

FS検討結果 【中間報告】

【本資料の主な内容】

- FS検討フロー
- FS検討まとめ
- バイオガス利用の考え方
- 各モデルにおけるFS検討状況
(宮城県モデル、奈良県モデル、三島市モデル)
- 水素需要について
- その他(参考)・・・別冊

FS検討フロー

I 基本条件の設定

【第2回委員会にて提示】

- 原料となる下水汚泥量や地域バイオマス量等の設定
- 汚泥性状(含水率やVTS等)やガス発生率等の設定
- 比較のベースとなる現状およびケース0(比較対象)の設定
- ケース0(比較対象)において発生するバイオガス量や事業収支の算定
- 水素製造技術の選択

II 水素製造等事業フローの検討

【第2回委員会にて提示】

- 水素製造を含む全体の事業フローの設定
- 水素全量売却を前提とした水素製造量の算定、事業採算性・環境性等の評価
- 水素全量売却を前提とした水素製造単価の試算
- 水素需要に対する感度分析

III 時間軸での事業収支の検討

【第3回委員会にて提示予定】

- 対象地域の水素需要量の推計(時間軸での検討を含む)
- 水素需要予測に応じた時間軸上での事業採算性の評価

IV 事業スキームの検討

【第3回委員会にて提示予定】

- 官民連携等による事業スキームの設定
- 各事業スキームにおける各主体(官民)の収支バランス等の評価
- 最適な導入シナリオ(需要に応じた最適な施設導入計画等)の設定

3自治体モデル比較表

【下水処理場関連事項】

項目	宮城県モデル	奈良県モデル	三島市モデル
対象処理施設	北上川流域下水道 石巻浄化センター (石巻東部浄化センター汚泥、 地域バイオマスの受入れを考慮)	大和川上流・宇陀川流域下水道 (第二処理区)第二浄化センター	三島市公共下水道 三島終末処理場 (地域バイオマス受入れを考慮)
処理水量 (H27年度日平均)	約 18,000 m ³ /日(石巻T) 約 12,000 m ³ /日(石巻東部T)	約 86,000 m ³ /日	約 23,000 m ³ /日
現状の汚泥処分方法	セメント原料化、コンポスト、 (仙塩浄化センターにて)焼却	埋立、セメント原料化、セメント資源化	セメント原料化、コンポスト、 焼却、埋立
下水道施設から 発生する濃縮汚泥量 (日平均)	約 210 m ³ /日(濃度約4%) ※1 (石巻東部Tを含む)	約 460 m ³ /日(濃度約4%)	約 110 m ³ /日(濃度約3%) ※2
消化施設	新設 (新規消化施設導入時期は未定)	新設 (鋼板製消化槽で詳細設計済み。 H30建設着手予定)	新設 (新規消化施設導入時期は未定)
地域バイオマス受入	家畜糞尿、浄化槽汚泥 植物性残渣	(なし)	し尿・浄化槽汚泥、食品残渣、生ごみ 緑地剪定枝

(処理施設の各値は、各自治体資料(平成27年度実績等)から引用)

※1)機械濃縮施設を導入した場合を想定

※2)現状の濃縮施設能力をベースに算定

【水素関連事項】

項目	宮城県モデル	奈良県モデル	三島市モデル
想定する目標年次	未定	H33以降予定 (消化槽供用開始に合わせて)	未定
水素製造プロセス	バイオガスの水蒸気改質	バイオガスの水蒸気改質	バイオガスの水蒸気改質
想定している 水素利用用途	・FCV、FCバス、FCフォークリフト、FC塵芥車、 水素燃料電池、FC船舶※3	・FCV、FCバス、FCフォークリフト、 水素燃料電池	・FCV、FCバス、FC塵芥車、 水素燃料電池
その他利用用途	—	炭酸ガス利用(溶接、農業、 温泉等)について想定	—

※3)技術が実証段階であり、市場動向等が明確でないことから、本FS検討では想定需要には含めないこととする。

FS検討まとめ表

【FS検討より】

項目	宮城県モデル	奈良県モデル	三島市モデル
想定する 水素事業形態	<p>汚泥焼却廃熱を消化槽加温に利用 (パターンD)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地域バイオマスを受入れ ・汚泥焼却廃熱を消化槽加温に利用 ・発生するバイオガス全量を水素製造・ST利用 	<p>バイオガス発電廃熱を消化槽加温に利用 (パターンA)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・発生するバイオガスのうち、消化槽加温に必要な熱量を、バイオガス発電(FIT利用)廃熱から供給 ・残りのバイオガスを水素製造・ST利用 	<p>バイオガス発電廃熱を消化槽加温に利用し水素原料にと都市ガス添加 (パターンC)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地域バイオマスを受入れ ・発生するバイオガスのうち、消化槽加温に必要な熱量を、バイオガス発電(FIT利用)廃熱から供給 ・(水素製造施設能力を最大限発揮させるために)残りのバイオガスへ都市ガスを添加し水素製造・ST利用
バイオガス量	約 4,000 Nm ³ /日	約 8,200 Nm ³ /日 内訳 ・水素製造用:約 3,600 Nm ³ /日 ・バイオガス発電用:約 4,600 Nm ³ /日	約 4,800 Nm ³ /日 内訳 ・水素製造用:約 2,900 Nm ³ /日 ・バイオガス発電用:約 1,800 Nm ³ /日 (都市ガス添加量:約 1,700 Nm ³ /日)
水素製造量	約 4,900 Nm ³ -H ₂ /日	約 4,700 Nm ³ -H ₂ /日	約 6,000 Nm ³ -H ₂ /日
発電量	—	約 325 万kWh/年 (約 375 kWh/h)	約 130 万kWh/年 (約 150 kWh/h)

FS検討まとめ表

【FS検討より】

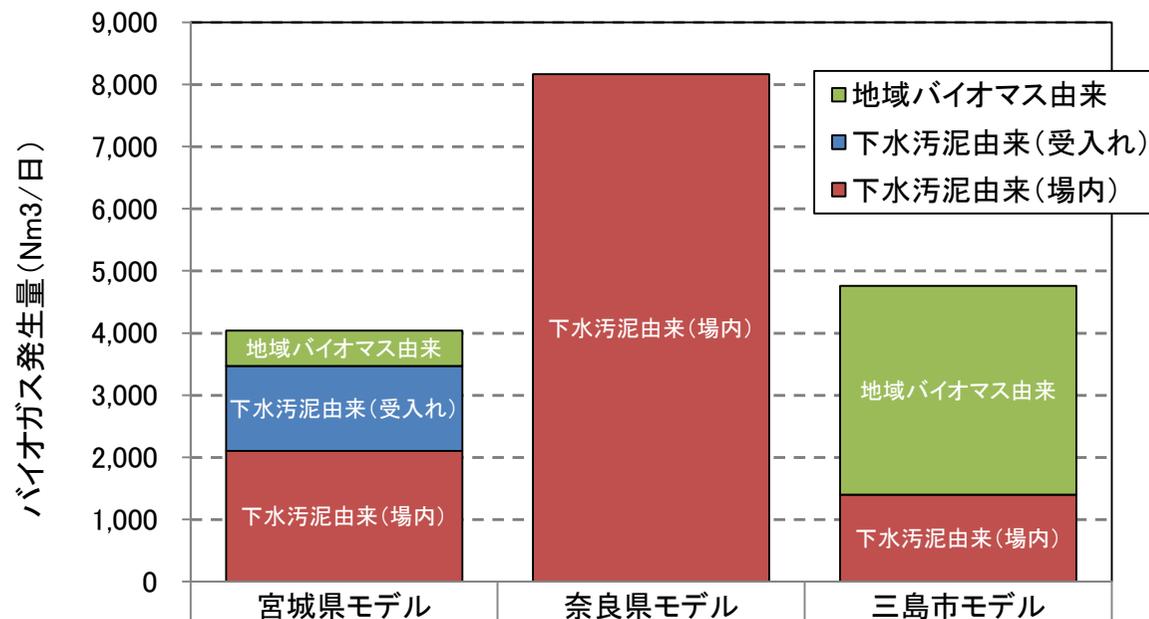
項目		宮城県モデル	奈良県モデル	三島市モデル
建設費 ※1	全体	約 6,200百万円(汚泥濃縮・消化～水素利用まで) (うち県負担 約 2,900 百万円) (主な施設) ・地域バイオマス受入施設 ・濃縮・消化・脱水施設 ・水素製造施設	約 1,500百万円(バイオガス精製～水素利用まで) (うち県負担約 1,150 百万円) (主な施設) ・バイオガス発電施設 ・炭酸ガス製造・利用施設 ・水素製造施設	約 5,900 百万円(汚泥消化～水素利用まで) (うち市負担約 3,400 百万円) (主な施設) ・地域バイオマス受入施設 ・消化・脱水施設 ・バイオガス発電施設 ・水素製造施設
	水素製造	約 750 百万円 (うち県負担約 470 百万円) (主な施設) ・バイオガス精製施設 ・水素製造施設 ・水素ST	約 730 百万円 (うち県負担約 460 百万円) (主な施設) ・バイオガス精製施設 ・水素製造施設 ・水素ST	約 790 百万円 (うち市負担約 540 百万円) (主な施設) ・バイオガス精製施設 ・水素製造施設 ・都市ガス添加施設 ・水素ST
維持管理費	全体	約 550 百万円／年	約 130 百万円／年	約 420 百万円／年
	水素製造	約 96 百万円／年	約 93 百万円／年	約 130 百万円／年
【試算】水素製造単価 (バイオガス以降を想定) ※2		77 円／Nm ³ -H ₂	79 円／Nm ³ -H ₂	83 円／Nm ³ -H ₂ (都市ガス購入費を含む)

※1)建設費は、交付金等の補助を控除

※2)バイオガス精製以降の施設建設費・維持管理費より算定

3自治体モデルにおけるバイオガス発生量

バイオガス発生量
(日平均)



	宮城県モデル	奈良県モデル	三島市モデル
地域バイオマス由来	571	0	3,360
下水汚泥由来(受入れ)	1,369	0	0
下水汚泥由来(場内)	2,101	8,168	1,399
合計	4,041	8,168	4,759

バイオマス量
(日平均)

投入量[m3湿潤/日]	宮城県モデル	奈良県モデル	三島市モデル
地域バイオマス	46	—	66.2
下水汚泥(受入れ)	67	—	—
下水汚泥(場内)	142	461	110

【算定条件】

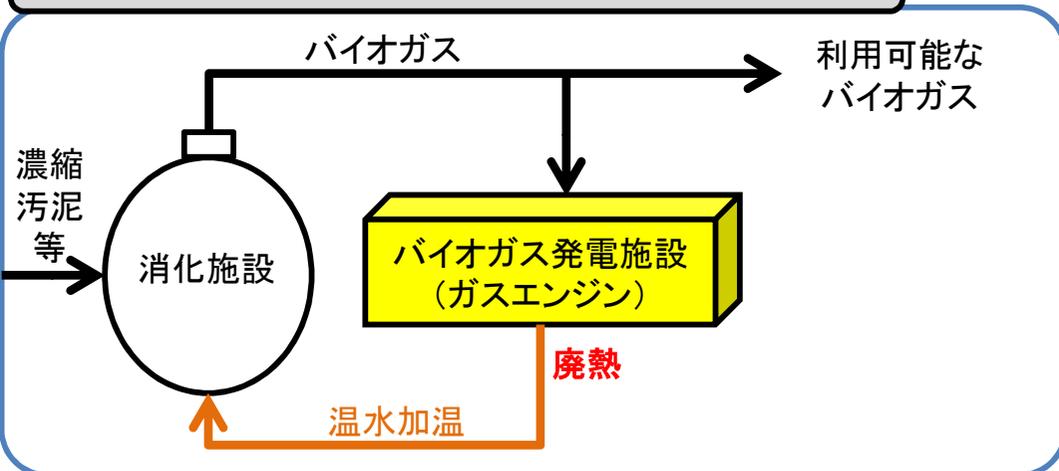
- 宮城県モデルは、下水汚泥由来(石巻浄化センター、石巻東部浄化センター)、地域バイオマス受入由来のバイオガス発生量を対象とする
- 奈良県モデルは、下水汚泥由来(第二浄化センター)のバイオガス発生量を対象とする
- 三島市モデルは、下水汚泥由来(三島終末処理場)、地域バイオマス由来のバイオガス発生量を対象とする

**バイオガス発生～利用の
検討の考え方
(全モデル共通)**

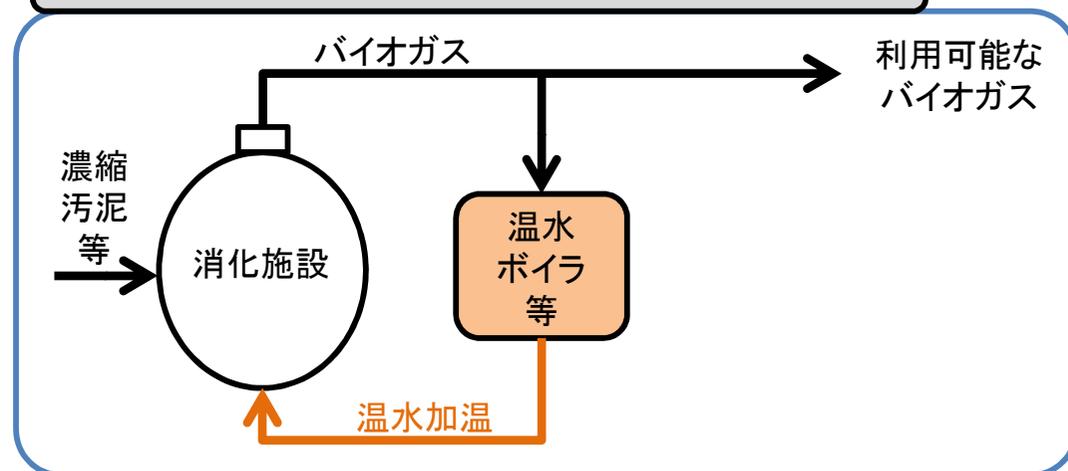
利用可能なバイオガス量の検討について

- バイオガスの利用にあたって、消化槽の加温に必要な熱量の確保が必要となることからバイオガス利用のパターンA～Dを設定
- パターンCは、バイオガスが不足する三島市モデルにて想定し、パターンDは、汚泥焼却廃熱が利用可能な宮城県モデルにて想定

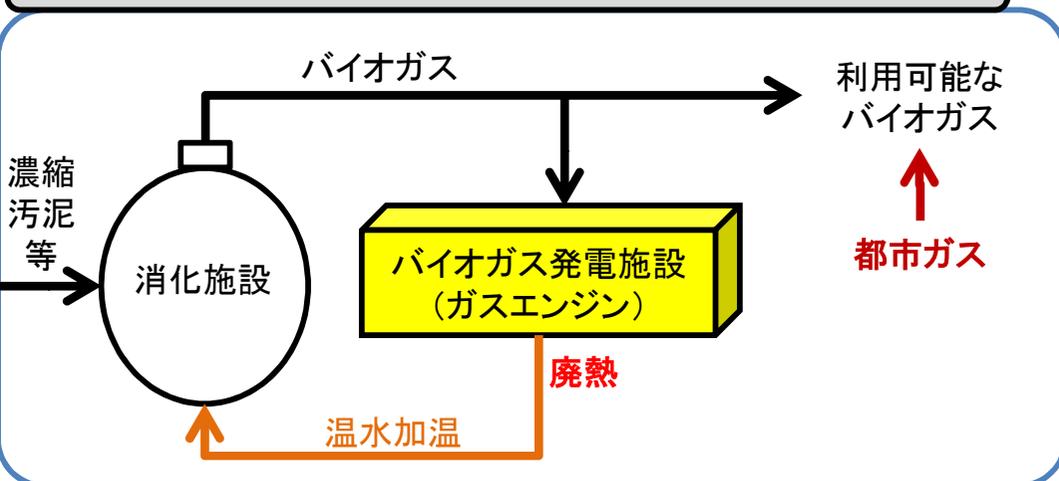
パターンA(発電廃熱利用)(3自治体モデル)



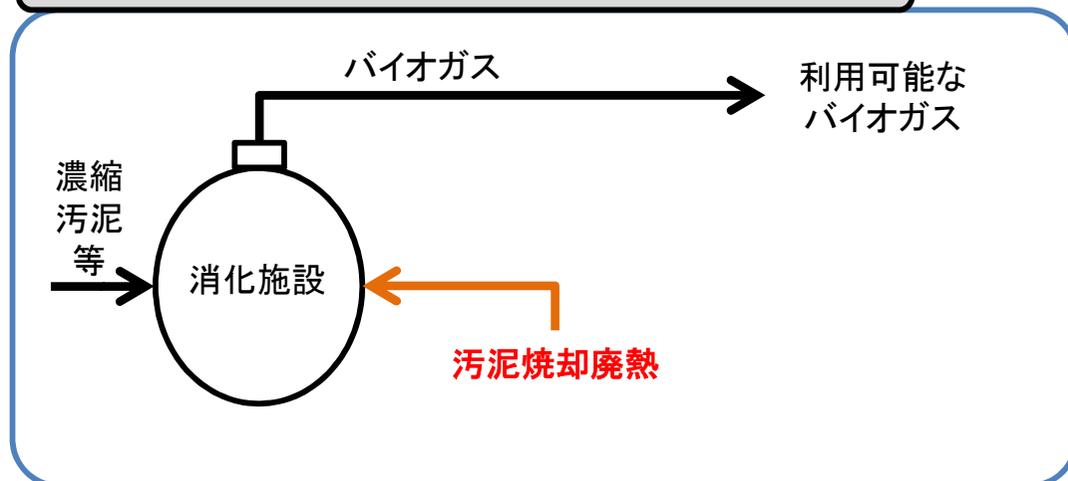
パターンB(加温装置利用)(3自治体モデル)



