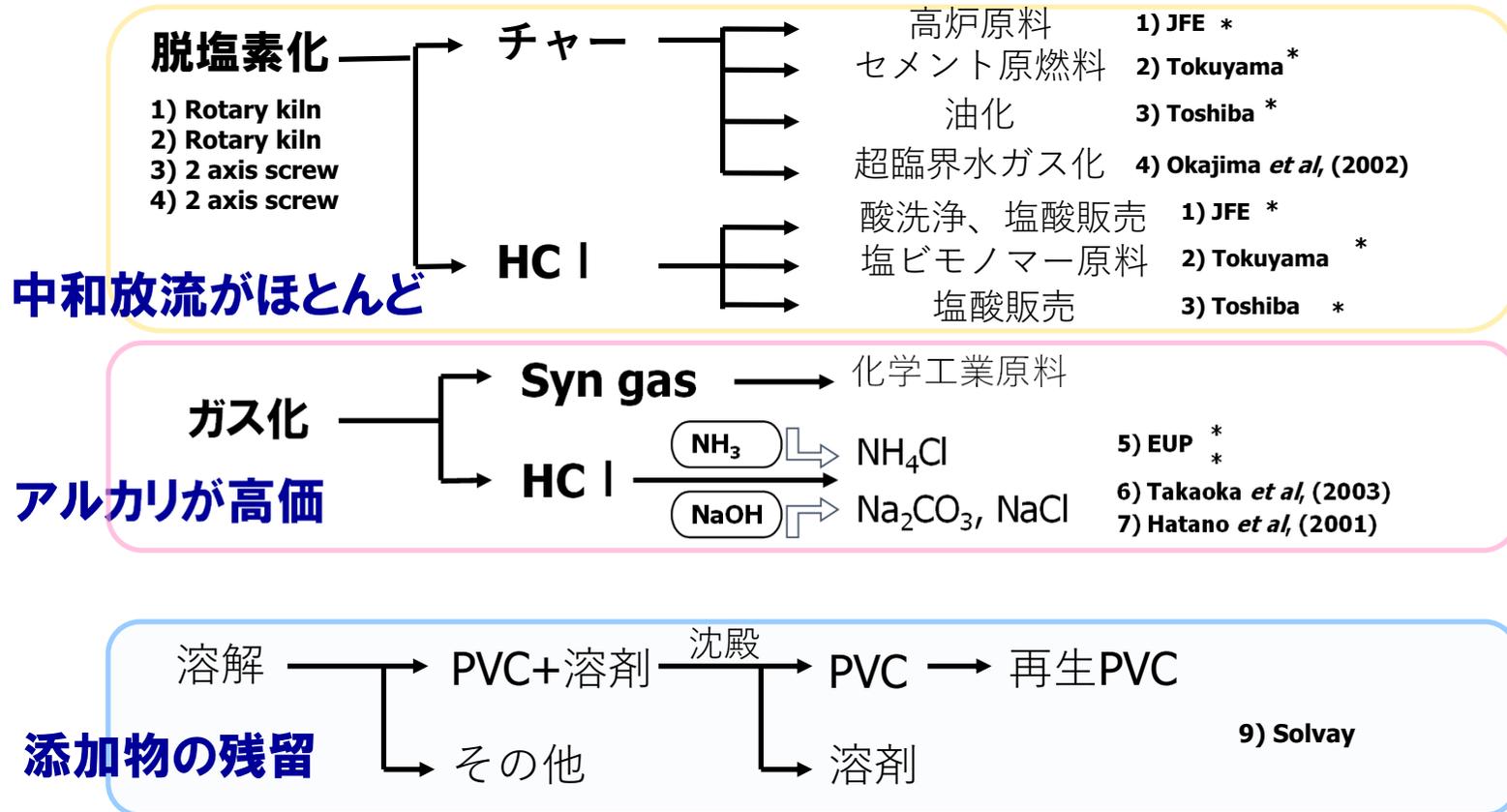
13 気候変動に  
具体的な対策を



12 つくる責任  
つかう責任



# 既往の廃PVCリサイクル



**中和処理が必要 (中和処理剤利用) =コスト高 これは真っ当なのか？**

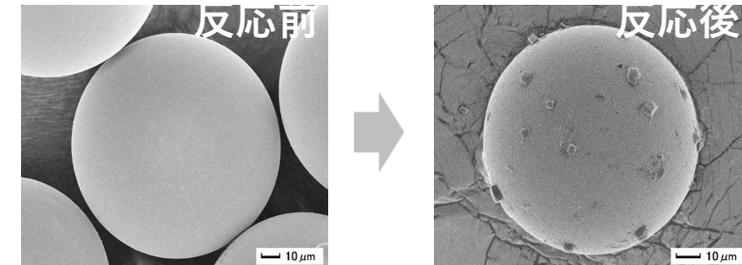
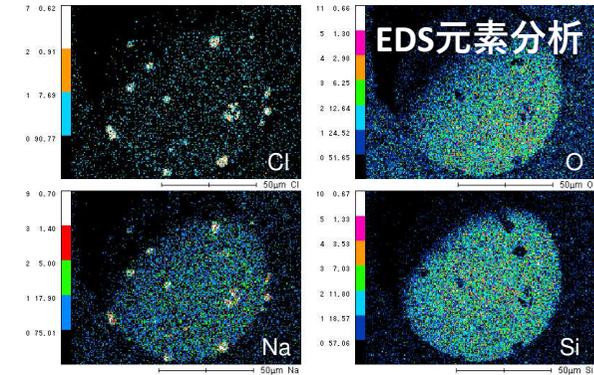
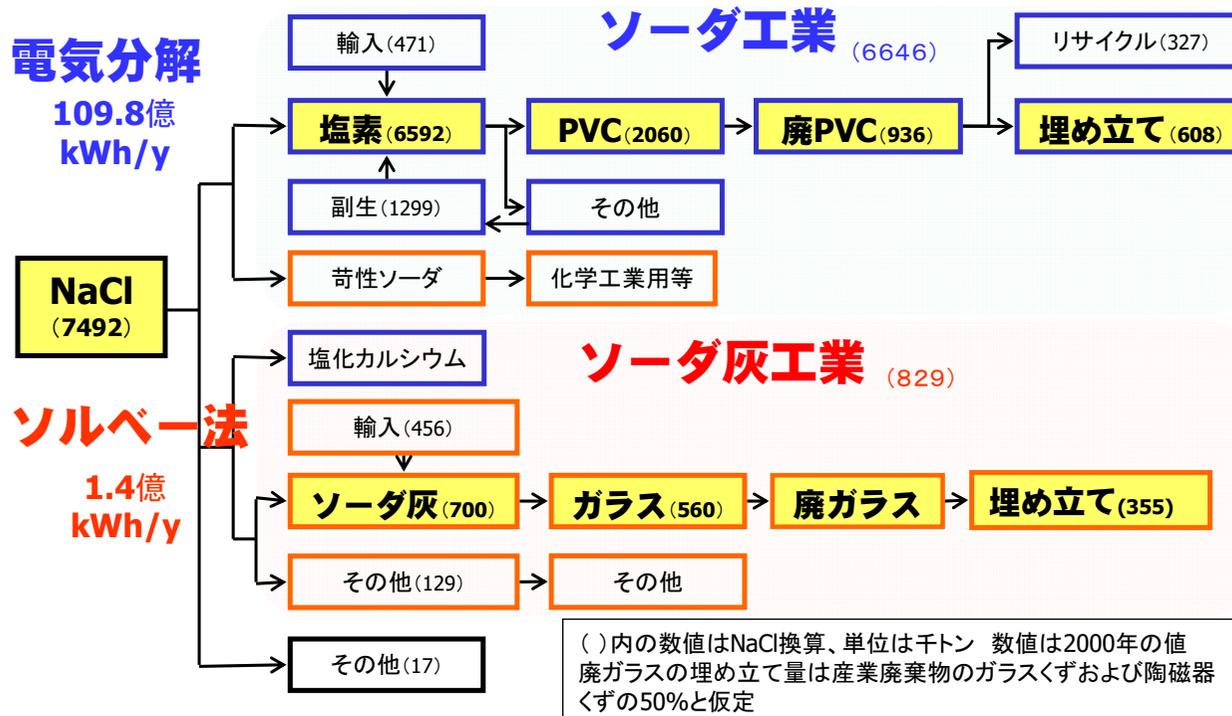


