

表 4-2-5-2 チップ製造事業の事業採算性 モデル A(林地残材 2.6%)

年度		1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
支出	導入費元金返済	300	300	300	300	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	導入費金利返済	45	36	27	18	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	人件費	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051
	光熱費	313	313	313	313	313	313	313	313	313	313	313	313	313	313	313
	チップ乾燥費	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
	物流費	2,104	2,104	2,104	2,104	2,104	2,104	2,104	2,104	2,104	2,104	2,104	2,104	2,104	2,104	2,104
	点検費積立	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
支出(合計)		6,562	6,553	6,544	6,535	6,526	6,217	6,217	6,217	6,217	6,217	6,217	6,217	6,217	6,217	6,217
収入	チップ販売(既設)	508	508	508	508	508	508	508	508	508	508	508	508	508	508	508
	チップ販売(新設・域外)	8,363	8,363	8,363	8,363	8,363	8,363	8,363	8,363	8,363	8,363	8,363	8,363	8,363	8,363	8,363
収入(合計)		8,871	8,871	8,871	8,871	8,871	8,871	8,871	8,871	8,871	8,871	8,871	8,871	8,871	8,871	8,871
単年度収支		2,309	2,318	2,327	2,336	2,345	2,654	2,654	2,654	2,654	2,654	2,654	2,654	2,654	2,654	2,654
累計収支		2,309	4,628	6,955	9,292	11,637	14,291	16,946	19,600	22,255	24,909	27,563	30,218	32,872	35,527	38,181

(千円)

試算条件

支出

導入費元金返済	1,500 千円
補助金	
借入金返済期間	5 年
借入金金利	3 %/年
チップー稼働時間	5 h/日
人件費(チップー稼働・乾燥・配送)	3,051 千円/年
光熱費(ガソリン)	313 千円/年
チップ乾燥費	600 千円/年
物流費	2,104 千円/年
点検費積立	150 千円/年

収入

チップ販売(既設)	508 千円/年	(単価)	7,000 円/t
チップ販売(外部販売)	8,363 千円/年	(単価)	9,000 円/t

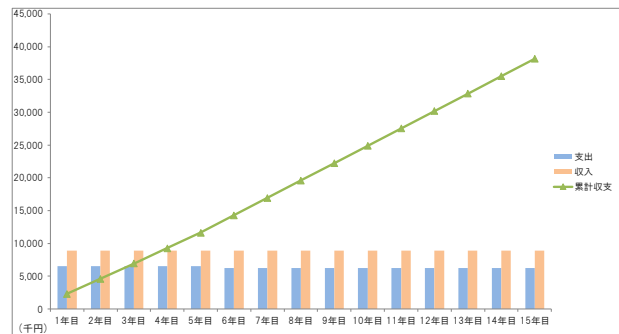


表 4-2-5-3 チップ製造事業の事業採算性 モデル B(林地残材 10%)

年度		1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
支出	導入費元金返済	300	300	300	300	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	導入費金利返済	45	36	27	18	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	人件費	3,455	3,455	3,455	3,455	3,455	3,455	3,455	3,455	3,455	3,455	3,455	3,455	3,455	3,455	3,455
	光熱費	354	354	354	354	354	354	354	354	354	354	354	354	354	354	354
	チップ乾燥費	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
	物流費	2,377	2,377	2,377	2,377	2,377	2,377	2,377	2,377	2,377	2,377	2,377	2,377	2,377	2,377	2,377
	点検費積立	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
支出(合計)		7,281	7,272	7,263	7,254	7,245	6,936	6,936	6,936	6,936	6,936	6,936	6,936	6,936	6,936	6,936
収入	チップ販売(既設)	508	508	508	508	508	508	508	508	508	508	508	508	508	508	508
	チップ販売(新設・域外)	9,532	9,532	9,532	9,532	9,532	9,532	9,532	9,532	9,532	9,532	9,532	9,532	9,532	9,532	9,532
収入(合計)		10,040	10,040	10,040	10,040	10,040	10,040	10,040	10,040	10,040	10,040	10,040	10,040	10,040	10,040	10,040
単年度収支		2,759	2,768	2,777	2,786	2,795	3,104	3,104	3,104	3,104	3,104	3,104	3,104	3,104	3,104	3,104
累計収支		2,759	5,528	8,305	11,092	13,887	16,992	20,096	23,200	26,305	29,409	32,514	35,618	38,723	41,827	44,932

