

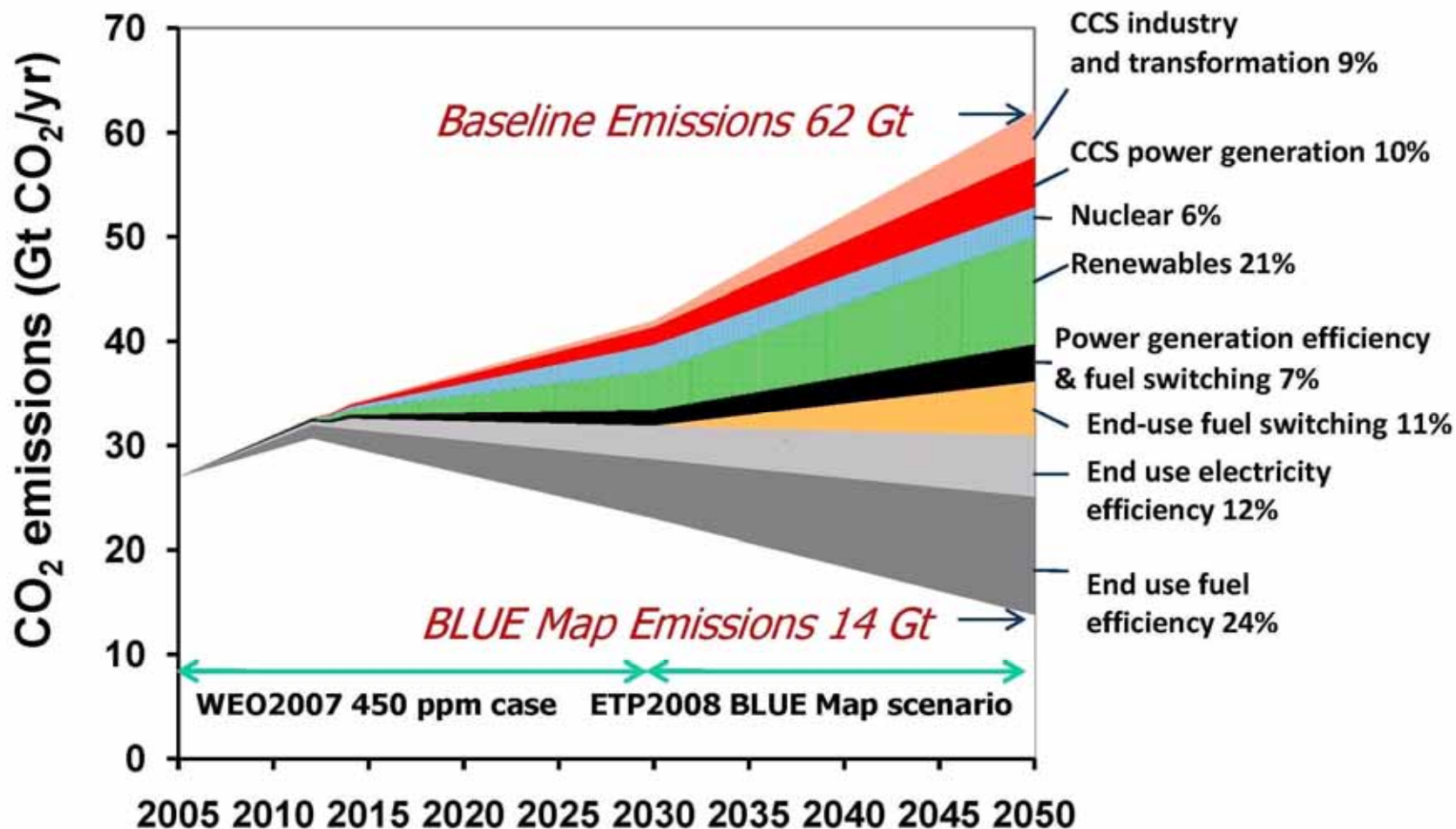
地球温暖化緩和策としての再生可能エネルギーの役割

土木学会地球温暖化対策特別委員会シンポジウム
2008年7月2日

山地憲治 (東京大学)

- ・ Energy Technology Perspectives 2008 (IEA)
- ・ **世界の再生可能エネルギー** (Modern Renewables)
- ・ **わが国の再生可能エネルギー (新エネルギー)**
- ・ **新エネルギー普及の政策目標**
- ・ **期待されるバイオマス**

2050年までに温室効果ガス半減を実現する技術シナリオ



Key Technology Options (Roadmaps)