# HCl中和剤としての廃ガラス

7 エネルギーをみんなに  
そしてクリーンに

13 気候変動に  
具体的な対策を

12 つくる責任  
つかう責任



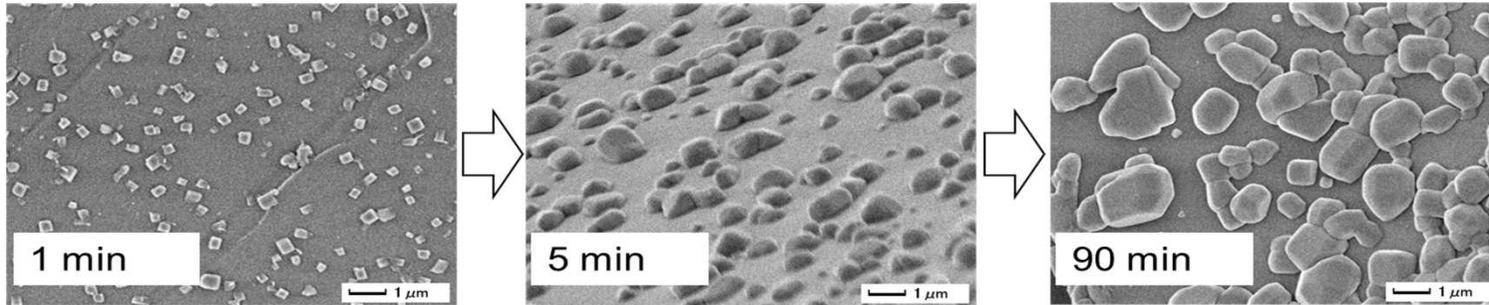
1) Sung, Horio *et al.*, Thermal Treatment of Waste PVC and Chlorine Neutralization by Waste Glass; JCEJ, in print.



# ガラス表面と断面の観察

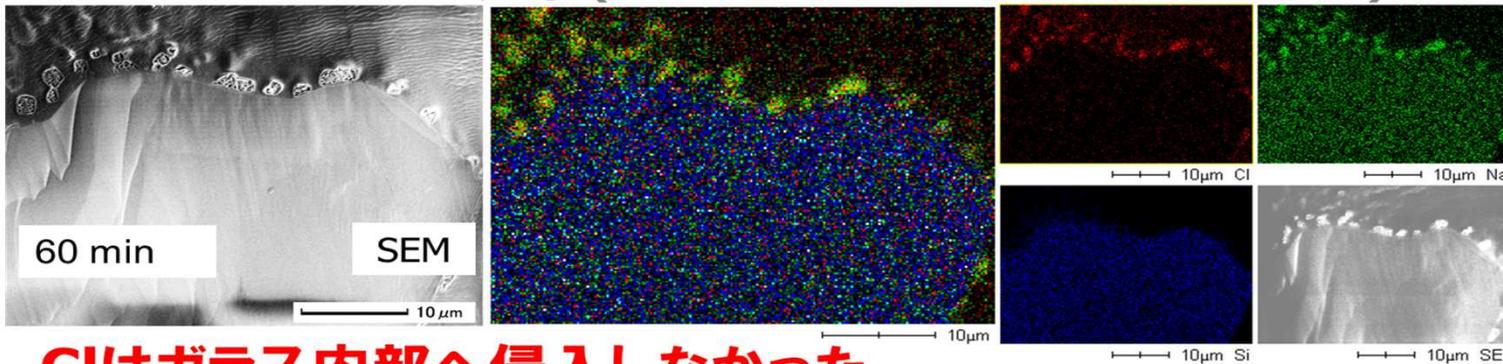
FE-SEMによる表面観察  
(ガラス表面の経時変化)

$T_{\text{HCl capture}} = 550 \text{ } ^\circ\text{C}$      $\text{HCl con.} = 0.279 \text{ vol}\%$      $\text{Flow rate} = 0.142 \text{ [m/s]}$



**反応が進むと結晶が成長した**

EDSによる断面観察(クロスセクションポリッシャにより断面形成)



