

平成28年度林野庁補助事業  
木質バイオマス加工・利用システム開発事業成果報告会

## 「小規模木質バイオマス発電実証事業」

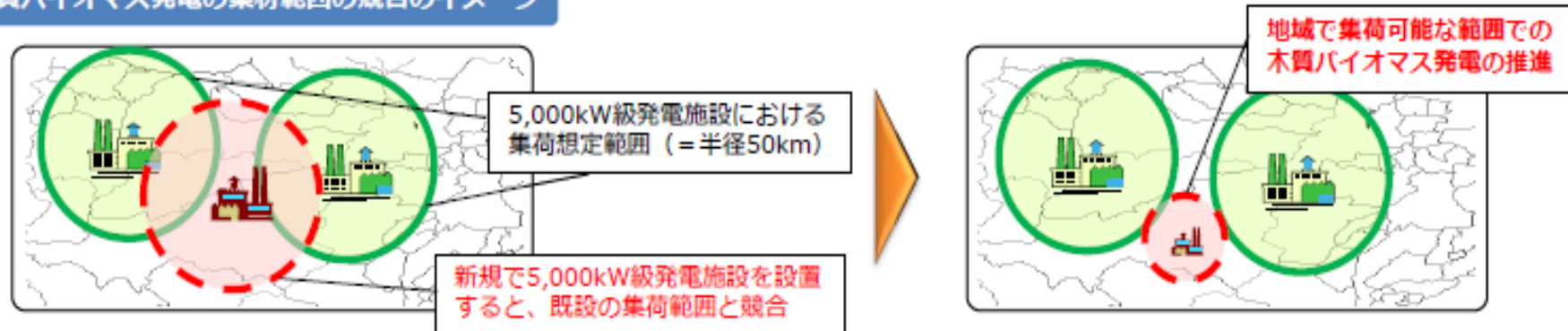
平成29年3月7日

北電総合設計株式会社  
国立大学法人東京大学  
一般社団法人日本森林技術協会

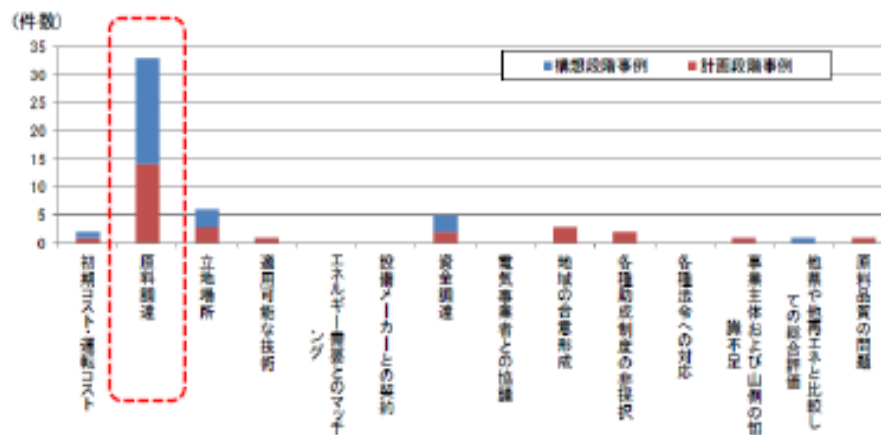
# 木質バイオマス発電の現状

- 調達価格等算定委員会においてモデルプラントとされた5,000kW級の木質バイオマス発電設備では、年間10万m<sup>3</sup>（6万トン）程度の木質バイオマスが必要であり、その際の集荷想定範囲は半径50km程度とされているところ。
- 地理的要因などから、このような広範囲からの安定的な原料調達が可能ない地域は限られ、原料調達が主な課題。
- 木質バイオマス発電は、他の再生可能エネルギー源と異なり原料の調達が必要であることから、安定的かつ持続的に運転を行うためには、地域の実情に即した燃料の供給体制を確立し、適切な規模で取り組むことが重要。

## 木質バイオマス発電の集材範囲の競合のイメージ



## 木質バイオマス発電を断念した要因



資料：第16回調達価格等算定委員会資料（資源エネルギー庁）

# 小規模木質バイオマス発電の課題～既存技術での小規模発電コスト

諸条件入力フォーム

設備関係						収入の部	支出の部				
建設費	補助率	借入期間	支払金利	残存価格	固定資産税	卸価格	電気	ガス	維持費	バイオマス	一般管理費
570,000	0	15	2.0	1.0	1.4	238,272	0	0	27,000	200,000	11,914
(千円)	(%)	(年)	(%)	(%)	(%)	(千円/年)	(千円/年)	(千円/年)	(千円/年)	(千円/年)	(千円/年)