87% of emissions reduction in BLUE Map

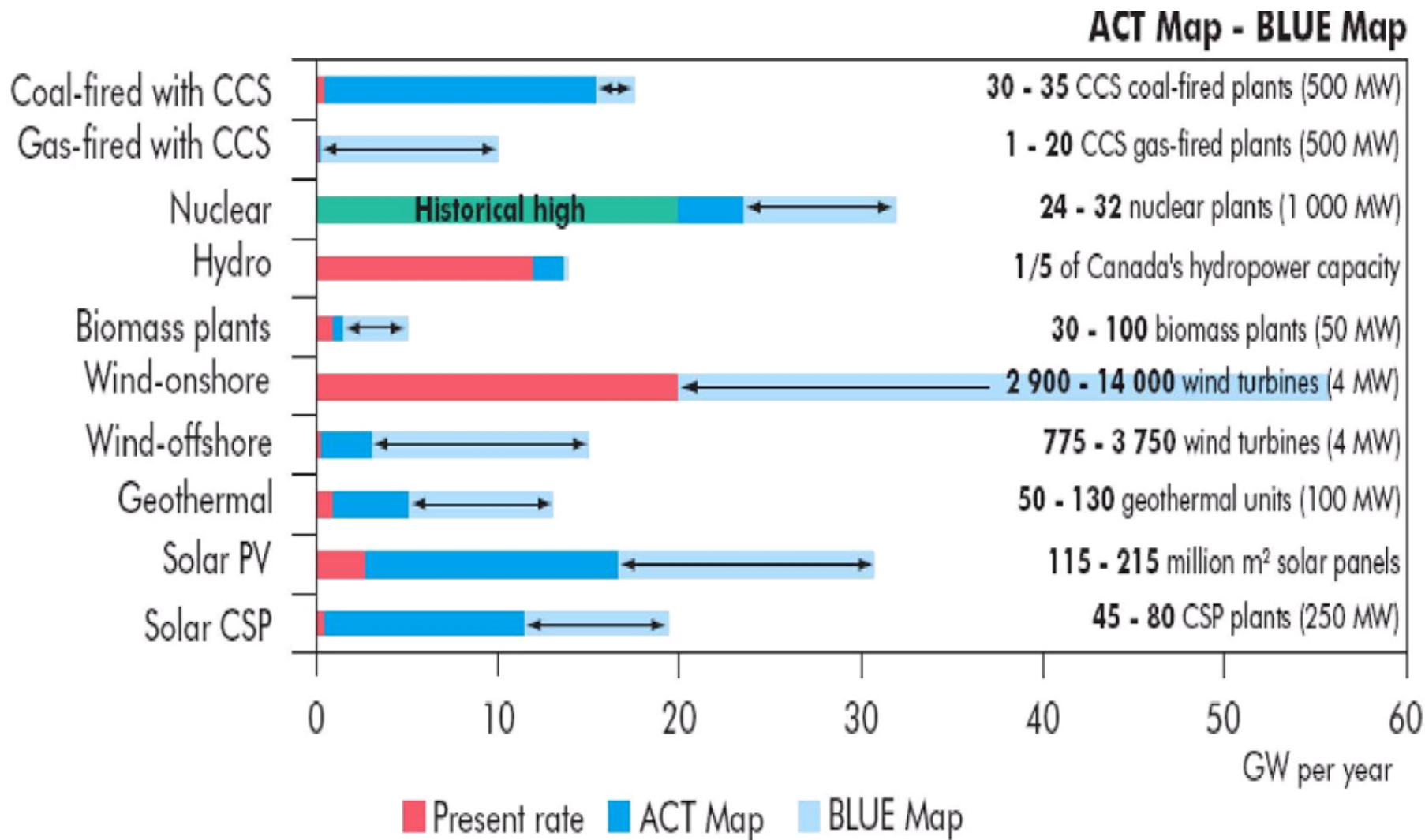
- **Supply side**

- CCS power generation
- Coal – IGCC
- Coal – USCSC
- Nuclear III + IV
- Solar – PV
- Solar – CSP
- Wind
- Biomass – IGCC & co-combustion
- 2nd generation biofuels

- **Demand side**

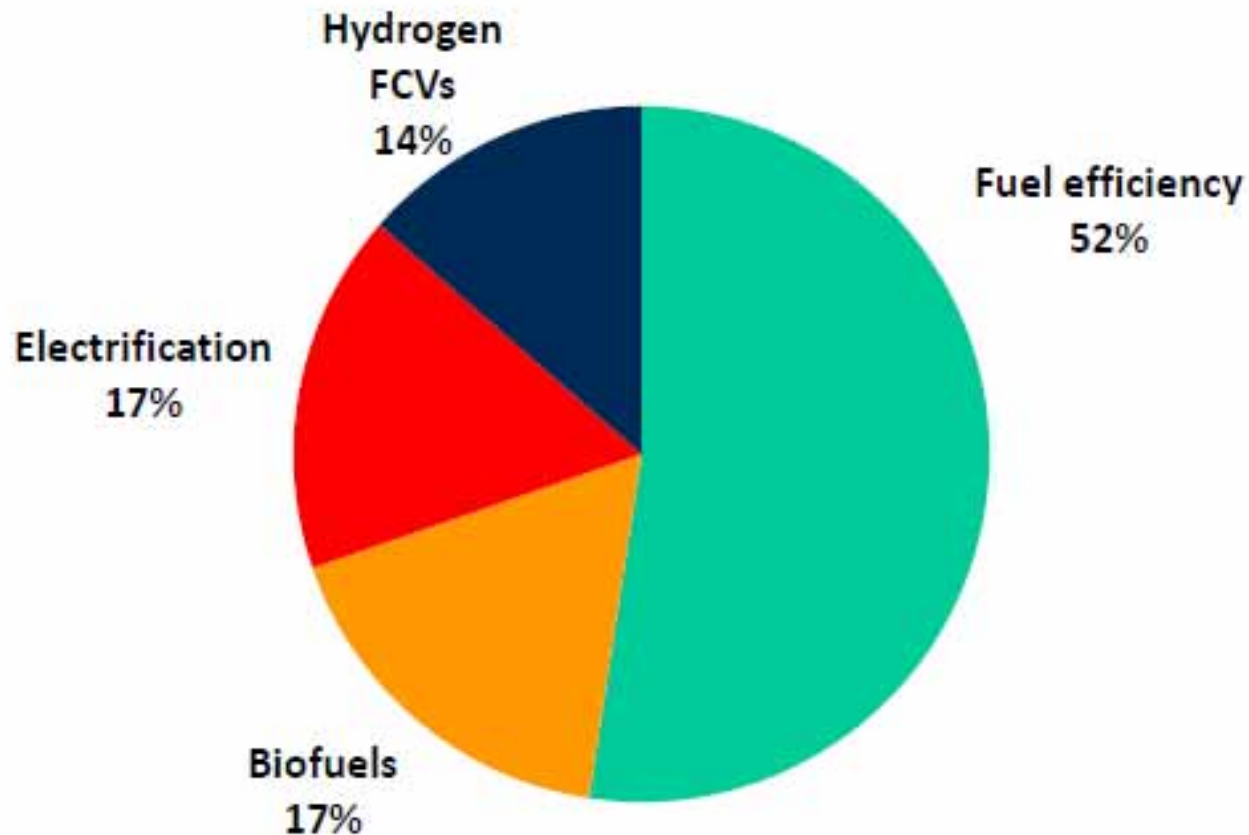
- Energy efficiency in buildings
- Energy efficient motor systems
- Efficient ICEs
- Heat pumps
- Plug-ins and electric vehicles
- Fuel cell vehicles
- Industrial CCS
- Solar heating