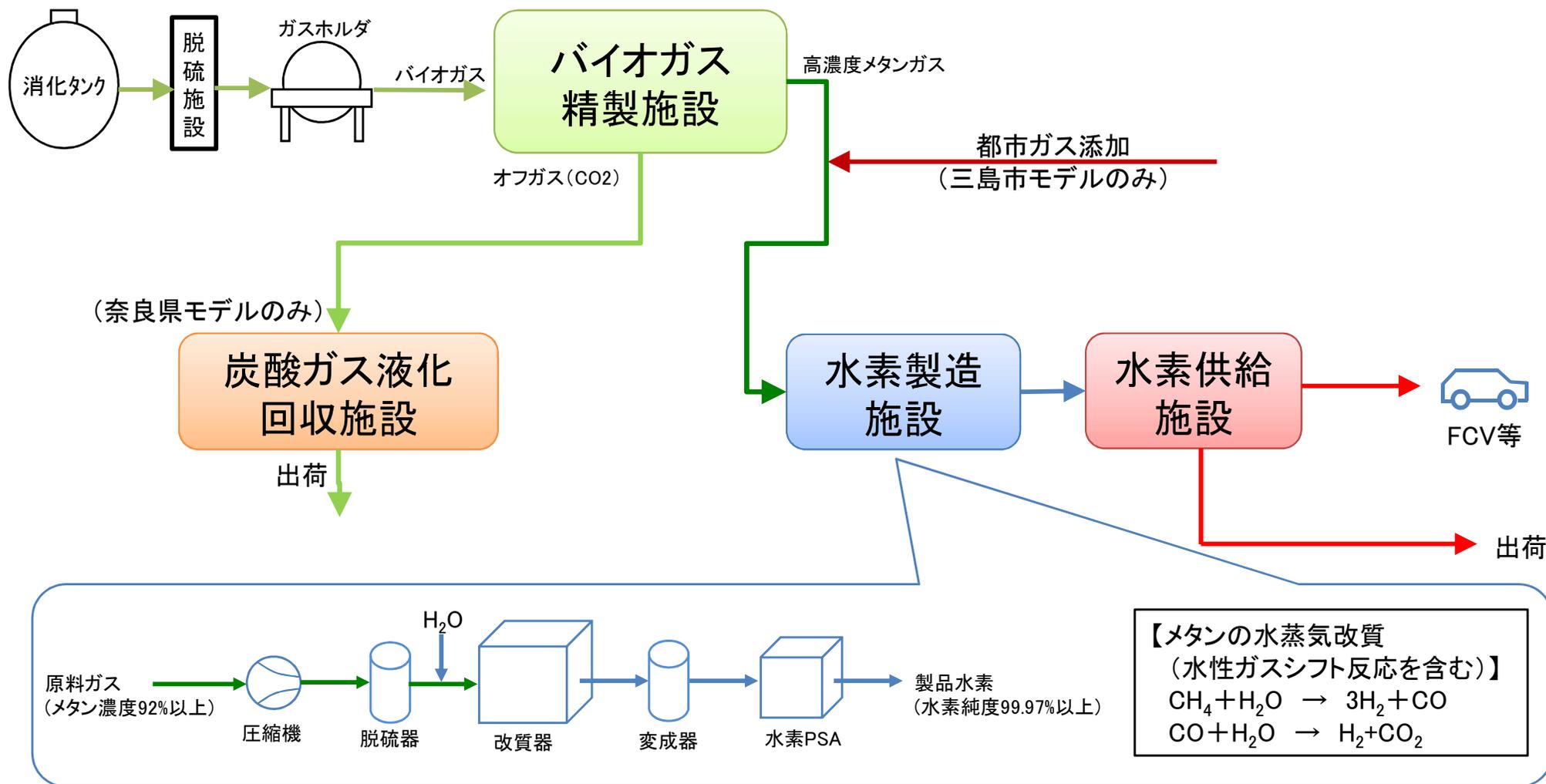
パターンC(発電廃熱+都市ガス利用)(三島市モデル)



パターンD(汚泥焼却廃熱利用)(宮城県モデル)



- 消化タンクから発生したバイオガスを脱硫処理してガスホルダに貯留し、このバイオガスを原料とする。
- 水素製造施設として、バイオガス精製施設、水素製造施設(水素精製を含む)、水素供給施設を想定
- 奈良県モデルについては、炭酸ガス液化回収装置についても想定
- 三島市モデルについては、バイオガス精製により高濃度化されたメタンガスに都市ガスを添加し、水素製造量を増量させることも想定



宮城県モデルにおける FS検討状況

【下水処理場関連事項】

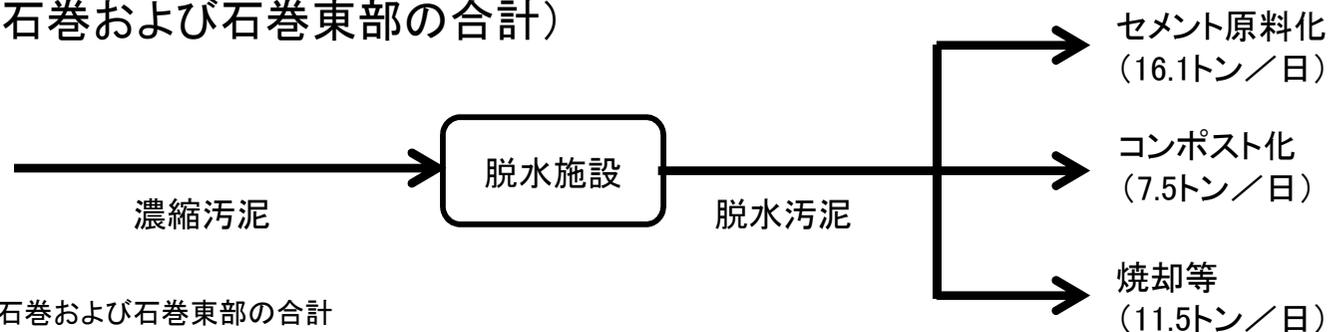
項目	宮城県モデル	項目	宮城県モデル
対象処理施設	北上川流域下水道 石巻浄化センター (石巻東部浄化センター汚泥、 地域バイオマスの受入れを考慮)	下水道施設から 発生する濃縮汚泥量 (日平均)	約 210 m ³ /日(濃度約4%) (石巻東部Tを含む)
供用開始年	平成10年	消化施設	新設 (新規消化施設導入時期は未定)
処理水量 (H27年度日平均)	約 18,000 m ³ /日(石巻T) 約 12,000 m ³ /日(石巻東部T)	想定される バイオガス量 (日平均)	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 下水汚泥のみ: 3,470 Nm³/日 (石巻東部Tを含む) ➢ 地域バイオマス含む: 4,041 Nm³/日
現状の汚泥処分方法	セメント原料化、コンポスト、 (仙塩浄化センターにて)焼却	地域バイオマス受入	家畜糞尿、浄化槽汚泥 植物性残渣

現状およびケース0(比較対象)の設定

【宮城県モデル】

- 石巻浄化センターおよび石巻東部浄化センターの現状の汚泥処理フローは、濃縮汚泥を脱水して外部搬出
- 消化施設を設置し地域バイオマスを受入れ、バイオガスを全量発電する場合をケース0と設定
- 消化(減量化)による効果(維持管理コスト縮減等)を含めてFS検討を実施

【現状フロー】(石巻および石巻東部の合計)

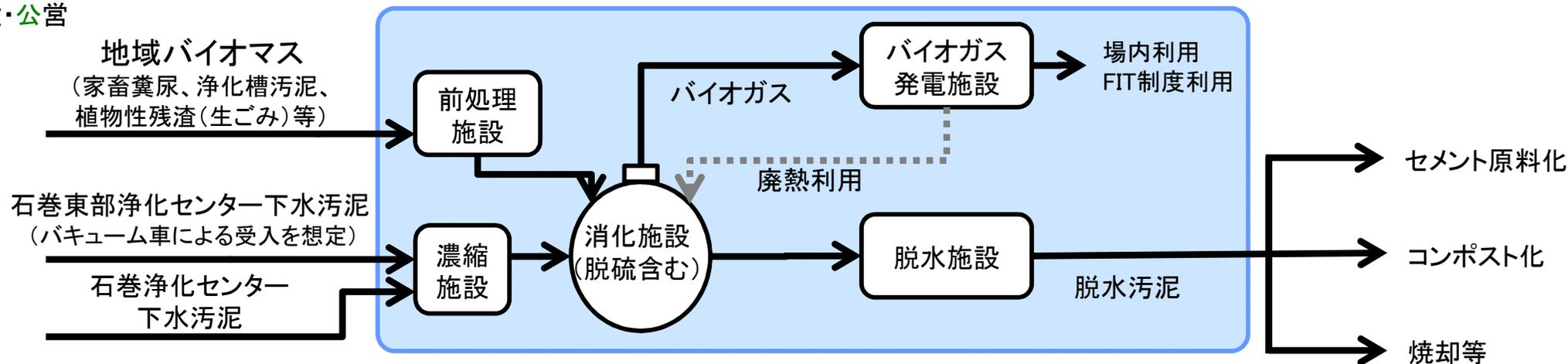


※汚泥量(日平均)は、石巻および石巻東部の合計
(H27維持管理年報より)

【ケース0】(バイオガス全量を発電施設に利用)

・消化施設、バイオガス発電施設:
公設・公営

公設公営



水素製造・利用の全体像

【宮城県モデル】

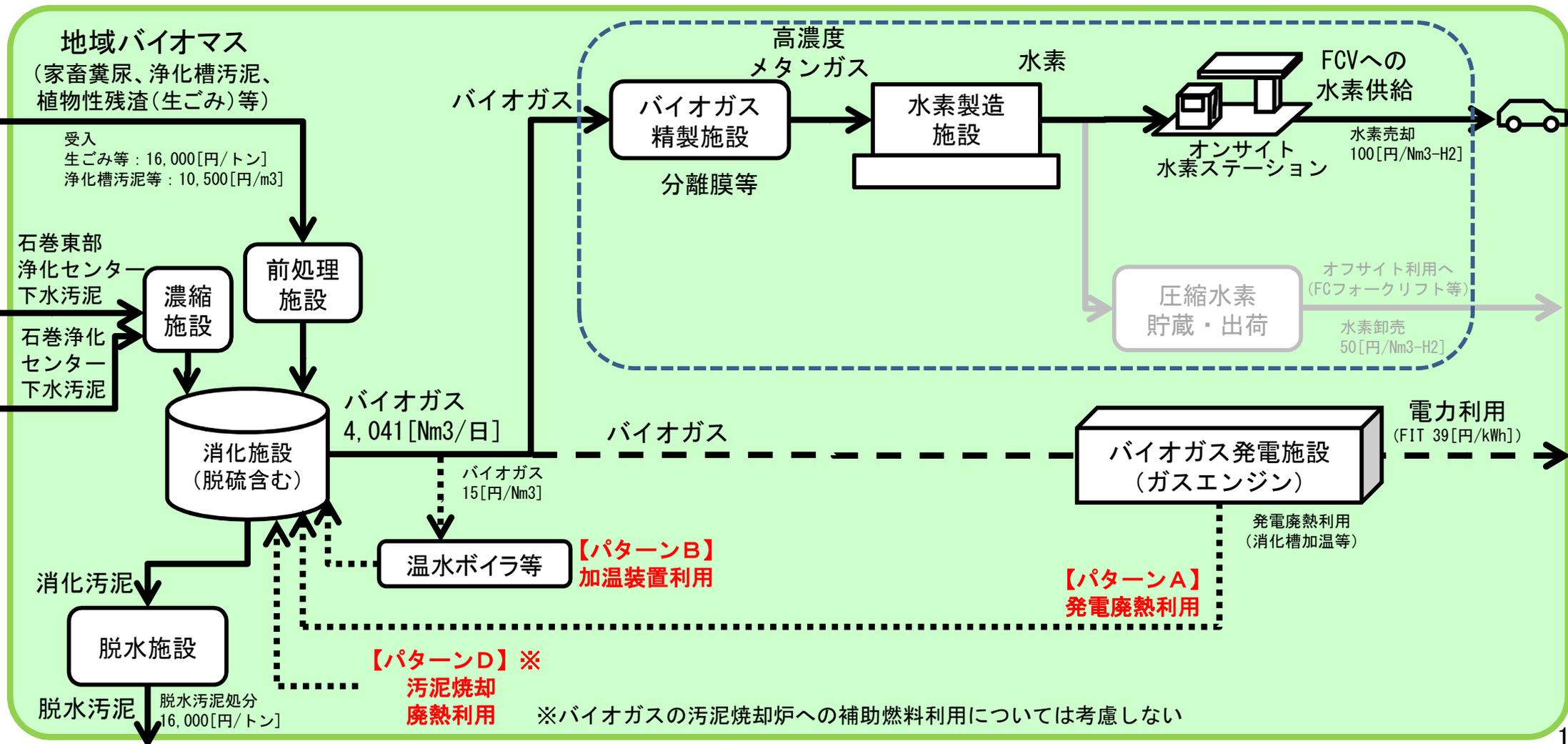
○FS検討範囲としては、バイオガス量を増加させるために、他処理場の下水汚泥や地域バイオマス为原料として、水素を製造・利用する事業を想定し、地域バイオマス受入料および脱水汚泥処分費用(汚泥消化による減容化効果を考慮)を含める。

○消化槽加温方法については、パターンA(バイオガス発電廃熱利用)、パターンB(バイオガス加温装置利用)、パターンD(汚泥焼却廃熱利用)の3パターンを想定

(水素需要の少ない事業初期においては、事業採算性確保のためにバイオガス発電等による収入を考慮し、発生するバイオガス全量の有効利用を図るものとする。(第3回委員会にて提示予定))

水素製造単価の算定範囲

FS検討範囲【事業全体】



マテリアルバランス(水素製造量の算定)

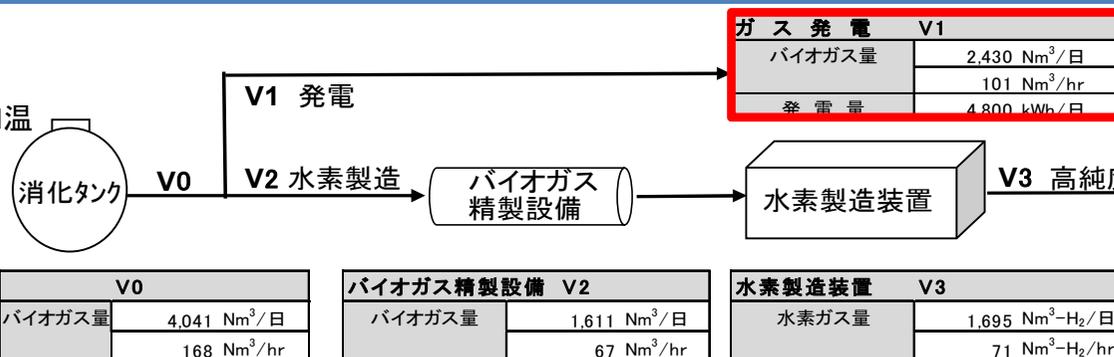
【宮城県モデル】

○本モデルでは、パターンA、パターンB、パターンDのうち、パターンD(汚泥焼却廃熱を消化槽加温に利用)が最も水素製造量が多くなる。(205 [Nm³-H₂/hr])

マテリアルバランス(24時間/日稼働)

【パターンA】

✓ バイオガス発電を行い、その廃熱を利用して消化槽を加温

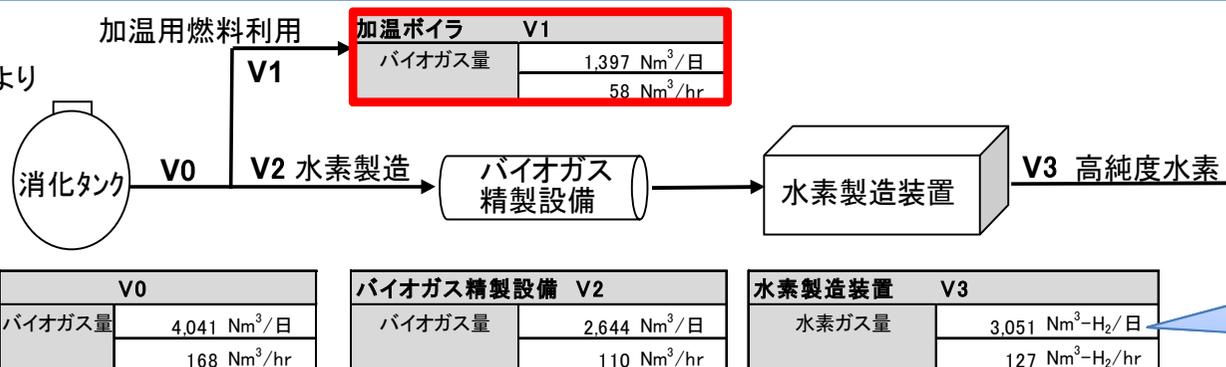


✓ 一般世帯 約 480 世帯分※
 ✓ 石巻および石巻東部浄化センターの電力量合計の約 27 [%]※
 に相当

✓ FCV普及台数 約 610 [台] に相当※

【パターンB】

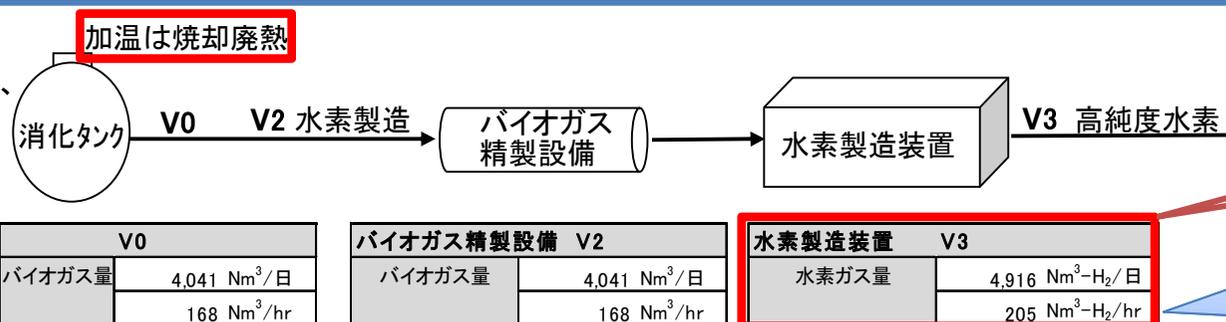
✓ バイオガスによるボイラ加温により消化槽を加温



✓ FCV普及台数 約 1,090 [台] に相当※

【パターンD】

✓ バイオガスによる加温は行わず、汚泥焼却廃熱を利用して消化槽を加温



➤ 最も水素製造量が多い

✓ FCV普及台数 約 1,760 [台] に相当※

※1) 1世帯当たり300[kWh/月]と想定(電気事業連合会HPより)