試算結果

設備投資回収可能年度
16

単位:千円

事業年度		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
建設費	a.建設費	570,000														
	b.補助率(%)	0%														
	実質建設費 (a×b)	570,000														
①収入	収入合計	238,272	238,272	238,272	238,272	238,272	238,272	238,272	238,272	238,272	238,272	238,272	238,272	238,272	238,272	238,272
	粗収入	238,272	238,272	238,272	238,272	238,272	238,272	238,272	238,272	238,272	238,272	238,272	238,272	238,272	238,272	238,272
②支出	支出合計	295,914	294,627	293,340	292,054	290,767	289,480	288,194	286,907	285,620	284,333	283,047	281,760	280,473	279,187	277,900
	電気	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ガス	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	維持費	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000
	一般管理費	11,914	11,914	11,914	11,914	11,914	11,914	11,914	11,914	11,914	11,914	11,914	11,914	11,914	11,914	11,914
	バイオマス	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000
	減価償却費	37,620	37,620	37,620	37,620	37,620	37,620	37,620	37,620	37,620	37,620	37,620	37,620	37,620	37,620	37,620
	支払金利	11,400	10,640	9,880	9,120	8,360	7,600	6,840	6,080	5,320	4,560	3,800	3,040	2,280	1,520	760
	租税公課	7,980	7,453	6,927	6,400	5,873	5,347	4,820	4,293	3,767	3,240	2,713	2,187	1,660	1,133	606
③税引前利益 (①-②)	-57,642	-56,355	-55,068	-53,782	-52,495	-51,208	-49,922	-48,635	-47,348	-46,061	-44,775	-43,488	-42,201	-40,915	-39,628	
④法人税等 (③×40.87%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
⑤税引後利益 (③-④)	-57,642	-56,355	-55,068	-53,782	-52,495	-51,208	-49,922	-48,635	-47,348	-46,061	-44,775	-43,488	-42,201	-40,915	-39,628	
⑥減価償却費	37,620	37,620	37,620	37,620	37,620	37,620	37,620	37,620	37,620	37,620	37,620	37,620	37,620	37,620	37,620	
⑦年間キャッシュフロー (⑤+⑥)	-20,022	-18,735	-17,448	-16,162	-14,875	-13,588	-12,302	-11,015	-9,728	-8,441	-7,155	-5,868	-4,581	-3,295	-2,008	
⑧キャッシュフローの累計額	-20,022	-38,757	-56,205	-72,366	-87,241	-100,829	-113,131	-124,146	-133,874	-142,315	-149,470	-155,338	-159,920	-163,215	-165,223	
⑨回収率 (⑧/実質建設費)	-4%	-7%	-10%	-13%	-15%	-18%	-20%	-22%	-23%	-25%	-26%	-27%	-28%	-29%	-29%	

**FIT買取期間内(20年)に投資回収することは不可能**

# 小規模木質バイオマス発電の課題～コスト

## ▶バイオマス発電の課題

- ・高い燃料費→発電コストの7割を占有
- ・低い発電効率→小規模の場合、FIT40円/kWhを活用しても事業採算性は低い
- ・人件費：小規模の場合、事業性に影響大