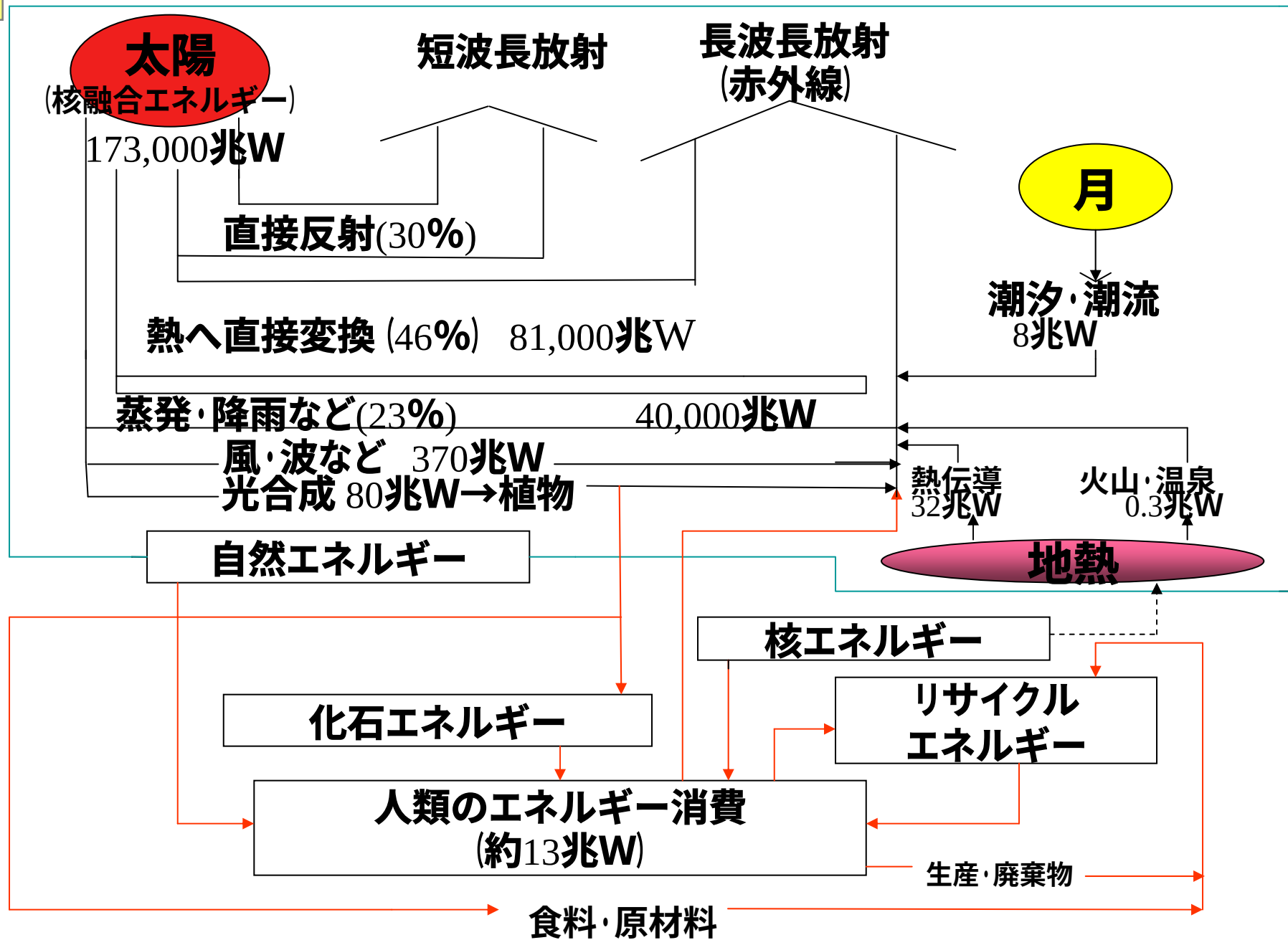
Power Plant Construction for 2010-2050



Transport Sector Emissions Reductions

BLUE Map 12.5 GtCO₂ reduction





地球のエネルギーバランスと各種エネルギー資源

山地憲治、「エネルギー・環境・経済システム論」より

Table 3.4 Modern renewable energy: production and growth

Source/Technology		Production (Exajoules)			Growth rate (2001-2005) in % per year
		2001	2004	2005	
<i>Modern biomass energy</i>	<i>Total</i>	8.32	9.01	9.18	2.50
	Bioethanol	0.40	0.67	0.73	16.36
	Biodiesel	0.04	0.07	0.13	34.27
	Electricity	1.26	1.33	1.39	2.41
	Heat	6.62	6.94	6.94	1.17
<i>Geothermal energy</i>	<i>Total</i>	0.60	1.09	1.18	18.37
	Electricity	0.25	0.28	0.29	3.84
	Heat	0.35	0.80	0.88	26.31
<i>Small hydropower</i>	<i>Total</i>	0.79	1.92	2.08	27.47
<i>Wind electricity</i>	<i>Total</i>	0.73	1.50	1.86	26.56
<i>Solar energy</i>	<i>Total</i>	0.73	2.50	2.96	41.83
	Low temp heat	0.68	2.37	2.78	41.92
	Thermal electricity	0.01	0.01	0.01	0.46
	PV grid		0.06	0.10	55.00
	PV off-grid	0.03	0.06	0.07	20.25
<i>Marine energy</i>	<i>Total</i>	0.01	0.01	0.01	0.46
<i>Total non-biomass modern renewables</i>		2.86	7.02	8.09	
<i>Total modern renewables</i>		11.16	16.02	17.26	11.51
<i>Total primary energy supply (TPES)</i>		418.85	469.00	477.10	1.60
<i>Modern renewables/TPES (in percent)</i>		2.7	3.4	3.6	

Sources: UNDP, UNDESA, and WEC, 2000 and 2004; REN21, 2006; and IEA, 2006.

新エネルギーの導入実績と導入目標

我が国の2005年度における新エネルギー導入実績は、発電分野で約331万kl(対1次エネルギー供給比0.6%)、熱利用分野で約827万kl(対1次エネルギー供給比1.4%)となっている。

	2005年度実績	2010年度目標
太陽光発電	35万kl (142万kW)	118万kl (482万kW)
風力発電	44万kl (108万kW)	134万kl (300万kW)
廃棄物発電+バイオマス発電	252万kl (201万kW)	586万kl (450万kW)
バイオマス熱利用	142万kl	308万kl ^(※1)
その他 ^(※2)	687万kl	764万kl
総合計 (第1次エネルギー総供給比)	1,160万kl (2.0%)	1,910万kl (3%程度)