(千円)

支出

導入費元金返済	1,500 千円
補助金	
借入金返済期間	5 年
借入金金利	3 %/年
チップー稼働時間	5 h/日
人件費(チップー稼働・乾燥・配送)	3,455 千円/年
光熱費(ガソリン)	354 千円/年
チップ乾燥費	600 千円/年
物流費	2,377 千円/年
点検費積立	150 千円/年

収入

チップ販売(既設)	508 千円/年	(単価)	7,000 円/t
チップ販売(外部販売)	9,532 千円/年	(単価)	9,000 円/t

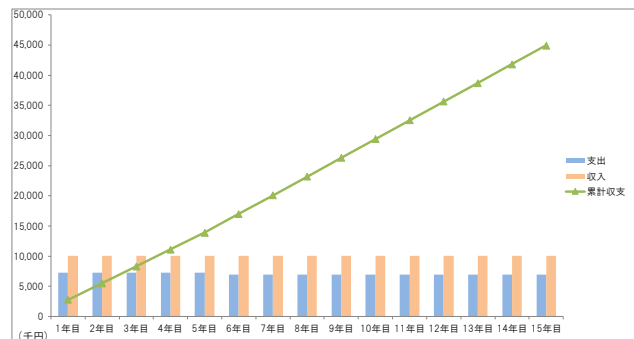


表 4-2-5-4 チップ製造事業の事業採算性 モデル C(林地残材 15%)

年度		1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
支出	導入費元金返済	300	300	300	300	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	導入費金利返済	45	36	27	18	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	人件費	3,728	3,728	3,728	3,728	3,728	3,728	3,728	3,728	3,728	3,728	3,728	3,728	3,728	3,728	3,728
	光熱費	382	382	382	382	382	382	382	382	382	382	382	382	382	382	382
	チップ乾燥費	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
	物流費	2,561	2,561	2,561	2,561	2,561	2,561	2,561	2,561	2,561	2,561	2,561	2,561	2,561	2,561	2,561
	点検費積立	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
支出(合計)		7,766	7,767	7,748	7,739	7,730	7,421	7,421	7,421	7,421	7,421	7,421	7,421	7,421	7,421	7,421
収入	チップ販売(既設)	508	508	508	508	508	508	508	508	508	508	508	508	508	508	508
	チップ販売(新設・域外)	10,322	10,322	10,322	10,322	10,322	10,322	10,322	10,322	10,322	10,322	10,322	10,322	10,322	10,322	10,322
収入(合計)		10,830	10,830	10,830	10,830	10,830	10,830	10,830	10,830	10,830	10,830	10,830	10,830	10,830	10,830	10,830
単年度収支		3,064	3,073	3,082	3,091	3,100	3,409	3,409	3,409	3,409	3,409	3,409	3,409	3,409	3,409	3,409
累計収支		3,064	6,138	9,220	12,311	15,412	18,821	22,230	25,640	29,049	32,458	35,867	39,277	42,686	46,095	49,505

試算条件

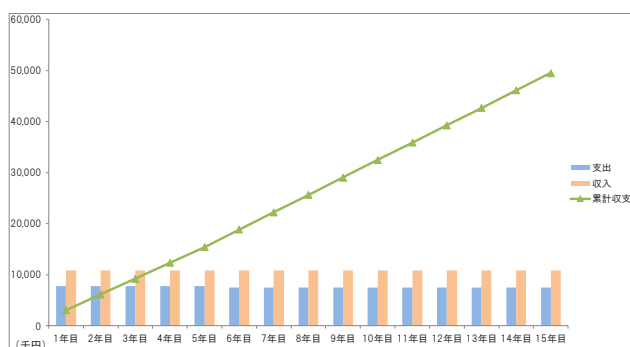
(千円)

