

# 欧米諸国における木材産業の現状分析

三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社

## 第1章 バイオマスエネルギー

### I. 欧州主要国における木質バイオマスのエネルギー利用状況

- 以下の情報は、「IEA Bioenergy Task40: Sustainable International Bioenergy Trade<sup>1</sup>」における国別報告書（Country Report）の記述に拠っている。

図表 I-1 欧州の主要林業国4カ国のバイオマス利用の概要

		フィンランド	スウェーデン	ドイツ	オーストリア
人口 (1,000人)		5,215	8,985	82,631	8,115
森林面積 (1,000ha)		22,500	27,528	11,076	794
原木丸太生産量 (1,000m <sup>3</sup> )		49,281	61,400	48,657	12,943
主な再生可能エネルギー		バイオマス、水力等	バイオマス、水力等	風力、太陽光、太陽熱等まんべんなく普及しているが、量的にはバイオマスが多い	大部分が水力、ついでバイオマス
2020年の導入目標	再生可能エネルギー（最終エネルギー消費量）	38%	50%	総発電量の30%、熱利用量の14%	34%
	内、バイオマス	—	—	一次エネルギー消費量の11%等（2020年）	—
バイオマス利用の現状	一次エネルギー供給に占める割合	20.70%	19.1%	5.6%	31%
	原料及び利用形態の特徴	黒液、製材端材等の林産企業からのバイオマスが多く、産業利用されている。地域暖房では泥炭や、林地残材が用いられている。	黒液、製材端材等の林産企業からのバイオマスが多く、産業利用されている。地域暖房では林地残材が多く用いられている。	現状は木質系がメインだが、将来的には農業系バイオマスのポテンシャルが大きい。熱利用が47%、発電が38%、輸送燃料が15%等。	伝統的には住宅暖房がメインで、近年、地域暖房システム等の導入が進み、発電、輸送燃料等も増えている。ポテンシャルが高いのは農業系バイオマス。

<sup>1</sup> <http://www.bioenergytrade.org/>

		フィンランド	スウェーデン	ドイツ	オーストリア
支援制度	エネルギー政策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・エネルギー税</li> <li>・研究開発支援</li> <li>・電力生産に対する補助</li> <li>・投資に対する補助</li> <li>・FIT（大規模泥炭発電）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・エネルギー税</li> <li>・電力認証制度</li> <li>・エネルギー多利用産業における効率向上</li> <li>・建築対策</li> <li>・新技術調達</li> <li>・研究開発・商品化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・EEG（FIT）</li> <li>・再生可能エネルギー熱利用法</li> <li>・助成金制度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・研究開発</li> <li>・FIT</li> <li>・補助金制度</li> </ul>
	農林業・条件不利地域政策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・若齢林における間伐に対する補助</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・特になし</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・農業構造改善事業（GAK）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・住宅建設、施設整備に対する補助制度</li> </ul>

（出所）各種資料より MURC 作成

## II. エネルギー生産コストの実態

### 1. 実事例

#### 1.1 CHP プラントの事例

##### (1) オーストリアの事例

###### 1) 事例概要

- ・ IEA の研究プロジェクトに掲載されている、オーストリアにおける CHP プラントの事例である。
- ・ 木質系バイオマスを燃料とし、出力は電気が 8MWe、熱が 20MWh となっている。

###### 2) コスト構造

- ・ 総投資額は、約 2,600 万€ となっている。
- ・ 本プロジェクトにおいては、発電コストを算出する際に総費用から、熱販売代金を減じて算出するという方法を採用している。
- ・ オーストリアのケースでは、発電コストは 123.6USD/MWh と試算されている。

図表 II-1 オーストリアの CHP プラントの発電コスト試算

費目	金額 (USD/MWh)
①設備投資	57.3
②O&M	27.5
③燃料費	124.6
④熱販売代金	85.8
⑤発電コスト計 (⑤=①+②+③-④)	123.6

(出所)「Projected Costs of Generating Electricity」(IEA,2005)より MURC 作成

##### (2) ベルギーの事例

###### 1) 事例概要

- ・ EUBIA (European Biomass Industry Association) が作成したパンフレット<sup>2</sup>に掲載された、ベルギーの事例である。
- ・ 出力は、それぞれ、電気が 300kWe、熱が 600kWh である。
- ・ 林地残材やチップを燃料に、ガス化発電を行う。

###### 2) コスト構造

<sup>2</sup> <http://www.eubia.org/377.0.html>

- ・ 総投資額は 200 万€ である。
  - ただし、それ以外のコストデータは不明である。

## 1.2 ボイラーの事例

### (1) オーストリアの事例<sup>3</sup>

#### 1) 事例概要

- ・ オーストリアの Oberaich におけるエネルギー供給サービス業の経済性分析の事例。
- ・ 7つの農家が協同で運営し、小学校と4つの家庭に熱を供給する。
- ・ ボイラーの熱容量は 170kW で、燃料は木質バイオマス（おそらくチップ）。年間、330m<sup>3</sup> の燃料を消費する。
- ・ 年間の熱需要量は、210MWh である。

#### 2) コスト構造

- ・ 本事例のコスト構造（投資額）を下記に示す。
- ・ 170kW のボイラーで、ボイラー等の設備投資額は 5.6 万€（税抜き）、その他費用を含めると総投資額は 11.2 万€（税抜き）となっていた。
- ・ また、同様に料金体系を示した。

図表 II-2 Oberaich プロジェクトの投資額と料金体系

	項目	金額	単位
投資額	設備投資額	56,000	€
	機械費用	33,000	€
	電気・熱系統接続費用	5,000	€
	建設費	3,000	€
	熱パイプ敷設費	15,000	€
	計	112,000	€
料金体系	接続費	150	€/kW
	サービス費	21	€/kW/年
	エネルギー代	59	€/MWh
	メーター代（小学校）	9.75	€/月
	メーター代（住宅）	7.50	€/月

(出所) 「Telling the story in Austria Sustainable wood energy supply」  
(EU project Woodheat Solutions)

#### 3) 収支試算

- ・ 入手できたデータを基に収支を試算したのが、図表 II-3 である。
- ・ 燃料費を 30€/m<sup>3</sup>（約 80€/t）と設定すると、年間 719€ の黒字になる。
- ・ ただし、ここには、機器運転に係る人件費やメンテナンス費用は含まれていない。

<sup>3</sup> 「Telling the story in Austria Sustainable wood energy supply」 (EU project Woodheat Solutions)

- ・ なお、年間支出額と年間熱需要量から売熱価格を試算すると、83€MWh となる。

図表 II-3 Oberaich プロジェクトの収支試算

項目		金額 (€年)
年間支出	償却費	7,467
	燃料費	9,900
	メンテナンス費用	-
	計	17,367
年間収入	接続費	1,700
	サービス費	3,519
	エネルギー代	12,390
	メーター代 (小学校)	117
	メーター代 (住宅)	360
	計	18,086
収支		719

(注) 償却費は 15 年の定額償却で試算。

(出所) 「Telling the story in Austria Sustainable wood energy supply」  
(EU project Woodheat Solutions)より MURC 作成

## (2) フィンランドの事例<sup>4</sup>

### 1) 事例概要

- ・ フィンランドにおける 500kW の熱供給プラントの事例。
- ・ 年間の熱生産量は 1,200MWh で、燃料の消費量は 1,900m<sup>3</sup> である。

### 2) コスト構造

- ・ 総投資額は 26.7 万€ (税抜き) である。

### 3) 収支試算

- ・ 入手できたデータを基に、収支を試算したのが、図表 I 13 である。
- ・ 燃料費を 20€/m<sup>3</sup> (約 55€/t) と設定すると、年間約 1,800€ の黒字になる。
- ・ ただし、ここには、機器運転に係る人件費やメンテナンス費用は含まれていない。
- ・ なお、本事例において、売熱価格は 48€MWh に設されている。
  - うち、発熱費用及び維持修理費：28€MWh、償却費：20€MWh。

図表 II-4 フィンランドにおける代表的事例の収支試算

項目		金額 (€年)
支出	償却費	17,800
	燃料費	38,000
	計	55,800
収入	売熱収入	57,600
収支		1,800

(出所) 「Telling the story in Finland - How wood heat has become real business in rural areas」  
(EU project Woodheat Solutions)より MURC 作成

<sup>4</sup> 「Telling the story in Finland - How wood heat has become real business in rural areas」 (EU project Woodheat Solutions)

## 1.3 モデル計算に基づく事例

### (1) 事例概要

- ・ NEEDS プロジェクト<sup>5</sup>における試算を用いる。
- ・ 想定している現状技術として、直接燃焼による CHP プラントを想定している。
- ・ 出力は 20MWe<sup>1</sup> で、発電効率は 20%、熱効率は 65%を想定し、年間の発電量は 4.8 万 MWe である。
- ・ なお、償却期間は 15 年である。

### (2) コスト構造

- ・ 同プロジェクトにおいては、2025 年における蒸気タービンとガス化発電の 2 つのパターンについて、コスト構造を試算し、分析している（図表 II-5）。

図表 II-5 モデルに基づくバイオマス発電（CHP）のコスト構造

パラメーター	単位	2025	
		蒸気タービン	ガス化
投資コスト（設備費）	€/kWe	2,500	2,350
うち建設費	€/kWe	2,000	1,950
うち機械費	€/kWe	350	200
うちシステム費	€/kWe	150	200
解体費用	€/kWe	3	3
運転に係る固定費	€/kWe・年	150	161.5
その他変動費	€/Mwe	7.5	7.5

（出所）「Final report on technical data, costs and lifecycle inventories of biomass CHP plants」（NEEDS、2008）

### (3) 収支試算

- ・ 同プロジェクトにおいて、「施設費」は 2,500€/kWe であるから、年間の総施設費用は 1,000,000€/年となる（総出力 6MWe、償却年数 15 年：定額）。
- ・ 同様に、「運転に係る固定費」は 150€/MWe/年であるから、年間の総費用は 900,000€/年（総出力 6MWe）。
- ・ その他変動費は、7.5€/MWe であるから、年間の総発電量 48,000MWe を乗じて、360,000€/年となる。
- ・ 他方、収入の部分については、固定買取価格（7.79ct/kWh）に、コジェネボーナス（3.0ct/kWh）を加え、年間の総発電量を乗じると、5,184,000€/年となる。
- ・ なお、実際にはこれに加えて、売熱の収入が見込まれる。
- ・ また、燃料費については、定義上「その他変動費」に含まれると考えられるが明らかではないため、注意が必要である。

<sup>5</sup> 「Final Report on technical data, costs, and life cycle inventories of biomass CHP plants」（NEEDS、2008）

図表 II-6 NEEDS プロジェクト事例における年間費用例

費目	金額 (€年)
施設費	1,000,000
運転に係る固定費	900,000
その他変動費	360,000
支出	2,260,000

(出所) 「Final report on technical data, costs and lifecycle inventories of biomass CHP plants」 (NEEDS、2008)  
より MURC 作成

## 第2章 製紙

### I. 欧州等の製紙産業の概要

#### 1. 欧州製紙産業の現状

以下は、CEPI（ヨーロッパ製紙産業連合）の統計資料に基づき作成したものである。

##### (1) 概要

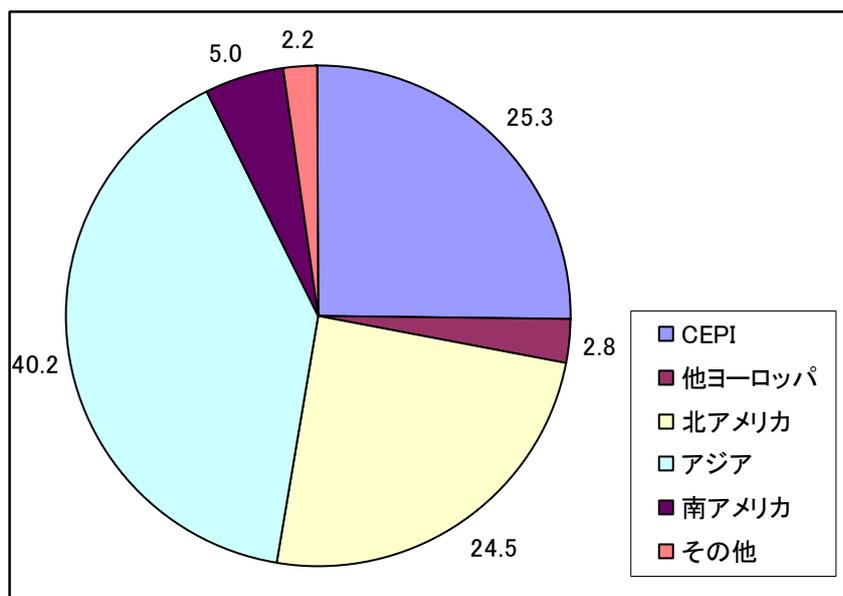
- ・ CEPIには、ヨーロッパのうち19ヶ国が加盟している。

図表 I-1 CEPI加盟国一覧

CEPI加盟国
オーストリア、ベルギー、チェコ、フィンランド、フランス、ドイツ、ハンガリー、イタリア、オランダ、ノルウェー、ポーランド、ポルトガル、ルーマニア、スロバキア、スロベニア、スペイン、スウェーデン、スイス、UK