※上記発電分野及び熱分野の各内訳は、目標達成にあたっての目安である。

※1 輸送用燃料におけるバイオマス由来燃料(50万kl)を含む。

※2 「その他」には、「太陽熱利用」、「廃棄物熱利用」、「未利用エネルギー」、「黒液・廃材等」が含まれる。

「黒液・廃材等」はバイオマスの1つであり、発電として利用される分を一部含む。

「黒液・廃材等」の導入量は、エネルギーモデルにおける紙パの生産水準に依存するため、モデルで内生的に試算する。

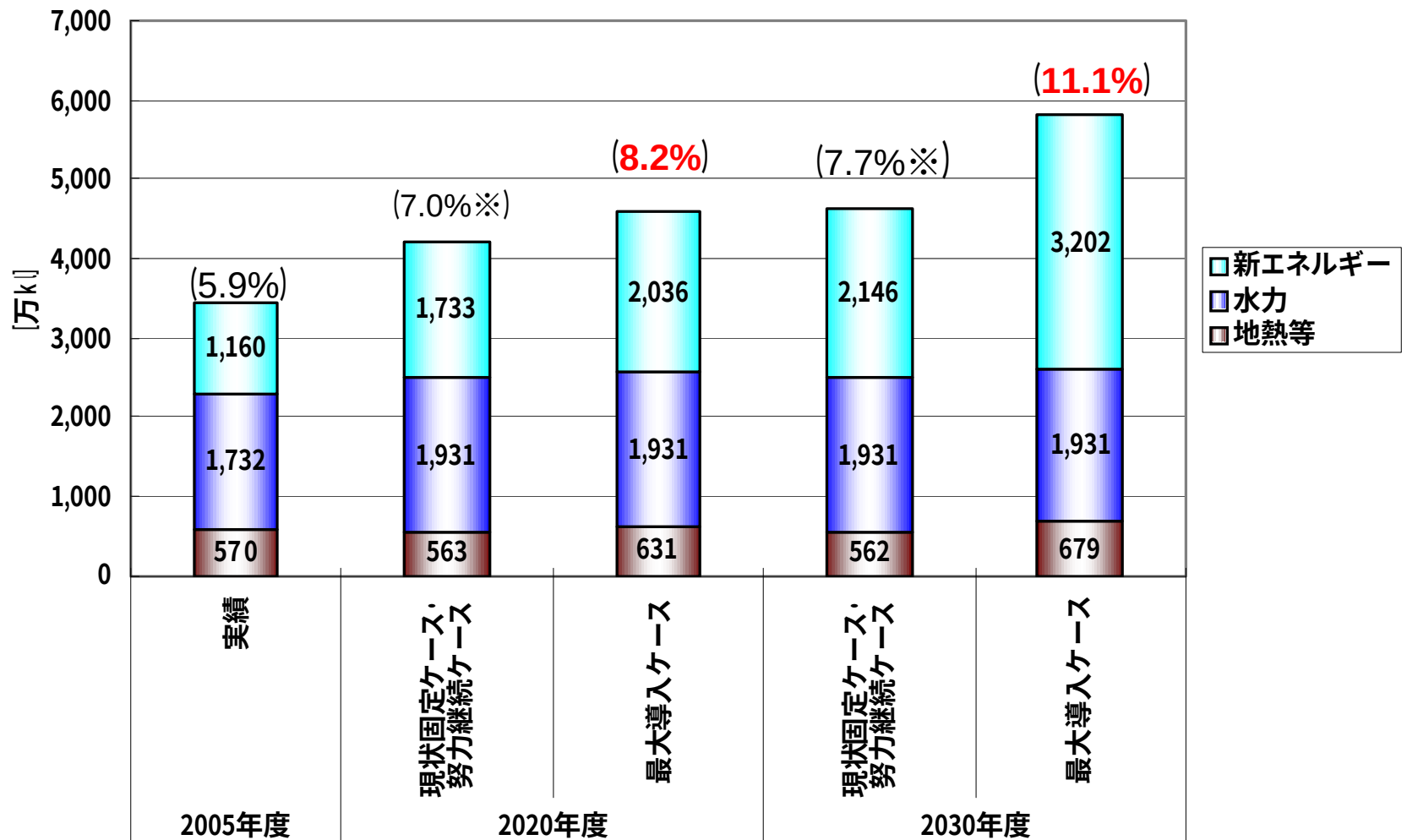
単位：石油換算万kL

	2005年度	2020年度		2030年度	
	実績	現状固定ケース・ 努力継続ケース	最大導入ケース	現状固定ケース・ 努力継続ケース	最大導入ケース
太陽光発電	35	140	350	669	1300
風力発電	44	164	200	243	269
廃棄物発電＋バイオマス発電	252	476	393	338	494
バイオマス熱利用	142	290	330	300	423
その他※	687	663	763	596	716
合計	1160	1733	2036	2146	3202