支出

収入

導入費元金返済	1,500 千円
補助金	
借入金返済期間	5 年
借入金金利	3 %/年
チップ稼働時間	5 h/日
人件費(チップ稼働・乾燥・配送)	3,728 千円/年
光熱費(ガソリン)	382 千円/年
チップ乾燥費	600 千円/年
物流費	2,561 千円/年
点検費積立	150 千円/年

チップ販売(既設)	508 千円/年	(単価)	7,000 円/t
チップ販売(外部販売)	10,322 千円/年	(単価)	9,000 円/t



チップ価格については他地域の事例を整理すると表 4-2-5-5 の通り、国内におけるチップ価格の相場は含水率や品質安定性にも依るが、7,000～16,000 円/t 程度である。従って、新規 WOOD.ALC 材端材・既存製材端材・林地残材等約 1,600t/年(50%WB)程を回収することができれば、未乾燥材 7,000 円/t、乾燥材 9,000 円/t(15%WB)でチップを販売した際に一定の採算性が期待できることが本検討にてわかった。ただし、チップ原料の調達・回収に関する考慮、チップ製品の輸送に関する考慮は別途必要な点には留意が必要である。

表 4-2-5-5 全国の事例におけるチップ価格の相場¹⁾

自治体	チップ製造者	価格(円/t)	原料	含水率	用途
栃木県 那珂川町	県北木材共同組合、民間企業	7,000	間伐材(C、D材)、製材端材	45～55%	熱利用
岩手県 紫波市	(一社)紫波農林公社	8,000	間伐材、松くい虫被害木、林地残材、工場支障木、製材端材等	30%	熱利用
栃木県 那珂川町	県北木材共同組合、民間企業	9,000	間伐材(C、D材)、製材端材	35～45%	熱利用
秋田県 北秋田市	民間	10,000	未利用間伐材	15%	熱電併給
石川県 小松市	かが森林組合	10,700	未利用間伐材	35%	熱利用
栃木県 那珂川町	県北木材共同組合、民間企業	11,000	間伐材(C、D材)、製材端材	25～35%	熱利用
福井県 あわら市・坂井市	民間	11,000	間伐材(C材)	30%	熱利用
京都府 京丹波町	民間	12,000	林地残材等	50%	熱利用
栃木県 那珂川町	県北木材共同組合、民間企業	13,000	間伐材(C、D材)、製材端材	～25%	熱利用
島根県 雲南市	民間(合同会社)	16,000	未利用間伐材(C材)	絶乾	熱利用

¹⁾ ※林野庁 木材利用課. 木質バイオマス熱利用・熱電併給事例集. 2017. 改編

4-2-6. 町内熱需要と先進事例に基づくチップ活用事業の再検討

(1) 現在の町内熱需要に即したコジェネレーションシステム導入の検討

町内の施設を熱エネルギー消費量の降順に並べると下表 4-2-6-1 の通りである。上位 1 位の小国公立病院、2 位のおぐに老人保健施設には既に木質チップボイラーが設置されており、3 位の民間施設 A については蒸気熱エネルギーのニーズがある。そこで従来のチップ活用事業の検討と同様の電力出力 40kW、熱出力 100kW の木質ガス化コジェネレーションシステム(表 4-2-6-2)を導入し、4 位の小国中学校および寄宿舎と隣接する小国小学校の両方に電熱を供給するという仮定のもとで再度検討を行った。