- ・ CEPI加盟国は、世界の製紙の約25%を生産している。

図表 I-2 製紙生産内訳（2008年）

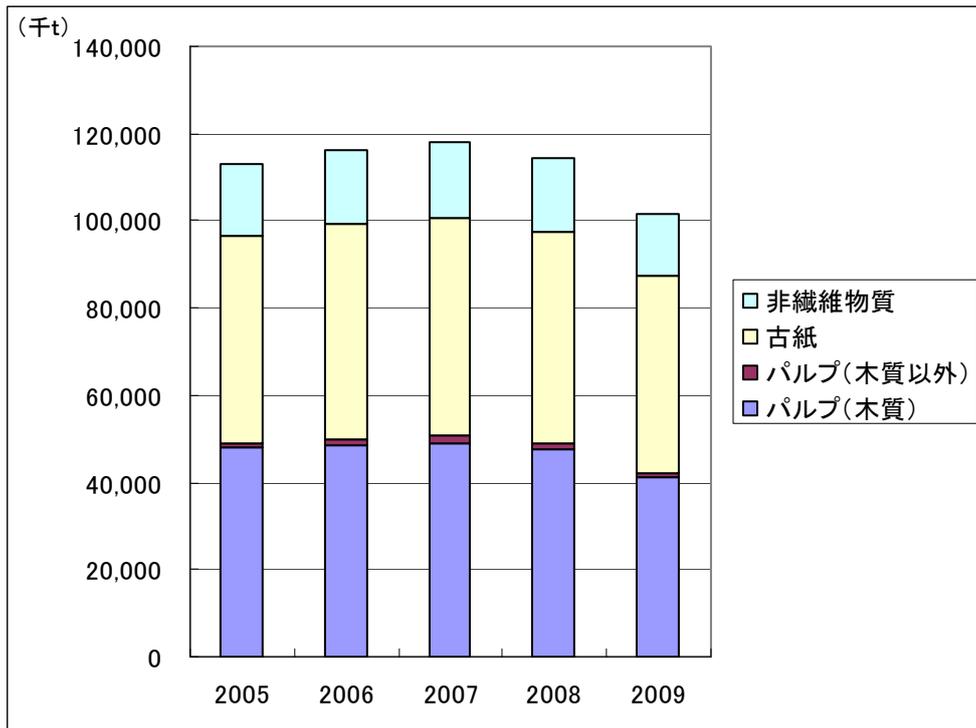


(出所) CEPI's Key Statistics 2009

##### (2) 原料について

- ・ 加盟国が使用する原料のうち木質パルプが40.4%、古紙が44.2%を占める（2009年）。
- ・ 原材料の総量は、減少傾向にあり、2009年は2008年から約11%減少している。

図表 I-3 製紙原料量と内訳の推移 (2005-2009 年)

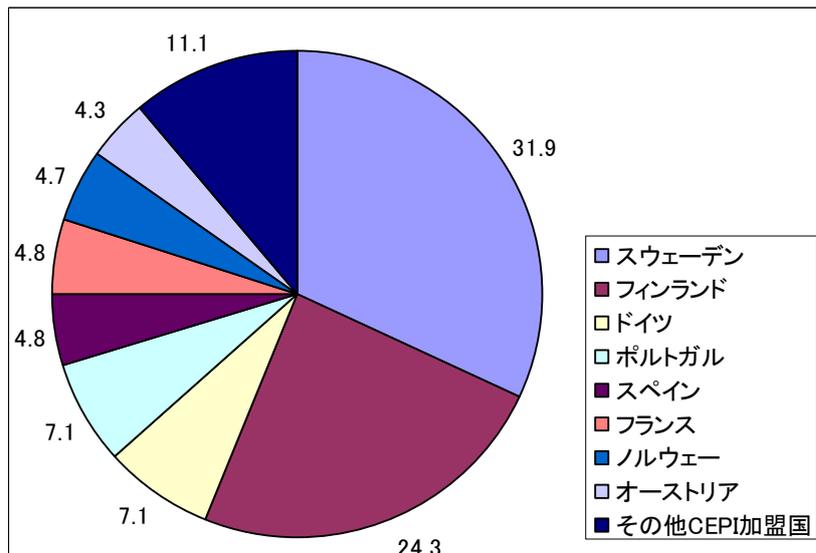


(出所) CEPI's Key Statistics 2009

1) パルプについて

- ・ CEPI 各国のうち、パルプ生産量が多いのはスウェーデンとフィンランドである。

図表 I-4 CEPI 加盟国パルプ生産量比較 (%) (2009 年)



(出所) CEPI's Key Statistics 2009

- 原料パルプのうち、木質パルプが9割以上を占める。

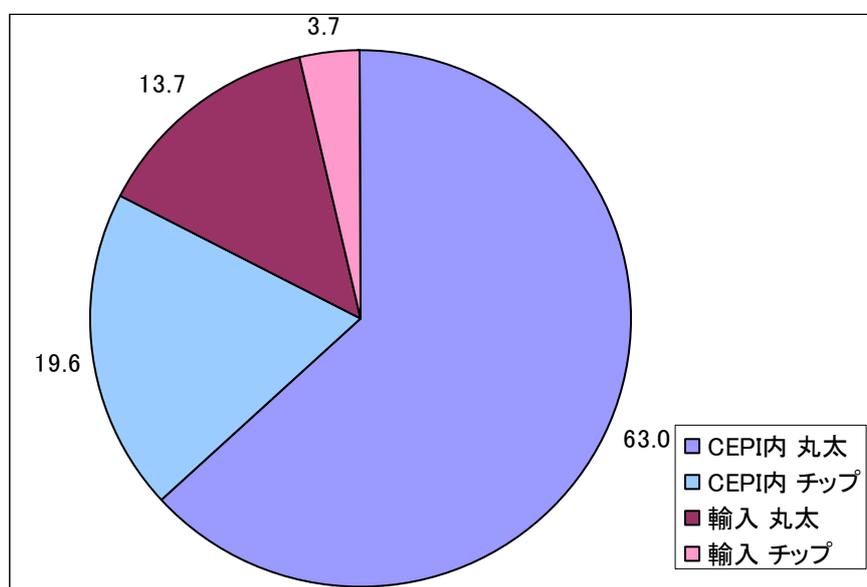
図表 I-5 原料パルプ内訳 (2009年)

種類		量 (千 t)	割合 (%)	
木質パルプ	メカニカル&セミケミカルパルプ	10,956	30.5	
	ケミカルパルプ	亜硫酸塩パルプ	2,038	5.7
		硫酸塩パルプ	22,369	62.2
非木質パルプ		584	1.6	
計		35,947	100	

(出所) CEPI's Key Statistics 2009

- 木質パルプの原料の8割以上を、CEPI加盟国内から調達している（自国とは限らない）。

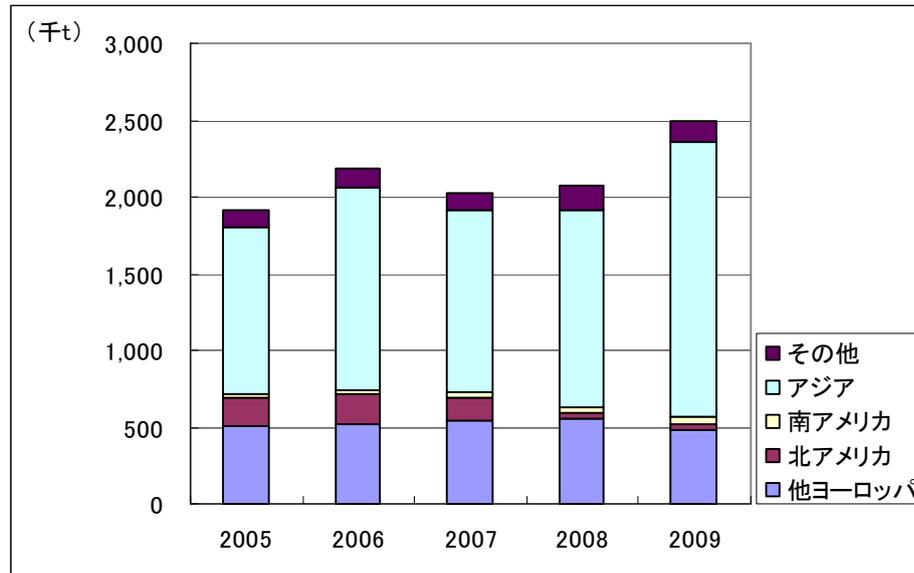
図表 I-6 木質パルプ原料供給元 (%) (2009年)



(出所) CEPI's Key Statistics 2009

- 木質パルプの貿易も行っている。
- 生産約3500万tのうち、250万tを輸出している（2009年）。主な輸出先は、アジアである。

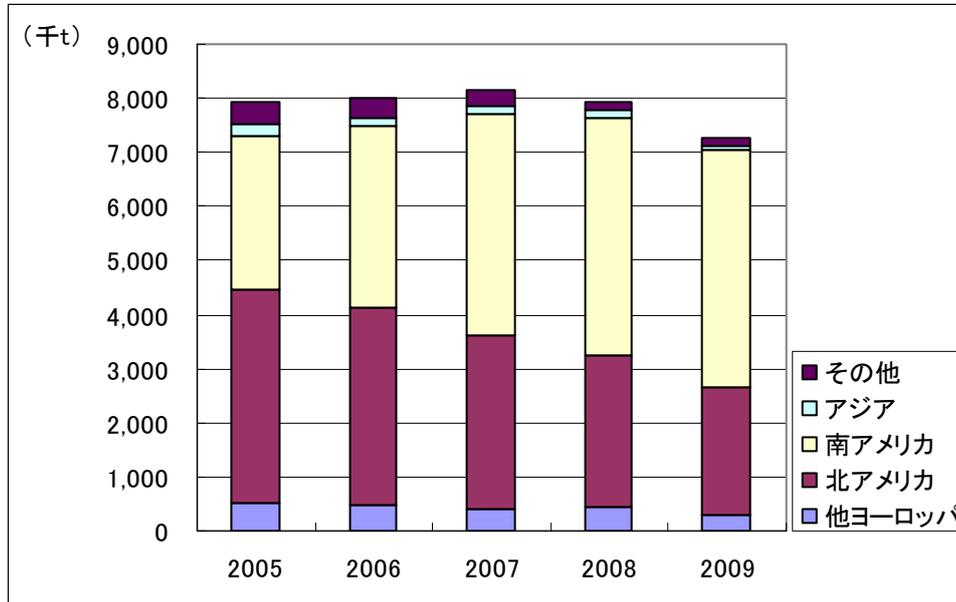
図表 I-7 CEPI 各国からの木質パルプ輸出量推移 (2005-2009 年)



(出所) CEPI's Key Statistics 2009

- 木質パルプの輸入も行っている。輸入先は、主に南北アメリカである。南アメリカからの輸入が拡大している一方、北アメリカからの輸入量は減少している。

図表 I-8 CEPI 各国への木質パルプ輸入量推移 (2005-2009 年)



(出所) CEPI's Key Statistics 2009

## 2) 古紙について

- ・ 内訳について。新聞紙と箱材料の再利用率が高く、90%を超えている。

図表 I-9 原料として再利用する古紙の内訳 (2009 年)