※「その他」には、「太陽熱利用」、「廃棄物熱利用」、「未利用エネルギー」、「黒液・廃材等」が含まれる。

「黒液・廃材等」の導入量は、基本的にエネルギー需給モデルにおける紙パの生産水準に依存するため、モデルで内生的に試算する。

需給部会資料（2008年3月）より

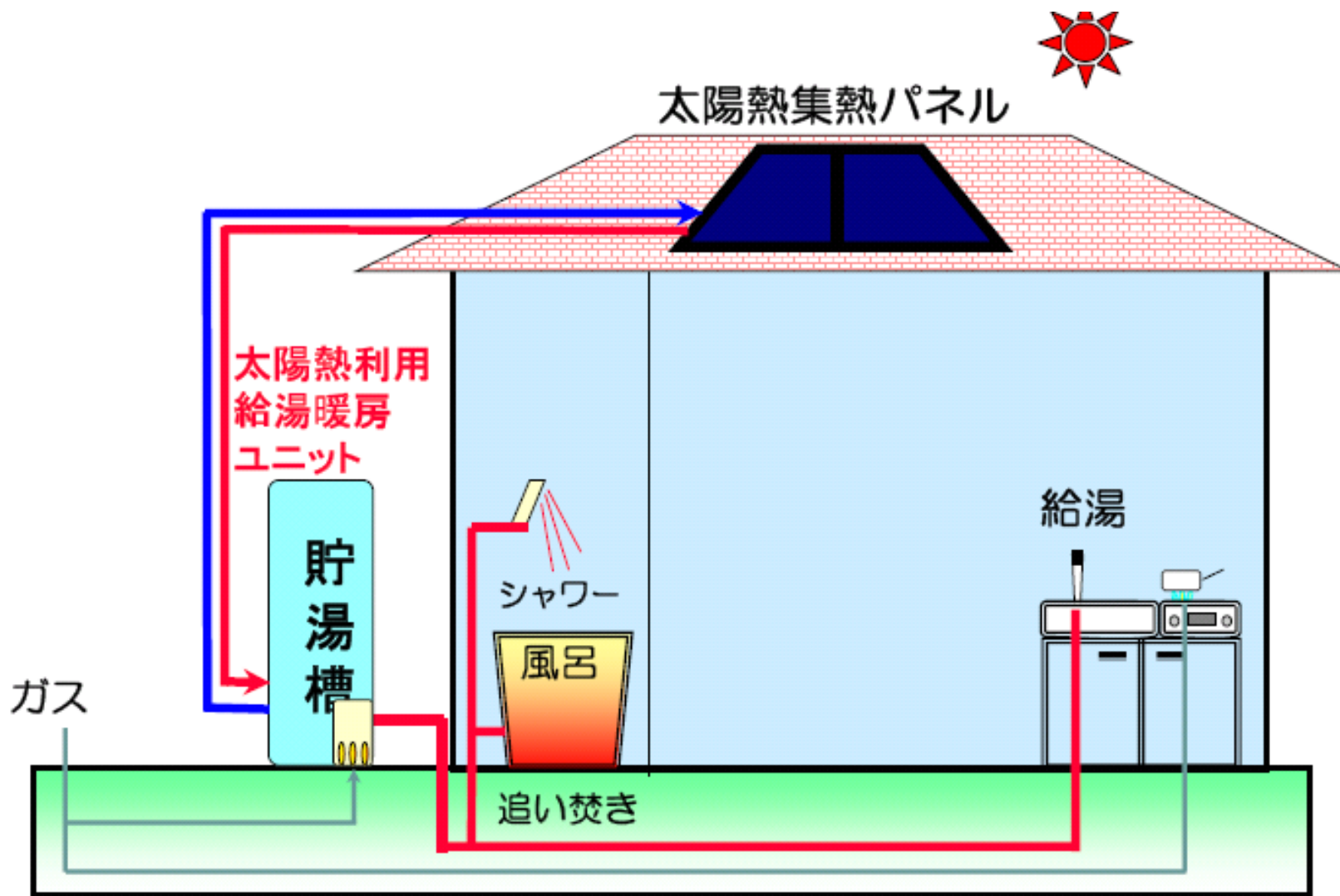


注) 括弧内は、一次エネルギー国内供給に占める割合。

※は努力継続ケースの場合の値。

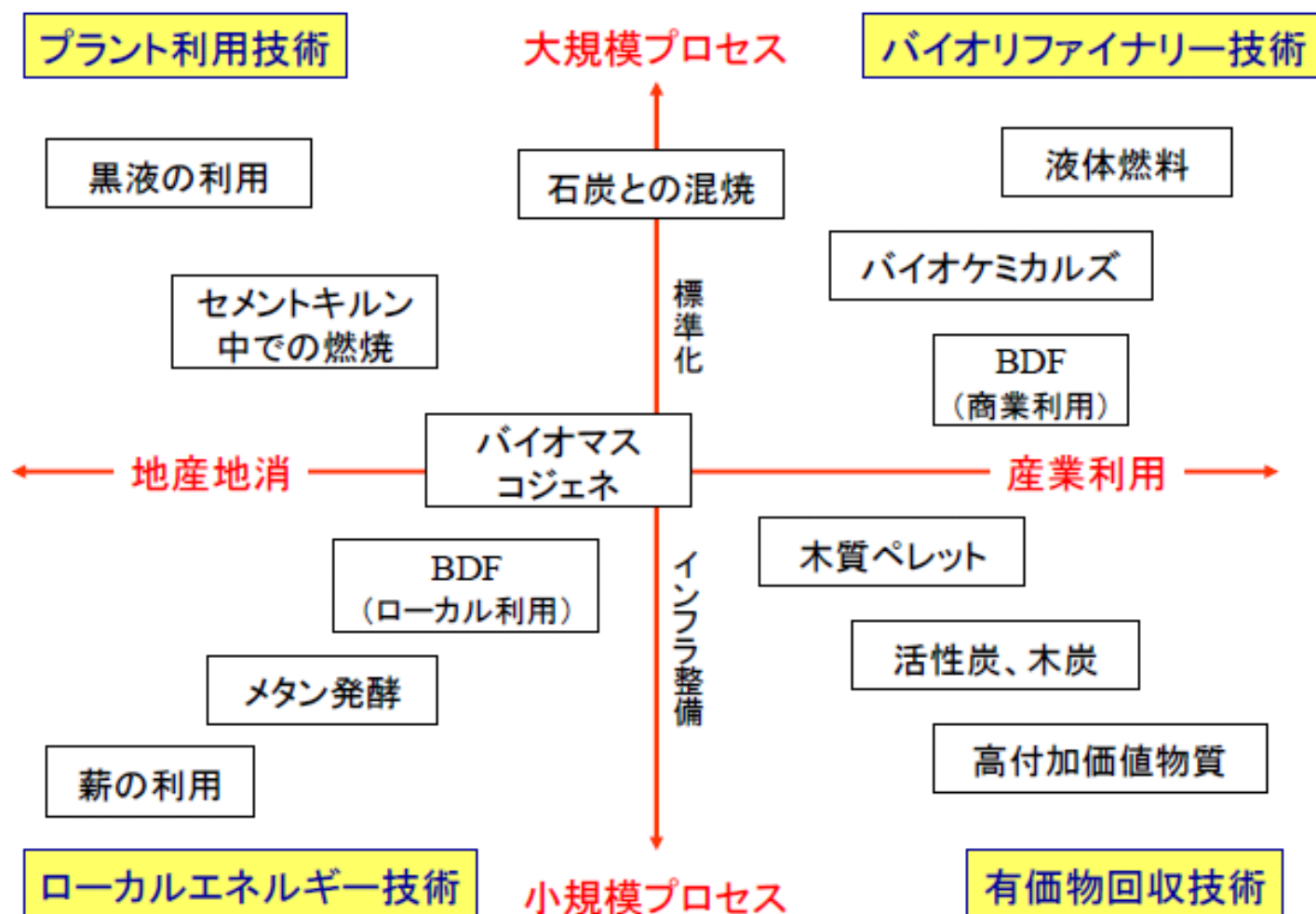
需給部会資料(2008年3月)より

太陽熱とガス給湯のハイブリッドシステム



出所:新エネルギー部会資料 (2008年4月4日)

バイオマス利用技術マップ



バイオマス資源とエネルギー転換技術の対応マトリックス

			バイオマス資源									
			木質系バイオマス		製紙系バイオマス	草本系バイオマス		糞尿・汚泥		食品廃棄物	その他	
						草・草・海草	牧草・アオサ・海藻				でんぷん・糖	植物油
Dry/Wet			D	D	D	D	W	D	W	W	W	W
例示			林地残材・間伐材	建築廃材	古紙	牧草・アオサ・海藻	稲・モロコシ・麦藁	家畜糞尿	下水汚泥・浄化槽汚泥	食品加工廃棄物・厨芥・水産加工残渣	甘藷	廃食用油・菜種油
転換技術	燃焼	直接燃焼ボイラ	◎	◎	◎			○		◎		
		直接燃焼発電	◎	◎	○			○	△	◎		
		固形燃料化	◎	◎				○		◎		
		混焼発電	◎	◎				○	△	◎		
	熱化学的変換	熔融ガス化	○	◎				○				
		固定床ガス化	◎	○				◎				
		低温流動層ガス化	○	○				◎				
		噴流床ガス化	○	○		○		◎				
		高力ロリーガス化	○	○		○		◎				
		急速熱分解	◎	○	○	○	○	○	○	○		
		スラリー燃料化	○	○	○	○	○		△	○		
		直接液化	○	○	○	○	○		△	○		
		超臨界水ガス化	○			○	△			○		
		超臨界メタノール処理	○		○							○
		炭化	◎	○	○	△	△			○	○	
		エステル化										◎
	生物化学的変換	メタン発酵	△			△	◎	◎	◎	◎		
		エタノール発酵	○	○	○			○		○	◎	
		アセトン・ブタノール発酵								○	◎	
		水素発酵			○	○	○	◎	○	○	○	