表 4-2-6-1 エネルギー需要アンケートに基づく町内熱需要上位 12 位¹²

施設名	対象設備(熱)	熱需要総量 (MJ/年)	電力		
			消費量 (kWh/年)	料金 (円/年)	単価 (円/kWh)
小国町外ヶ町公立病院組合 (小国公立病院)	厨房、暖房、冷暖房設備	3,862,591	654,414	¥11,671,599	¥18
小国町外ヶ町公立病院組合 (おぐに老人保健施設)	厨房、送迎車、冷暖房設備	3,404,399	310,524	¥6,247,708	¥20
民間施設 A	蒸気	2,061,821			
小国中学校+寄宿舎	調理室、ヒーター、寄宿舎ボイラー	903,545	184,735	¥2,709,388	¥15
小国町役場庁舎		658,886	369,960	¥7,406,530	¥20
小国町立養護老人ホーム 木野里荘	調理室、入浴設備、給湯	407,367	132,460	¥3,070,750	¥23
木魂館		233,764	4,725	¥105,785	¥22
北里保育園	給食調理、床暖房、保育室、給食室	130,509			
宮原保育園	給食調理、沐浴、一部保育室	129,612			
小国町隣保館	ガス給湯器類、ボイラー、石油ストーブ	125,274	14,727	¥757,869	¥51
蓬萊保育園	給食調理、沐浴、床暖房、一部保育室	107,515			
下城保育園	給食調理、沐浴、暖房	93,482			

表 4-2-6-2 チップ活用事業 評価に用いたコジェネレーションシステムの仕様¹³

メーカー	Volter(フィンランド)			代理店: ボルター秋田㈱・フォレストエナジー㈱			
外観							
仕様項目		内容		仕様項目		内容	
基本 スペック	品名 / 型式	Volter40 Indoor		機器重量・寸法	重量	4,500kg	
	最大送電端出力(発電)	40kW			長さ	4,820mm	
	最大出力(熱量)	100kW			高さ	2,500mm	
	最大電気出力範囲	1%～100%		電力消費量	幅	1,270mm	
	最大年間稼働時間	7,800時間			装置内部消費電力	1.5～2kW	
	証明元	CE-- marked product			燃料	木材チップ(切削)	
	ユニット重量	約4,500kg		燃料チップ	燃料供給口径	220mm	
ガスエンジン	排気量	8,400cc 6気筒 自然吸気			燃料消費量	4.5m ³ /日(最大出力時) 約38kg/字(最大出力時)	
発電機	型式	三相かご型電動機			含水率	15%以下(WB)	
	電圧	400VAC				> 70% 16～30mm	
	周波数	50Hz/60Hz				> 25% 8～16mm	
	電流	83.9A				> 10% 30～50mm / 3～8mm	
	回転率	1,479rpm		≦ 1% 3mm / 50～63mm			
	力率	0.83		参考価格			
	冷却方式	空冷				6,000万円	

¹² 小国町. 公共施設エネルギー使用量調査結果より. (2013 年).

¹³ ボルター秋田株式会社 カタログ. <http://www.volter.jp/>

小国中学校および寄宿舎と小国小学校の熱需要の詳細は下図 4-2-6-1 の通りである。コジェネレーションシステムが供給する熱形態が温水もしくは温風であるため、代替となるのは主に暖房用途となる。その熱量は約 80 万 MJ であり、表 4-2-6-2 のコジェネレーションシステムを最大稼働した場合に発生する熱の約 30%に留まる。