原料 (古紙)	製品 (千 t)					再利用率 (%)
	低質紙	クラフト紙等	新聞、雑誌	上質紙	計	
新聞紙	123	0	8,405	42	8,570	91.6
その他グラフィック紙	141	4	2,611	458	3,214	10.3
箱材料	4,545	15,602	242	722	21,111	92.9
カートンボード	1,711	380	312	833	3,236	41.9
その他包装紙	1,618	1,672	159	406	3,855	52.5
日用品	295	58	786	2,126	3,265	49.6
その他	293	1,049	96	252	1,690	43.8
計	8,726	18,765	12,611	4,839	44,941	

(出所) CEPI's Key Statistics 2009

- ・ 古紙の調達について。4,494 万 t の利用量のうち、輸入はわずかで、113 万 t (2.5%) である。

図表 I-10 古紙の調達先 (2009 年)

	量 (千 t)	割合 (%)
CEPI	43,807	97.5
他ヨーロッパ	954	2.1
北アメリカ	158	0.35
南アメリカ	1	0.002
アジア	12	0.027
その他	9	0.020
計	44,941	100

(出所) CEPI's Key Statistics 2009

- ・
- ・ 古紙の再利用率は、上昇を続けており、2009 年には 70% を突破した。

## (3) 製品について

### 1) 生産量及び消費量

- ・ CEPI 加盟国における 2009 年の紙製品生産量は、約 8,900 万 t、消費量は約 8,100 万 t であった。
- ・ 生産量、消費量ともに、全体の約 45% をグラフィック紙、約 42% を包装用紙が占める。

図表 I-11 紙製品生産量、消費量内訳（2009年）

品目		生産		消費	
		量（千t）	割合（%）	量（千t）	割合（%）
グラフィック紙	新聞紙	9,352	10.5	8,641	10.7
	その他グラフィック紙	31,077	35.0	27,685	34.3
日用品		6,579	7.4	7,125	8.8
包装用紙		37,803	42.6	34,278	42.4
その他		3,859	4.4	3,032	3.8
計		88,669	100	80,761	100

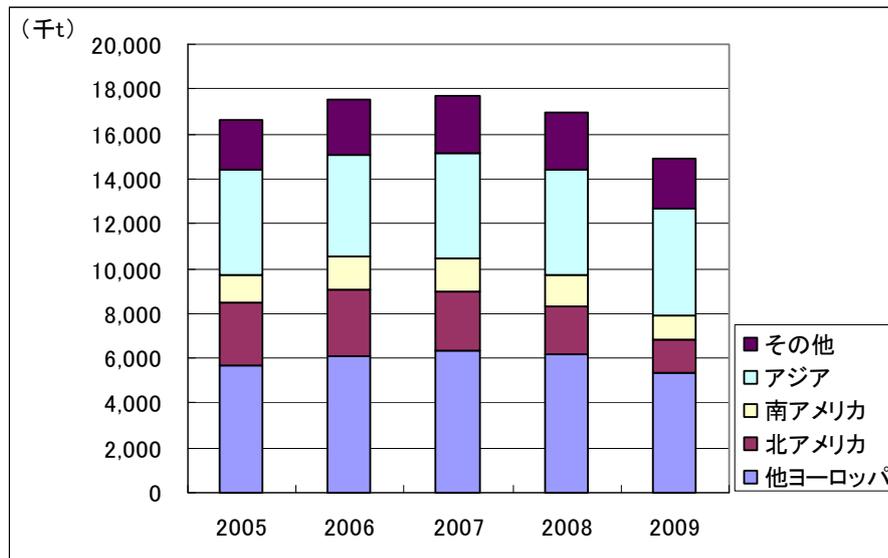
（出所）CEPI's Key Statistics 2009

- ・ 2007年から2009年にかけて生産量、消費量ともに減少しているが、傾向としては、生産は1.7%、消費は1.4%の増加を続ける見通しである。

## 2) 貿易

- ・ 輸出について。2009年は、約1,500万tを輸出している。これは、生産量の約17%にあたる。
- ・ 主な輸出先は、CEPI以外のヨーロッパ各国及びアジアである。

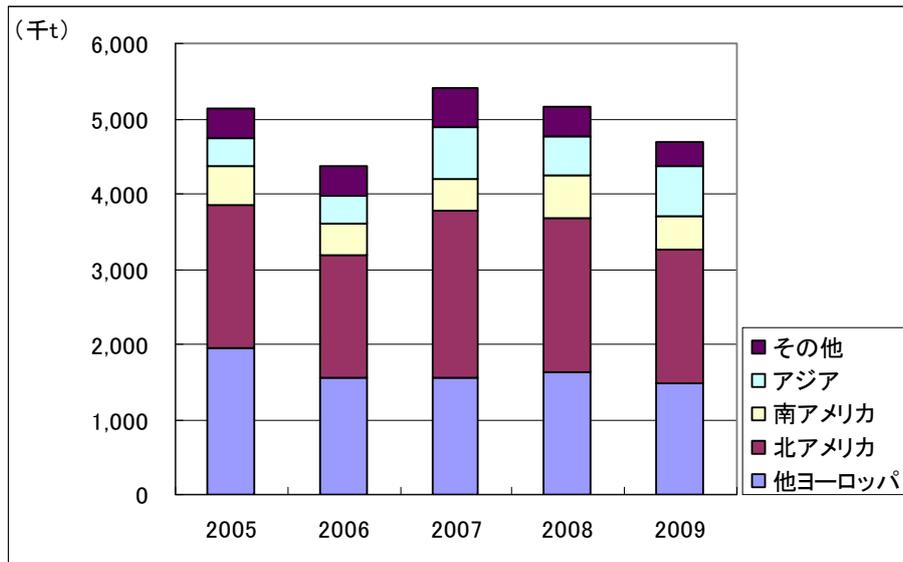
図表 I-12 CEPI各国からの紙製品輸出量推移（2005-2009年）



（出所）CEPI's Key Statistics 2009

- ・ 輸入について。主な輸入先は、CEPI以外のヨーロッパ各国及び北アメリカである。

図表 I-13 CEPI 各国への紙製品輸入量推移 (2005-2009 年)

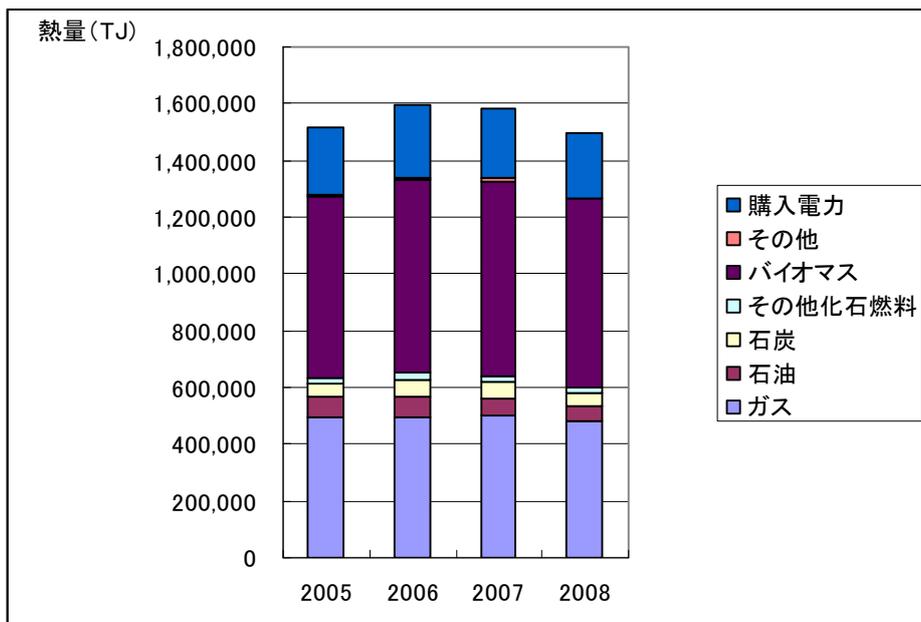


(出所) CEPI's Key Statistics 2009

(4) その他

- ・ 製紙産業でのエネルギー利用について。一次エネルギーの半分以上をバイオマスが占める。
- ・ しかし、一次エネルギーに占めるバイオマスの割合は、2005-2008 年の 4 年間で、52.3、52.9、53.7、54.4%とほとんど変化していない。

図表 I-14 CEPI 加盟国における製紙産業の一次エネルギー消費量推移 (2005-2008 年)

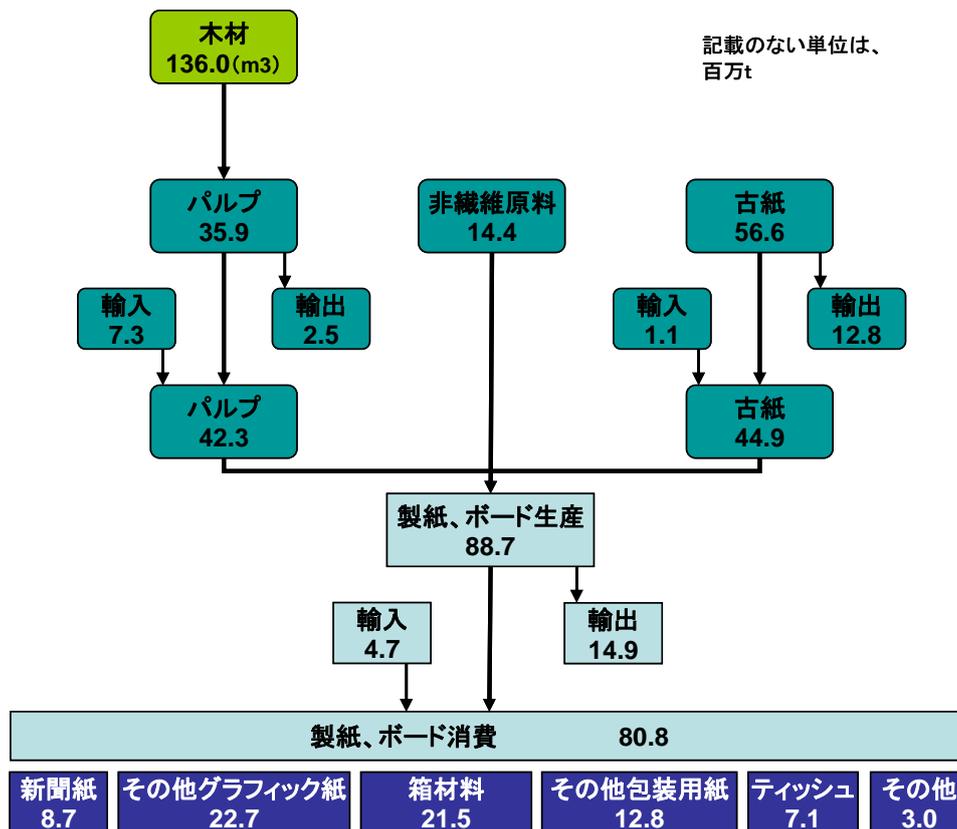


(出所) CEPI's Key Statistics 2009

(5) まとめ

- ・ ヨーロッパ（CEPI 各国）は、世界の生産量の 25%を占める製紙産出国である。原料も主に域内で調達している。
- ・ 原料及び製品の輸出入も行っているが、基本的には生産量と同等の消費が域内で生じている。

図表 I-15 生産の流れおよび生産・消費量（2009 年）



(出所) CEPI's Key Statistics 2009

## 2. 製紙業界の将来戦略・予測

### 2.1 CEPI（ヨーロッパ製紙産業連合）の将来戦略・予測

以下は、CEPI の将来予測レポート”2020 Fit for the future”<sup>6</sup>に基づき作成したものである。

#### (1) 2020 年のビジョン

- ・ 世界の紙需要は 25%増加する見通しである。
- ・ 紙・パルプ産業の活性化と同時に、省エネ、バイオマスの有効利用といった技術革新を進める。

<sup>6</sup> [http://www.cepi.org/docshare/docs/1/GGIAGHEBDHFFOJHBBECAKOFJ5LKG438O8THCM1BEHT43/CEPI/docs/DLS/CEPI\\_FutureOfPaper\\_web-20081127-00008-01-E.pdf](http://www.cepi.org/docshare/docs/1/GGIAGHEBDHFFOJHBBECAKOFJ5LKG438O8THCM1BEHT43/CEPI/docs/DLS/CEPI_FutureOfPaper_web-20081127-00008-01-E.pdf)