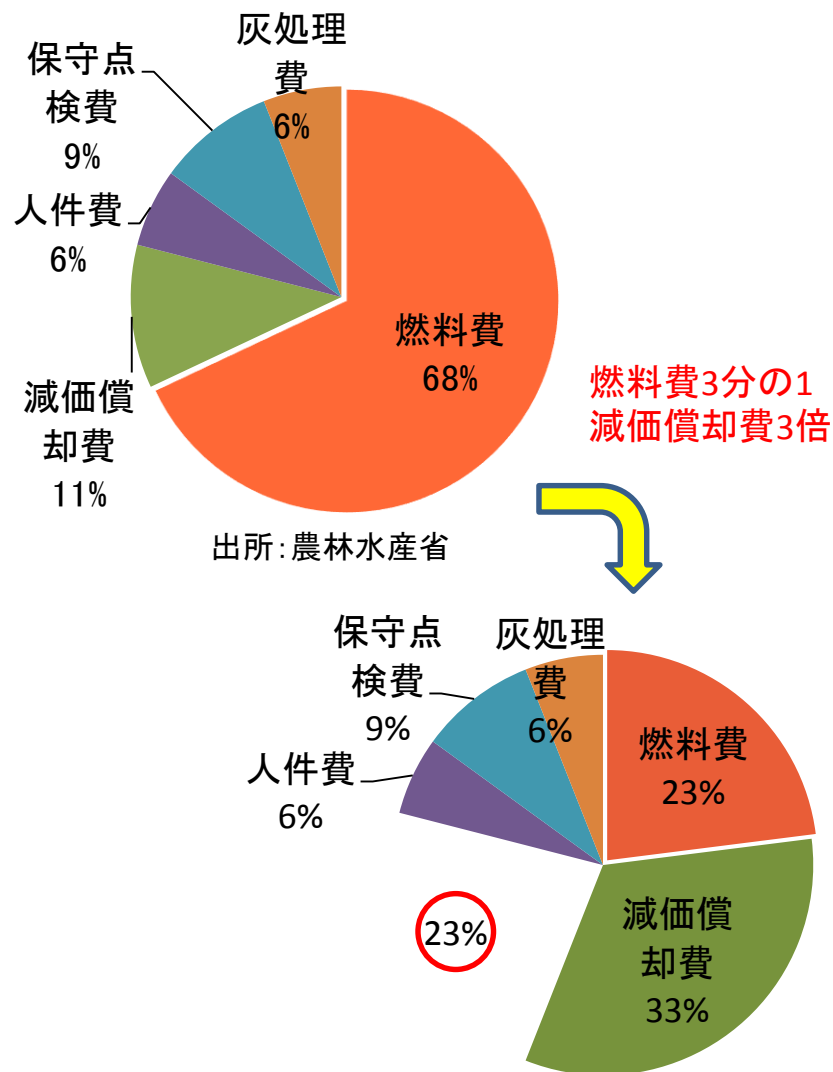
## ▶解決する方法

- ・設備費が3倍になっても発電効率が3倍になれば、全体費用は23%程度低減
- ・燃料消費量を低減→高効率発電技術を適用



## ○当社が着目した技術

- ・改質ガス化水素製造＋燃料電池発電
- ・燃料電池排熱のシステム内利用



木質バイオマス発電設備の原価構成(例)

# 小規模木質バイオマス発電の課題～発電効率向上

諸条件入力フォーム

設備関係						収入の部		支出の部				
建設費	補助率	借入期間	支払金利	残存価格	固定資産税	卸価格	電気	ガス	維持費	バイオマス	一般管理費	
1,550,000	0	15	2.0	1.0	1.4	238,272	0	0	27,000	75,000	11,914	
(千円)	(%)	(年)	(%)	(%)	(%)	(千円/年)	(千円/年)	(千円/年)	(千円/年)	(千円/年)	(千円/年)	