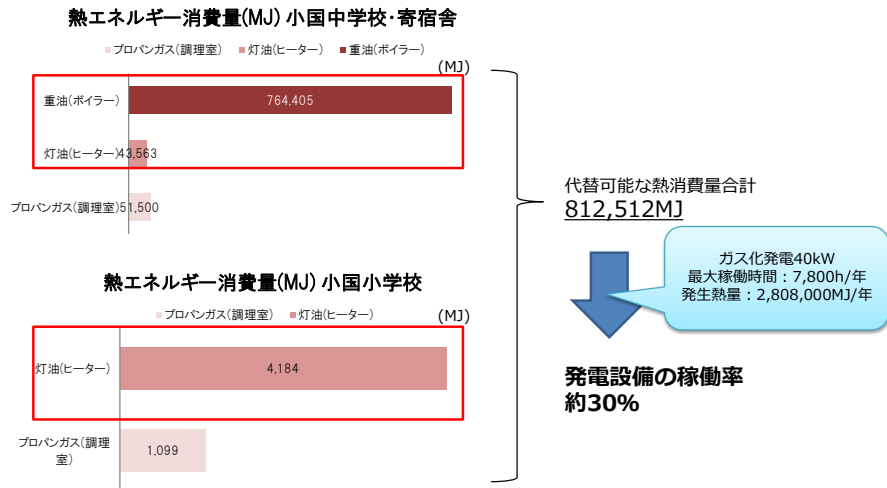


図 4-2-6-1 小国中学校および寄宿舎と小国小学校の熱需要詳細

システムを最大に稼働(7,800 時間/年)させ、電力は全量売電、生産熱を 30%だけ活用(残りは廃熱)した場合のシミュレーション結果を表 4-2-6-3 に示す。この場合、事業性の確保は困難な結果となった。なお、人件費は自動運転の監視として 1 日 3 時間(時給 1,500 円)としている。

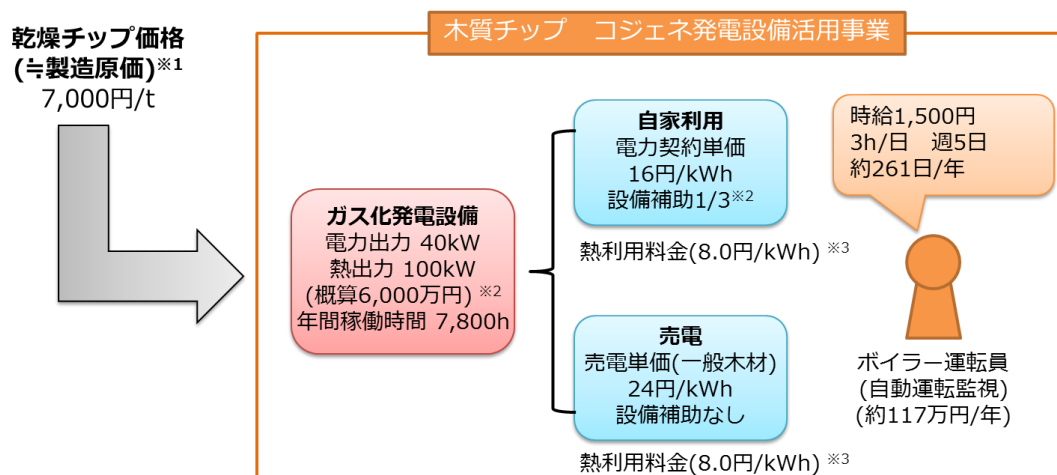
表 4-2-6-3 チップ活用事業の事業採算性小国中学校および寄宿舎・小国小学校に導入した場合
(熱活用率 30%)

年度	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	(千円)
支出																
導入費元金返済	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
導入費金利返済	600	560	520	480	440	400	360	320	280	240	200	160	120	80	40	40
人件費	1,463	1,463	1,463	1,463	1,463	1,463	1,463	1,463	1,463	1,463	1,463	1,463	1,463	1,463	1,463	1,463
チップ購入費	2,668	2,668	2,668	2,668	2,668	2,668	2,668	2,668	2,668	2,668	2,668	2,668	2,668	2,668	2,668	2,668
点検費積立	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
支出(合計)	11,730	11,690	11,650	11,610	11,570	11,530	11,490	11,450	11,410	11,370	11,330	11,290	11,250	11,210	11,170	11,170
収入																
電力自家利用or売電	7,488	7,488	7,488	7,488	7,488	7,488	7,488	7,488	7,488	7,488	7,488	7,488	7,488	7,488	7,488	7,488
熱自家利用	1,877	1,877	1,877	1,877	1,877	1,877	1,877	1,877	1,877	1,877	1,877	1,877	1,877	1,877	1,877	1,877
収入(合計)	9,365	9,365	9,365	9,365	9,365	9,365	9,365	9,365	9,365	9,365	9,365	9,365	9,365	9,365	9,365	9,365
単年度収支	-2,365	-2,325	-2,285	-2,245	-2,205	-2,165	-2,125	-2,085	-2,045	-2,005	-1,965	-1,925	-1,885	-1,845	-1,805	-1,805
累計収支	-2,365	-4,689	-6,974	-9,219	-11,423	-13,588	-15,712	-17,797	-19,842	-21,846	-23,811	-25,736	-27,620	-29,465	-31,270	