## (2) 戦略

### 1) 原料について

- ・ 原料（木材）の安定供給のため、持続可能な林業経営に取り組む。
- ・ 古紙の再利用率拡大を目指す。
  - 2007年現在の古紙再利用率は、64.5%である。毎年ヨーロッパで6,000万t<sup>7</sup>の古紙が回収、再利用されている。

### 2) 生産工程について

- ・ 再生可能エネルギー生産、利用を促進する。
  - 製紙産業の一次エネルギーの50%以上が、バイオマス由来である。
  - 木材からエネルギーを直接生産するよりも、木材から紙を生産し、その後エネルギー利用する方が、4倍の経済効果と6倍の雇用確保が達成できる。
  - 紙生産と同時にCO<sub>2</sub>排出削減を可能にする機器の導入を進める。
  - CHPプラントの導入を進める。
- ・ バイオマスの利用拡大を進める。
  - パルプ及び製紙生産工程においてバイオリファイナリーを行うことで、化学物質から燃料まで多様な持続可能物質を生み出す。
- ・ 技術革新を進める。
  - 乾燥工程における省エネルギー化について、技術開発中である。
  - 低カーボンフットプリント製品の生産を目指す。

### 3) その他

- ・ ただし、製紙・パルプ産業とバイオエネルギー産業が、公平に木質原料を利用できる環境の整備が必要である。
  - 原料市場への公平なアクセスが確保される必要がある。再生可能エネルギーへの助成により市場競争力がゆがめられるべきではない。
  - 資源の効率的利用を、より強調すべきである。また、再生可能な原料に着目すべきである。
- ・ 温室効果ガス排出削減に、製造業界から貢献する。
  - 世界同時不況により経済が縮小し、製造業会では生産が減少することで排出削減が進んだが、今後は経済を回復させ、省エネや高効率化により排出削減を進めるべきである。

---

<sup>7</sup> CEPI資料によると、2009年の古紙利用量は約4,500万tである（図表 I-9）。

## 2.2 研究機関の予測

以下は、フィンランド森林研究所（Finnish Forest Research Institute; METLA）研究者の研究成果に基づきとりまとめたものである。

### (1) 製紙・パルプ産業の種類別需給構造と価格の変化について

- ・ 各国の製紙・パルプ産業は、今後の紙需要と市場での競争の影響を受ける。
- ・ 主要製品である印刷・筆記用紙の需要は、北アメリカ、西ヨーロッパおよび OECD 各国で下落している。
- ・ 供給量が増加している地域は、アジア（主に製紙）および南アメリカ（主にパルプ）である。これらの地域で生産するほうが、コストが安い。
- ・ この結果、紙の価格が下落している。
- ・ 包装用紙の需要は減少している。ティッシュは需要が増加しているが、遠くまで輸出するような製品ではない。
- ・ 包装用紙およびペーパーボードの需給先は、OECD 各国からアジアへ移っている。

### (2) 製紙・パルプ産業の現状と今後の見通しについて

#### 1) 世界の動向

- ・ 製紙の消費は、高収入地域（先進国等）で低下し、低収入地域（発展途上国等）で急速に増加しており、この傾向は今後も続くと予想されている。
- ・ 高収入地域で製紙消費量が減少している原因は、インターネットの普及である。
- ・ インターネットの参入率は、低収入地域で 16.8%であるのに対し、高収入地域では 68.1%である（図表 I-16）。
- ・ 製紙・パルプ産業は今後、インターネットに取って代わられる。
- ・ 中国では、新聞紙の需要が 10%増加する一方、インターネットも急速に拡大中である。人口も増加中であるが、今後いつピークがくるか、考える必要がある。

図表 I-16 世界のインターネット普及率と製紙消費量

	人口 (百万人)	インター ネット 利用者 (百万人)	インター ネット 普及率 (%)	1人あたり 新聞紙 消費量 (kg/人)	1人あたり 印刷・筆記用紙 消費量 (kg/人)
低収入地域	5,595	940	16.8	2.5	6.4
高収入地域	992	676	68.1	24.7	72.2

(出所) Dr. Hetemaki 発表資料 (Finnish Sawmills Agent's Day, The Association of Independent Sawmills, September 17, 2009, Conference Hotel Rantapuisto, Helsinki)

※ インターネット普及率は 2009 年、製紙消費量は 2007 年

## 2) フィンランドの動向

- ・ フィンランドの製紙・パルプ産業は、今後大きく下落する見通しである。
- ・ 原因は、インターネットの普及による需要の減少、および、輸出市場での競争力低下である。

図表 I-17 フィンランドの製紙・パルプ産業の予測

	2007年 (実測) (百万t)	2020年 (予測) (百万t)	2007年から2020 年の変化	
			量 (百万t)	割合 (%)
紙・ペーパーボード	14.3	9.4	-4.9	-34
パルプ	12.9	7.5	-5.4	-38

(出所) Dr. Hetemaki 発表資料 (Finnish Sawmills Agent' s Day, The Association of Independent Sawmills, September 17, 2009, Conference Hotel Rantapuisto, Helsinki)

### 2.3 企業の取組み — UPM-Kymmene (フィンランド) の例

以下は、FINBIO (バイオマス国際会議) および UPM 本社訪問時の UPM 担当者による発表資料に基づきとりまとめたものである。

#### (1) UPM-Kymmene の概要

- ・ フィンランドの三大製紙企業の1つである。
- ・ 雑誌 *Pulp & Paper International* が毎年発表する世界の製紙企業ランキングにおいて、2010年は7位にランクインしている。
- ・ 3つのビジネスグループがある。Energy and Pulp (従業員数5,000人)、Paper (同12,000人)、Engineered materials (同6,000人) である。
- ・ Paper 部門が最大であり、様々な種類の紙を扱っている。
- ・ 森林管理及び製材は、Energy and Pulp 部門で行われている。UPMは100万haの森林を所有し、自社で利用する木材の10%を毎年自社有林から調達している。製材生産量は、240万m<sup>3</sup>/年である。
- ・ 合板は、Engineered materials 部門に含まれる。Engineered materials では他に、RFID や wood-plastic composites などに取り組んでいる。廃棄物利用などは、現在は小さなビジネスだが、今後の普及を期待している。
- ・ 2009年の売り上げは77億€である。部門別ではPaperが72%、残りの2分野が同程度ずつである。

図表 I-18 UPM-Kymmene 事業規模 (2009 年)

	Energy and Pulp			Paper	Engineered materials		計
	エネルギー	パルプ	森林・木材	製紙	ラベル	合板	
売上高 (百万€)	472	653	1,337	5,767	943	306	9,478
従業員数 (人)	92	1,516	3,607	12,161	2,595	3,292	23,263
シェア (%) (売上高ベース)	5.0	6.9	14.1	60.8	9.9	3.2	100

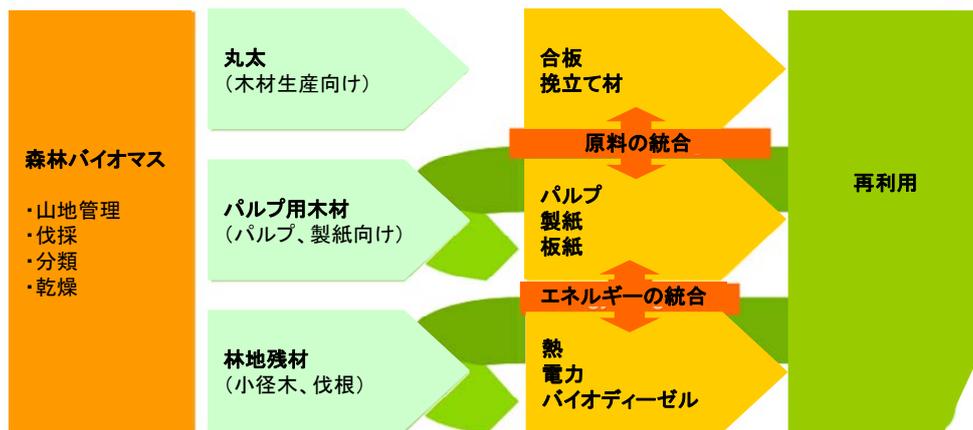
(出所) UPM Annual Report 2009

- ・ バイオ製品や森林資源に着目している企業ということで、自らを Biofore Company と称している。具体的には、バイオ燃料、バイオケミカル、ナノセルロースなどの開発に取り組んでいる。

## (2) UPM-Kymmene の戦略

- ・ 木材をカスケード利用し、持続可能な産業とすることを主張している。

図表 I-19 原料の効率的利用



(出所) 2010/9/3 UPM 本社訪問時 発表資料

- ・ 新しい注目事業として、5つを掲げている。
  - 5事業とは、バイオ燃料、バイオケミカル、ナノセルロース、RFID タグ、バイオ合成、である。
  - 製紙・パルプ産業以外に注目している点が特徴である。

### 1) バイオ燃料について

- ・ UPM の主要事業であり、40TWh/yr のバイオエネルギー生産を行っている。
- ・ UPM で生産しているエネルギーの70%が再生可能エネルギーである。そのうち70%がバイオマス由来（加工工程での利用および地区暖房利用）、残りが水力、風力、原

子力等である。

- ・ UPM のバイオ燃料の基準は、CO<sub>2</sub> を 80%以上削減できること、食料と競合しないこと、持続可能なサプライチェーンを構築できることである。
- ・ バイオ燃料の需要は拡大している。2020 年には市場規模が 1,000 億€ に達すると見込まれている。

## 2) 液体バイオ燃料について

- ・ 液体バイオ燃料原料の第 2 世代への拡大（糖質やでんぷん質を原料としていた第一世代に加え、木材や草本などセルロースを用いる）を目標としている。
- ・ 第 2 世代バイオディーゼルコンセプトとして、バイオマス乾燥、ガス化・オイル化、FT 合成・改良を掲げている。
- ・ 第 2 世代バイオエタノールコンセプトと称し、廃棄物を管理しエタノールプラントで使用している。
- ・ バイオ燃料第 2 世代への移行のために必要となるのは、生産にあたってはバイオマスや電力との競争力獲得、投資補助、消費にあたっては混合の義務化、他燃料への課税などの施策である。

図表 I-20 UPM における液体バイオ燃料事業の進捗

液体バイオ燃料	場所 (プラント等)	現状	備考
バイオディーゼル	Kuusankoski (フィンランド)	EIA (環境影響評価) 終了	木材からバイオ燃料を生産するためのガス化技術に関しては、オーストリアの Andritz/Carbona 社 (プラントのシステム整備企業) と共同で技術開発。初回試験はアメリカにて終了し、最終試験は 2010 年に行われる。
	Rauma (フィンランド)	EIA 終了	
	Stracel (フランス)	EIA 開始	
バイオエタノール	パイロットプラント	稼動試験終了	VTT (フィンランド技術開発センター)、Poyry 社 (フィンランドのコンサルティング&エンジニアリング企業) と協力
バイオオイル	バイオマス発電プラント	研究段階	バイオオイルと再生可能エネルギー生産の統合に関し、特許を取得

(出所) UPM Annual Report 2009

(参考) バイオオイルとは

<バイオオイルとは>

- ・ 植物資源を、液化技術により油状物質に変えたもの。
- ・ 製造コストは、石炭の約 6 倍、石油の 3 倍。
- ・ NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub> 放出の少ないクリーンなエネルギー。

<原料、製法>

- ・ 原料を乾燥後、粉碎。これを反応装置に投入し、無酸素雰囲気下で約 500℃に急速加熱。触媒を用いず、温度および雰囲気の制御により反応を進行させる。反応生成物を冷却して得られる褐色の液体がバイオオイルである。
- ・ 原料に針葉樹を使い、1 時間に 5kg 処理できる装置で処理した場合、原料に対し約 75% となる。副産物としてガスと残渣（炭化物）が生じ、これらは反応装置の加熱に用いられる。

<性質、用途>

- ・ pH=2.3（酸性）、密度 1.2g/cm<sup>3</sup>、粘度は 40℃で 40~200cp（センチポアズ）でやや粘ちょう。木材を熱分解しているため、臭いは木酢液やタールと似ている。
- ・ 石油と同様に分離、生成することにより、有用化成品、燃料（タービン、ボイラー、ディーゼルエンジン用）等への利用が検討されている。