※2) H26年度実績値(下水道統計)より想定

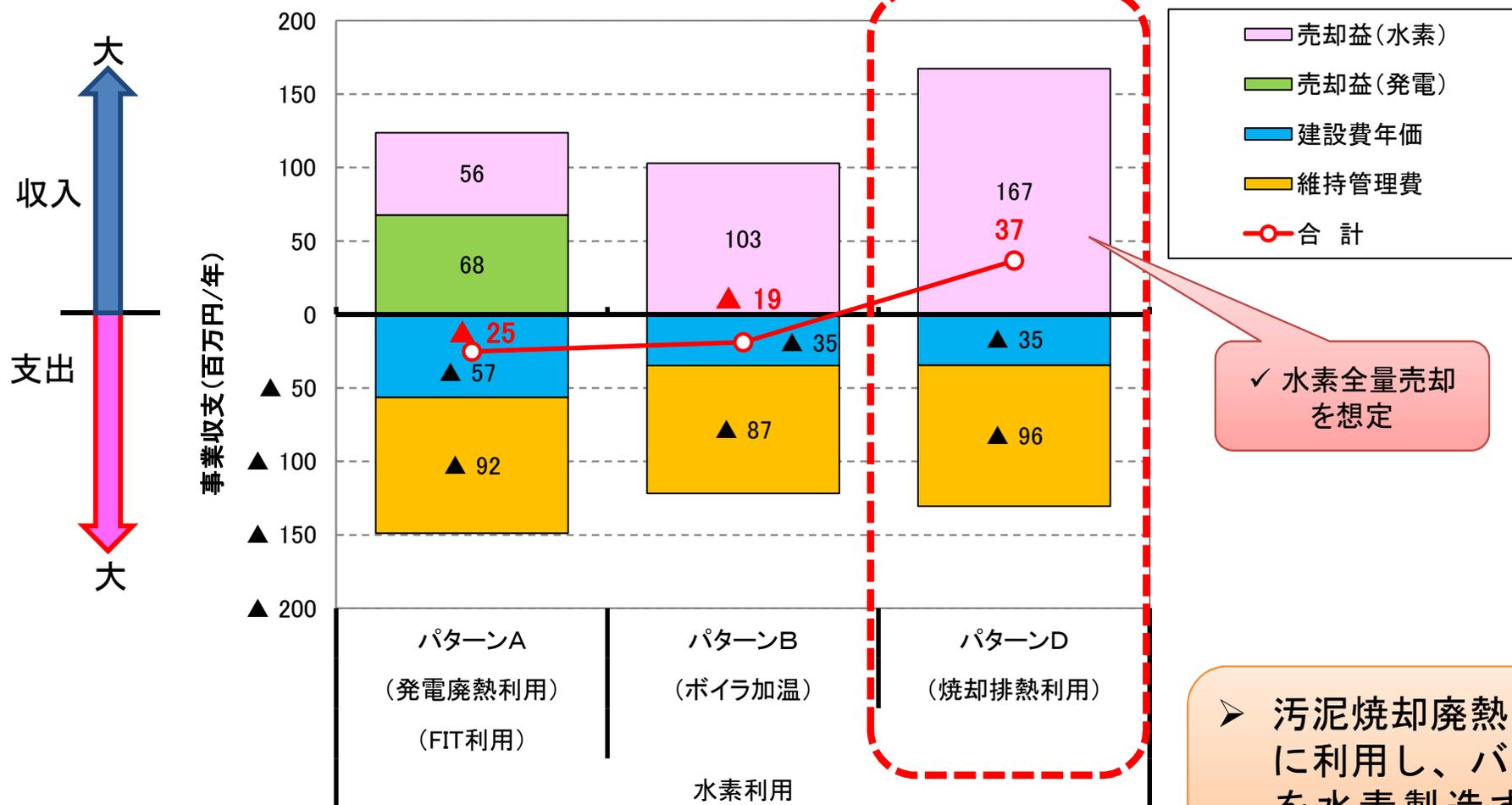
※3) FCVの水素使用量を963 [Nm³-H₂/台・年]と想定

消化槽加温方法の検討

【宮城県モデル】

- バイオガス利用(石巻東部浄化センター下水汚泥と地域バイオマス受入れ分を含む)を想定し、バイオガス発生から水素利用までの範囲における、各パターンの事業収支を算定。
- 汚泥焼却廃熱を消化槽加温に利用して水素製造を行う場合(パターンD)の水素製造量が多いため、最も事業採算性が高い。

バイオガス利用の事業収支(24時間/日稼働)



✓ 水素全量売却を想定

➤ 汚泥焼却廃熱を消化槽加温に利用し、バイオガス全量を水素製造する方法(パターンD)を採用する。

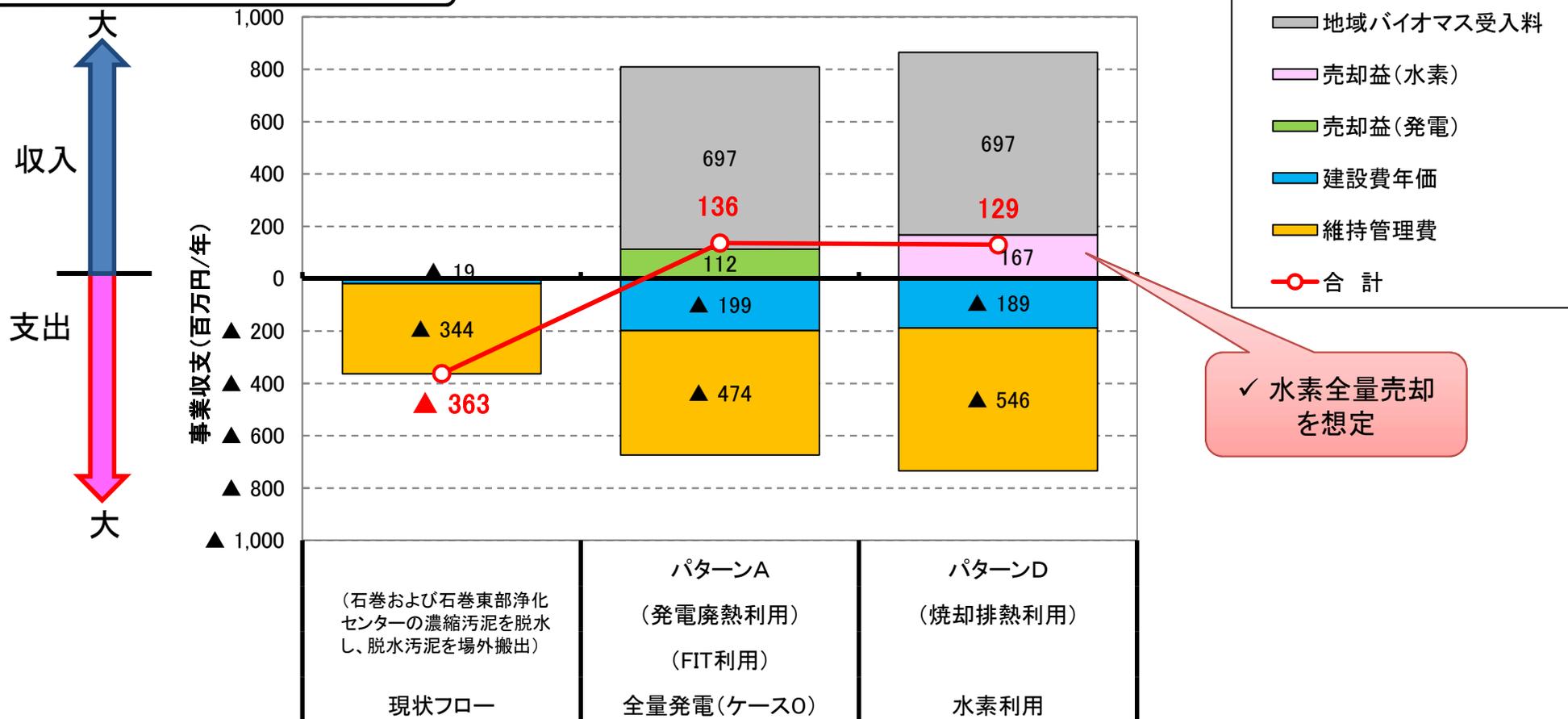
【参考】バイオガス利用量[Nm3/日]

発電利用	2,430	—	—
水素利用	1,611	2,644	4,041

事業収支の算定(消化および地域バイオマス受入費用を含む)【宮城県モデル】

- 公設公営を想定した場合、消化施設や地域バイオマス受入施設等に係る費用、および、地域バイオマス受入料や脱水汚泥処分費用等を含め、事業全体の収支を算定
- 現状フローに比べて、パターンA(バイオガス全量発電)およびパターンD(水素製造・利用(24時間/日稼働)、汚泥焼却廃熱利用による消化槽加温)については、新たな施設投資による支出があるものの、電力売却や水素売却、地域バイオマス受入料による収入が見込まれるため、事業全体の採算性が確保される。
- ただし、収入に占める地域バイオマス受入料が約8割を占めるため、地域バイオマス受入単価が事業採算性に与える影響が大きいことが想定される。

事業全体の収支(24時間/日稼働)



事業収支の内訳(消化および地域バイオマス受入費用を含む)【宮城県モデル】

現状フロー、ケースOおよびパターンDの事業収支内訳(建設費・維持管理費等)

	項目	単位	現状フロー	【バイオガス全量発電】 ケースO (FIT利用) (パターンA)		【水素利用】 汚泥焼却廃熱を消化槽加温に利用 (パターンD)	
建設費	地域バイオマス受入(前処理)施設	百万円	—		1,698		1,698
	濃縮施設(汚泥受入れを含む)	百万円	—		732		732
	消化施設	百万円	—		1,907		1,907
	脱水施設(建屋を含まない)	百万円	985		1,067		1,067
	バイオガス発電施設	百万円	—		532		—
	水素製造施設	百万円	—		—		422
	水素供給施設	百万円	—		—		330
	合計	百万円			5,980		6,157
建設費年価① (★:補助考慮)	地域バイオマス受入(前処理)施設※1	百万円/年	—	★環 ★国	70	★環 ★国	70
	濃縮施設(汚泥受入れを含む)	百万円/年	—	★国	22	★国	22
	消化施設	百万円/年	—	★国	41	★国	41
	脱水施設(建屋を含まない)	百万円/年	★国 19	★国	21	★国	21
	バイオガス発電施設	百万円/年	—		45		—
	水素製造施設	百万円/年	—		—	★国	10
	水素供給施設	百万円/年	—		—		24
	合計	百万円/年	19		199		189
維持管理費②	地域バイオマス受入(前処理)施設	百万円/年	—		80		80
	濃縮施設(常圧浮上濃縮を想定)	百万円/年	—		54		54
	消化施設	百万円/年	—		33		33
	脱水施設	百万円/年	72		82		82
	バイオガス発電施設	百万円/年	—		25		—
	水素製造施設	百万円/年	—		—		40
	水素供給施設	百万円/年	—		—		56
	脱水汚泥処分費用 ※2	百万円/年	272		201		201
合計	百万円/年	344		474		546	
売却益③	地域バイオマス受入料	百万円/年	—		697		697
	電力売却収入	百万円/年	—		112		—
	水素売却収入	百万円/年	—		—		167
	合計	百万円/年	0		809		864
合計(売却益-費用)	=③-(①+②)	百万円/年	▲363		136		129

★は国庫補助(国:国土交通省、環:環境省)を考慮

※1) 地域バイオマス受入れ建設費については、各バイオマス量でアローケーション

※2) 汚泥含水率は、現状フローは既設実績値(約82%)、パターンDは消化汚泥の脱水汚泥の一般値(82%)を想定

水素製造単価の試算(バイオガス精製～水素供給)

【宮城県モデル】

- 水素製造・供給施設の24時間稼働を前提として、製造する水素全量が売却できると想定し、水素製造単価(精製を含む)を試算
- 算定範囲は、バイオガス精製・水素製造・水素ガス精製・水素供給(ステーション)とする。
- 試算の結果、水素ステーション運営を行う水素供給まで含めた場合の水素供給単価は77円/Nm³-H₂となり、100円/Nm³-H₂(水素市場販売価格)を下回る。

【水素製造の諸元】

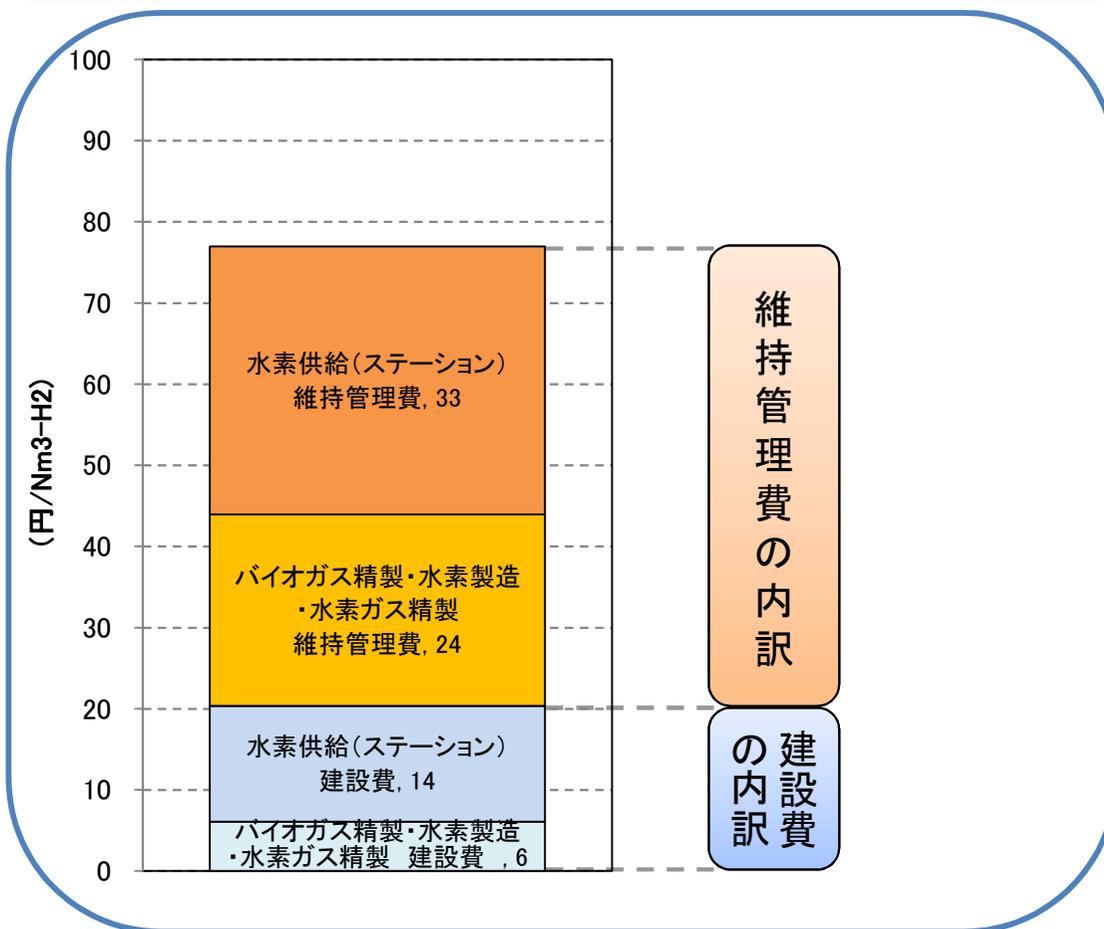
項目	単位	条件	算定式
製造能力	Nm ³ -H ₂ /hr	205	①
定格稼働時間	hr/日	24	②
年間稼働日数	日/年	345	③
年間水素製造量	千Nm ³ -H ₂ /年	1,696	④

【水素供給単価の算定】

項目	単位	単価	算定式
水素供給 維持管理費	円/Nm ³ -H ₂	33	=56百万円/年÷④
バイオガス精製・水素製造・水素ガス精製 維持管理費	円/Nm ³ -H ₂	24	=40百万円/年÷④
水素供給 建設費	円/Nm ³ -H ₂	14	=24百万円/年÷④
バイオガス精製・水素製造・水素ガス精製 建設費 ★国	円/Nm ³ -H ₂	6	=10百万円/年÷④
合計	円/Nm ³ -H ₂	77	

※建設費のうち、バイオガス精製および水素製造には社会資本整備総合交付金が充当されている。(★は国庫補助(国:国交省、流域下水道(2/3))を考慮)

水素製造単価(24時間/日稼働)
(バイオガス精製+水素製造+水素ガス精製+水素供給(ステーション))

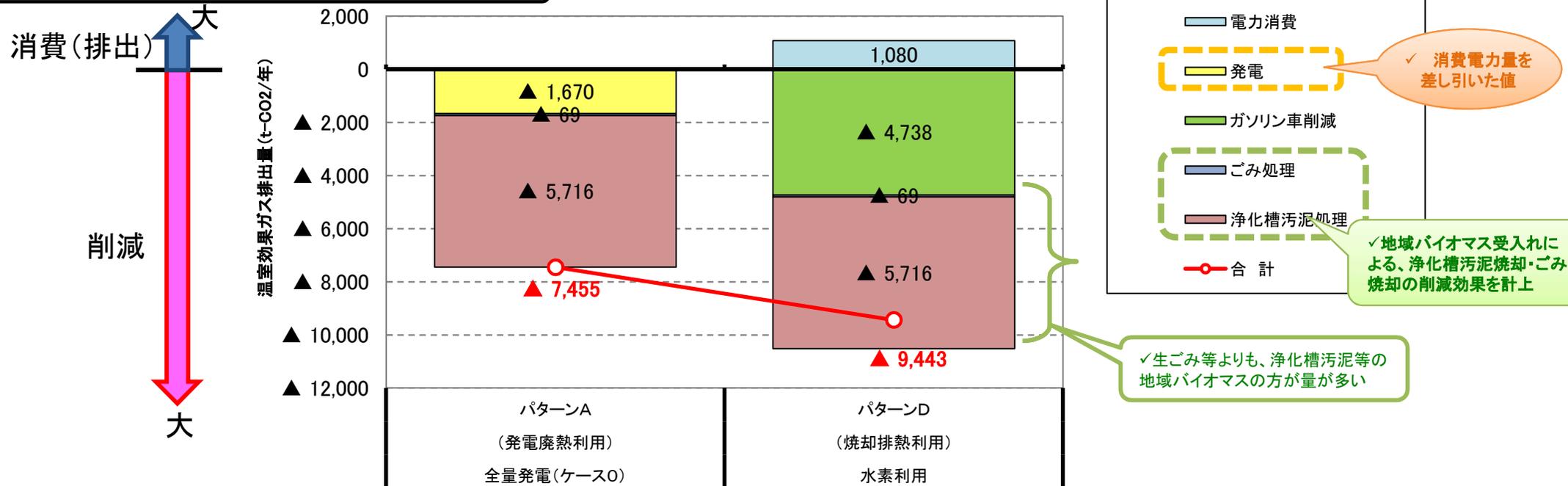


温室効果ガス（GHG）排出量の算定

【宮城県モデル】

- バイオガス全量をバイオガス発電した場合（ケース0）と水素製造・利用した場合（パターンD）を比較
- 水素製造・利用による削減効果については、FCVがガソリン車に置き換わると仮定し、ガソリン車の温室効果ガス排出量を考慮
- また、地域バイオマス受入に伴い、浄化槽汚泥処理・ごみ処理における焼却処分量削減に係る温室効果ガス排出量削減効果を計上
- バイオガス全量発電（ケース0）に比べ、水素製造・利用（パターンD）の環境性が優れる。