試算結果

設備投資回収可能年度
16

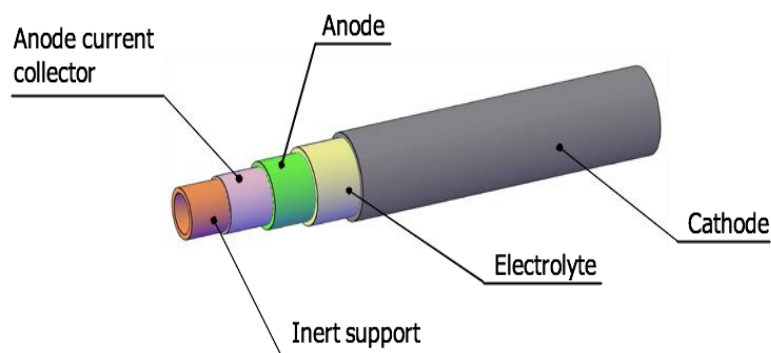
単位:千円

事業年度		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
建設費	a.建設費	1,550,000														
	b.補助率(%)	0%														
	実質建設費 (a×b)	1,550,000														
①収入	収入合計	238,272	238,272	238,272	238,272	238,272	238,272	238,272	238,272	238,272	238,272	238,272	238,272	238,272	238,272	238,272
	粗収入	238,272	238,272	238,272	238,272	238,272	238,272	238,272	238,272	238,272	238,272	238,272	238,272	238,272	238,272	238,272
②支出	支出合計	268,914	265,415	261,916	258,417	254,918	251,419	247,920	244,422	240,923	237,424	233,925	230,426	226,927	223,428	219,929
	電気	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ガス	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	維持費	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000
	一般管理費	11,914	11,914	11,914	11,914	11,914	11,914	11,914	11,914	11,914	11,914	11,914	11,914	11,914	11,914	11,914
	バイオマス	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000
	減価償却費	102,300	102,300	102,300	102,300	102,300	102,300	102,300	102,300	102,300	102,300	102,300	102,300	102,300	102,300	102,300
	支払金利	31,000	28,933	26,867	24,800	22,733	20,667	18,600	16,533	14,467	12,400	10,333	8,267	6,200	4,133	2,067
	租税公課	21,700	20,268	18,836	17,403	15,971	14,539	13,107	11,675	10,242	8,810	7,378	5,946	4,514	3,081	1,649
③税引前利益 (①-②)	-30,642	-27,143	-23,644	-20,145	-16,646	-13,147	-9,648	-6,150	-2,651	848	4,347	7,846	11,345	14,844	18,343	
④法人税等 (③×40.87%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	347	1,777	3,207	4,637	6,067	7,497	
⑤税引後利益 (③-④)	-30,642	-27,143	-23,644	-20,145	-16,646	-13,147	-9,648	-6,150	-2,651	502	2,570	4,639	6,708	8,777	10,846	
⑥減価償却費	102,300	102,300	102,300	102,300	102,300	102,300	102,300	102,300	102,300	102,300	102,300	102,300	102,300	102,300	102,300	
⑦年間キャッシュフロー (⑤+⑥)	71,658	75,157	78,656	82,155	85,654	89,153	92,652	96,150	99,649	102,802	104,870	106,939	109,008	111,077	113,146	
⑧キャッシュフローの累計額	71,658	146,816	225,472	307,627	393,281	482,433	575,085	671,235	770,885	873,686	978,557	1,085,496	1,194,504	1,305,581	1,418,727	
⑨回収率 (⑧/実質建設費)	5%	9%	15%	20%	25%	31%	37%	43%	50%	56%	63%	70%	77%	84%	92%	

発電効率50%、かつ、エネルギー投入がなければ16年で投資回収が可能

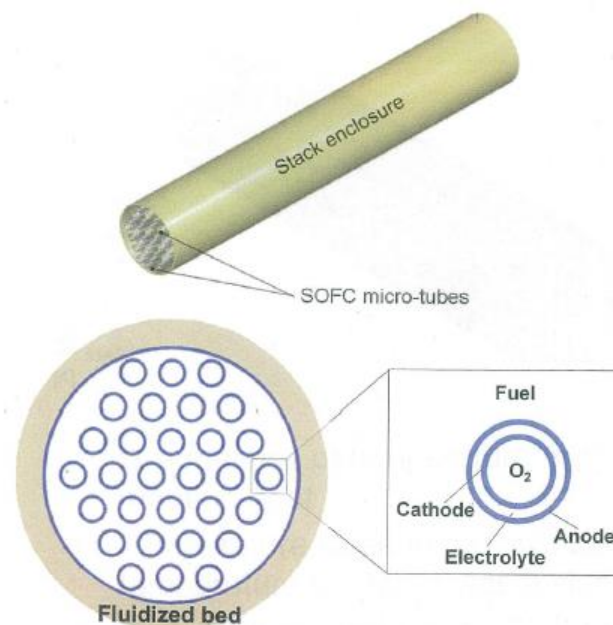
## 【課題、解決方法】

- ・従来型SOFCは熱回収ができない
- ・ガス化と同温の熱(900°C程度)を回収できるSOFCの採用  
→ 東京大学 堤教授との協働



- Structural support provided by **inert support**
- Reduction in the efficiency loss associated with **current collection** from the inner electrode
- Better **redox cyclability** owing to thin anode layer