<研究開発>

- ・ アメリカ、カナダを含む 17 ヶ国の主要研究機関、民間企業がパイロリシス・ネットワークを形成し研究を進め、その成果は PyNe という雑誌を通じメンバーに報告されている。
- ・ BFH（ドイツ連邦林業林産研究所）では、EU プロジェクトとして開発を行っている。

(出所)「バイオオイルーバイオマスをエネルギーに変換するー」本間千晶（林産試だより、2001 年 3 月号）  
(<http://www.fpri.asahikawa.hokkaido.jp/rsdayo/10103020203.pdf>)

図表 I-21 液体バイオ燃料の種類

液体バイオ燃料	定義、特徴／等
バイオエタノール	バイオマスを発酵させ、蒸留して生産されるエタノール。一般にサトウキビやとうもろこし、米等の糖質又はデンプン質作物が原料として用いられる。近年は、廃材などの木質系バイオマスを原料に、セルロースを特殊な方法により糖化させてからエタノールを製造する技術の開発も進められている。
バイオディーゼル	油糧作物（なたね、ひまわり、パーム）や廃食用油といった油脂を原料として製造する軽油代替燃料。引火点は軽油より高く、取扱上の安全性は高い。粒子状物質（PM）は、規制基準の 1/7~1/3 の排出量。黒鉛濃度、SO <sub>x</sub> は軽油に比べて大幅に低下するが、NO <sub>x</sub> は増加。軽油より密度・粘度が高いため、寒冷地での使用に問題あり。
バイオオイル	木質材料等の植物資源を、液化技術により需要物質に変えたもの。

(出所)「バイオエタノールとは」(農林水産省) ([http://www.maff.go.jp/j/biomass/b\\_energy/pdf/bea\\_01.pdf](http://www.maff.go.jp/j/biomass/b_energy/pdf/bea_01.pdf))

「バイオディーゼル(BDF)とは」(農林水産省) ([http://www.maff.go.jp/j/biomass/b\\_energy/pdf/bdf\\_01.pdf](http://www.maff.go.jp/j/biomass/b_energy/pdf/bdf_01.pdf))

(参考) ドイツ、コーレン・インダストリーズ社

NEDO 海外レポート<sup>8</sup>およびコーレン社ホームページ<sup>9</sup>を参照し、とりまとめたものである。

- ・ 炭素を含む固体から合成ガスを精製する技術を開発している企業である。
- ・ ドイツのザクセン州フライベルク市に位置する。
- ・ 主な事業部門は、Chemicals、Energy、Transport fuel の3つであり、Transport fuel の中でBTL (Biomass to Liquid; 液体バイオ燃料・・・原料となるバイオマスをガス化させて合成ガスとし、これを液体燃料とする) を取扱っている。

図表 I-22 燃料の分類

	バイオ燃料				合成燃料	
	第1世代		第2世代			
	供給原料	大豆油 動物油	サトウキビ テンサイ トウモロコシ	わら	木材 わら	天然ガス
製造工程	エステル交換	発酵	発酵 (酵素による加水分解)	ガス化 FT合成 液化		
製品	バイオディーゼル FAME (脂肪酸メチルエステル)	バイオエタノール	セルロースエタノール	BTL (バイオ液体燃料)	GTL	CTL

※ バイオオイルは、図内のBTL (バイオ液体燃料) に相当する。

(出所) コーレン社ホームページ (<http://www.choren.com/en/applications/transport-fuel/btl/>)

- ・ BTL の技術開発には、シェル、ダイムラーベンツ、フォルクスワーゲンが支援している。
- ・ 間伐材および廃材などの木質バイオ原料から燃料を生産する。同社が開発したCarbo-V法により原料をガス化し、さらにフィッシャー・トロプシュ法<sup>10</sup> (FT合成) により液体に燃料 (商品名「Sun Diesel」) とする。
- ・ 政府からの支援に関しては、なくなることはないと楽観視している。原料確保のために、植林事業を行っている。

### 3) バイオケミカル、ナノセルロースについて

- ・ 薬品・化粧品やエレクトロニクス、包装容器など、様々な産業に関わる。高付加価値製品を生み出す。

<sup>8</sup> <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1026/1026-13.pdf>

<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1010/1010-07.pdf>

<sup>9</sup> <http://www.choren.com/en/>

<sup>10</sup> 一酸化炭素と水素から、鉄やコバルトの化合物等を用いた触媒反応により液体炭化水素を合成する手法のこと。石油の代替品となる合成油や合成燃料を作り出すことが目的である。

- ・ 木材をカスケード利用、リサイクルする。バイオリファイナリーにおいて最大限の付加価値をつけることを目的としている。
- ・ 具体的には、化粧品や医薬品に使うことができれば、現在の紙や木材利用に比べて、はるかに高い付加価値をつけることができる。

#### 4) RFID タグについて

- ・ RFID (Radio Frequency Identification) とは、ID 情報を埋め込んだタグから電波を用いた近距離の無線通信により情報をやり取りする技術である。
- ・ 1997 年より、RFID タグ技術開発の取組を開始し、この 10 年間で、高周波や極超短波を受信可能な、情報容量の大きいタグへ技術革新を進めてきた。
- ・ 2009 年には、UPM Pro RFID Alliance というグローバルパートナーネットワークプログラムを立ち上げた。

#### 5) バイオ合成について

- ・ 木質繊維とプラスチックの合成技術の開発に取り組んでいる。
- ・ 合成繊維は、丈夫で湿気に強いという特徴を持つ。

### 3. まとめ

- ・ 製紙業界は、今後も製紙産業を軸に生産を拡大しつつ、バイオエネルギー等の技術革新にも取り組む意向である。
- ・ 研究機関は、製紙需要の減少を予測している。
- ・ 個々の企業は、製紙業以外を重視し、取り組みを開始している。

## II. 日本の製紙業界の国産材利用に向けた論点

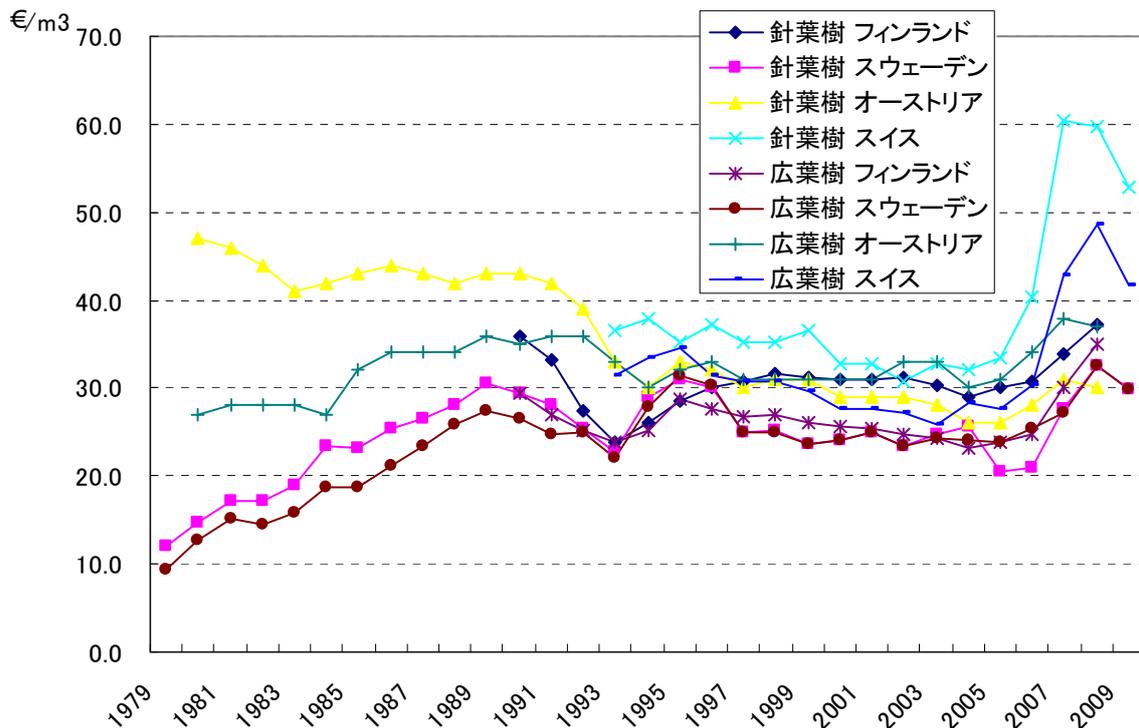
本資料は、第4回研究会資料「製紙業界の今後の見通しと国産材利用の可能性」の補足資料として作成した。

### 1. 国産チップの利用可能性について

#### (1) 製紙会社は国産材を買い叩いているのか

- ・ 国産チップと輸入チップの価格の単純比較は難しいが、日本製紙連合会の推定によると針葉樹チップでは価格はほぼ同等で、広葉樹についてはむしろ国産チップの方が高い時期があったのが実態である。
- ・ また、工場着のチップ価格には、チップ化費用及び流通費用が含まれている。
- ・ この部分の影響を除外するために、参考までに欧州主要林業国のパルプ材丸太の価格を見てみると、針葉樹と広葉樹の価格差は明確ではなく、原木価格が高騰した2007年以前では概ね20~40€/m<sup>3</sup>の間で推移してきたことが分かる。
- ・ なお、農林水産省統計部「木材統計」によれば、2007年の日本のチップ向け丸太価格は針葉樹が4,800円/m<sup>3</sup>、広葉樹が8,200円/m<sup>3</sup>となっている。

図表 II-1 欧州主要林業国のパルプ材丸太の価格



(注) 林道端価格。フィンランド、スウェーデンの針葉樹は Spruce (トウヒ)、オーストリア、スイスの針葉樹は Spruce/Fir (トウヒ・モミ)。フィンランド、スウェーデン、オーストリアの広葉樹は Birch (カバノキ)、スイスは Harwood とまとめられている。

(出所) 「Finnish Statistical Yearbook of Forestry 2009」(METLA, 2010)

## (2) チップ規格について

- 日本では欧州（CEN）のようなチップ規格は存在しない。
- 一般的には、取引先から以下のような品質基準が示されていると言われている<sup>11</sup>。
  - サイズの許容範囲
  - 樹皮の混入率（白チップの場合）
  - スリーバーの量（箸状の細棒など、主に刃物の調整不足が原因）
  - 節付きや腐れチップの混入率
  - ダストの混入率
  - 異物混入率（金属片やプラスチック等）／等
- ただし、このような基準について工場によりバラつきが大きいのも事実である。
- このようなバラつきが生じている要因としては、国産チップの調達が各工場及び製紙工場の関連子会社に委ねられており、地元のチップ工場等のつながりの中で、お互いに取引しやすい形態に落ち着いたというのが実態のようである。
- チップについての規格を標準化するべきかは、一つの論点になりうるだろう。

図表 II-2 チップサイズの許容範囲

区 分		最長	平均	最短
長さ(mm)	範 囲	18.0～50.0	16.0～40.0	3.0～30.0
	平 均	33.3	20.8	16.0
幅(mm)	範 囲	20.0～80.0	3.0～25.0	3.0～20.0
	平 均	37.6	19.4	8.9
厚さ(mm)	範 囲	3.0～10.0	3.0～22.0	2.0～5.0
	平 均	6.3	4.7	2.9

(出所)「製紙用チップ・チップ用原木の安定取引普及事業調査・分析事業報告書」  
全国木材チップ工業連合会（2010年3月）

図表 II-3 樹皮・スリーバ・ダスト混入率の許容範囲

混入率の 許容範囲	樹 皮		スリーバー		ダスト	
	件数	%	件数	%	件数	%
0	13	34	3	8	2	6
1%以内	2	5	11	28	16	48
1～2%	3	8	5	13	3	9
2～3%	12	32	9	23	6	18
3～5%	7	18	2	5	1	3
5%以上	1	3	9	24	5	15
回答件数	38	100	39	100	33	100