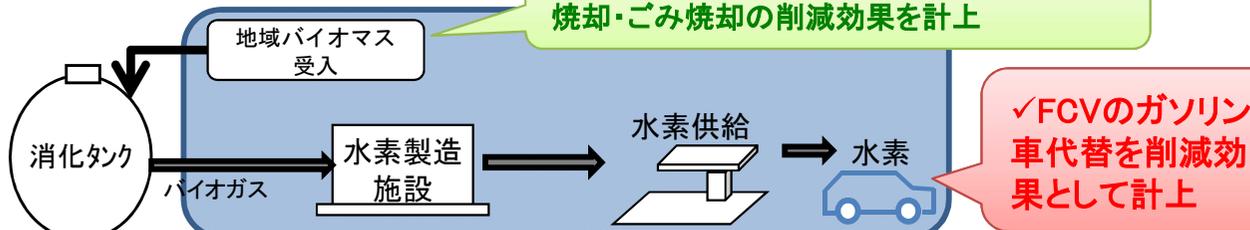
温室効果ガス排出量の算定結果（24時間／日稼働）



【比較対象】全量バイオガス発電を実施（ケース0）



水素利用（パターンD）



奈良県モデルにおける FS検討状況

【下水処理場関連事項】

項目	奈良県モデル
対象処理施設	大和川上流・宇陀川流域下水道 (第二処理区) 第二浄化センター
供用開始年	昭和59年
処理水量 (H27年度日平均)	約 86,000 m ³ /日
現状の汚泥処分方法	埋立、セメント原料化、セメント資源化

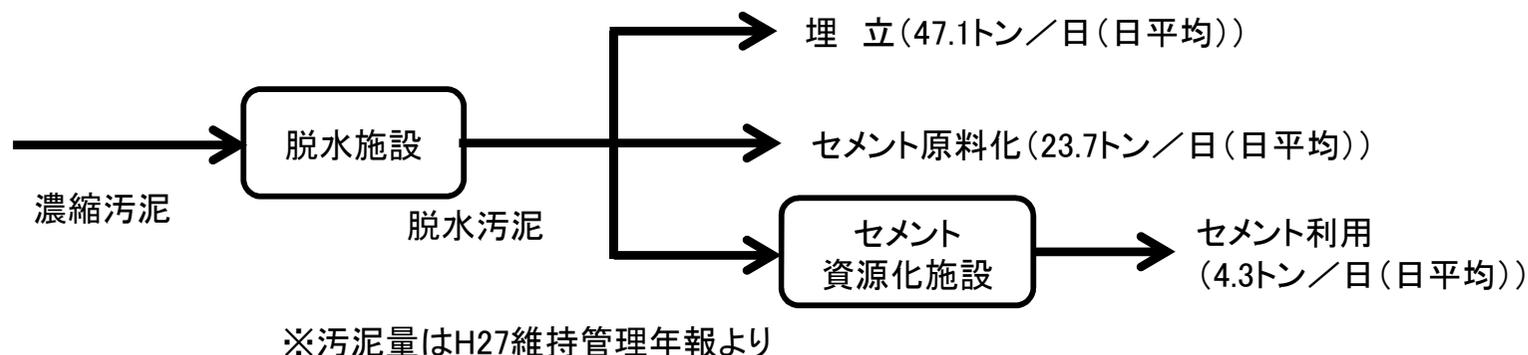
項目	奈良県モデル
下水道施設から 発生する濃縮汚泥量 (日平均)	約 460 m ³ /日(濃度約4%)
消化施設	新設 (鋼板製消化槽で詳細設計済み。 H30建設着手予定)
想定される バイオガス量 (日平均)	8,168 Nm ³ /日
地域バイオマス受入	(なし)

現状およびケース0(比較対象)の設定

【奈良県モデル】

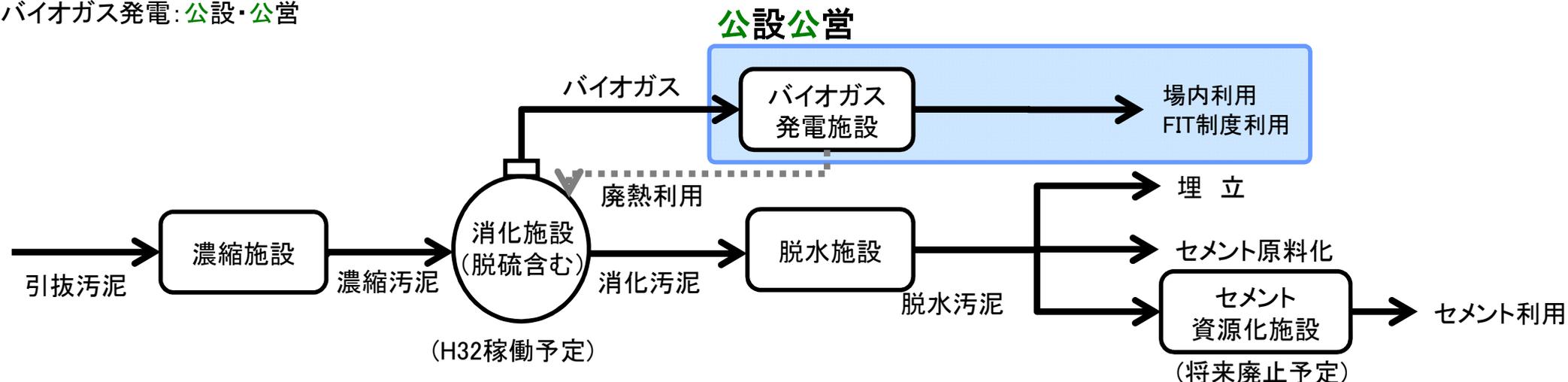
- 第二浄化センターの現状の汚泥処理フローは、濃縮汚泥を脱水して、セメント資源化及び外部搬出を実施(セメント資源化施設は第二浄化センター内にて稼働中)
- バイオガス全量有効利用(ガス発電)する場合をケース0と設定
- 消化施設は詳細設計済みであり、バイオガス以降について、FS検討を実施

【現状フロー】



【ケース0】(バイオガス全量を発電施設に利用)

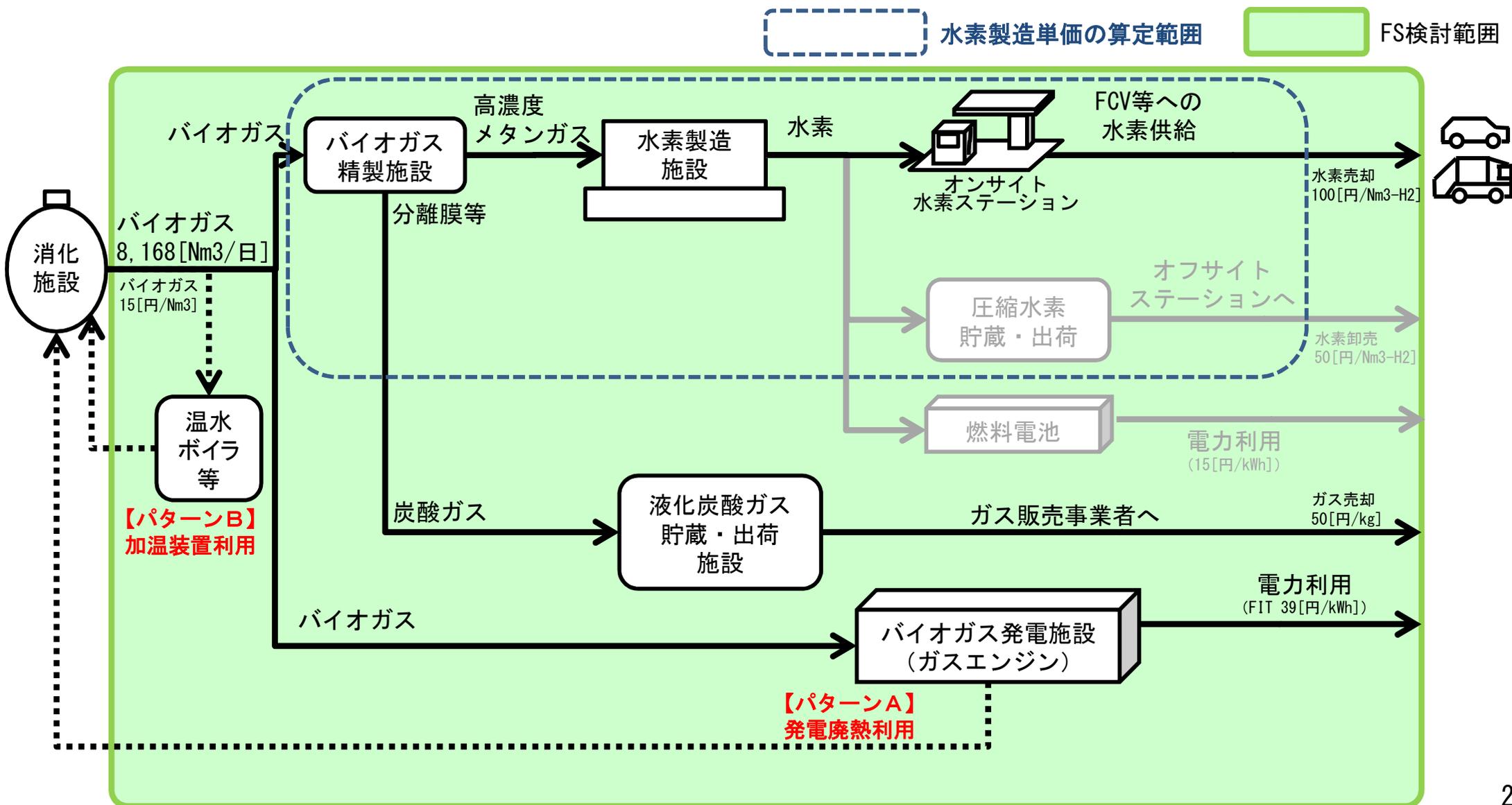
・バイオガス発電: 公設・公営



水素製造・利用の全体像

【奈良県モデル】

- FS検討範囲としては、消化施設供用開始後を想定し、バイオガスを原料として、水素を製造・利用、炭酸ガスを製造・利用する事業を想定
- 消化槽加熱の方法については、バイオガスの一部を、バイオガス発電による発電廃熱を利用する場合（パターンA）と、加温装置（温水ボイラ等）を利用する場合（パターンB）を想定



マテリアルバランス(水素製造量および発電電力量の算定)

【奈良県モデル】

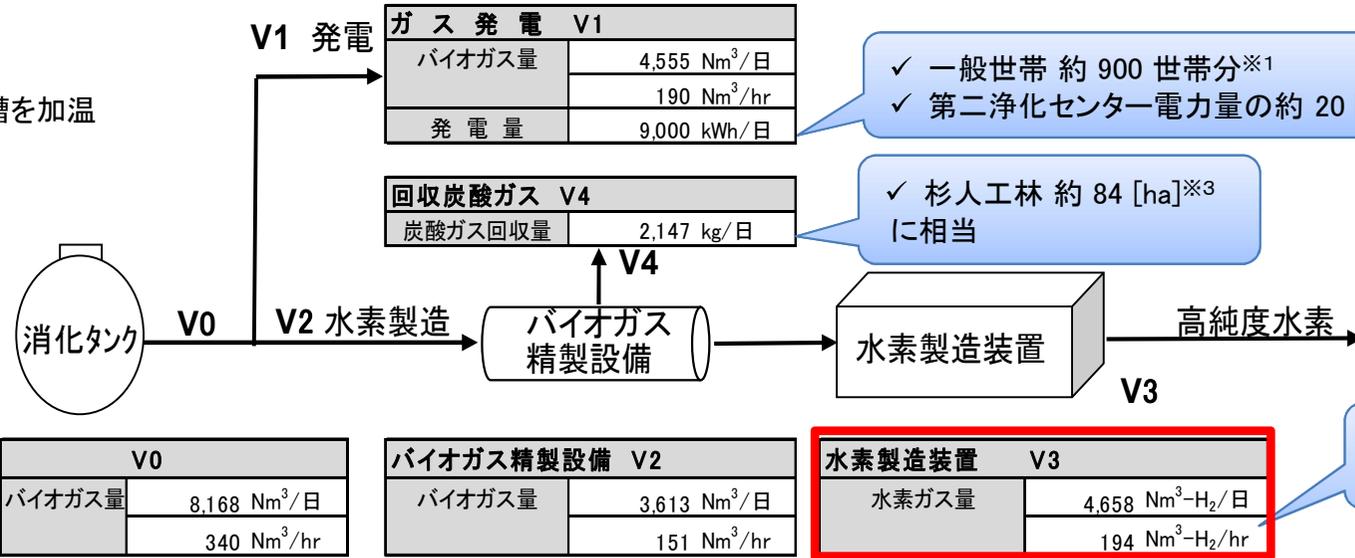
○本モデルでは、パターンA(バイオガス発電の廃熱利用)よりもパターンB(ボイラ加温)の方が水素製造量が多くなる。

マテリアルバランス(24時間/日稼働)

※1)1世帯当たり300[kWh/月]と想定(電気事業連合会HPより) ※2)第二浄化センターのH26年度実績値(下水道統計)より想定
 ※3)40年生前後のスギ人工林が吸収する二酸化炭素量を約8.8[t-CO₂/年・ha]と想定(農林水産省HPより) ※4)FCVの水素使用量を963 [Nm³-H₂/台・年]と想定

【パターンA】

✓ バイオガス発電を行い、その廃熱を利用して消化槽を加温



ガス発電 V1	
バイオガス量	4,555 Nm ³ /日
	190 Nm ³ /hr
発電量	9,000 kWh/日

回収炭酸ガス V4	
炭酸ガス回収量	2,147 kg/日

V0	
バイオガス量	8,168 Nm ³ /日
	340 Nm ³ /hr

バイオガス精製設備 V2	
バイオガス量	3,613 Nm ³ /日
	151 Nm ³ /hr

水素製造装置 V3	
水素ガス量	4,658 Nm ³ -H ₂ /日
	194 Nm ³ -H ₂ /hr

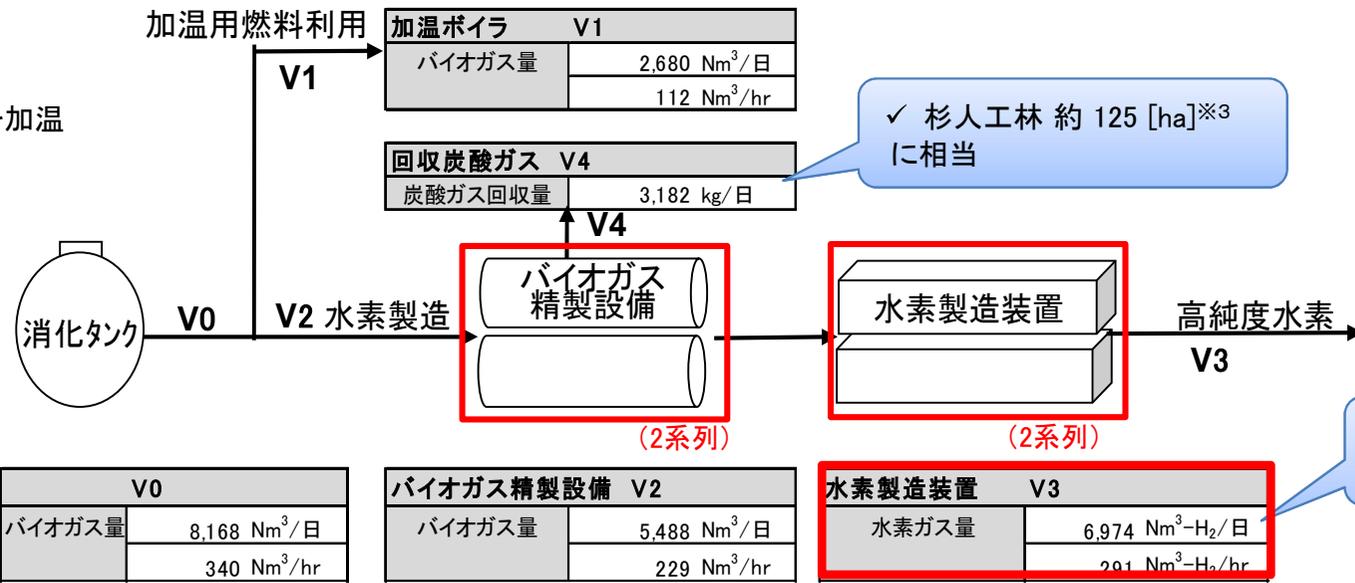
✓ 一般世帯 約 900 世帯分※1
 ✓ 第二浄化センター電力量の約 20 [%]※2 に相当

✓ 杉人工林 約 84 [ha]※3
 に相当

✓ FCV普及台数 約 1,670 [台]
 に相当※4

【パターンB】

✓ バイオガスによるボイラ加温により消化槽を加温



加温用燃料利用 加温ボイラ V1	
バイオガス量	2,680 Nm ³ /日
	112 Nm ³ /hr

回収炭酸ガス V4	
炭酸ガス回収量	3,182 kg/日

V0	
バイオガス量	8,168 Nm ³ /日
	340 Nm ³ /hr

バイオガス精製設備 V2	
バイオガス量	5,488 Nm ³ /日
	229 Nm ³ /hr

水素製造装置 V3	
水素ガス量	6,974 Nm ³ -H ₂ /日
	291 Nm ³ -H ₂ /hr

✓ 杉人工林 約 125 [ha]※3
 に相当

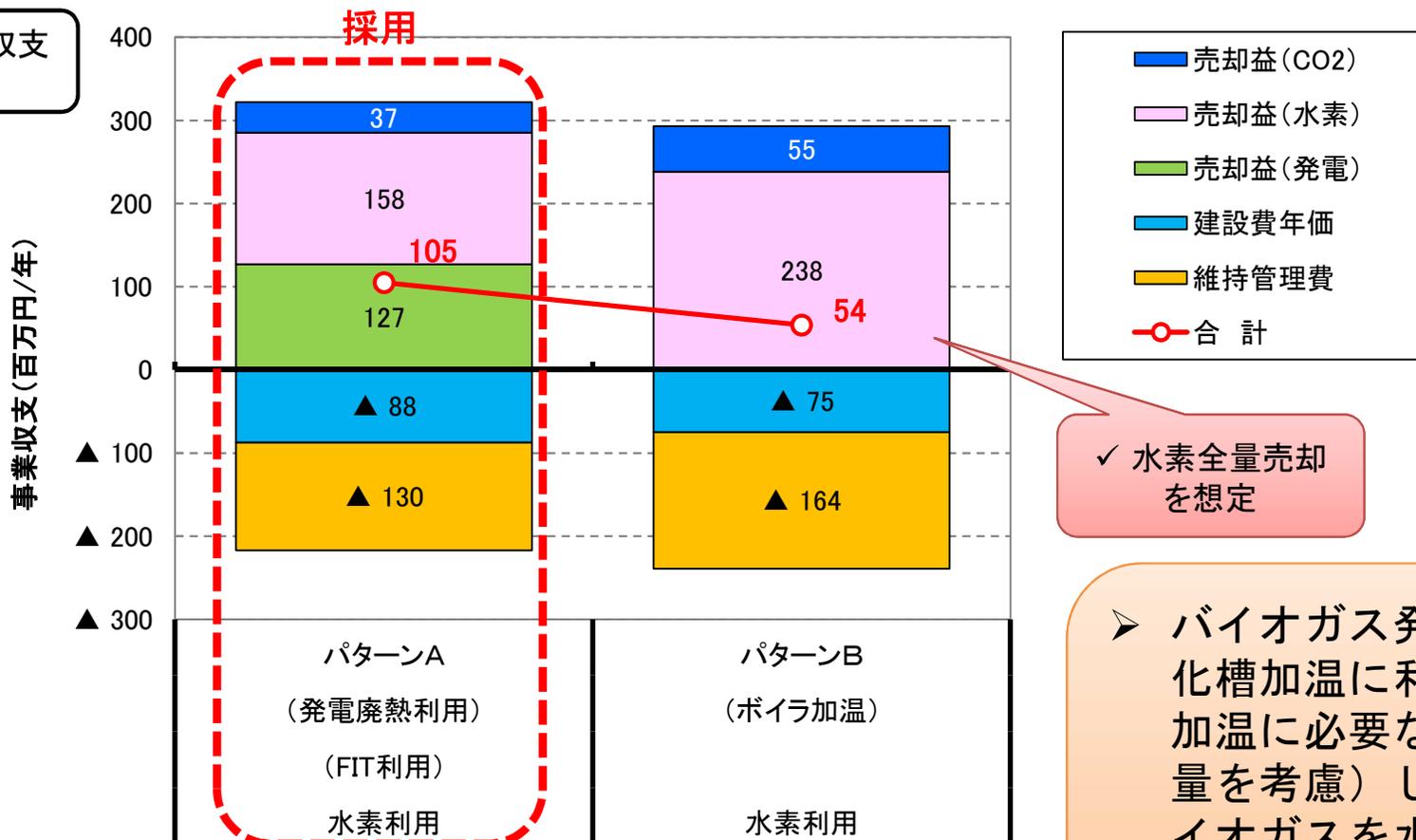
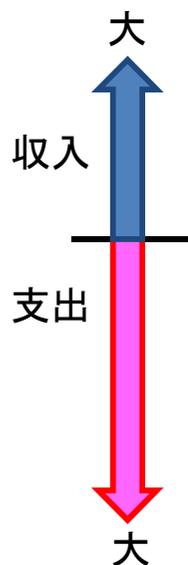
✓ FCV普及台数 約 2,500 [台]
 に相当※4