D. Panthi and A. Tsutsumi, *ECS Trans.*, **57** (2013) 789–798



出所: 東京大学

固定買取価格制度を活用し、木材集積にコストをかけることなく、事業性を見出すことが可能な小規模木質バイオマス発電技術の確立を目指す

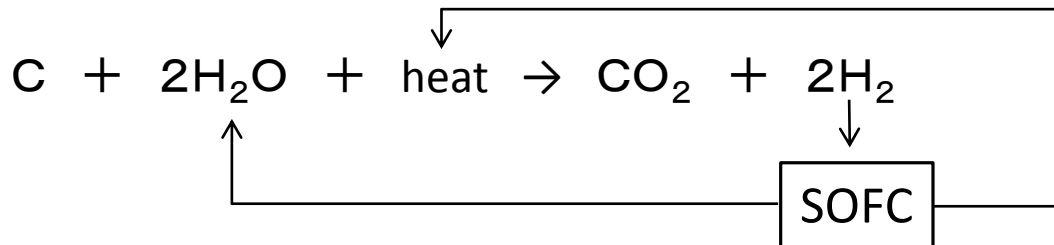
## 【一般的な木質発電方法】



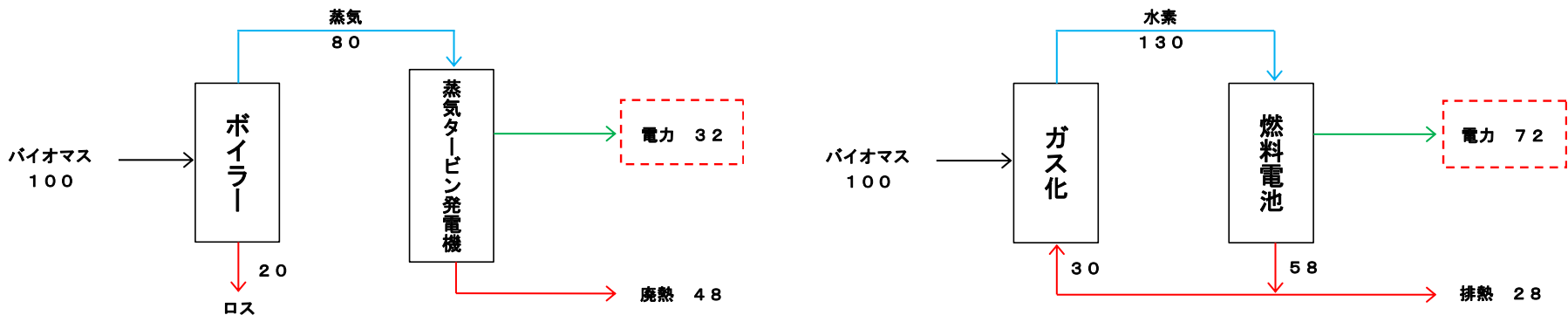
蒸気タービンで発電(発電効率40%程度、排熱は冷却水へ)