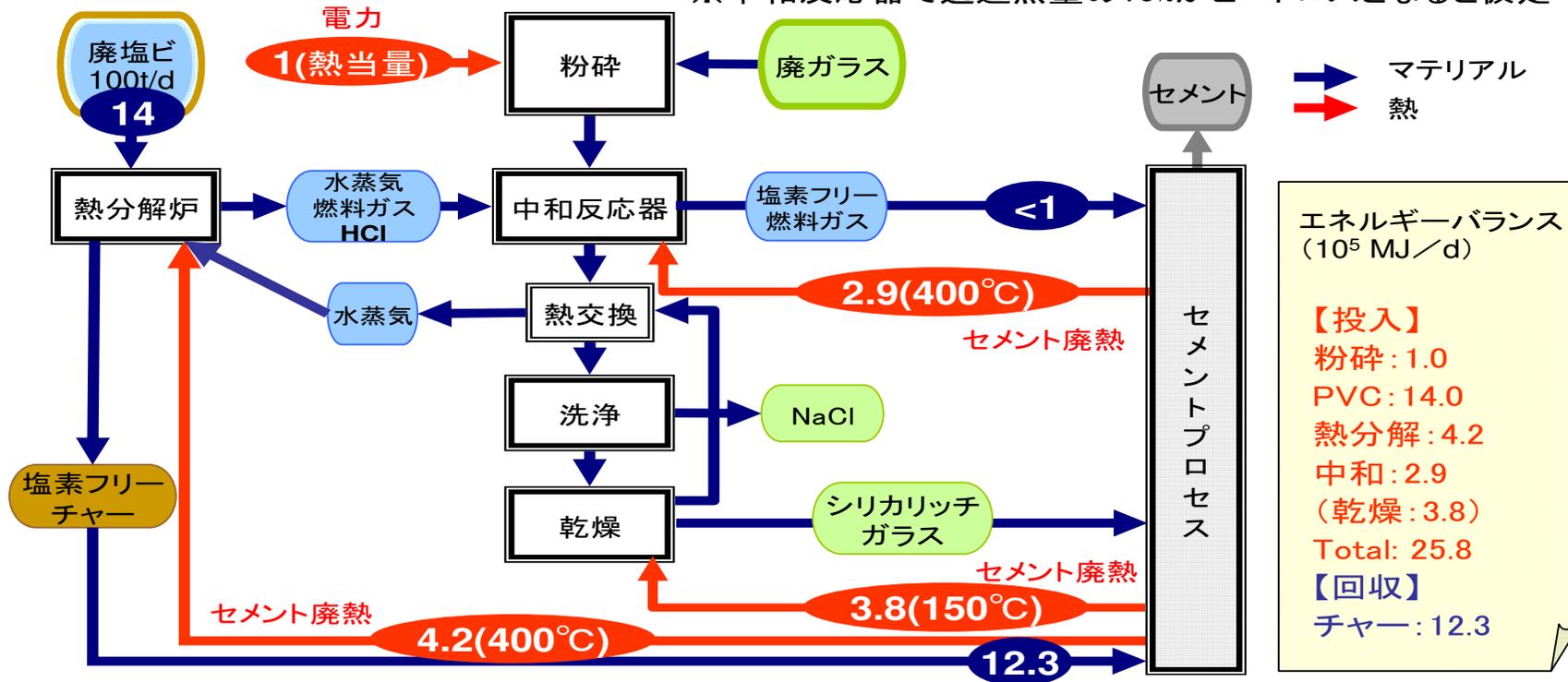
**Clはガラス内部へ侵入しなかった**

# 廃塩ビー廃ガラス同時処理プロセスの 熱収支 (100t/d-PVC)



エネルギー利用率 = 回収エネルギー(チャー) / 投入エネルギー =  $12.3 / (1 + 14 + 4.15 + 2.88) = 56\%$

※中和反応器で通過熱量の10%がヒートロスとなると仮定

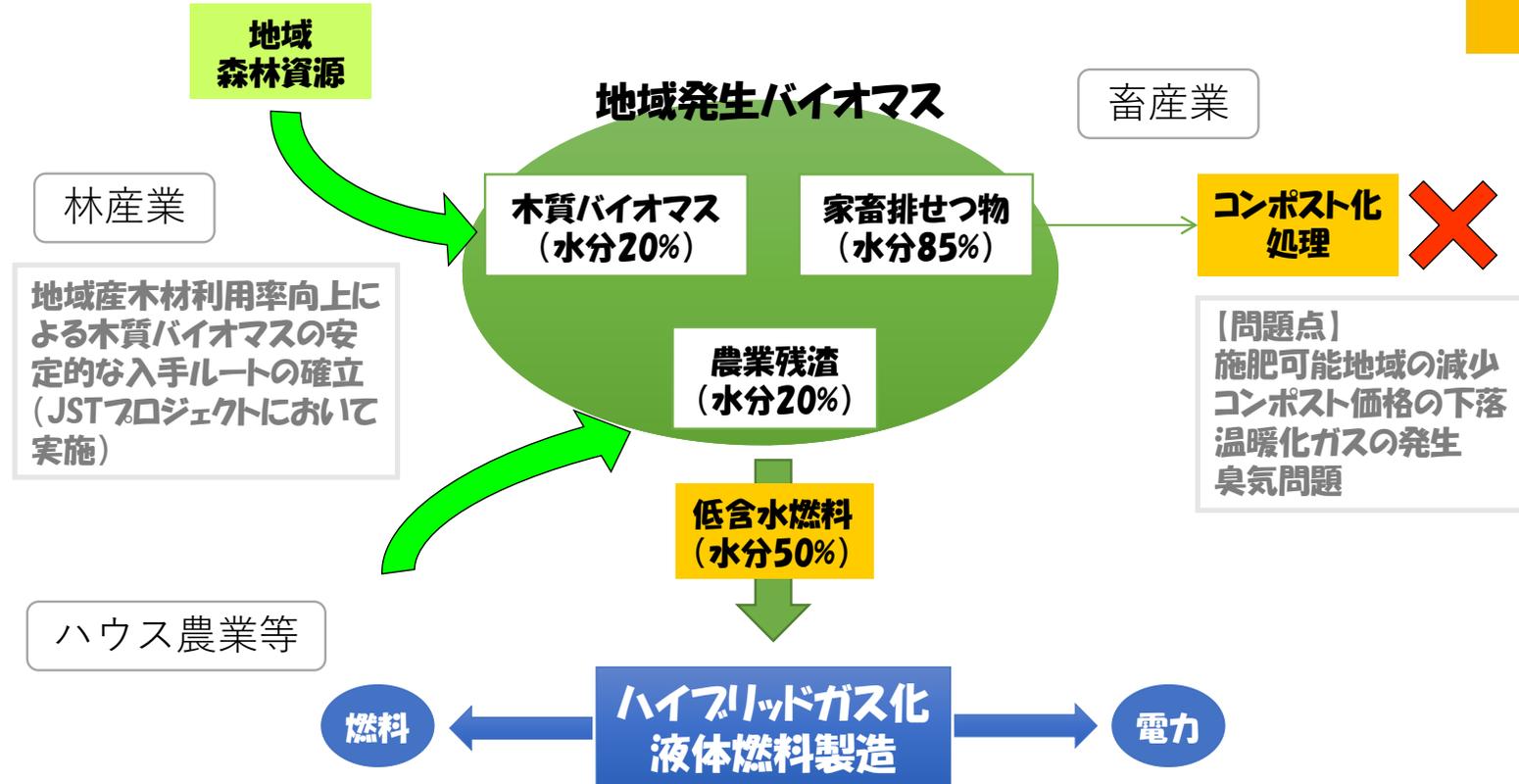