消化槽加温方法の検討

【奈良県モデル】

- バイオガス発生から水素利用までの範囲における、各パターンの事業収支を算定
- 1系列分(最大248[Nm³-H₂/h])の水素製造・利用に対してバイオガス量が十分であるため、バイオガス発電(FIT利用、水素燃料電池無し)と水素製造の組合せ(パターンA)を想定
- なお、水素燃料電池は、建設コストが高価であり、かつ、発電電力量による場内電力使用量削減が少なく、事業収支改善効果が見込めないため、算定の候補には含めていない。

バイオガス利用の事業収支
(24時間/日稼働)



✓ 水素全量売却を想定

➤ バイオガス発電廃熱を消化槽加温に利用(消化槽加温に必要なエネルギー量を考慮)し、残りのバイオガスを水素製造する方法(パターンA)を採用する。

【参考】バイオガス利用量[Nm³/日]

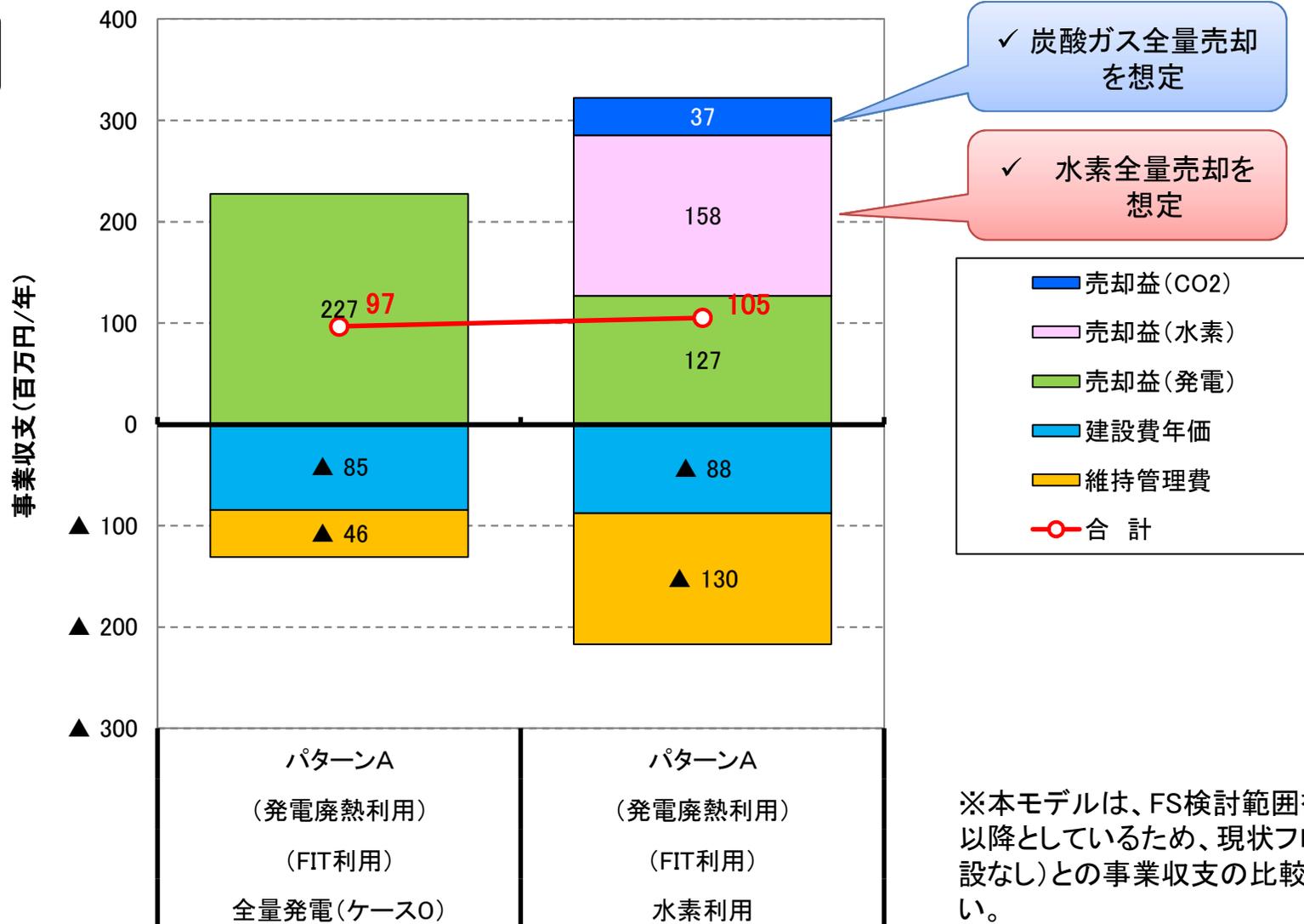
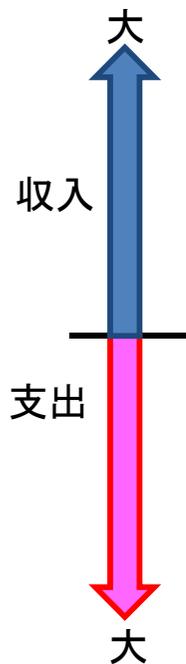
発電利用	4,555	—
水素利用	3,613	5,488

事業収支の算定

【奈良県モデル】

- 公設民営を想定した場合、バイオガス全量発電の場合(ケース0)、および、水素利用の場合(水素製造・利用(24時間/日稼働)、バイオガス発電(FIT利用、廃熱利用)、炭酸ガス製造・利用の組合せ)について、事業全体の収支を算定
- 水素利用を想定した事業全体の採算性は、バイオガス全量を発電として利用するよりも若干向上する。

事業全体収支
(24時間/日稼働)



※本モデルは、FS検討範囲をバイオガス以降としているため、現状フロー(消化施設なし)との事業収支の比較はしていない。

事業収支の内訳

【奈良県モデル】

バイオガス全量発電(ケース0)および水素利用の事業収支内訳(建設費・維持管理費等)

項目		単位	バイオガス全量発電 (ケース0)	【水素利用】 バイオガス発電廃熱を 消化槽加温に利用 (パターンA)
建設費	バイオガス発電施設	百万円	1,077	642
	水素製造施設	百万円	—	406
	水素供給施設	百万円	—	328
	炭酸ガス製造・供給施設	百万円	—	140
	合計	百万円	1,077	1,516
建設費年価① (★：補助考慮)	バイオガス発電施設	百万円/年	85	50
	水素製造施設	百万円/年	—	★国 10
	水素供給施設	百万円/年	—	24
	炭酸ガス製造・供給施設	百万円/年	—	★国 3
	合計	百万円/年	85	88
維持管理費②	バイオガス発電施設	百万円/年	46	28
	水素製造施設	百万円/年	—	38
	水素供給施設	百万円/年	—	55
	炭酸ガス製造・供給施設	百万円/年	—	9
	合計	百万円/年	46	130
売却益③	電力売却収入	百万円/年	227	127
	水素売却収入	百万円/年	—	158
	炭酸ガス売却収入	百万円/年	—	37
	合計	百万円/年	227	322
合計(売却益－費用) =③－(①＋②)		百万円/年	97	105

★は国庫補助(国：国土交通省)を考慮

水素製造単価の試算(バイオガス精製～水素供給)

【奈良県モデル】

- 水素製造・供給施設の24時間稼働を前提として、製造する水素全量が売却できると想定し、水素製造単価(精製を含む)を試算
- 算定範囲は、バイオガス精製・水素製造・水素ガス精製・水素供給(ステーション)とする。
- 試算の結果、水素ステーション運営を行う水素供給まで含めた場合の水素供給単価は79円/Nm³-H₂となり、100円/Nm³-H₂(水素市場販売価格)を下回る。

【水素製造の諸元】

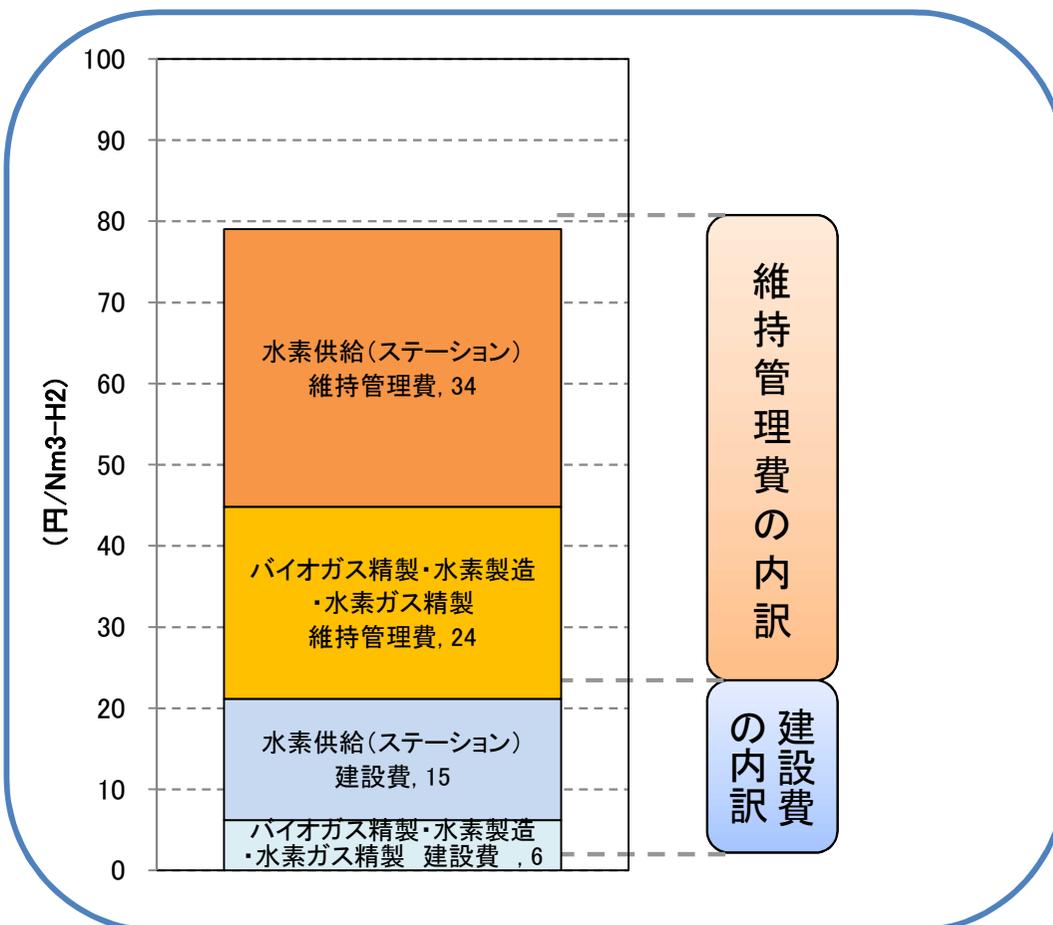
項目	単位	条件	算定式
製造能力	Nm ³ -H ₂ /hr	194	①
定格稼働時間	hr/日	24	②
年間稼働日数	日/年	345	③
年間水素製造量	千Nm ³ -H ₂ /年	1,607	④

【水素供給単価の算定】

項目	単位	単価	算定式
水素供給 維持管理費	円/Nm ³ -H ₂	34	=55百万円/年÷④
バイオガス精製・水素製造・水素ガス精製 維持管理費	円/Nm ³ -H ₂	24	=38百万円/年÷④
水素供給 建設費	円/Nm ³ -H ₂	15	=24百万円/年÷④
バイオガス精製・水素製造・水素ガス精製 建設費 ★国	円/Nm ³ -H ₂	6	=10百万円/年÷④
合計	円/Nm ³ -H ₂	79	

※建設費のうち、バイオガス精製および水素製造には社会資本整備総合交付金が充当されている。(★は国庫補助(国:国交省、流域下水道(2/3))を考慮)

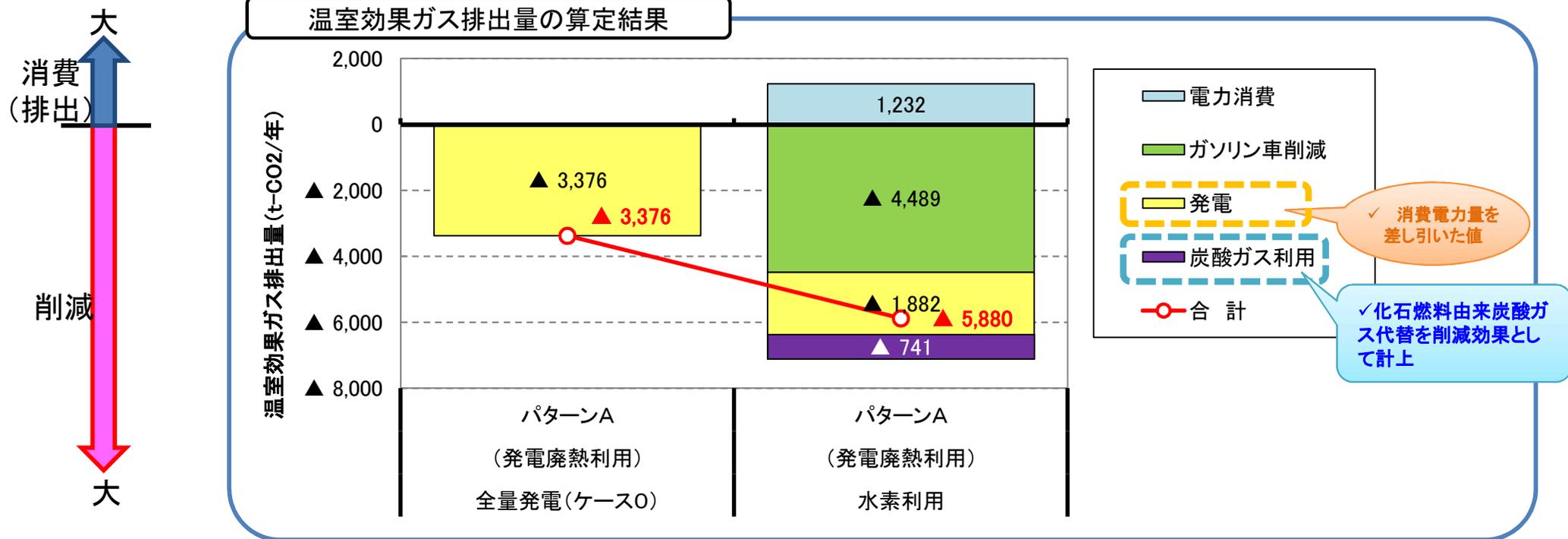
水素製造単価(24時間/日稼働)
(バイオガス精製+水素製造+水素ガス精製+水素供給(ステーション))



温室効果ガス（GHG）排出量等の算定

【奈良県モデル】

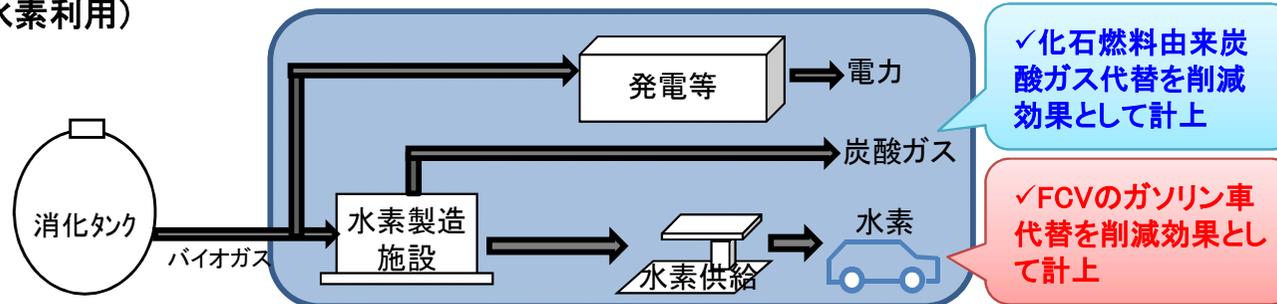
- バイオガス全量をバイオガス発電した場合（ケース0）と、水素利用の場合（水素製造・利用（24時間/日稼働）、バイオガス発電（FIT利用、廃熱利用）、炭酸ガス製造・利用の組合せ）を比較
- 水素製造・利用による削減効果については、FCVがガソリン車に置き換わると仮定し、ガソリン車の温室効果ガス排出量をパターンAの削減効果として加え、さらに、バイオガス由来炭酸ガスの有効利用による削減効果も計上
- バイオガス全量発電（ケース0）よりも、パターンA（水素製造・利用、発電、炭酸ガス製造・利用）の方が、環境性が優れる。



【比較対象】全量バイオガス発電を実施



(水素利用)



三島市モデルにおける FS検討状況

【下水処理場関連事項】

項目	三島市モデル
対象処理施設	三島市公共下水道 三島終末処理場 (地域バイオマス受入れを考慮)
供用開始年	昭和51年
処理水量 (H27年度日平均)	約 23,000 m ³ /日
現状の汚泥処分方法	セメント原料化、コンポスト、 焼却、埋立