注) 件数は許容範囲に該当する工場数を表す。

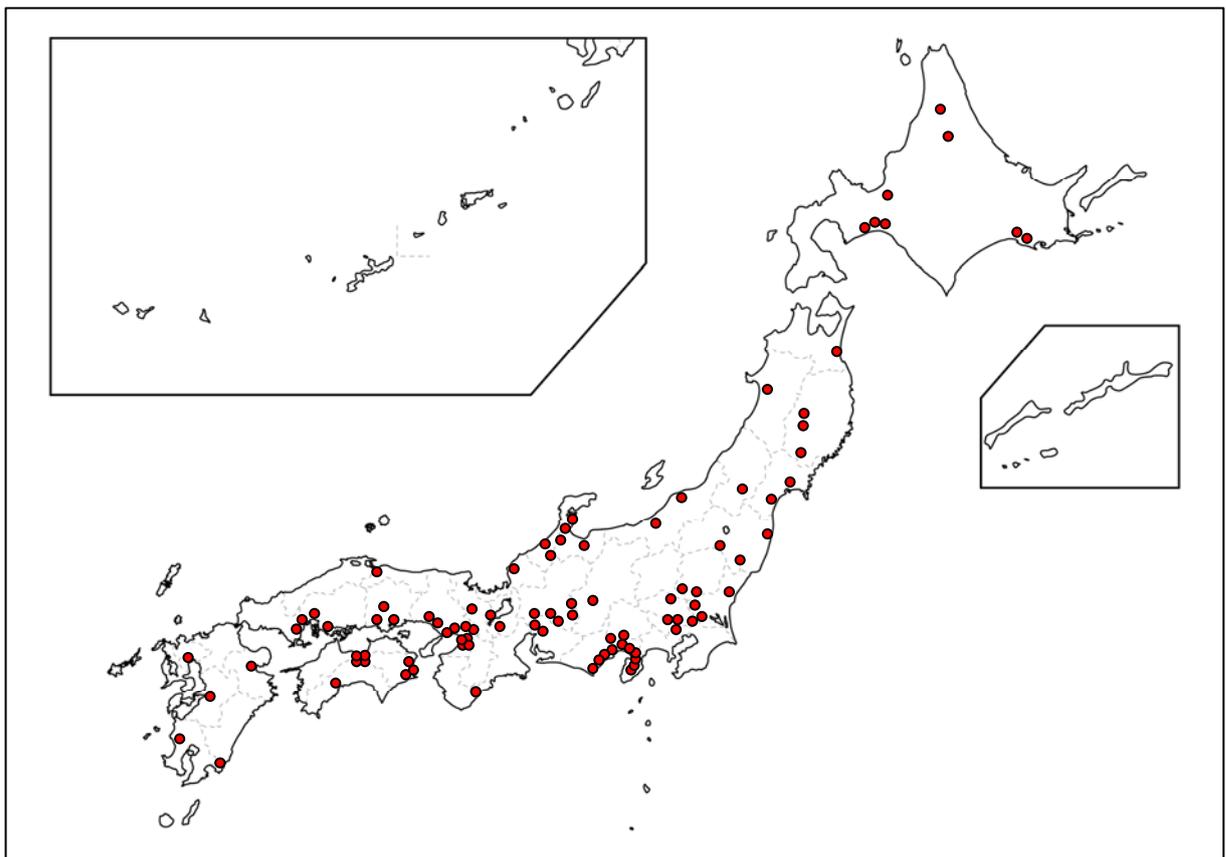
(出所)「製紙用チップ・チップ用原木の安定取引普及事業調査・分析事業報告書」  
全国木材チップ工業連合会（2010年3月）

<sup>11</sup> 「製紙用チップ・チップ用原木の安定取引普及事業調査・分析事業報告書」全国木材チップ工業連合会（2010年3月）

### (3) 製紙工場の位置図と資源の対応関係

- ウェブ検索・文献調査では、関連する論文を見つけることはできなかった。
- 年産 10 万 t 以上の製紙工場は、全国に 94 ヶ所ある。主に、沿岸部に位置している。
- 日本製紙連合会へのヒアリングによれば、各工場により生産ライン、製品が異なっており、例えば三菱製紙グループの北上ハイテクペーパー<sup>12</sup>（岩手県）や兵庫パルプ工業の谷川工場<sup>13</sup>（兵庫県）のように、内陸部に存在し、100%国産チップでパルプを生産している工場もある。
  - 北上ハイテクペーパーは、国産の広葉樹チップを使って写真プリントのベースペーパーを生産している。
  - 兵庫パルプ工場の 2009 年度の原材料構成は、製材廃材（57%）、解体材（26%）、低質材・間伐材・林地残材（17%）となっている。
- また、製紙工場の立地を規定する要因としては、他に工業用水等が挙げられる。

図表 II-4 製紙工場分布（年産 10 万 t 以上）



(出所)「製紙業界における環境改善の取り組み」(経済産業省)より MURC 作成  
([http://www.meti.go.jp/policy/energy\\_environment/kankyokeiei/environmentguideline/downloads/1st\\_update/01fu\\_dat\\_0401.pdf](http://www.meti.go.jp/policy/energy_environment/kankyokeiei/environmentguideline/downloads/1st_update/01fu_dat_0401.pdf))

<sup>12</sup> 北上ハイテクペーパー株式会社ホームページ <http://www.kitakami-hitec.co.jp/>

<sup>13</sup> 兵庫パルプ工業株式会社ホームページ <http://www.hyogopulp.co.jp/ihou/02basic.html>

#### (4) 経済産業省の資源自給率を高める政策について

エネルギー基本計画（平成 22 年 6 月）に基づきとりまとめたものである。

- ・ 経済産業省は、エネルギー基本計画の中で、エネルギー自給率や自主開発資源比率の向上に向け、数値目標を設定している。
- ・ ただし、目標は化石燃料およびベースメタル、レアメタルについてであり、原料木材の自給について触れている政策ではない。
  - 2030 年までに、エネルギー自給率（現状 18%）および化石燃料の自主開発比率（現状約 26%）をそれぞれ倍増させる。
  - 上記 2 つにより、自主エネルギー比率を約 70%（現状約 38%）とする。
  - ベースメタル（銅・亜鉛）の自給率（海外資源開発やリサイクルによる供給源確保を含む）を、2030 年に 80%以上とする。
  - レアメタルのうち、戦略レアメタル<sup>14</sup>の自給率を 2030 年に 50%以上とする。

図表 II-5 化石燃料の目標（2030 年まで）

燃料種	対象	目標値	現状
化石燃料	自主開発資源比率	倍増	約 26%
国産を含む石油および天然ガス	自主開発比率 <sup>15</sup>	40%以上	約 20%
石炭	自主開発比率	60%以上	約 40%

（出所）エネルギー基本計画（経済産業省）

## 2. バイオマスエネルギー利用

### (1) 日本の製紙工場のバイオマスボイラー導入状況

- ・ 2008 年現在、23 の製紙工場にバイオマスボイラーが導入されている<sup>16</sup>。
- ・ また、RPF 等も含まれると思われるが、「新エネルギー」を燃料とするボイラー数は 39 基（全 180 基中）である<sup>17</sup>。
- ・ 製紙業界では 2000 年代に入り、木質バイオマス（木くず）、RPF、廃タイヤのエネルギー利用を進めてきたが、2009 年以降は頭打ちの傾向を予測している。
- ・ この理由としては、主要なボイラーの転換が終了したことと、これ以上の原料調達に困難であることが挙げられている<sup>18</sup>。
- ・ なお、欧州では原木から調達し、原材料が集まりやすいが、日本の製紙工場はそのような状況にはない。

<sup>14</sup> レアアース、リチウム、タングステン等、安定供給のために政策資源の集中投入が必要と考えられるもの

<sup>15</sup> 石油および天然ガスの輸入量および国内生産量の合計に占める、わが国企業の権益下にある石油・天然ガスの取引量（国産を含む）の割合

<sup>16</sup> 日本製紙連合会資料

<sup>17</sup> 「紙パルプ工業設備調査報告書」日本製紙連合会（2008 年）

<sup>18</sup> 2010 年 11 月 11 日に行なった日本製紙連合会上川潔氏へのヒアリングによる。

## (2) スウェーデンの RPS (参考)

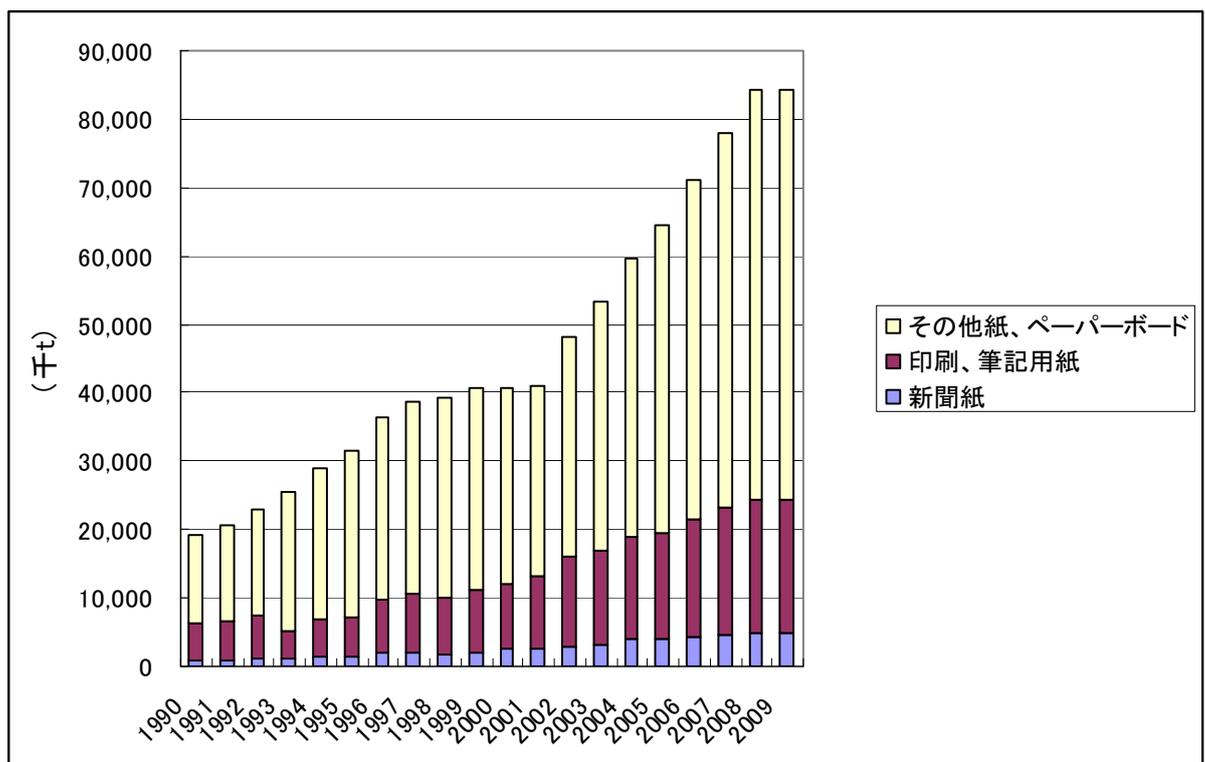
- ・ スウェーデンでは、製紙業界にバイオマスエネルギーの利用を促進させるために、RPS 制度の中で、優遇措置を設けている<sup>19</sup>。
- ・ その内容は、スウェーデンの RPS 制度の一種である「Electricity Certification System (電力証書システム、ESC)」の中で、製紙業界の買取義務量から、バイオマスエネルギーからの発電量分を控除するものである。
- ・ スウェーデンの ESC 制度においては、電力供給事業者だけではなく、電力集約型製造事業者も買取が義務付けられており<sup>20</sup>、製紙業界はこの部分で免除があるということである。

## 3. 製紙業界の貿易

### (1) 中国の紙消費拡大

- ・ 中国における紙の消費量は、2003 年頃から急速に増加している。
  - 1990 年の約 1,900 万 t から 2009 年の約 8,400 万 t へ、20 年間で 4.4 倍増加した。
- ・ 製紙のうち、最も増加量が大いなのは、その他紙、ペーパーボードである。

図表 II-6 中国の製紙種類別消費量推移 (1990-2009 年) (単位: 千 t)



※ 【生産量+輸入量-輸出量】として消費量を計算。

(出所) FAO ホームページ (<http://faostat.fao.org/site/626/DesktopDefault.aspx?PageID=626>)

<sup>19</sup> 「Bioenergy Policy and Market Development in Finland and Sweden」 Ericsson et al., 2004