# 未利用資源のエネルギー転換技術開発



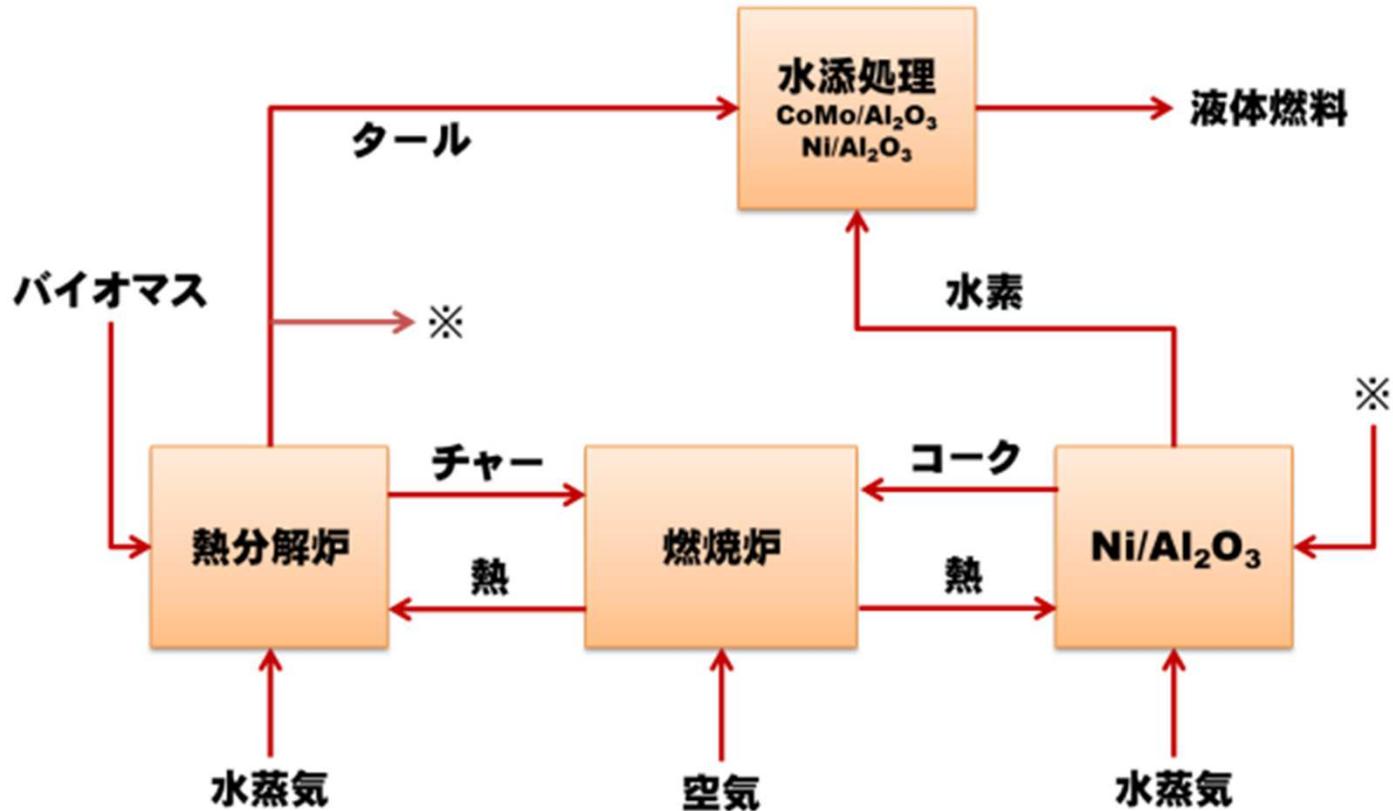
# 国内バイオマス利用技術開発



ハウス農業用ボイラで直接利用可能で安価な液体燃料と地域産業で利用可能な電力の併産技術の確立



# 水蒸気・水添ガス化ハイブリッドプロセス



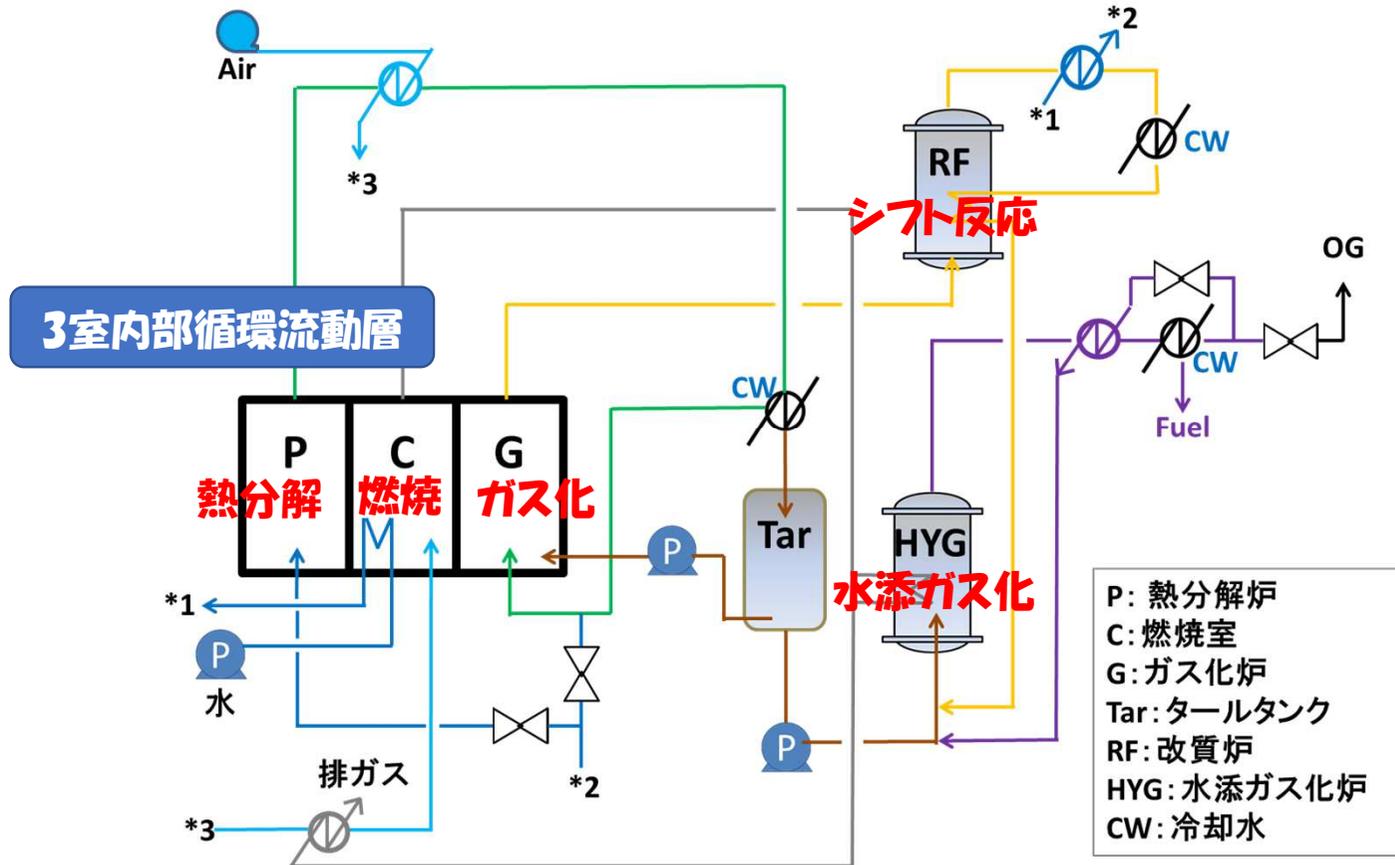
バイオマスの熱分解タールを水添処理することで液体燃料を製造  
必要な水素もバイオマスから併産