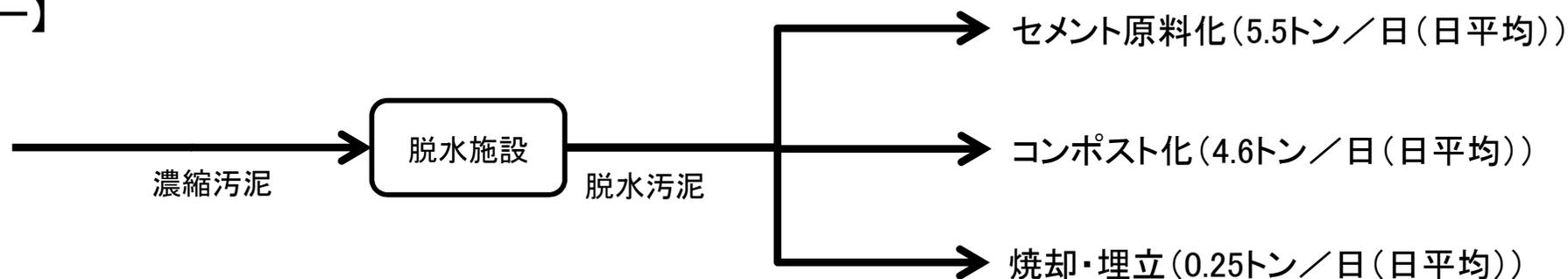
項目	三島市モデル
下水道施設から 発生する濃縮汚泥量 (日平均)	約 110 m ³ /日(約3%)
消化施設	新設 (新規消化施設導入時期は未定)
想定される バイオガス量 (日平均)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 下水汚泥のみ: 1,399 Nm³/日 ➤ 地域バイオマス含む: 4,759 Nm³/日
地域バイオマス受入	し尿浄化槽汚泥、食品残渣、生ごみ 緑地剪定枝

現状およびケース0(比較対象)の設定

【三島市モデル】

- 三島終末処理場の現状の汚泥処理フローは、濃縮汚泥を脱水して外部搬出
- 消化施設を設置し、地域バイオマスを受入れ、バイオガスを全量発電する場合をケース0と設定
- 消化(減量化)による効果(維持管理コスト縮減等)を含めてFIS検討を実施

【現状フロー】

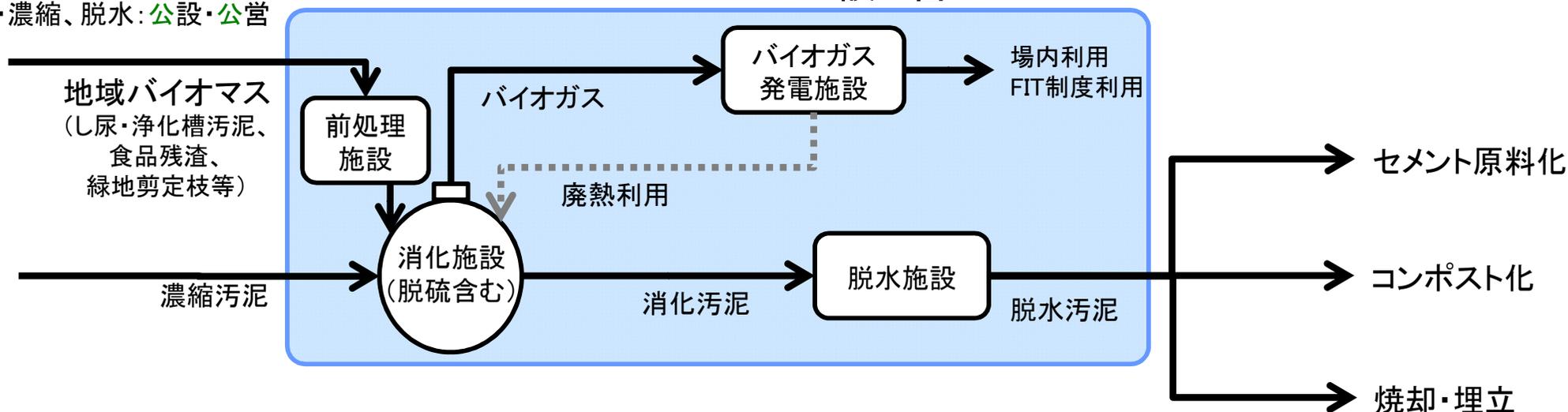


※汚泥量は三島市資料より

【ケース0】(バイオガス全量を発電施設に利用)

・濃縮、脱水:公設・公営

公設公営



マテリアルバランス(水素製造量および発電電力量の算定)

【三島市モデル】

○本モデルでは、パターンA、パターンB、パターンCのうち、パターンC(バイオガス発電廃熱を消化槽加温に利用する場合)が最も水素製造量が多くなる。(248 [Nm³-H₂/hr])

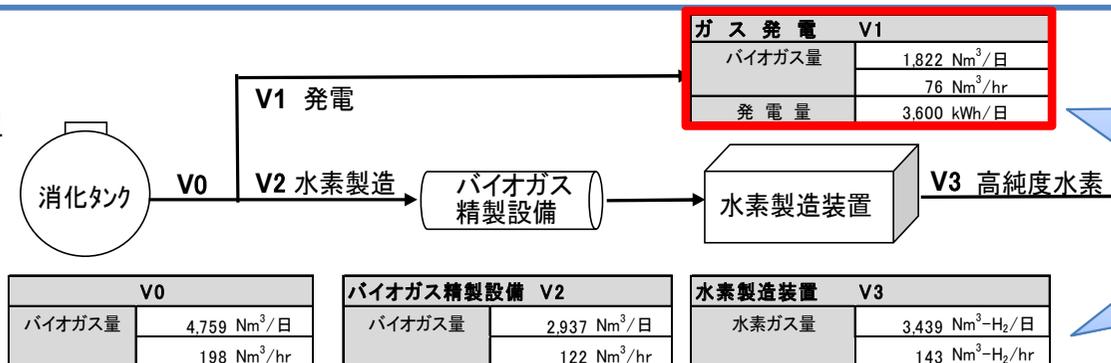
マテリアルバランス(24時間/日稼働)

※1) 1世帯当たり300[kWh/月]と想定(電気事業連合会HPより)

※2) H26年度実績値(下水道統計)より想定 ※3) FCVの水素使用量を963 [Nm³-H₂/台・年]と想定

【パターンA】

✓ バイオガス発電を行い、その廃熱を利用して消化槽を加温

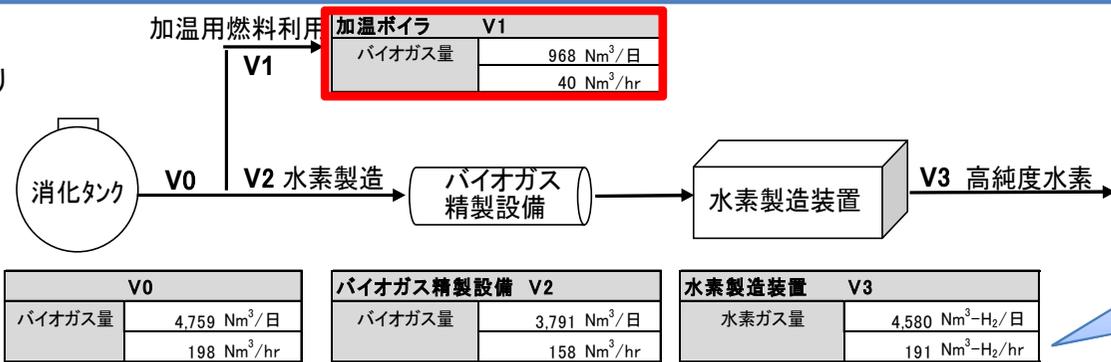


✓ 一般世帯 約 360 世帯分※1
✓ 三島終末処理場電力量の約 51 [%]※2に相当

✓ FCV普及台数 約 1,200 [台]に相当※3

【パターンB】

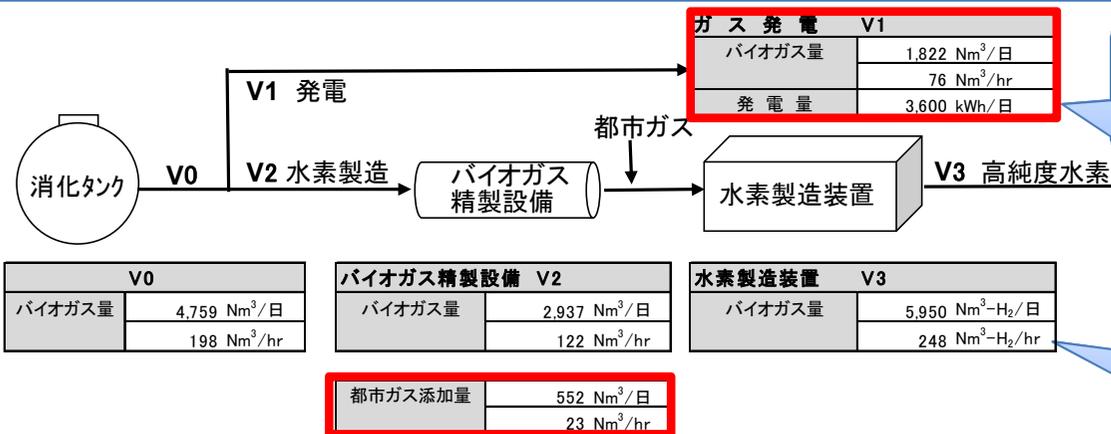
✓ バイオガスによるボイラ加温により消化槽を加温



✓ FCV普及台数 約 1,600 [台]に相当※3

【パターンC】

✓ バイオガス発電を行い、その廃熱を利用して消化槽加温
✓ 水素製造能力(施設容量)を最大限発揮させるため、水素原料として都市ガスを添加



✓ 一般世帯 約 360 世帯分※1
✓ 三島終末処理場電力量の約 51 [%]※2に相当

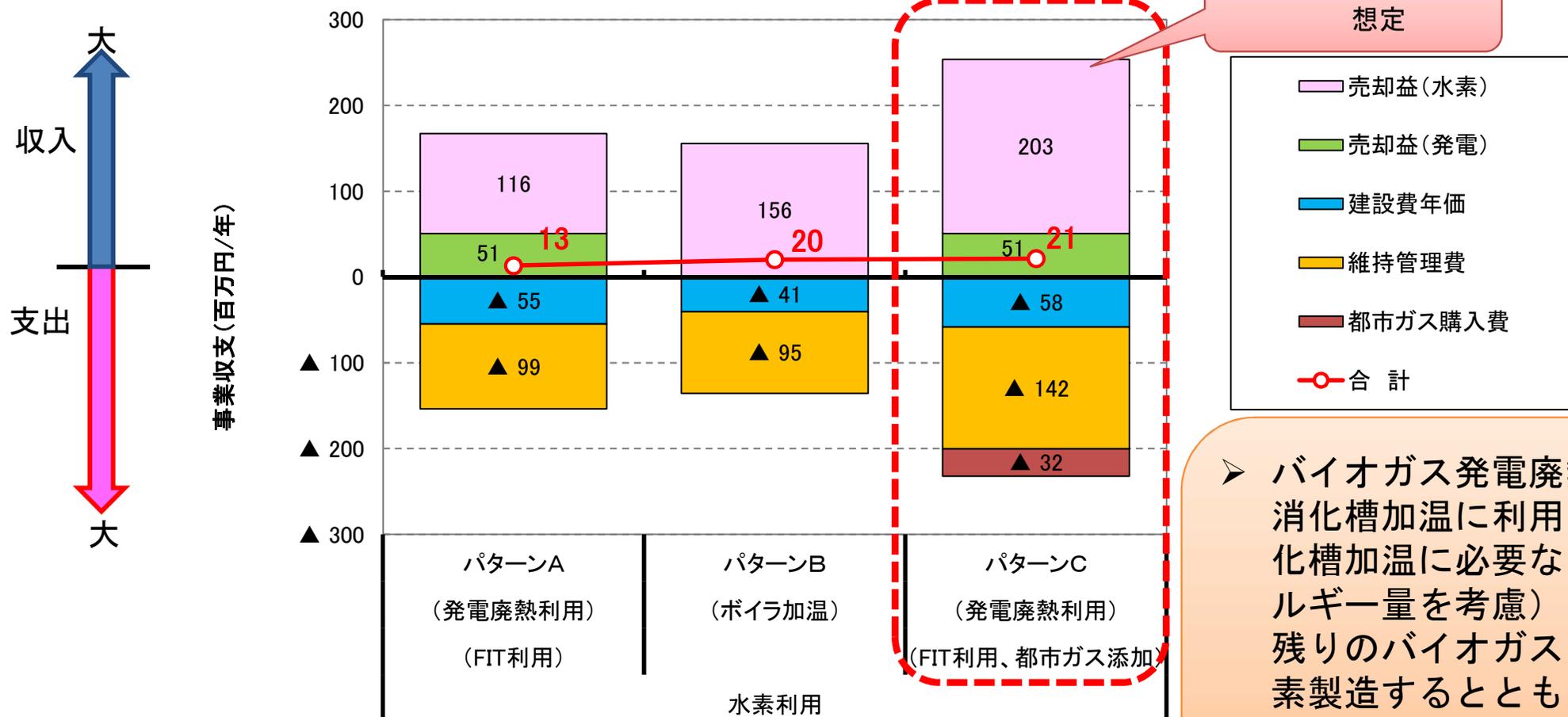
✓ FCV普及台数 約 2,100 [台]に相当※3

消化槽加温方法の検討

【三島市モデル】

- バイオガス利用(地域バイオマス受入れ分を含む)を想定し、バイオガス発生から水素利用までの範囲における、各パターンにおける事業収支を算定
- 水素製造能力(施設容量)を最大限発揮させるため、水素原料となる高濃度メタンに都市ガスを添加し、水素製造量を増量させて収支改善を見込む場合(パターンC)を想定

バイオガス利用の事業収支(24時間/日稼働)



➤ バイオガス発電廃熱を消化槽加温に利用(消化槽加温に必要なエネルギー量を考慮)し、残りのバイオガスを水素製造するとともに、水素原料として都市ガスを添加する方法を採用する。

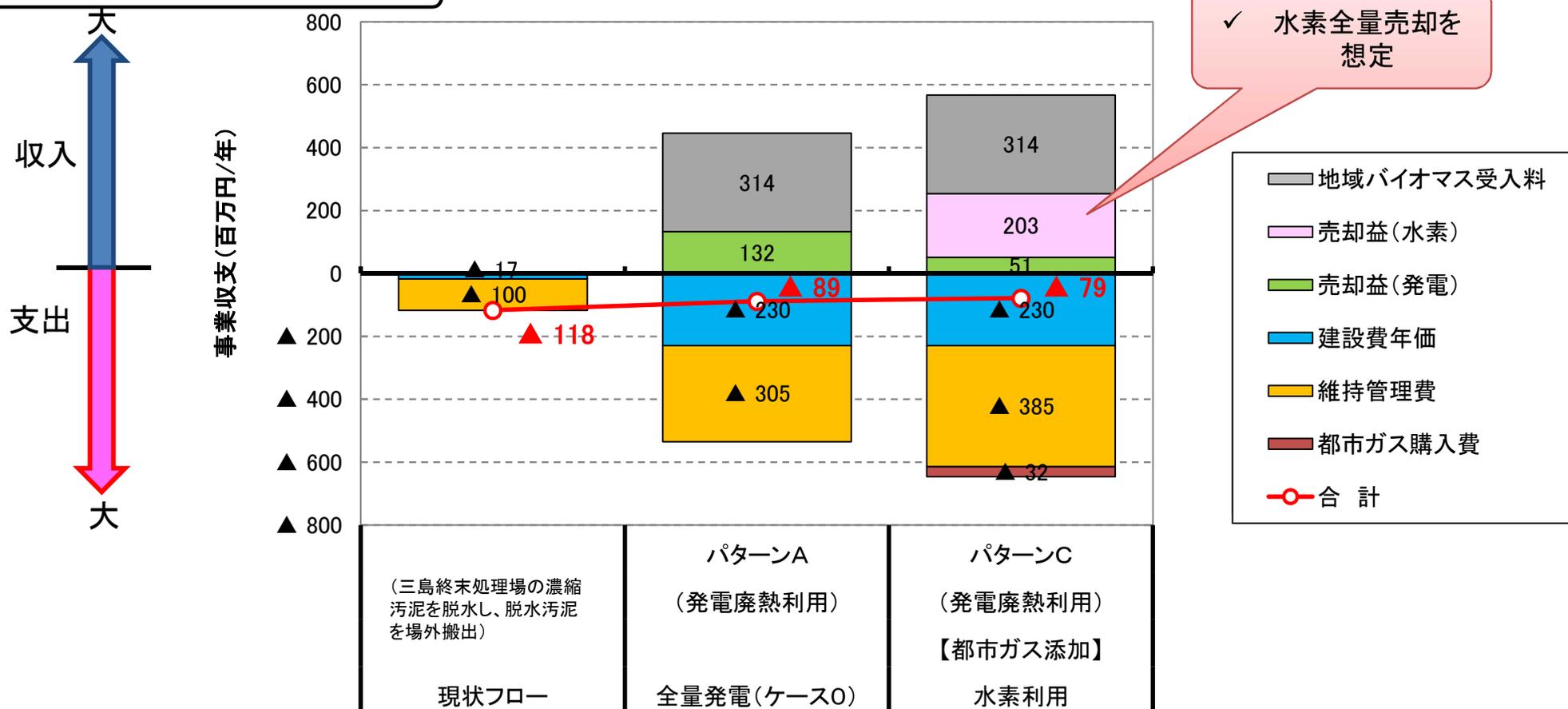
【参考】バイオガス利用量[Nm³/日]

発電利用	1,822	—	1,822
水素利用	2,937	3,791	4,320 (都市ガス添加)

事業収支の算定(消化および地域バイオマス受入等を含む) 【三島市モデル】

- 公設公営を想定した場合、消化施設や地域バイオマス受入施設等に係る費用、および、地域バイオマス受入料や脱水汚泥処分費用等を含め、事業全体の収支を算定
- 現状フローと比べて、パターンC(水素製造・利用(24時間/日稼働)、バイオガス発電廃熱利用による消化槽加温、水素原料への都市ガス添加)については、新たな施設投資による支出があるものの、電力売却や水素売却、地域バイオマス受入料による収入が見込まれるため、事業全体の採算性が改善される。
- パターンCは、ケース0(パターンA、バイオガス全量発電)より経済的となる可能性があるものの、収入に占める地域バイオマス受入料の割合が大きいため、受入単価が事業採算性に大きな影響を与えることが想定される。

事業全体の収支(24時間/日稼働)



事業収支の内訳(消化および地域バイオマス受入費用を含む)【三島市モデル】

現状フロー、ケース0およびパターンCの事業収支内訳(建設費・維持管理費等)