各種バイオマス資源をエネルギーに転換する技術の対応状況を、マトリックスとして示すと左表のとおり。

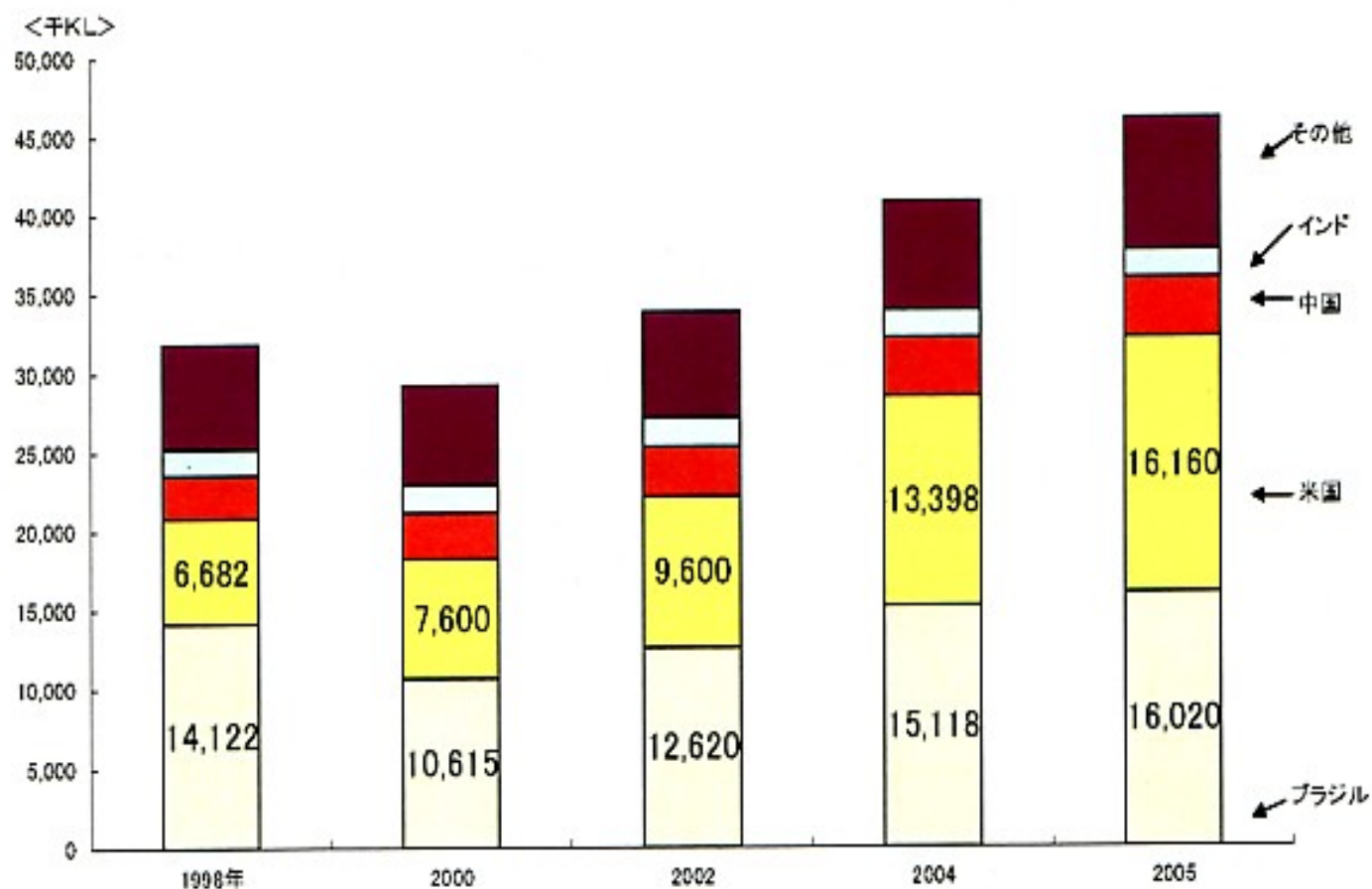
- ◎：実用化実績のあるもの
- ：実験的研究段階のもの（パイロット規模の実証試験を含む）
- △：フィージビリティスタディ段階のもの

注）本マトリックスは下記出典の調査における導入事例、研究開発事例のとりまとめ結果であり、この表で無印等になっていることをもって資源/技術の適合性がないという短絡的な判断は避けるべきである。

出典）「新エネルギー等導入基礎調査
バイオマスエネルギーの利用・普及政策に関する調査」
(社)日本エネルギー学会
平成14年5月

(図表6)