試算条件		支出	収入
導入費元金返済	60,000 千円	電力 自家利用or売電	7,488 千円/年 (単価) 24 円/kW
補助金	0	熱 自家利用	1,877 千円/年 (単価) 8.0 円/kW
借入金返済期間	15 年		
借入金金利	1 %/年		
人件費	1,463 千円/年		
チップ購入費	2,668 千円/年		
点検費積立	3,000 千円/年		

上記の結果からも小規模木質バイオマスガス化発電において同時に生産される熱エネルギーをできる限り有効に活用することが事業性の確保に非常に重要であることがわかる。そこで表 4-2-6-2 のコジェネレーションシステムを最大で稼働させた(7,800 時間/年)際に生産される熱をどれくらい活用することができれば一定の事業性を確保できるのか、その熱活用率について試算を実施した。試算条件は下図 4-2-6-2 の通りである。チップの利用価格は前項で検討した原価に相当する 7,000 円¹⁴t、電力は自家利用(16 円/kWh として試算)もしくは売電(24 円/kWh)の 2 通りとし、利用する熱の調達相当額は一律 8.0 円/kWh としている。現時点では明確なチップ製造業者と発電事業者(チップ利用者)が決まっているわけではない為、チップ製造事業者と発電事業者が同一事業者であることを想定したチップ利用価格として本検討は実施している。(ただし、チップ製造場所とチップ利用場所が隣接するという仮定である)

その他条件として、設備の借入金返済期限は 15 年、金利は 1%/年とした。なお、本検討では用地取得費・工事費用(建屋含む)及び固定資産税・チップストック関連の設備コスト・減価償却等の要素は勘案していない。



前提：発電設備概算は設置場所によって付帯設備の追加等で上下する可能性がある為、概算。

：工事費用(建屋含む)については本シミュレーションでは検討対象外

：点検積立費は設備費の5%、設備の借入金返済期限は15年、金利1%/年とする。

※1：チップ製造事業の事業者とチップ活用事業の事業者が同一事業者であるという仮定の下での記載

※2：設備費全てに補助金が適用できない可能性も有るので要精査

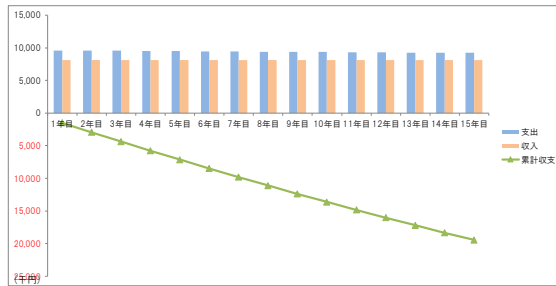
※3：宮崎県 環境森林部山村・木材振興課 発熱量データおよび資源エネルギー庁九州局 2018.12 A 重油価格(小型ローリー)より算出

図 4-2-6-2 熱活用率シミュレーションの各種条件

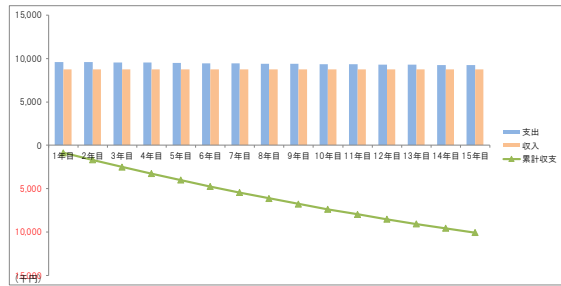
試算の結果が図 4-2-6-3 と図 4-2-6-4 である。電力を自家利用する場合においては、事業性を確保させるためには 80%以上の生産熱を活用することが求められ、FIT 売電するケースでも 60%以上の生産熱を活用することが望ましいという結果となった。