<sup>20</sup> 「欧州の再生可能エネルギー支援政策の追加費用とその転化規定」 電力中央研究所報告 Y08011, 2009 年

図表 II-7 中国の製紙消費量変化（1990年と2009年の比較）

		新聞紙	印刷、 筆記用紙	その他紙、 ペーパーボード	計
消費量（千t）	1990年	915	5,403	12,855	19,173
	2009年	4,994	19,470	59,759	84,223
増加率（%）		546	360	465	439

（出所）FAO ホームページ（<http://faostat.fao.org/site/626/DesktopDefault.aspx?PageID=626>）

(2) 日本の輸出先、輸出内容の内訳

- ・ 中国向けの輸出量が圧倒的に大きく、次いでアメリカ、タイである。
- ・ 中国向け輸出量は、全輸出量の約27%を占める。

図表 II-8 日本の製紙の主な輸出先および輸出量（2008年）

順位	新聞紙		新聞紙以外の 紙、ペーパーボード		計	
	輸出先	輸出量（t）	輸出先	輸出量（t）	輸出先	輸出量（t）
1	中国	53,000	中国	392,550	中国	445,550
2	マレーシア	42,000	アメリカ	175,542	アメリカ	175,542
3	タイ	41,068	タイ	121,246	タイ	162,314
4	シンガポール	21,000	韓国	117,666	マレーシア	130,370
5	オーストラリア	4,000	マレーシア	88,370	韓国	117,666
6	インド	2,000	オーストラリア	57,570	シンガポール	66,027
7	バングラ ディッシュ	1,679	シンガポール	45,027	オーストラリア	61,570
8	スリランカ	1,673	ベトナム	43,688	ベトナム	43,688
9	フィリピン	1,112	インドネシア	32,733	インドネシア	33,105
10	パキスタン	916	フィリピン	30,845	フィリピン	31,957
輸出量計	-	169,000	-	1,455,000	-	1,624,000

（出所）FAO ホームページ（<http://faostat.fao.org/site/628/DesktopDefault.aspx?PageID=628>）

## 第3章 木造建築

### I. 世界における木造建築推進の動き

#### 1. 公共建築の木造化

- ・ カナダでは、木材産業の盛んなブリティッシュ・コロンビア州 (BC 州) において、「Wood First Act」と呼ばれる行動指針が議会で議決され、州が建設する建築物の主要材料を木材とする方針が立てられた。
  - BC 州内のプリンスジョージ市では、この行動指針に従う旨の決議文を公表している。
- ・ フランスでは、2010 年 12 月以降に建築が決定した公共建築物に対し、床面積あたりの木材利用量を定める命令を公布している。
- ・ ニュージーランドでは、木造建築を推進する取組に対し、政府が資金を投入している。
- ・ 日本においても、公共建築等における木材利用に関する法律が施行され、法律による措置、木造木技術基準の整備、予算による支援により木材利用促進を進めていくところである。

図表 I-1 公共建築の木造化を促進する制度等

国・地域	法律・制度 (種別)	発効	内容
カナダ (BC 州)	Wood first act (行動指針)	2009/10/29	BC 州の Building Code (建築基準法) の範囲内で、州が新たに建設する建築物の主要材料を木材とする。
フランス	Decree on the use of wooden materials in certain buildings (行政命令)	2009/12	<p>【2010 年 12 月 1 日～2011 年 11 月 30 日に建設が決まった建築物】 床面積 1m<sup>2</sup> あたり 0.02m<sup>3</sup> 以上の木材を使わねばならない。 ただし、屋根材料が木材以外もしくは屋根がない場合は、床面積 1m<sup>2</sup> あたり 0.003m<sup>3</sup> (産業、貯蔵および輸送業用の建築物)、0.007m<sup>3</sup> (その他建築物) 以上の木材利用とする。</p> <p>【2011 年 12 月 1 日以降に建設が決まった建築物】 床面積 1m<sup>2</sup> あたり 0.035m<sup>3</sup> 以上の木材を使わねばならない。 ただし、屋根材料が木材以外もしくは屋根がない場合は、床面積 1m<sup>2</sup> あたり 0.005m<sup>3</sup> (産業、貯蔵および輸送業用の建築物)、0.01m<sup>3</sup> (その他建築物) 以上の木材利用とする。</p>
ニュージーランド	Promoting sustainable wood-based building materials (行動計画)	2007/9	<p>政府が建設する 4 階建てまでの建築物には、原則として木材を利用する。</p> <p>これに、建築における木材利用のための教員ポストの確保 (2 大学)、技術者や建築家、デザイナーが木造建築に関する情報を得られる Web サイトの構築、木造建築の事例 (政府の建物 2 つ) という 3 つを加えた計 4 つのイニシアチブに対し、2012 年までに計 343 万 NZ ドル (約 2 億 1,600 万円) を政府が投資する。</p>

国・地域	法律・制度 (種別)	発効	内容
日本	公共建築等における木材の利用の促進に関する法律 (法律)	2010/10/1	<p>【国・地方公共団体の責務】 公共建築物における木材の利用に努めなければならない。</p> <p>【方針策定】 農林水産大臣および国土交通大臣が基本方針を定め、これに基づき都道府県および市町村が方針を定める。</p> <p>【木材の円滑供給のための体制整備】 木材製造業者は、施設設備等に取り組む計画（木材製造高度化計画）を立て、農林水産大臣の認定を受けることができる。 認定を受けた場合、林業・木材産業改善資金助成法の特例等の措置を講ずる。</p> <p>【その他】 国および地方公共団体は、公共建築物以外の木材利用の促進に努める。</p>

(出所) カナダ BC 州議会ホームページ ([http://www.leg.bc.ca/39th1st/1st\\_read/gov09-1.htm](http://www.leg.bc.ca/39th1st/1st_read/gov09-1.htm))

CEI-Bois ホームページ

([http://www.cei-bois.org/files/Doc2752\\_French\\_Decree\\_on\\_use\\_of\\_wood\\_in\\_construction.pdf](http://www.cei-bois.org/files/Doc2752_French_Decree_on_use_of_wood_in_construction.pdf))

ニュージーランド農林省ホームページ

(<http://www.maf.govt.nz/climatechange/slm/investment-sheets/wood-based-building.pdf>)

「公共建築等における木材の利用の促進に関する法律」(林野庁)

(<http://www.rinya.maff.go.jp/j/riyou/koukyou/pdf/sokusin1.pdf>)

## 2. 建築基準法の改正

- 近年、木造建築の階数規制等が緩和され、大規模木造建築が可能となる国が増加している。

図表 I-2 各国の木造建築に関する規制

国	木造建築の階数規制	備考
デンマーク	4 階	
フィンランド	4 階	
スイス	6 階	
UK	7 階	
スウェーデン	制限なし	6 階建ては、一般的である

(出所) Use Wood (German Timber Promotion Fund)

(<http://www.wrcla.org/pdf/TackleClimateChange.pdf>)

- 日本における建築物への木材利用の規制は、2000 年の建築基準法改正により大幅に緩和されているが、安全な建築物を設計・建築するためのルールは存在しており、耐震・対課・室内環境などの一般的なルールを満たす必要がある。
  - 高さが 13m を超える、または軒高が 9m を超える木造建築物は、一定の防火上の基準を満たすことが必要である（主要構造部を 1 時間準耐火構造とし、建築物の周囲に 3m 以上の通路を設置する／等）。
  - その他、用途による規制も存在する（劇場、ホテル、学校／等）。
- 日本のルールは建築の規模や立地条件、用途により異なり、やや複雑である。木造建築を促進するには、これらの規制を緩和あるいは明確化し、中規模以上の木造建築を進める必要があると考えられる。

### 3. グリーンビルディング評価制度

#### (1) 世界の動き

##### ① グリーンビルディング評価制度とは

- ・ グリーンビルディングとは、環境に配慮した建築物・不動産である。建築物の環境性能を評価する仕組みが、グリーンビルディング評価制度である。
- ・ 現在は、世界中で 20 以上の環境性能評価プログラムの団体が確立している。
  - 最初にできた団体は、1990 年に英国で発表された BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) である。
  - 1996 年には、国際的な企業の環境配慮行動を評価対象とした ISO14000 シリーズが制定された。
  - 1999 年には各国のグリーンビル関連団体を束ねる World Green Building Council が発足した。
  - 現在は、米国の LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) が最も一般的とされているようである<sup>21</sup>。
  - 日本にも、CASBEE (建築物総合環境性能評価システム) が存在する。

##### ② 今後について

- ・ 今後 1、2 年の間に 40 以上の国規模の団体が同様のものを模索している。

図表 I-3 グリーンビルディング評価制度の 2020 年予測

##### < 認証実績について >

- ・ 世界におけるグリーンビルディング評価制度の適用は、2010~2020 年で 60 億平方フィートから 530 億平方フィートまで増加する。

##### < 認証される建築物について >

- ・ グリーン認証ビルのうち商業ビルの占める割合が約 8 割になる (現状 73%)。
- ・ ビジネス分野では、グリーン認証の多くが、新築ではなく既存の建築に対して与えられる。
- ・ 住宅市場ではグリーン認証のほとんどが新築不動産である。

##### < 評価団体について >

- ・ 北米では LEED、英国では BREEAM が、現状と変わらず国内のグリーン建築市場を支配している。
- ・ 新しいプログラムが開始される中国やインドが、グリーン認証による新築の 30% を占める。

(出所) 「世界のグリーンビルディング評価制度の市場分析と予測：商用と住宅の新築と既存建築物の環境性能 -Green Building Certification Programs: Global Certification Programs for New and Existing Buildings in the Commercial and Residential Sectors: Market Analysis and Forecasts」 (アメリカ、パイクリサーチ社)

<sup>21</sup> Noel & Kozak 「MATERIAL SELECTION FOR GREEN BUILDING DESIGN: Measuring Architect Preferences」 (Presentation in pre-conference to the IUFRO World Congress, 2010)

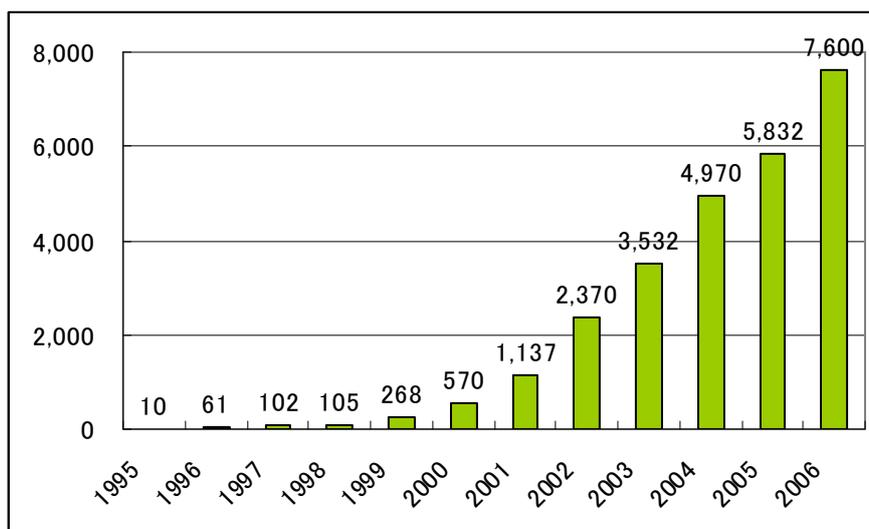
## (2) 代表的な認証について

### ① LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)

以下は、NEDO 海外レポート<sup>22</sup>、ニッセイアセットマネジメント CSR レポート<sup>23</sup>、および LEED ホームページ<sup>24</sup>、ウッドマイルズ研究ノート<sup>25</sup>に基づきとりまとめたものである。

- LEED は、1999 年に、物件の環境性能を総合的に評価する認証プログラムとして発表された。
- 米国グリーンビルディング協議会 (USGBC: U.S. Green Building Council) により運営されている。
  - USGBC は、1993 年に米国建築業界を中心とする民間企業によって設立された非営利団体である。
- 近年、急激なペースで認知が進んでいる。認証物件は、2009 年時点で商業用ビルを中心に 2,000 棟に達している。

図表 I-4 USGBC 会員数推移 (単位: 人)