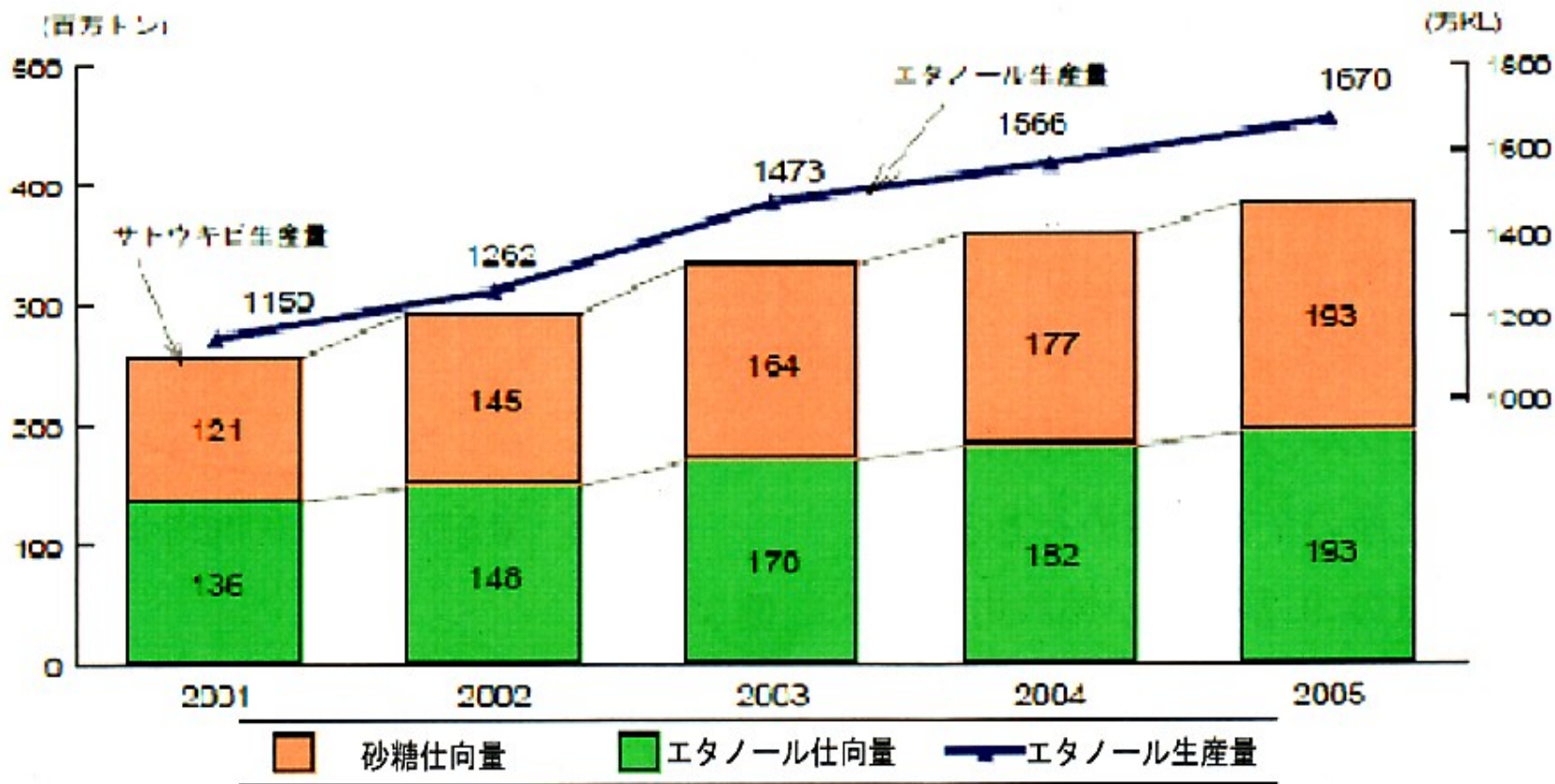
世界のエタノール生産量の推移



(資料) F.O.Licht (2006)

図3-3

● ブラジルにおけるバイオエタノール生産量



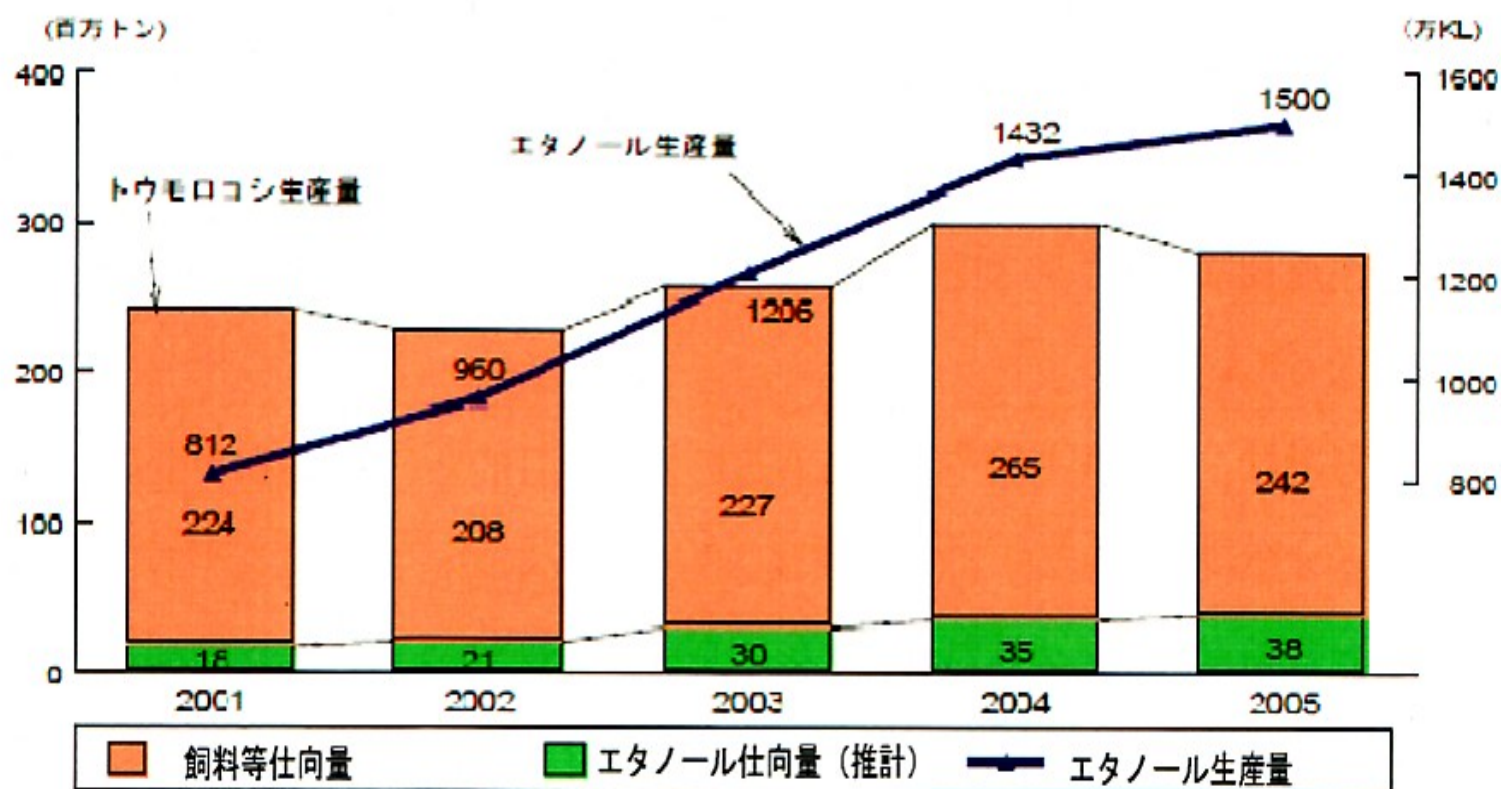
出典: F.O.Licht's WEBER04 (2005年は推計値)