※小規模の場合は20%以下

## 【当社が取組む発電方法】



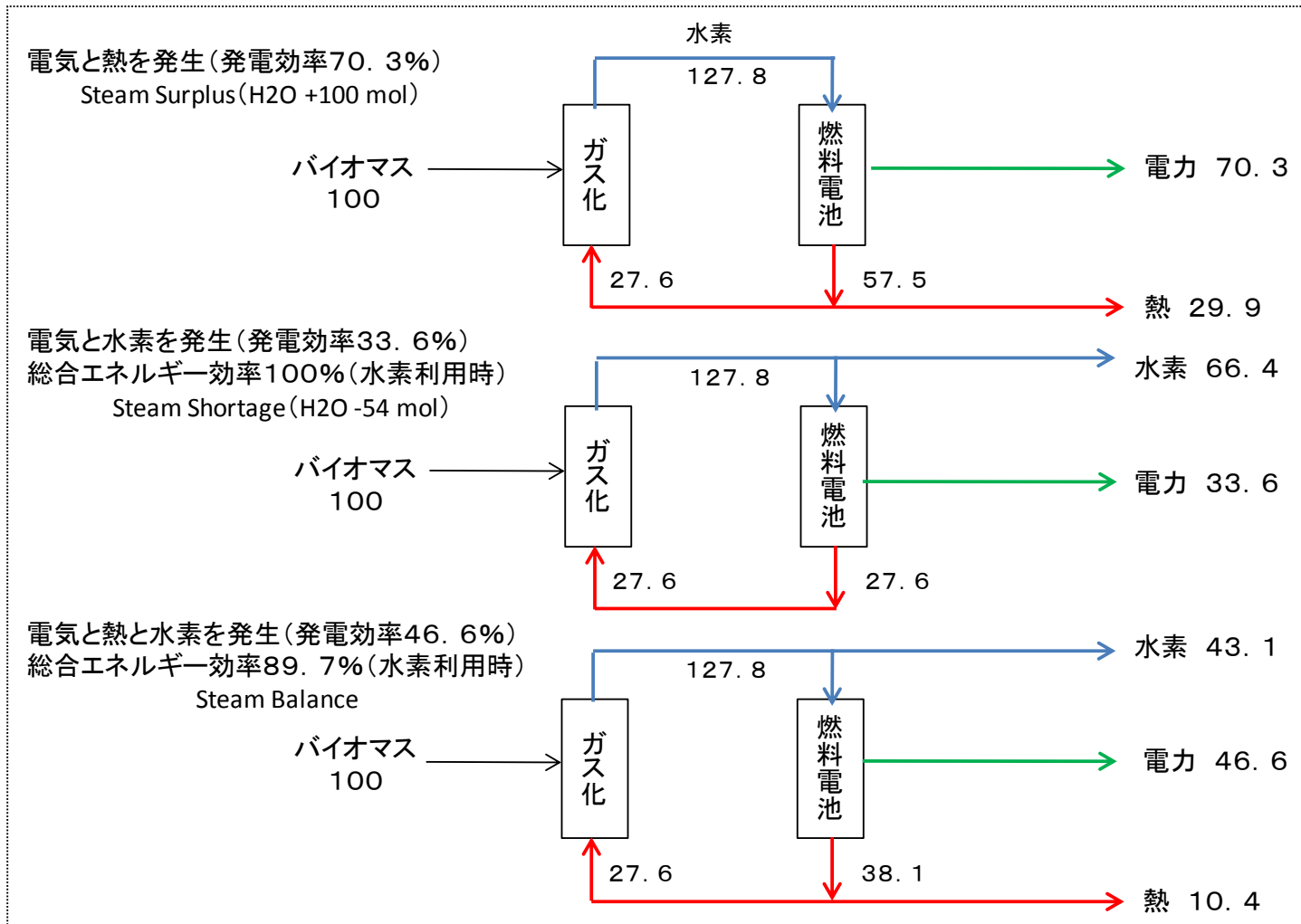
発電効率50%以上かつ  
排熱、水蒸気利用が可能



理論上のエネルギー収支(エンタルピー基準)

# 本システムの特徴（電力、熱、水素供給システム）

- ・発生する電気、熱、水素に応じて、3つのモードが選択可能（燃料電池容量、燃料電池への水素供給量等で選択される）
- ・発電効率50%以上であれば、水素、熱の販売は収益向上に寄与





## 【事業主体】

代表提案者 北電総合設計株式会社

- ・全体調整
- ・流動層ガス化炉設計・製作、設置、試運転
- ・流動層ガス化炉の試運転データの収集、整理解析

共同提案者 国立大学法人東京大学

- ・タール処理方法に関する解析
- ・生成ガスのデータ解析

共同提案者 一般社団法人日本森林技術協会

- ・森林バイオマス資源の賦存量調査

助言



検討委員会

- ・有識者による進捗評価
- ・専門的見地からのアドバイス

連携



倶知安町

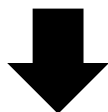
- ・実証試験実施に関する協力
- ・地元における各種調整

北海道電力株式会社

- ・関係個所調整、事業化に関する検討、系統連系・固定価格買取制度に関する情報提供

## 【本年度事業目標】

- ・装置の安定運転、ガス化効率70%程度
- ・後志地域における本小規模木質バイオマス発電設備の普及予測



H28年度は、以下の項目を実施した。

- ①ガス化炉部分を設計、製作
- ②当該装置の設置、運転
- ③後志地域における林地残材の集荷可能量を調査し、25kW、200kW規模の装置の設置可能台数を推定