群馬大学  
GUNMA UNIVERSITY

Noda Laboratory

# バイオマスから液体燃料





7 エネルギーをみんなに  
そしてクリーンに



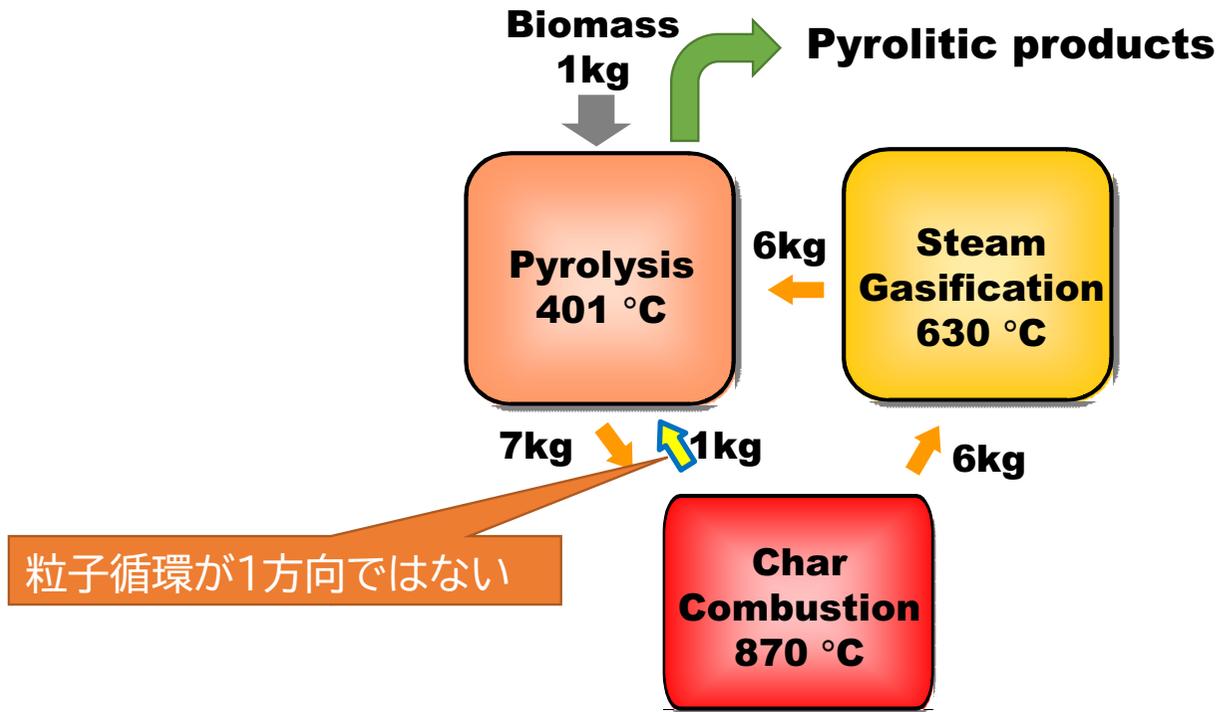
13 気候変動に  
具体的な対策を



12 つくる責任  
つかう責任



# 多室循環流動層の難しさ

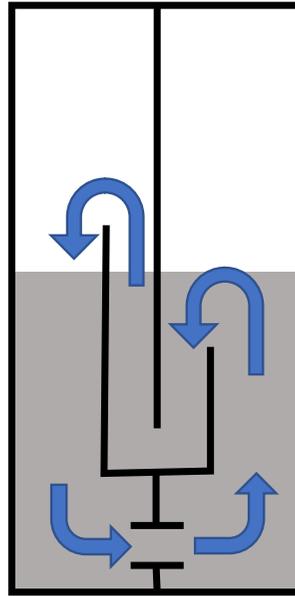




群馬大学  
GUNMA UNIVERSITY

Noda Laboratory

# 1方向流れの循環流動層



粒子の循環速度  $\infty$  粒子の投入量



群馬大学  
GUNMA UNIVERSITY

Noda Laboratory

# 多室循環流動層の粒子循環制御

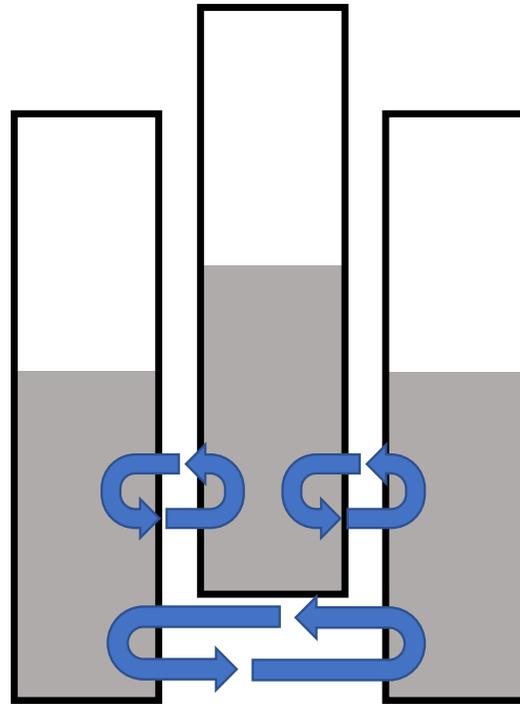
7 エネルギーをみんなに  
そしてクリーンに



13 気候変動に  
具体的な対策を



12 つくる責任  
つかう責任



流動層間の粒子循環を個別に制御するには？



7 エネルギーをみんなに  
そしてクリーンに



13 気候変動に  
具体的な対策を



12 つくる責任  
つかう責任

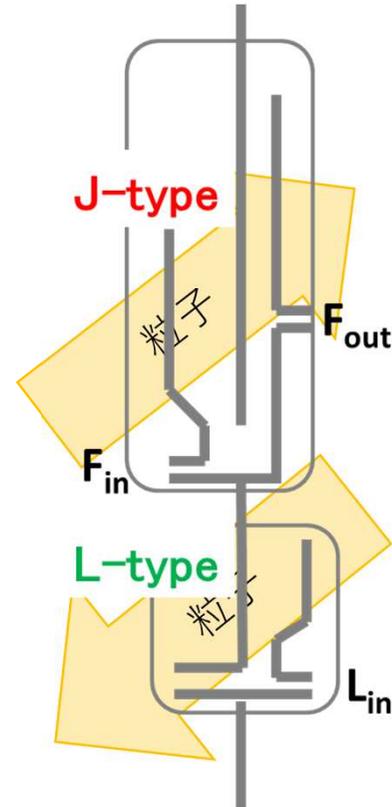


# 個別循環制御用ルーフシール

L-type および J-type の組み合わせ

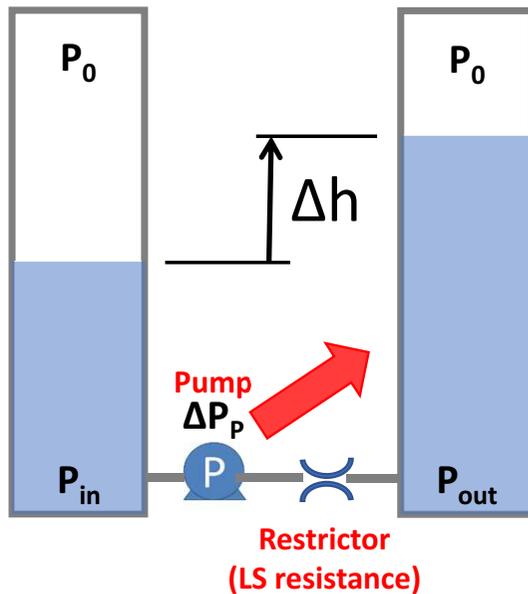
➤ J-type: ライザーがあり、粒子を持ち上げることが可能(2ポート)

➤ L-type: 層高差により粒子を移動(1ポート)