¹⁴ 前項記載のとおり、チップ原料の調達・回収費用は含んでいない点に留意が必要

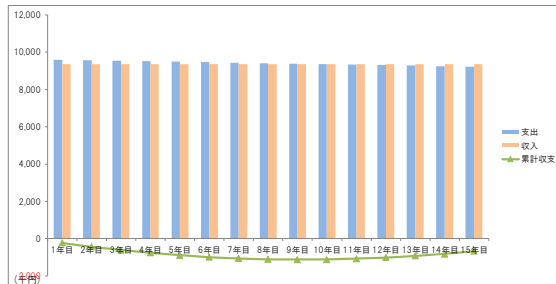
熱活用率50% = 熱量1,404,000MJ



熱活用率60% = 熱量1,684,800MJ



熱活用率70% = 熱量1,965,600MJ



熱活用率80% = 熱量2,246,400MJ

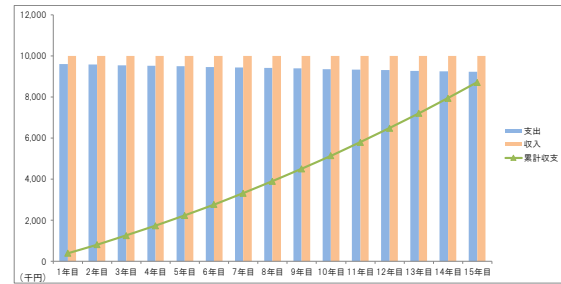
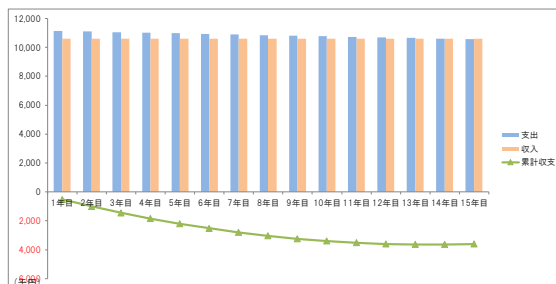
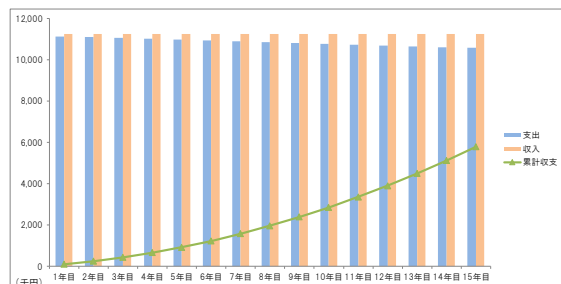


図 4-2-6-3 熱活用率シミュレーション結果(電力自家利用・チップ利用額 7,000 円/t)

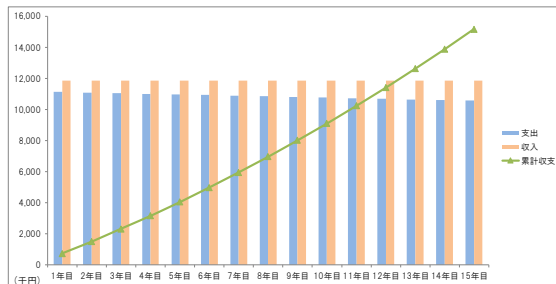
熱活用率50% = 熱量1,404,000MJ



熱活用率60% = 熱量1,684,800MJ



熱活用率70% = 熱量1,965,600MJ



熱活用率80% = 熱量2,246,400MJ

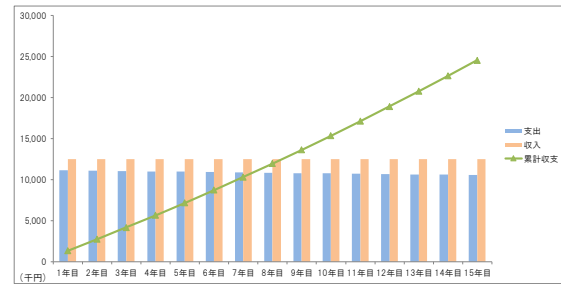


図 4-2-6-4 熱活用率シミュレーション結果(売電・チップ利用額 7,000 円/t)