ブラジルの総栽培面積: 約6000万ha; 内サトウキビ: 537万ha

セラードの可能性: 1億3000万haの追加農地

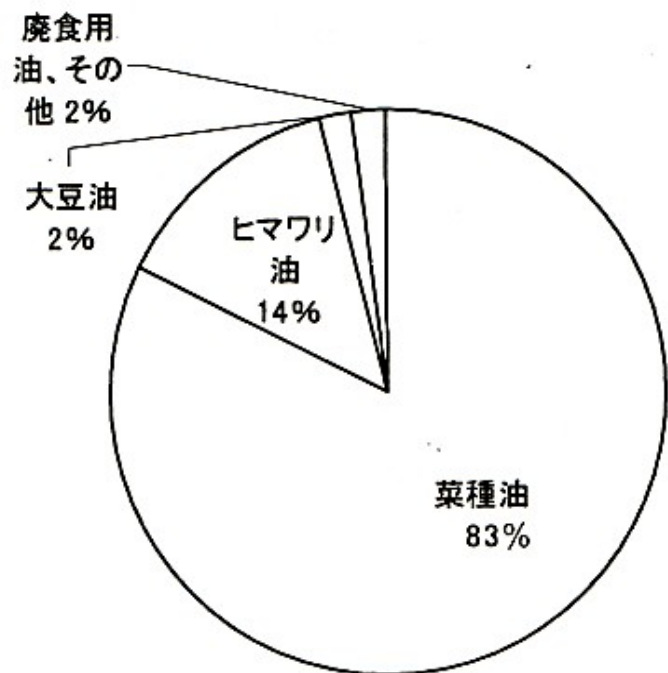
図3-4

● アメリカにおけるバイオエタノール生産量



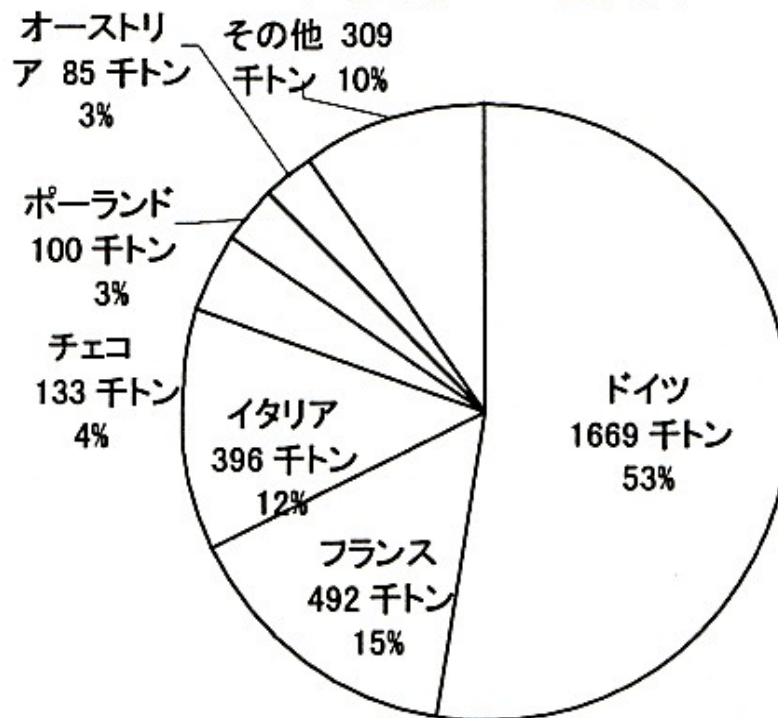
出典：F.O.Licht's WEBER04(2005年は推計値)

EUにおけるBDF原料比率



資料：第20回燃料政策小委員会資料

EUにおけるBDF生産量



資料：「BIOFUEL BAROMETER」 MAY 2006

なお、バイオディーゼルの原料として、熱帯地域では**パーム油**が注目されている。

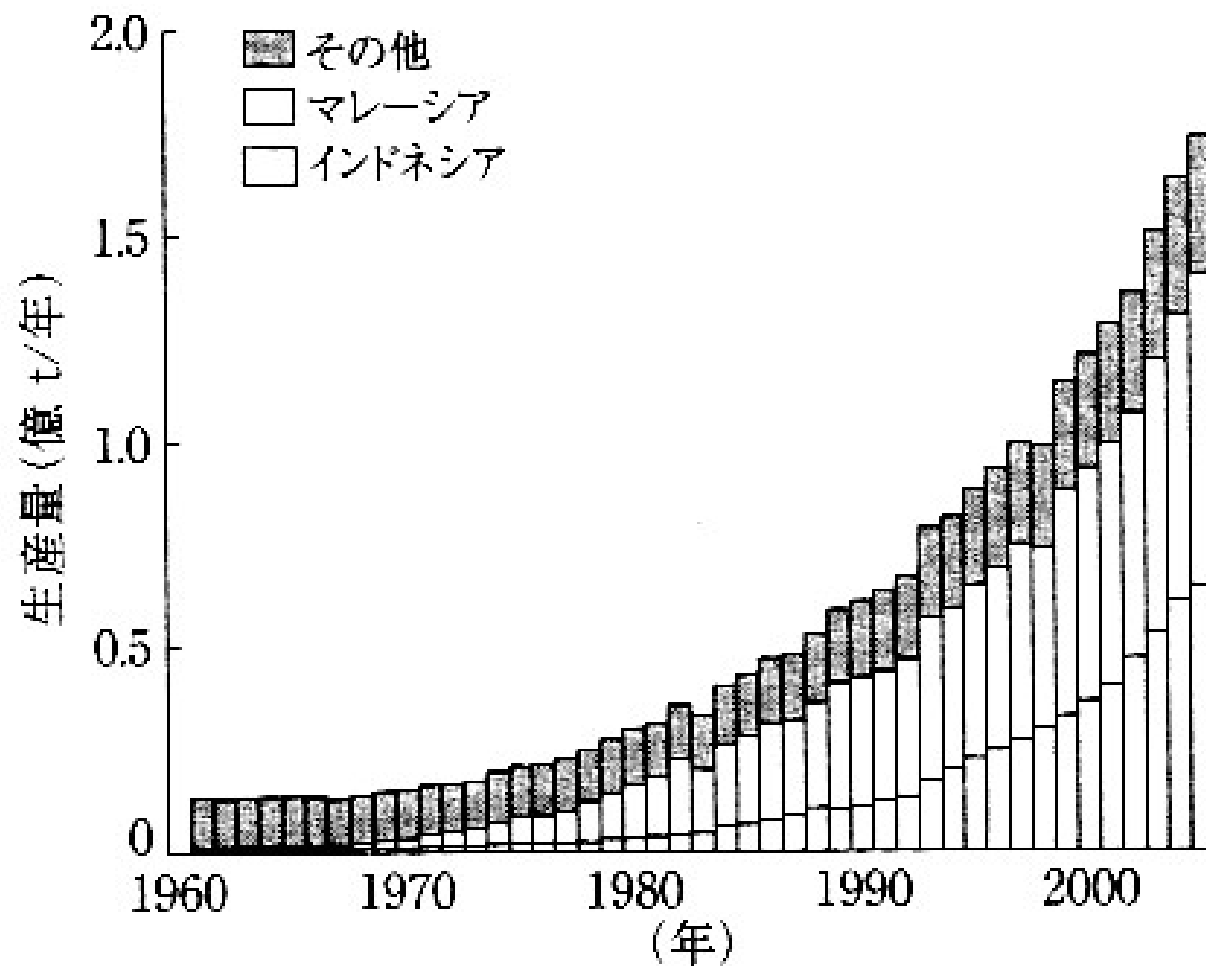


図 4.3(a) オイルパームの生産量

バイオエネルギー評価の課題

- ・バイオマス資源コストの精査
- ・休耕地および土地利用の精査
- ・エネルギー作物の展開は、食糧生産との競合だけでなく熱帯林保護との競合も深刻な問題
- ・土地利用変化に伴う土壌からの温室効果ガス排出
- ・施肥 (特に窒素肥料) からの N_2O 排出