# 粒子循環速度の定式化(J-type)



Pressure balance in pump-restrictor system

$$\rho g \Delta h = \Delta P_p - \frac{\alpha(\rho u^2)}{2}$$

$\alpha$ : Coefficient of resistance



Assuming particulate phase as viscous fluid

$$Gs = K \sqrt{h_0 - \Delta h}$$

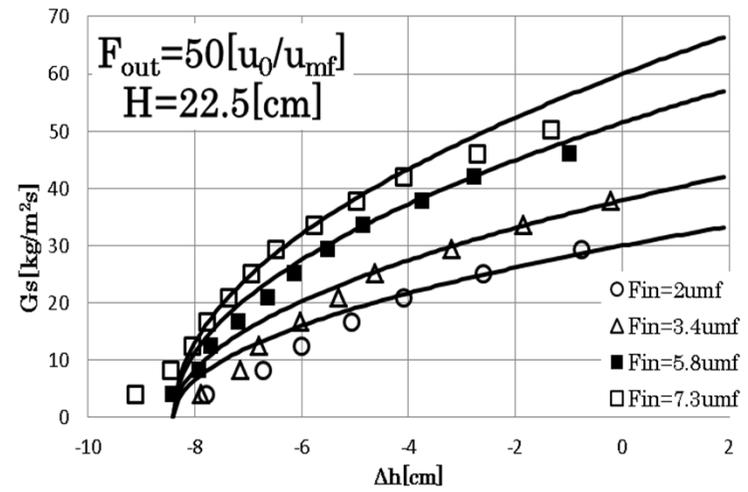
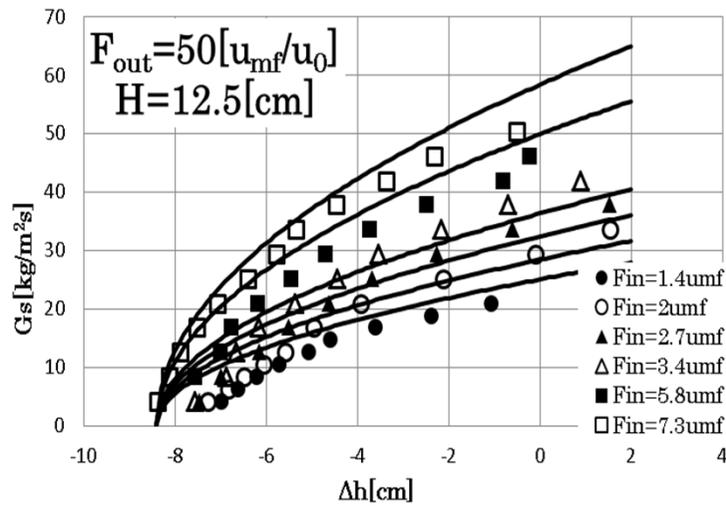
$h_0$  is  $\Delta h$  at  $G_s=0$

(corresponds to water head of pump)

$h_0$ とKをループシールのオペレーション条件と結びつける

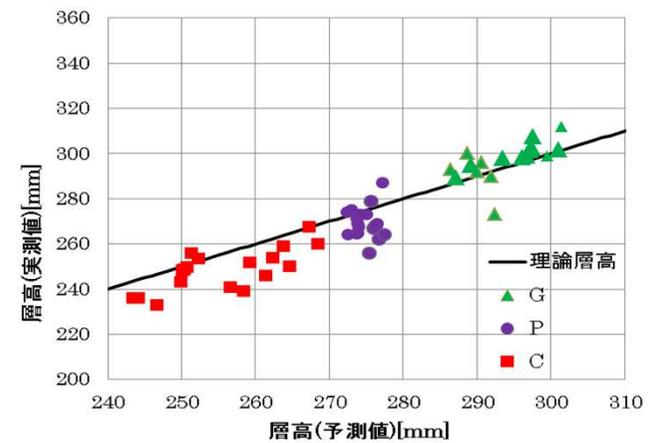
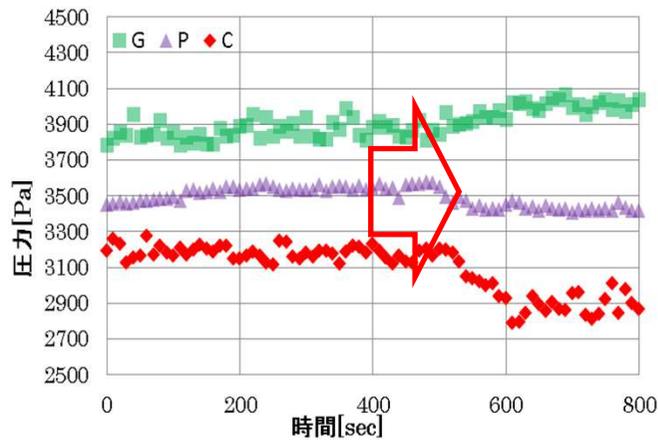
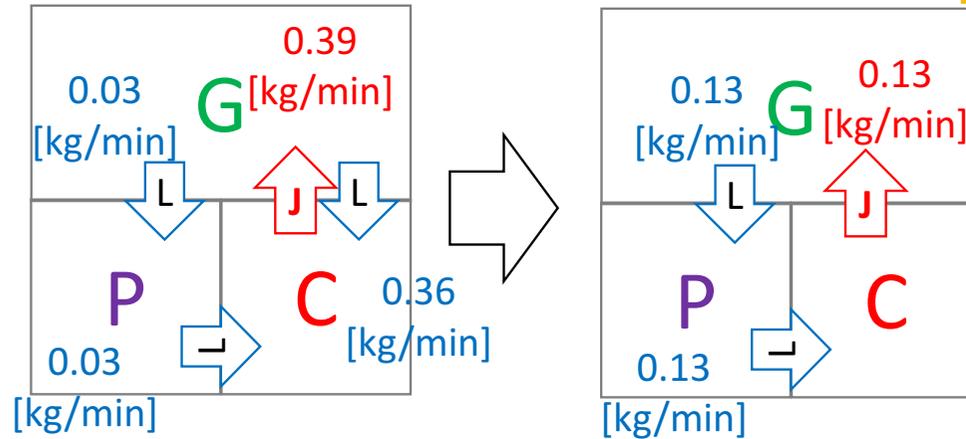


# モデルと実測値の比較





# ベンチスケールコールドモデル試験

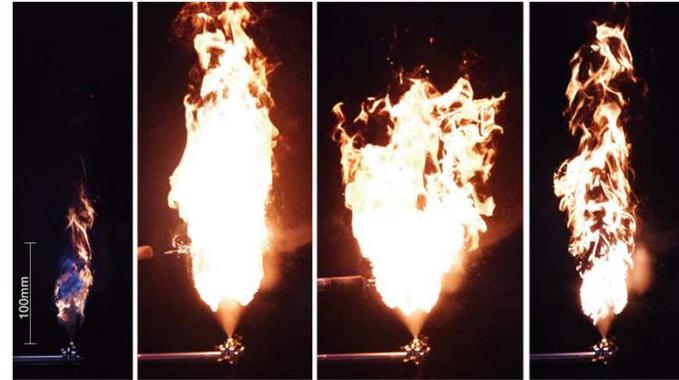
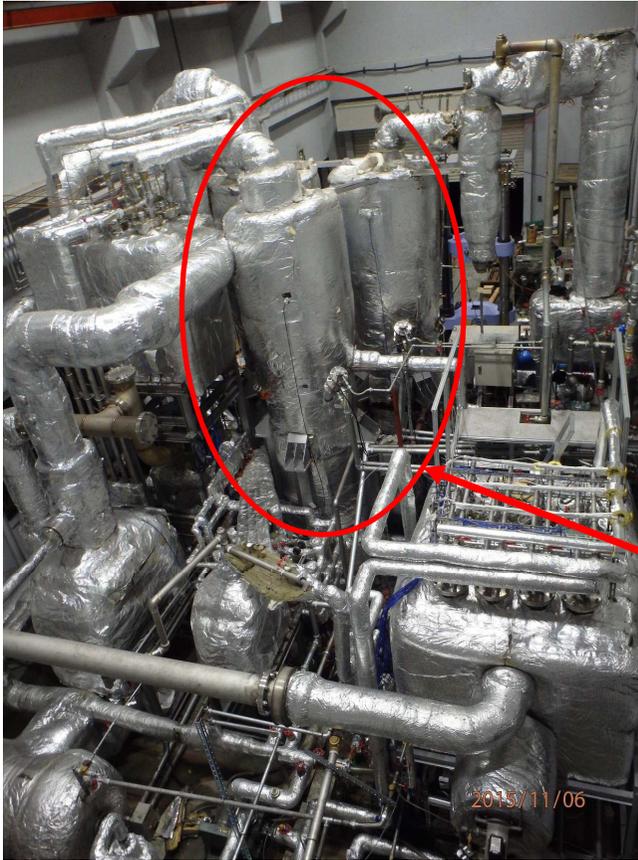