※本補助事業が単年度事業であることから、年度成果と事業費用を意識して、全体システムを3分割し、3年間で設置することを想定

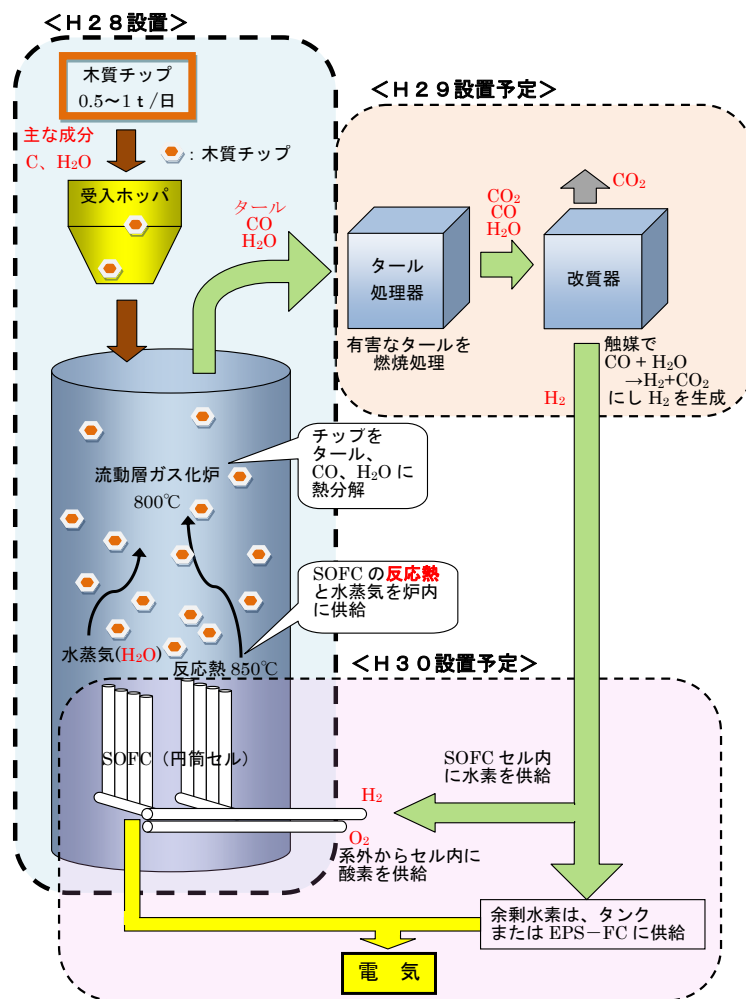
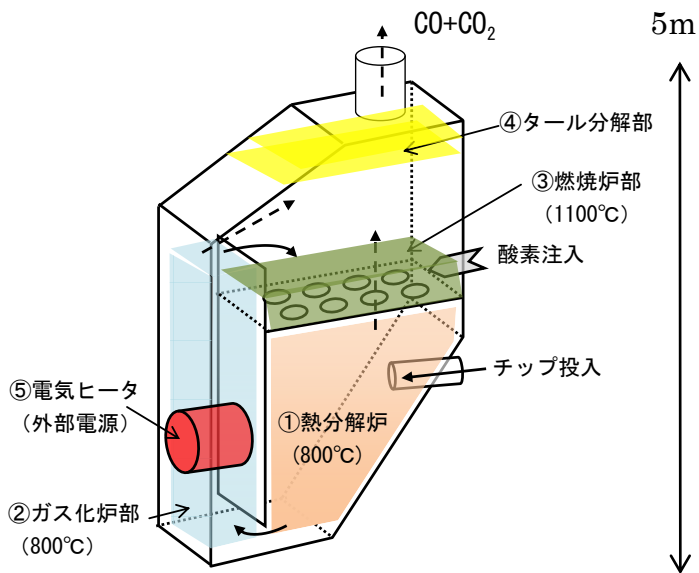


図 小規模木質バイオマス発電システム概要 および実証事業での設置年度

## 新しい発想によるガス化炉の設計

主な設計上の特徴は下図のとおり。設計にあたっては、元東京農工大堀尾名誉教授、荏原製作所(株)大川顧問(故人)らの助言を頂いた。当該装置を北興化工機(株)に製作して頂き、北海道電力(株)総合研究所へ仮設置。



タール分解部

ガス化炉



燃料ホツパ

熱風炉

### 《設計上の特徴》

#### 1. コンパクト化

循環流動層を採用しないことで全体高さを低減

#### 2. タール処理の一体化

全体設備のパッケージ化を考慮してガス化炉と一体化(触媒使用)

小規模木質バイオマス発電実証装置

## 1. 現状のガス化試験に関する確認事項

### 【安定運転】

- ・流動子(石灰石)の安定的循環を確認
- ・熱分解炉、ガス化炉の必要温度への昇温を確認
- ・連続ガス化ガス濃度測定方法を確立

### 【ガス化反応】

- ・4時間のガス化運転を実施
- ・吸熱反応に伴う温度低下、CO生成を確認

## 2. 後志地域における本小規模木質バイオマス発電設備の普及予測

後志地域(20市町村)の林地残材利用可能量に対し、実証炉25kw(バイオマス利用量100td/年)、実用炉200kw(バイオマス利用量900td/年)の設置可能台数を推定。

出典	NEDO※1		北海道林業試験場※2	
	賦存量	有効利用可能量	集荷可能量(全木)	集荷可能量(全幹)
林地残材(未利用間伐材含む)				
後志地域合計×歩留0.8(千td/年)	33.0	1.6	7.0	4.2
25kw実証炉設置可能台数(台)	330	16	70	42
200kw実用炉設置可能台数(台)	36	1	7	4