項目		単位	現状フロー	【バイオガス全量発電】 ケース0 (パターンA、 FIT利用)	【水素利用】 バイオガス発電廃熱を消化槽加温に利用し、 水素原料に都市ガス添加 (パターンC)
建設費	地域バイオマス受入 (前処理) 施設	百万円	—	2,355	2,355
	消化施設	百万円	—	1,744	1,744
	バイオガス発電施設	百万円	—	743	240
	脱水施設	百万円	652	783	783
	水素製造施設 (都市ガス添加施設を含む)	百万円	—	—	457
	水素供給施設	百万円	—	—	336
	合計	百万円	652	5,625	5,915
建設費年価① (★:補助考慮)	地域バイオマス受入 (前処理) 施設※1	百万円/年	—	★環 ★国 98	★環 ★国 98
	消化施設	百万円/年	—	★国 53	★国 53
	バイオガス発電施設	百万円/年	—	58	19
	脱水施設	百万円/年	★国 17	★国 21	★国 21
	水素製造施設 (都市ガス添加施設を含む)	百万円/年	—	—	★国 15
	水素供給施設	百万円/年	—	—	25
	合計	百万円/年	17	230	230
維持管理費②	地域バイオマス受入施設 (前処理)	百万円/年	—	64	64
	消化施設	百万円/年	—	24	24
	バイオガス発電施設	百万円/年	—	31	10
	脱水施設	百万円/年	40	52	52
	水素製造施設 (都市ガス添加施設を含む)	百万円/年	—	—	44
	水素供給施設	百万円/年	—	—	57
	脱水污泥処分費用	百万円/年	61	134	134
	都市ガス購入費	百万円/年	—	—	32
合計	百万円/年	101	305	417	
売却益③	地域バイオマス受入料	百万円/年	—	314	314
	電力売却収入	百万円/年	—	132	51
	水素売却収入	百万円/年	—	—	203
	合計	百万円/年	0	446	568
合計 (売却益－費用)	=③－(①+②)	百万円/年	▲118	▲89	▲79

★は国庫補助 (国:国土交通省、環:環境省) を考慮

※1) 地域バイオマス受入れ建設費については、各バイオマス量でアローケーション

※2) 污泥含水率は、現状フローは既設実績値 (約71%)、パターンCは消化污泥の脱水污泥の一般値 (82%) を想定

水素製造単価の試算(バイオガス精製～水素供給)

【三島市モデル】

- 水素製造・供給施設の24時間稼働を前提として、製造する水素全量が売却できると想定し、水素製造単価(精製を含む)を試算
- 算定範囲は、バイオガス精製・水素製造・水素ガス精製・水素供給(ステーション)とする。
- 試算の結果、水素ステーション運営を行う水素供給まで含めた場合の都市ガス購入費を含めても、水素供給単価は83円/Nm³-H₂ となり、100円/Nm³-H₂(水素市場販売価格)を下回る。

【水素製造の諸元】

項目	単位	条件	算定式
製造能力	Nm ³ -H ₂ /hr	248	①
定格稼働時間	hr/日	24	②
年間稼働日数	日/年	345	③
年間水素製造量	千Nm ³ -H ₂ /年	2,053	④

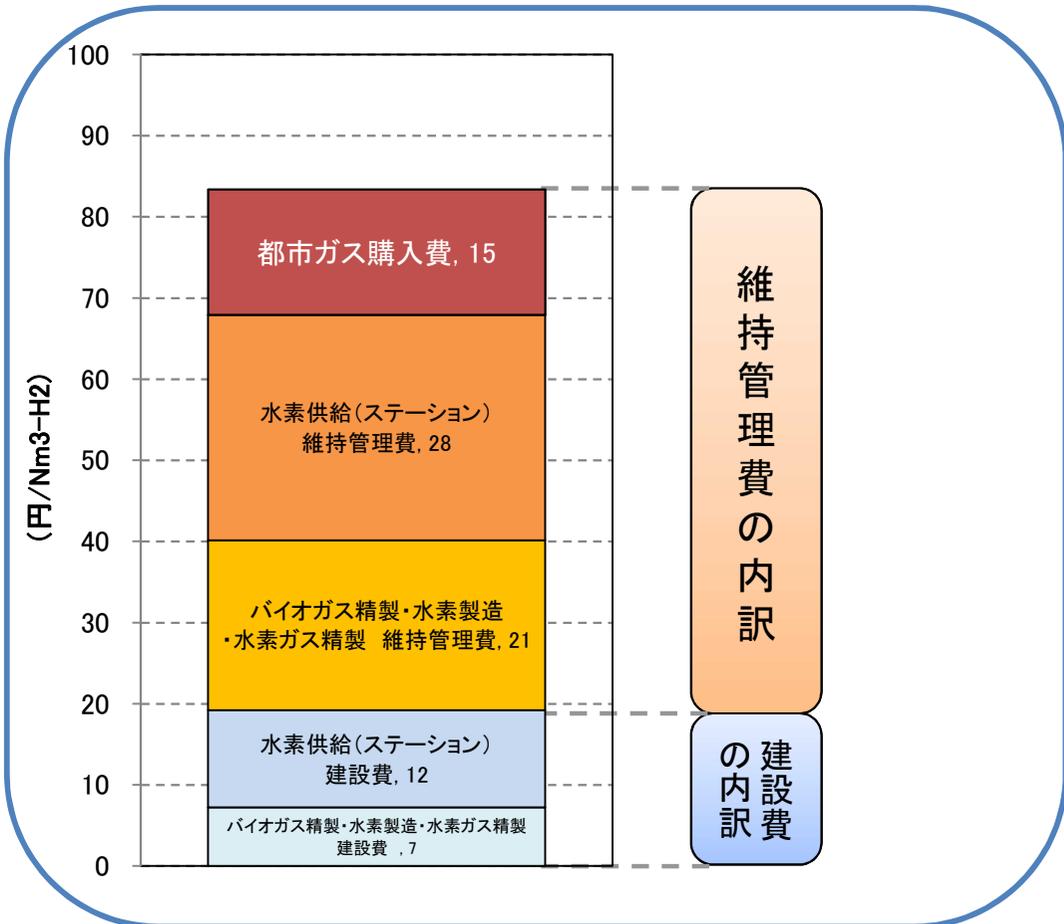
【水素供給単価の算定】

項目	単位	単価	算定式
都市ガス購入費	円/Nm ³ -H ₂	15	=32百万円/年÷④
水素供給 維持管理費	円/Nm ³ -H ₂	28	=57百万円/年÷④
バイオガス精製・水素製造・水素ガス精製 維持管理費 ※2	円/Nm ³ -H ₂	21	=44百万円/年÷④
水素供給 建設費	円/Nm ³ -H ₂	12	=25百万円/年÷④
バイオガス精製・水素製造・水素ガス精製 建設費 ※1★国 ※2	円/Nm ³ -H ₂	7	=15百万円/年÷④
合計	円/Nm ³ -H ₂	83	

※1) 建設費のうち、バイオガス精製および水素製造には社会資本整備総合交付金が充当されている。(★は国庫補助(国:国交省、流域下水道(5.5/10))を考慮)

※2) 水素製造の建設費は、都市ガス添加用施設を含む。

水素製造単価(24時間/日稼働)
(バイオガス精製+水素製造+水素ガス精製+水素供給(ステーション))

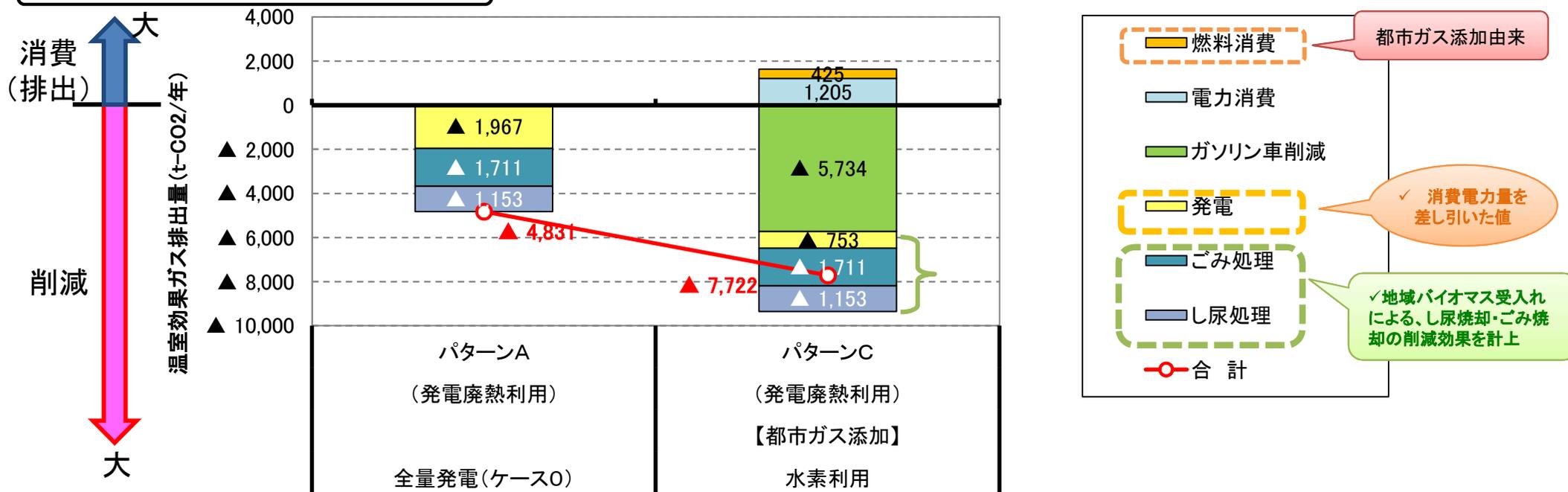


温室効果ガス（GHG）排出量等の算定

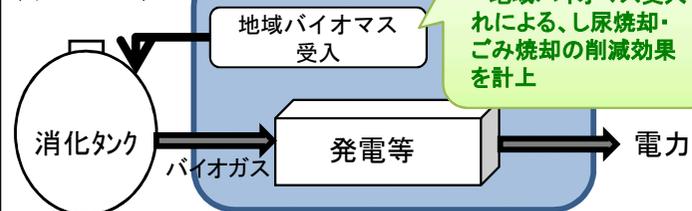
【三島市モデル】

- バイオガス全量をバイオガス発電した場合（ケース0）と水素製造・利用等を行った場合（パターンC）を比較
- 水素製造・利用による削減効果については、FCVがガソリン車に置き換わると仮定し、ガソリン車の温室効果ガス排出量を水素製造・利用（パターンC）の削減効果として加えた。
- また、地域バイオマス受入に伴い、し尿処理・ごみ処理における焼却処分量削減に係る温室効果ガス排出量削減効果を計上
- バイオガス全量発電（ケース0）よりも、水素製造・利用等（パターンC）の方が、環境性が優れる。

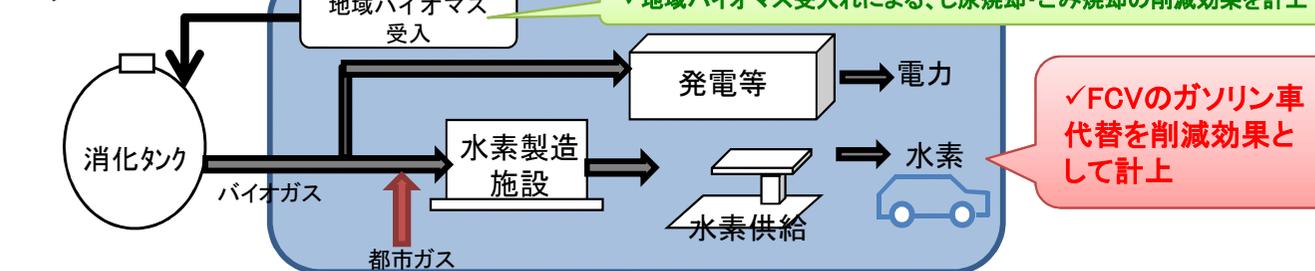
温室効果ガス排出量の算定結果



【比較対象】全量バイオガス発電を実施（ケース0）



パターンC

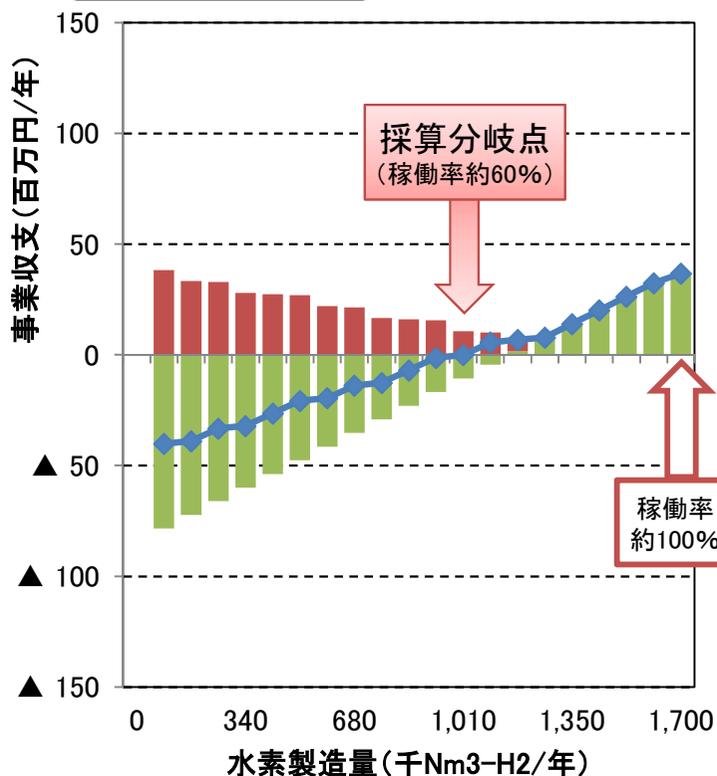


水素需要について

水素需要に対する感度分析(バイオガス精製～水素利用・電力利用での試算)

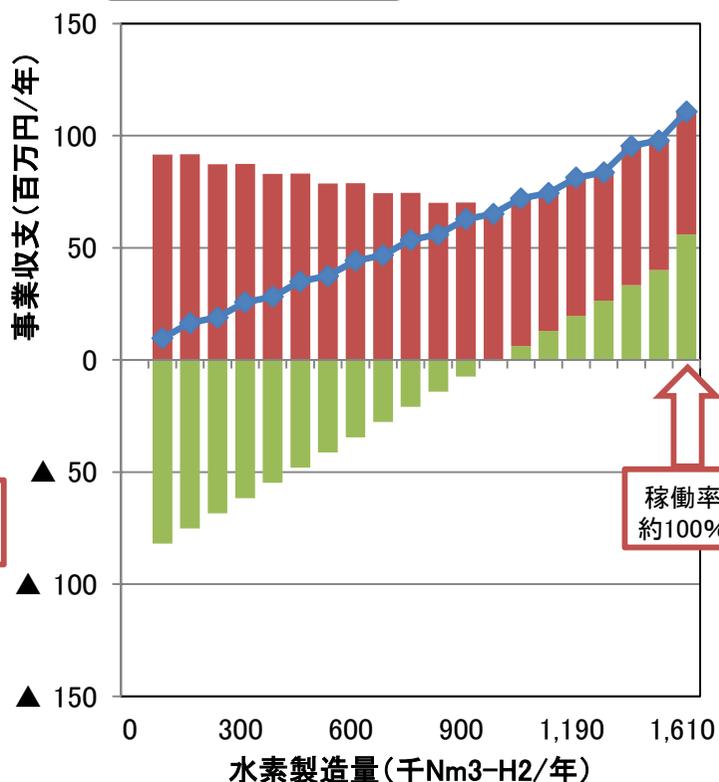
- 3自治体モデルにおいて、24時間/日稼働を前提とした施設構成を想定し、水素需要(水素製造施設稼働率)が変化した場合の事業収支を算定
- 水素製造施設稼働率が低い(日あたり運転時間が短い)場合には、余剰バイオガスを発電して電力売却(FIT利用)することを想定(バイオガス発電施設は、各水素製造施設稼働率における余剰バイオガス量に対応した発電容量)

宮城県モデル 【パターンD】



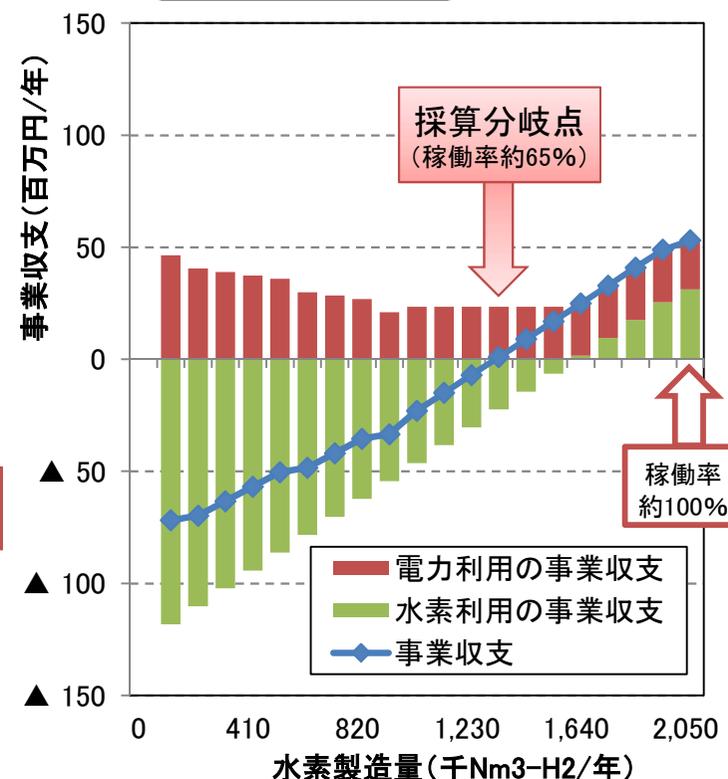
- 稼働率100%では、
 - 水素製造量: 約 1,700 [千Nm³-H₂/年]
 - ⇒ FCV普及台数 約1,760台に相当 ※
- 採算分岐点(稼働率約60%)において
 - 水素製造量: 約 1,010 [千Nm³-H₂/年]
 - ⇒ FCV普及台数 約1,050台に相当 ※

奈良県モデル 【パターンA】



- 稼働率100%では、
 - 水素製造量: 約 1,610 [千Nm³-H₂/年]
 - ⇒ FCV普及台数 約1,670台に相当 ※
- 全ての稼働率において、事業採算性は確保される

三島市モデル 【パターンC】



- 稼働率100%では、
 - 水素製造量: 約 2,050 [千Nm³-H₂/年]
 - ⇒ FCV普及台数 約2,130台に相当 ※ (都市ガス使用量: 約1,150[Nm³-H₂/日]★)
- 採算分岐点(稼働率約65%)において
 - 水素製造量: 約 1,330 [千Nm³-H₂/年]
 - ⇒ FCV普及台数 約1,390台に相当 ※ (都市ガス使用量: 約490[Nm³-H₂/日]★)