群馬大学  
GUNMA UNIVERSITY

Noda Laboratory

# 3室内部循環流動層トータルシステム試験フラント



灯油      バイオマス燃料 #53      バイオマス燃料 #5-2      ブレンド燃料 #54+灯油 (1:1)

三室内部循環流動層

運転に成功  
ただし、誰でも簡単に、という  
わけにはいかない

2015/11/06



群馬大学  
GUNMA UNIVERSITY

Noda Laboratory



# 地域の未利用資源を活用した 新しい社会システム

群馬G新産業創出プラットフォーム

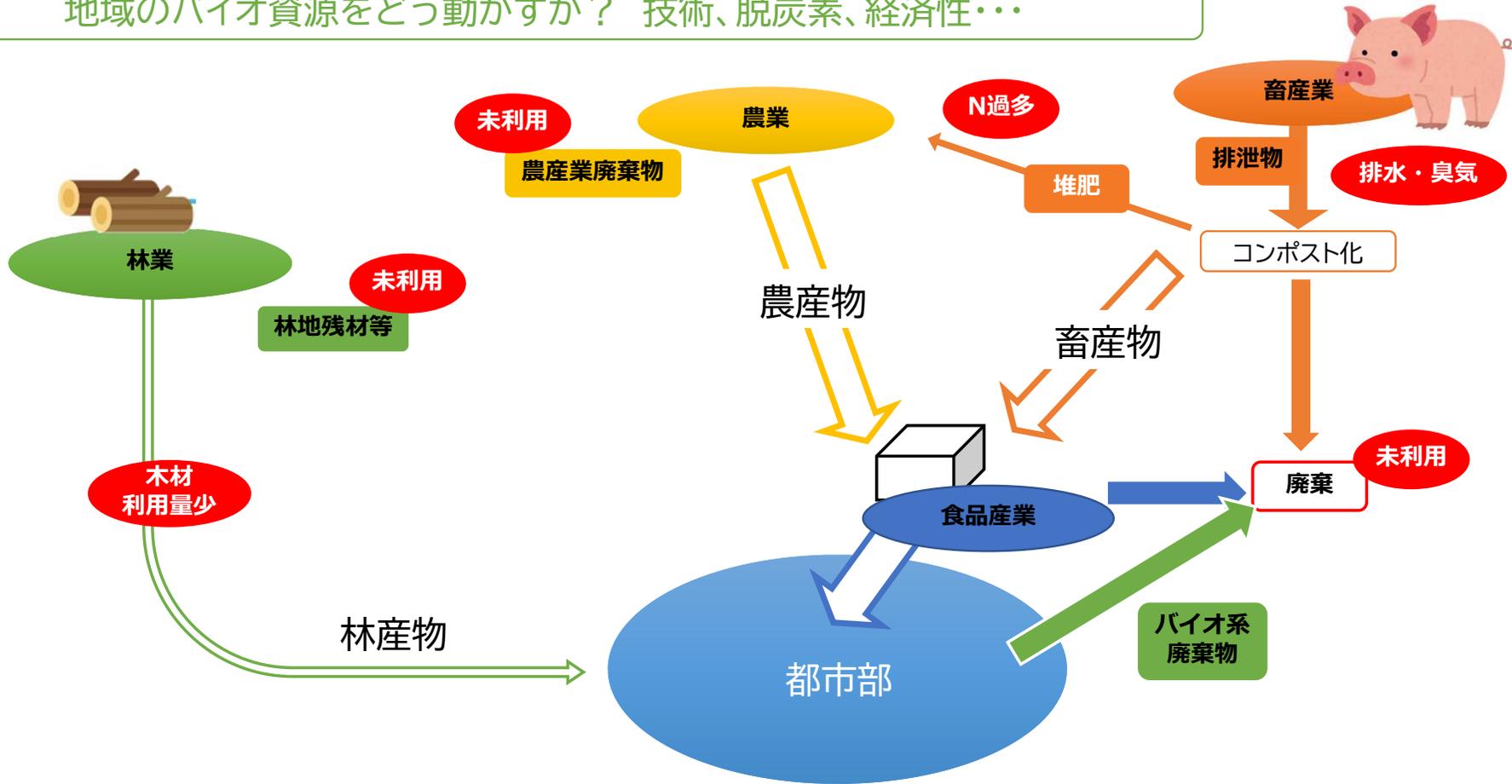


群馬大学  
GUNMA UNIVERSITY

Noda Laboratory

# 群馬県の未利用資源

地域のバイオ資源をどう動かすか？ 技術、脱炭素、経済性・・・





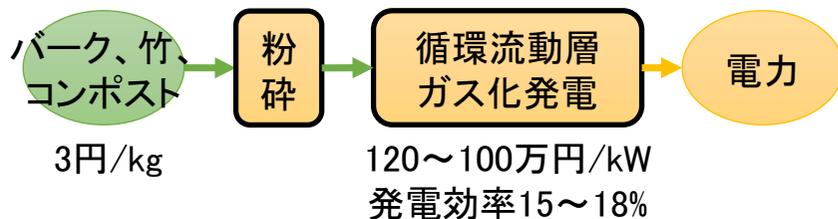
# 既存小型バイオマスガス化発電の課題



規模 (t/日)	コスト(円/kWh)			
	設備	原料	ランニング	合計
10	14	29	3	47
100	11	25	1	37

□ FIT売電単価(間伐材)=40円/kWhでぎりぎり、卒FIT後は売熱が前提(売電価格7円/kWhでは持続性なし。自家発電用途14円/kWhでも?運用は限られた地域のみになる可能性大)