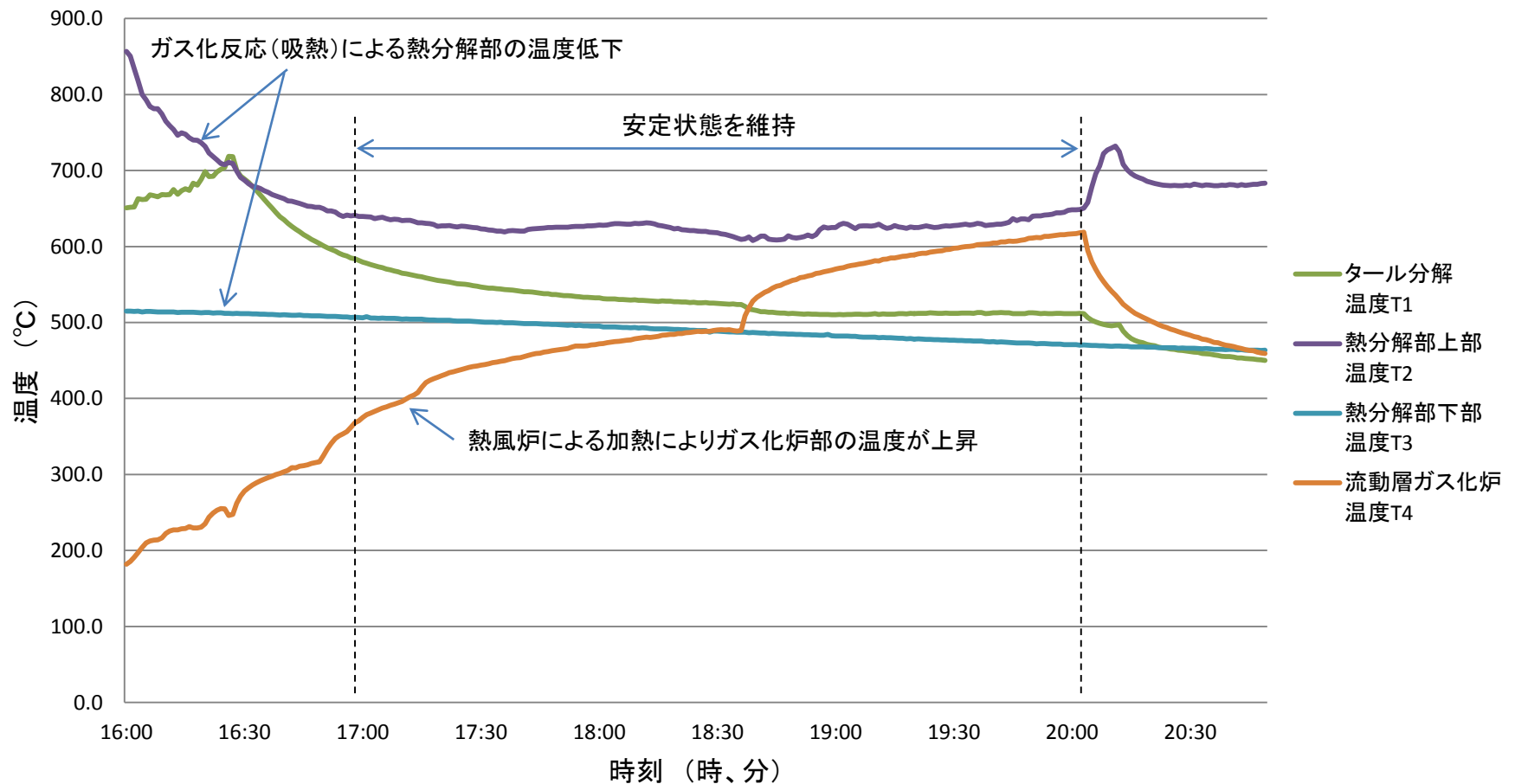
※1 バイオマス賦存量・有効利用可能量の推計(独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構)

※2 北海道の林地残材集荷可能量を資産する<速報>【修正版】(酒井明香、光珠内季報 No.167、2013.1)

# 木質バイオマスガス化試験結果

- ・ガス化試験中は概ね安定(温度域は630°C程度)
- ・試験中に重質タールが発生した形跡なし → 800°C近傍でのガス化は問題なく進行する
- ・出口ガス中に多量のCOを確認

2月17日 ガス化試験データ



**ご静聴ありがとうございました**