(出所) ニッセイアセットマネジメント ホームページ  
([http://www.nam.co.jp/company/csr/gbuilding/us/1188183\\_1659.html](http://www.nam.co.jp/company/csr/gbuilding/us/1188183_1659.html))

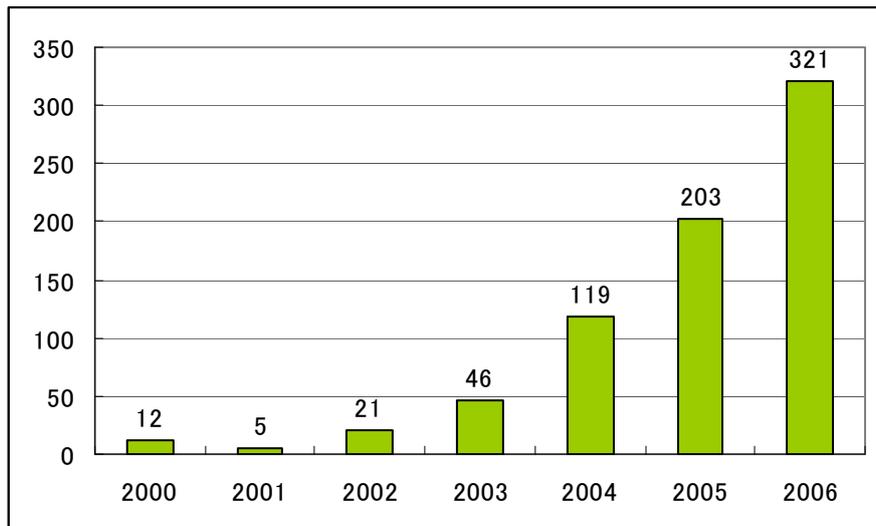
<sup>22</sup> <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/979/979-03.pdf>

<sup>23</sup> [http://www.nam.co.jp/company/csr/gbuilding/us/1188183\\_1659.html](http://www.nam.co.jp/company/csr/gbuilding/us/1188183_1659.html)

<sup>24</sup> <http://www.usgbc.org/DisplayPage.aspx?CategoryID=19>

<sup>25</sup> <http://woodmiles.net/pdf/kn019.pdf>

図表 I-5 LEED 認証物件数推移（単位：件）



（出所）ニッセイアセットマネジメント ホームページ  
[http://www.nam.co.jp/company/csr/gbuilding/us/1188183\\_1659.html](http://www.nam.co.jp/company/csr/gbuilding/us/1188183_1659.html)

- ・ 評価する建築物の種類、新築か既存かといった違いに応じて、規格が定められている（図表 I-6）。

図表 I-6 LEED 規格

規格	公開	対象
LEED-NC	2000 年	商業、工業用ビルの新築、主要な改築、増築
LEED-EB	2004 年	既存のビル
LEED-CI	2004 年	商業ビルのインテリア
LEED-CS	2005 年	構造および設備
LEED-H	2006 年	住宅
LEED-ND	2007 年試行	都市宅地開発
その他	2007 年以降	学校、小売店、研究機関／等

（出所）省エネルギー特集「米国のグリーンビルディング評価制度」（NEDO）

- ・ ビル等の各建築物が環境改善にどのように貢献しているかの指標を明確にし、それに基づく対象建築物の点数方式によるレーティングを行う。
  - 省エネ対策、飲料水の使用量削減、代替エネルギー導入、建築材料の有効利用、室内環境の品質改善（快適性）といった指標がある。
  - 獲得点数合計に応じて4段階（上から Platinum、Gold、Silver、Certified）で認証される。
- ・ 木材との関連について。LEED-NC では、「材料と資源」という分類の中に「地域資材（Regional Materials）」、「早期再生可能材料（Rapidly Renewable Materials）」、「認証木材（Certified Wood）」という評価項目が存在する。

図表 I-7 木材関連項目の採点方法

項目	点数	条件
地域資材	1	地域資材の利用が総資材の 10%以上
	2	地域資材の利用が総資材の 20%以上
	3	地域資材の利用が総資材の 40%以上
早期再生可能材料	1	早期再生可能材料の利用が総資材の 2.5%以上
	2	早期再生可能材料の利用が総資材の 5%以上
認証木材	1	認証木材の利用が総木材の 50%以上
	2	認証木材の利用が総木材の 95%以上

(出所) ウッドマイルズ研究ノート「省エネ建築基準における木材・地位機材の評価(2) —LEED(米)における木材・地域材の評価—」(ウッドマイルズ研究会)

- ・ 木材および資源の定義が明確に示されている事も、特徴である。
  - 地域資材・・・500 マイル<sup>26</sup>以内で産出・収穫・再生・加工製造された資材。
  - 早期再生可能材料・・・10 年以下のサイクルで収穫される天然資材。
  - 認証木材・・・FSC 認証材。

## ② CASBEE (Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency; 建築環境総合性能評価システム)

以下は、CASBEE ホームページ<sup>27</sup>、ニッセイアセットマネジメント CSR、およびレポートウッドマイルズ研究ノートに基づきとりまとめたものである。

- ・ CASBEE は、2001 年より国土交通省の主導のもと、(財) 建築環境・省エネルギー機構内に設置された委員会において開発が進められた。2002 年評価ツールが順次完成している。
  - 建築物のライフサイクルに応じた4つの基本ツールと、個別の目的に応じた拡張ツールがあり、これらを総称して「CASBEE ファミリー」と呼んでいる(図表 I-8)。
- ・ CASBEE の認証ツールは、毎年改訂が行われている。2010 年度版では、CASBEE-新築ツールにおいて、低炭素化対応の強化、オンサイト、オフサイト手法の評価<sup>28</sup>、小規模建築物への対応といった内容が改訂された。

<sup>26</sup> 1 マイル=1,609.344 メートル

<sup>27</sup> [http://www.ibec.or.jp/CASBEE/about\\_cas.htm](http://www.ibec.or.jp/CASBEE/about_cas.htm)

<sup>28</sup> CO<sub>2</sub> 排出削減の取組がオンサイト手法(敷地内の太陽光発電/等)によるかオフサイト手法(グリーン電力証書、カーボンクレジットの購入/等)によるかを区別する評価方法

図表 I-8 CASBEE ファミリーの構成

系統		規格名	出版時期等
建築系	基本ツール	CASBEE-企画 (Tool-0)	2002 年出版
		CASBEE-新築 (Tool-1)	2002 年事務所版完成、2006 年改訂
		CASBEE-既存 (Tool-2)	2004 年 7 月出版、2006 年改訂
		CASBEE-改修 (Tool-3)	2005 年 7 月出版、2006 年改訂
	HI (ヒートアイランド)	CASBEE-HI (Tool-4)	2005 年 7 月出版、2006 年改訂
	CASBEE-新築から派生	CASBEE-短期使用 (Tool-1TC)	2004 年展示施設出版
CASBEE-新築 (簡易版) (Tool-1B)		2004 年 7 月出版、2006 年改訂	
住宅系		CASBEE-すまい (戸建) (Tool-11)	2006 年 7 月試行版公表
まちづくり系		CASBEE-まちづくり (Tool-21)	2006 年 7 月出版
	万博敷地評価	CASBEE-地域 (万博)	CASBEE まちづくりの先行試行

※CASBEE-新築 (簡易版) からの派生として、自治体版 CASBEE がある。CASBEE-名古屋 (2004 年 4 月施行)、CASBEE-大阪 (2004 年 10 月施行)、CASBEE 横浜 (2005 年 7 月施行) など、全国の自治体で開発が進んでいる。

(出所) CASBEE ホームページ ([http://www.ibec.or.jp/CASBEE/about\\_cas.htm](http://www.ibec.or.jp/CASBEE/about_cas.htm))

- ・ 木材との関連について。「再生可能材料・リサイクル可能な材料」、「古材 (リユース材)」、「地域で産出される木材資源」という 3 つの項目があり、LEED と類似している。
- ・ しかし、木材や資源の定義が曖昧な点が LEED と異なる。
  - 再生可能材料・・・持続可能な森林から産出された木材 (間伐材、持続可能な森林経営が営まれている森林から産出された木材、日本国内から産出された針葉樹材) および、利用可能になるまでの期間の短い植物由来の自然素材。
  - 地域で産出される木材資源・・・計画地が含まれる都道府県と、それに接する都道府県を範囲とする。ただし、各自治体などで地場産材の利用促進に対する取組を行っている場合には、その定義に従う。

- ・ 大型のオフィスやショッピングセンター開発において、CASBEE 認証を取得し、環境配慮を広くアピールする不動産会社が目立ってきている。

図表 I-9 大型建築における CASBEE 認証の取得事例

建築物の種類	建築物の名称	グリーンビルの内容
事務所	日本橋三井タワー	2006年10月、CASBEE S ランクを取得。高性能ペアガラス、大温度差空調、アトリウムの昼光利用、雨水・雑排水の中水再利用、躯体材料にリサイクル材使用など
	梅新第一生命ビルディング	屋上緑化、ダブルスキンサッシ、太陽光発電、雨水利用などの採用で、CASBEE 大阪 S ランクを取得
商業施設	ららぽーと 柏の葉	2006年、商業施設として日本初の CASBEE S ランクを取得したほか、「環境・エネルギー優良建築物マーク」も取得
	イオンモール 鶴見リーファ	2006年、CASBEE 大阪 A ランク取得

(出所) ニッセイアセットマネジメント ホームページ  
([http://www.nam.co.jp/company/csr/gbuilding/japan/1188172\\_2156.html](http://www.nam.co.jp/company/csr/gbuilding/japan/1188172_2156.html))

- ・ 大規模建築では、芝生公園や緑道の設置、自然林の創出、屋上緑化等による環境配慮は多く見られるが、建築物の材料に木材を利用する事例は見られない。
- ・ 一方、住宅においては認証制度が木材利用のインセンティブとなっている。戸建て住宅で認証を取得している事例は現在までに 15 件あり、うち 11 件が木造である。地域産材や認証材を利用している事例も複数ある (15 件中 9 件)。

### ③ BREEAM (The Building Research Establishment Environmental Assessment Method)

以下は、BREEAM ホームページ<sup>29</sup>およびビューロベリタス (認証審査機関) のレポート<sup>30</sup>に基づきとりまとめたものである。

- ・ 1990年に英国において初版が開発された。最新版は2008年改訂版である。
- ・ 世界各国の様々な建築物に適用可能である。これまでに10万件以上の建築物が認証を受け、約50万件が認証を受けるための登録を済ませている。
- ・ 認証取得により、建築物の環境性能と持続可能性への取組を証明することが可能となる。
- ・ 集合住宅、エコハウス、学校、事務所、小売店、裁判所、医療機関、工場、刑務所、国際版 (英国以外向け)、といった規格の種類がある。
- ・ 評価される環境性能基準は、エネルギー、水資源、交通、資材、廃棄物、管理、健康&快適性、汚染、土地利用とエコロジー、の9つである。各基準において性能レベルが評価された後、「Pass (合格)」から「Outstanding (とても素晴らしい)」までのランクで認証を受けることになる。
- ・ 木材との関連について。資材の評価項目が、木材利用のインセンティブとなり得ると考えられる。

<sup>29</sup> <http://www.breem.org/index.jsp>

<sup>30</sup> <http://www.bureauveritas.jp/newsletter/091210/20091210-3.pdf>

### (3) まとめ

- ・ グリーンビルディング評価制度は環境配慮のための認証である。
- ・ 環境配慮資材の調達等の項目が設けられており、木材利用のインセンティブとなり得ると考えられる。
- ・ しかしながら、大規模建築において、評価制度が木材利用推進につながっている事例はまだ少ない。

図表 I-10 認証制度における木材に関する評価項目

認証制度	木材に関する項目
LEED (米国)	地域資材 早期再生可能材料 認証木材
CASBEE (日本)	再生可能材料・リサイクル可能な材料 古材 (リユース材) 地域で産出される木材資源
BREEAM (英国)	資源 (資材の仕様)

(出所) ウッドマイルズ研究ノート「省エネ建築基準における木材・地位機材の評価 (2) — LEED (米) における木材・地域財の評価 —」(ウッドマイルズ研究会)  
「イギリスの仕組みと日本企業の取り組み」(株式会社イー・アール・エス)  
(<http://www.brown-green.com/images/topic84.pdf>)

(以上)