## 農林廃棄物 利用ケース

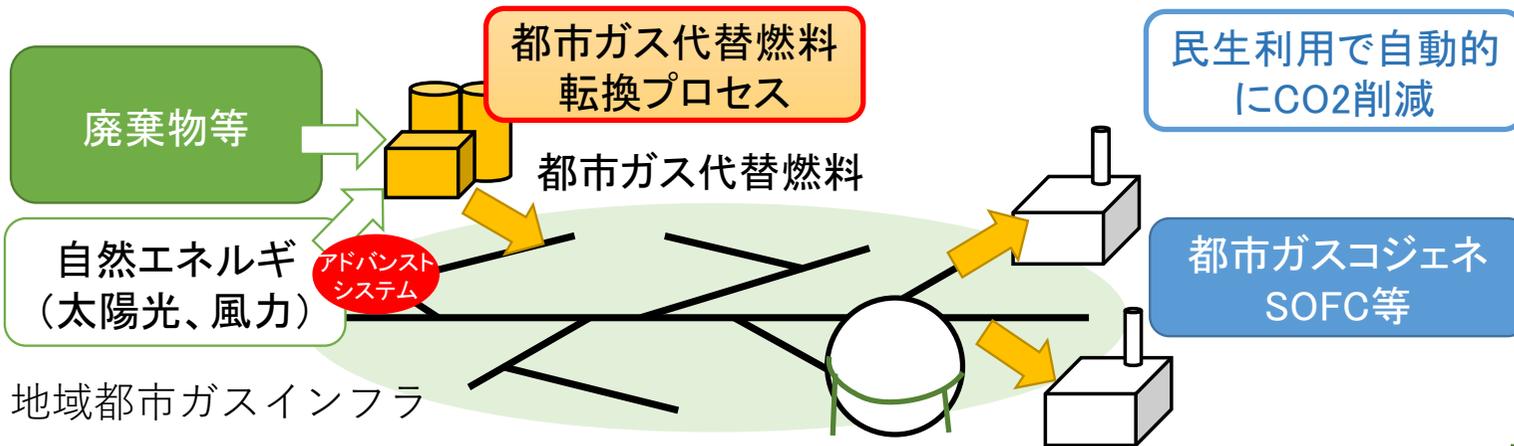


規模 (t/日)	コスト(円/kWh)			
	設備	原料	ランニング	合計
10	17	5	4	26
100	11	4	2	17

□ 減価償却後でランニングコストが6~9円/kWhとなり、脱FIT後も100t/日規模で採算性がとれる可能性があるが、廃棄物の調達が問題  
□ 自家発電用途14円/kWhは可能性があるが、需要と供給のマッチングが問題



# 新しい地域未利用資源エネルギー利用システム



- 生産側と利用側が分離しており、導入システム設計の自由度が高い
- 変動はガスホルダで吸収可能
- 都市ガスコジェネ設備の導入コストはバイオマスガスエンジンの数分の1

□ 天然ガス国際取引価格：  
40~50円/Nm<sup>3</sup>→農林廃棄物でメタン転嫁率25%  
(炭素基準)を実現できれば減価償却後は国際取引  
価格よりも低価格で供給できる可能性がある！

規模 (t/日)	原料コスト (円/kg)	メタン転化率 (%-C)	コスト(円/Nm <sup>3</sup> )			
			設備	原料	ランニング	合計
10	3	25	59	21	17	98
100	3	25	47	21	9	78



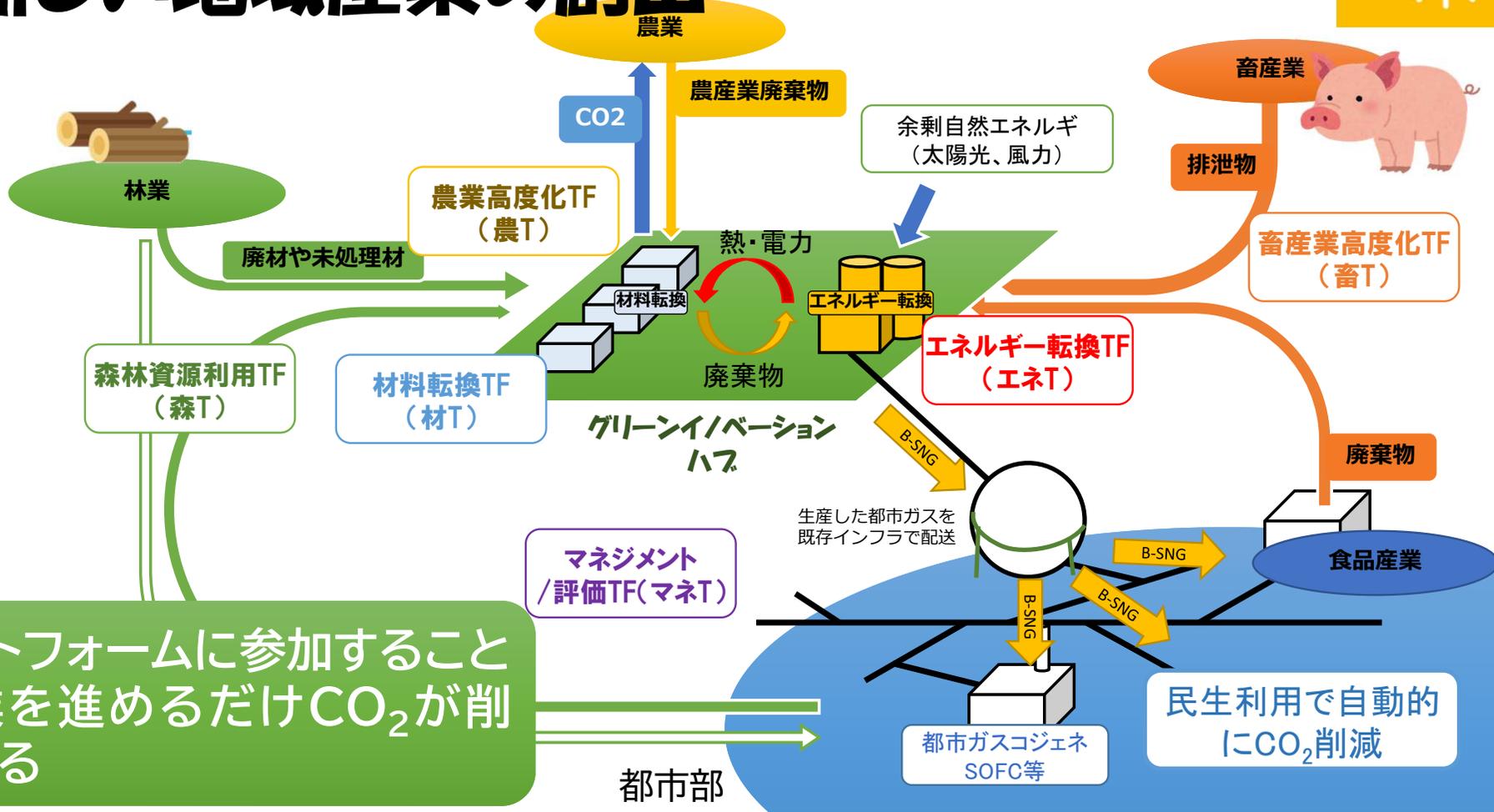
群馬大学  
GUNMA UNIVERSITY

Noda Laboratory

野田玲治, ごみからエネルギーを作る, 渋川市市民環境大学, 渋川市中央公民館, 2022.3.6

For our future

# グリーンイノベーションハブを拠点とした 新しい地域産業の創出



プラットフォームに参加することで事業を進めるだけCO<sub>2</sub>が削減される

都市部