※)FCVの水素使用量を963 [Nm³-H₂/台・年]と想定

★都市ガス関連コストは、水素製造の事業収支に計上

想定される需要に関連する情報(FCV以外)

項目	バス	フォークリフト	塵芥車 (パッカー車)	船舶	二輪車	発電・コジェネ等
消費量(年間水素 試算)	約 89,000 [Nm ³ -H ₂ /台・年]	約 3,400 [Nm ³ -H ₂ /台・年]	約 2,600 [Nm ³ -H ₂ /台・年]	(-)	約 900 [Nm ³ -H ₂ /台・年] ※次世代自動車ガイドブック2014、二輪車市場動向調査2015年度(一般社団法人日本自動車工業会)より想定	約 7万 ~ 60万 [Nm ³ -H ₂ /台・年] ※燃料電池発電(100kW相当)を想定(稼働率により消費量が変わる)
宮城県	<ul style="list-style-type: none"> ■乗合バス保有台数(主な事業者、H26国交省調べ) ・仙台市交通局:510台 ・宮城交通(株):356台 ・(株)ミヤコーバス:236台 ・JRバス東北(株):164台 	<ul style="list-style-type: none"> ■大型物流拠点(近隣) 国分仙台総合センター(仙台市泉区、石巻浄化センターより約55km、民間ステーション(仙台市宮城野区)より約13km) 	<ul style="list-style-type: none"> ■収集車台数(H26環境省データ) 石巻市298台(直営6,委託33,許可259) 	<ul style="list-style-type: none"> ■定期船 石巻～田代島～網地島～鮎川(鮎川～金華山) 	<ul style="list-style-type: none"> ■二輪車保有台数(H28年7月現在、(一財)自動車検査登録情報協会統計情報) 宮城県:66,976台 	<ul style="list-style-type: none"> ■家庭用燃料電池(エネファーム等)導入台数 624台(H26メカヒアリング)
奈良県	<ul style="list-style-type: none"> ■乗合バス保有台数(主な事業者、H26国交省調べ) ・奈良交通(株):651台 	<ul style="list-style-type: none"> ■大型物流拠点(近隣) レッドウッド藤井寺ディストリビューションセンター(大阪府内、第2浄化センターより約22km) 	<ul style="list-style-type: none"> ■収集車台数(H26環境省データ) 広陵町28台(直営0,委託16,許可12) 	<ul style="list-style-type: none"> ■定期船 奈良県: - 	<ul style="list-style-type: none"> ■二輪車保有台数(H28年7月現在、(一財)自動車検査登録情報協会統計情報) 奈良県: 31,315台 	<ul style="list-style-type: none"> ■家庭用燃料電池(エネファーム等)導入台数 2,890台(H26メカヒアリング)
三島市	<ul style="list-style-type: none"> ■バス保有台数 ・三島市内:153台(営業用+自家用、H27静岡県自動車保有台数調査) ・市内循環バス2系統あり(5km22便/日、8.5km9便/日、市補助) 	<ul style="list-style-type: none"> ■三島市三ツ谷工業団地の建設計画あり(市内、三島終末処理場より約11km、分譲面積約11.5ha) 	<ul style="list-style-type: none"> ■収集車台数(H26環境省データ) 三島市128台(直営8,委託24,許可96) 	<ul style="list-style-type: none"> ■定期船 三島市: - 	<ul style="list-style-type: none"> ■二輪車保有台数(H28年7月現在、(一財)自動車検査登録情報協会統計情報) 静岡県:129,965台 	<ul style="list-style-type: none"> ■家庭用燃料電池(エネファーム等)導入台数 三島市174台、沼津市243台(H28市調べ) ■天然ガスコージェネレーション基数(10MW未満) 三島市内5基、沼津市2基(H28市調べ)
水素関連の動向	<ul style="list-style-type: none"> ➢トヨタ自動車(株)・日野自動車(株)が「トヨタ FC BUS」を2016年度に市場投入予定。 ➢2015年度に、東京都・豊田市にて実証済み。 ➢東京都は、2020年までに100台導入予定。 	<ul style="list-style-type: none"> ➢2016年秋より販売開始(2.5t積)(株)豊田自動織機・トヨタL&Fカンパニー、定価14,000千円/1台(税抜) ➢関西空港における実証(試作機1台、販売仕様2台を使用) ➢周南市における実証(徳山青果(株)にて、1台(市保有)を使用) 	<ul style="list-style-type: none"> ➢2016年10月より、周南市(山口県)にて実証開始(環境省実証事業) 	<ul style="list-style-type: none"> ➢2015年8月に戸田建設(株)が五島市(長崎県)にて実証実施(環境省実証事業) 	<ul style="list-style-type: none"> ➢スズキの他、ホンダやヤマハが開発 ➢2016年2月に国土交通省が安全基準を策定・公布 	<ul style="list-style-type: none"> ➢東芝が100kWの純水素燃料電池をトクヤマから受注(2017年3月運転開始予定、トクヤマの苛性ソーダ工場の副生水素を利用して発電し、プールの照明・動力に利用予定) ➢川崎重工の取組み(神戸市ポートアイランドにて、褐炭由来水素(液化・輸入)を原料に水素専焼発電1MW級を実施し、電力と排熱を地域に供給予定) ➢商用水素ステーション併設型コンビニエンスストア(太田区、刈谷市、仙台市(予定))

想定する水素需要について

○本FS検討の時間軸での検討においては、各モデル圏内および周辺における水素需要の想定に基づく事業採算性等の検討を行う

水素需要の考え方

<FCVによる水素需要>

○FCVの普及については、各地域における普及台数に基づく需要量を想定する。

水素・燃料電池ロードマップにおける将来の普及台数をベースに、現在のステーション数・乗用車保有台数等に基づき各地域のFCV普及台数を推計する。

<FCV以外による水素需要>

○業務用車両(FCバス、FCフォークリフト、FC塵芥車(パッカー車))による水素需要

・地域の路線バスや塵芥車(ゴミ収集のパッカー車)等の公共機関が利用する車両

(FCバスの需要想定については、燃料電池自動車等の普及促進に係る自治体連携会議(第3回)における国土交通省自動車局提示資料に基づき算定する)

・地域の物流拠点、港湾等で利用されるフォークリフト

※FC船舶、FCバイクについては、技術が実証段階であり市場投入時期が明確でないことから、本FS検討では想定需要には含めないこととする。

○水素燃料電池発電の活用による水素需要

・水素ステーションに併設される地域コミュニティセンターやコンビニエンスストア等に設置される発電施設(非常用電源利用やコジェネレーション利用を含む)

平成28年12月末時点での調整中事項について

I 基本条件の設定

【第2回委員会にて提示】

II 水素製造等事業フローの検討

【第2回委員会にて提示】



III 時間軸での事業収支の検討

【第3回委員会にて提示予定】

- 対象地域の水素需要量の推計
 - ・各モデルに想定される、時間軸での水素需要量の推計
- 水素需要予測に応じた時間軸上での事業採算性の評価



IV 事業スキームの検討

【第3回委員会にて提示予定】

- 官民連携等による事業スキームの設定
- 各事業スキームにおける各主体（官民）の収支バランス等の評価
 - ・時間軸での各主体における事業収支の評価
- 最適な導入シナリオ（需要に応じた最適な施設導入計画等）の提案

その他(参考)

【参考】3自治体モデル比較表

(本編資料3ページ対応)

【下水処理場関連事項】

項目	宮城県モデル	奈良県モデル	三島市モデル
対象処理施設	北上川流域下水道 石巻浄化センター (石巻東部浄化センター汚泥、 地域バイオマス受入の受入れを考慮)	大和川上流・宇陀川流域下水道 (第二処理区) 第二浄化センター	三島市公共下水道 三島終末処理場 (地域バイオマス受入れを考慮)
供用開始年	平成10年	昭和59年	昭和51年
処理水量 (H27年度日平均)	18,464 m ³ /日(石巻T) 12,036 m ³ /日(石巻東部T)	86,414 m ³ /日	22,912 m ³ /日
現状の 汚泥処理処分方法	混合濃縮⇒脱水⇒(外部搬出) ⇒セメント原料化、コンポスト、 (仙塩浄化センターにて)焼却	分離濃縮⇒脱水⇒(外部搬出) ⇒埋立、セメント原料化、セメント資源化	分離濃縮⇒脱水⇒(外部搬出) ⇒セメント原料化、コンポスト、焼却、埋立
下水道施設から 発生する濃縮汚泥量 (H27年度日平均を元に算定)	209 m ³ /日(濃度約4%) ※1 (石巻東部Tを含む)	461 m ³ /日(濃度約4%)	110 m ³ /日(濃度約2.8%) ※2
消化施設	新設 (新規消化施設導入時期は未定)	新設 (鋼板製消化槽で詳細設計済み。 H30建設着手予定)	新設 (新規消化施設導入時期は未定)
地域バイオマス受入	家畜糞尿、し尿浄化槽汚泥 植物性残渣	—	し尿・浄化槽汚泥、食品残渣、生ごみ 緑地剪定枝

(処理施設の各値は、各自治体資料(平成27年度実績等)から引用)
※1)機械濃縮施設を導入した場合を想定
※2)現状の濃縮施設能力をベースに算定

【水素関連事項】

項目	宮城県モデル	奈良県モデル	三島市モデル
想定する目標年次	未定	H33以降予定 (消化施設供用開始に合わせて)	未定
水素製造プロセス	バイオガスの水蒸気改質による 水素製造	バイオガスの水蒸気改質による 水素製造	バイオガスの水蒸気改質による 水素製造
想定している 水素利用用途	・FCV、FCバス、FCフォークリフト、FC塵芥車、 水素燃料電池、FC船舶※3	・FCV、FCバス、FCフォークリフト、 水素燃料電池	・FCV、FCバス、FC塵芥車、 水素燃料電池
その他利用用途	—	炭酸ガス利用(溶接、農業、 温泉等)について想定	—

※3)技術が実証段階であり、市場動向等が明確でないことから、本FS検討では想定需要には含めないこととする。

【参考】FS検討まとめ表

(本編資料4ページ対応)

【FS検討より】

項目		宮城県モデル	奈良県モデル	三島市モデル
想定する 水素事業形態		汚泥焼却廃熱を 消化槽加温に利用 (パターンD) ・地域バイオマスを受入れ ・汚泥焼却廃熱を消化槽加温に利用 ・発生するバイオガス全量を水素製造・ST利用	バイオガス発電廃熱を 消化槽加温に利用 (パターンA) ・発生するバイオガスのうち、消化槽加温に必要な熱量を、バイオガス発電(FIT利用)廃熱から供給 ・残りのバイオガスを水素製造・ST利用	バイオガス発電廃熱を 消化槽加温に利用し 水素原料にと都市ガス添加 (パターンC) ・地域バイオマスを受入れ ・発生するバイオガスのうち、消化槽加温に必要な熱量を、バイオガス発電(FIT利用)廃熱から供給 ・(水素製造施設能力を最大限発揮させるため)残りのバイオガスへ都市ガスを添加し水素製造・ST利用
原 料		バイオガス発生量: 4,041 Nm ³ /日 ・水素製造用: 約 4,041 Nm ³ /日	バイオガス発生量: 8,168 Nm ³ /日 ・水素製造用: 約 3,613 Nm ³ /日 ・バイオガス発電用: 約 4,555 Nm ³ /日	バイオガス発生量: 4,759 Nm ³ /日 ・水素製造用: 約 2,937 Nm ³ /日 ・バイオガス発電用: 約 1,822 Nm ³ /日 都市ガス添加量: 1,680 Nm ³ /日
水素製造量		水素製造量: 約 4,916 Nm ³ -H ₂ /日 (約 205 Nm ³ -H ₂ /hr)	水素製造量: 約 4,658 Nm ³ -H ₂ /日 (約 194 Nm ³ -H ₂ /hr)	水素製造量: 約 5,950 Nm ³ -H ₂ /日 (約 248 Nm ³ -H ₂ /hr)
発電量		—	バイオガス発電量: 約 325 万kWh/年 (約 9,000 kWh/日)	バイオガス発電量: 約 130 万kWh/年 (約 3,600 kWh/日)
建設費 ※1	全体	約 2,897 百万円(地域バイオマス受入、濃縮・消化・脱水、水素製造)	約 1,152 百万円(バイオガス発電、水素製造、炭酸ガス製造・利用)	約 3,446 百万円(地域バイオマス受入、消化・脱水、バイオガス発電、水素製造)
	水素製造	約 471 百万円(バイオガス精製、水素製造、水素ST)	約 463 百万円(バイオガス精製、水素製造、水素ST)	約 541 百万円(バイオガス精製、水素製造、水素ST)※都市ガス添加施設を含む
維持管理 費	全体	約 526 百万円/年(地域バイオマス受入、濃縮・消化・脱水、水素製造)	約 130 百万円/年(バイオガス発電、水素製造、炭酸ガス製造・利用)	約 417 百万円/年(地域バイオマス受入、消化・脱水、バイオガス発電、水素製造)
	水素製造	約 96 百万円/年(バイオガス精製、水素製造、水素ST)	約 93 百万円/年(バイオガス精製、水素製造、水素ST)	約 132 百万円/年(バイオガス精製、水素製造、水素ST)※都市ガス添加施設を含む
【試算】水素製造単価 (バイオガス以降を想定)※2		77 円/Nm ³ -H ₂	79 円/Nm ³ -H ₂	83 円/Nm ³ -H ₂ (都市ガス購入費を含む)

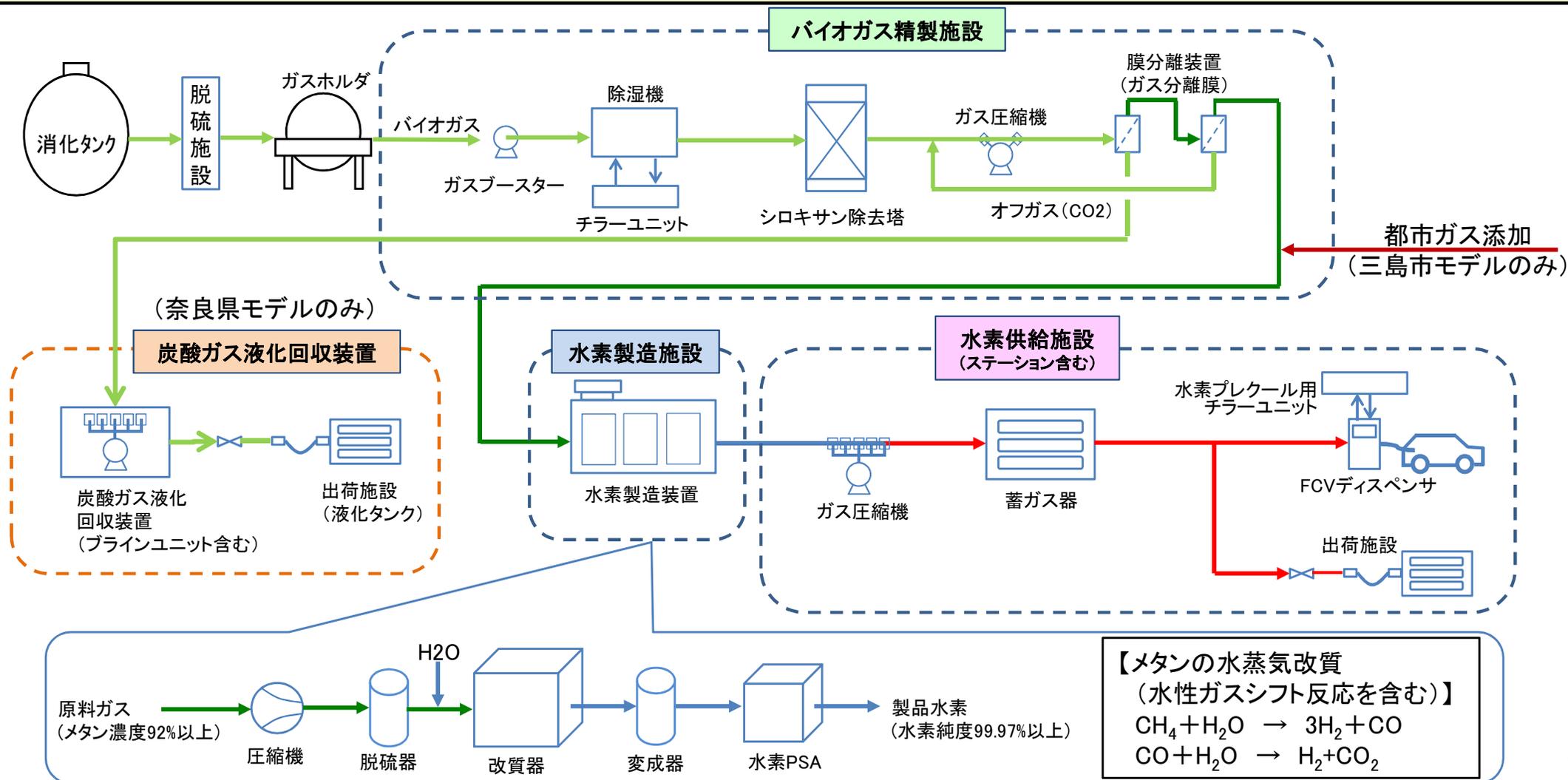
※1)建設費は、交付金等の補助を控除

※2)バイオガス精製以降の施設建設費・維持管理費より算定

【参考】 想定する水素製造技術等

(本編資料9ページ対応)

- 消化タンクから発生したバイオガスを脱硫処理してガスホルダに貯留し、このバイオガスを原料とする。
- 水素製造施設としては、バイオガスのメタン濃度を高める「バイオガス精製施設」と、水蒸気とメタンの水蒸気改質反応等により水素を製造する「水素製造施設」からなり、FCVに水素を供給するステーション機能と水素出荷施設を含む「水素供給施設」も想定する。
- 奈良県モデルについては、炭酸ガス液化回収装置についても想定する。
- 三島市モデルについては、バイオガス精製により高濃度化されたメタンガスへ都市ガスを添加し、水素原料を増量させることも想定する。



【参考】 想定される需要について(FCV)

(本編資料40ページ対応)

- 「水素・燃料電池戦略ロードマップ改訂版」2016年3月には、FCVの普及目標を累計で2020年までに4万台程度、2025年までに20万台程度、2030年までに80万台程度としている。
- 「MIRAI」の生産に関しては、2015年末までの約1年間は、約700台の計画で進めているが、2016年は2,000台程度、さらに2017年には3,000台程度に拡大するとトヨタ自動車が発表している。(2015/1/22 <http://newsroom.toyota.co.jp/en/detail/5503740>)
⇒ メーカーの供給能力がこのまま増強されれば、2020年の4万台は可能と考えられる。
- 普及台数は、車両メーカーの生産能力、車両販売価格、景気(市場動向)や水素ステーションの普及状況等により左右されるため、水素・燃料電池ロードマップが目標としている(将来)普及台数を、各自治体における普通乗用車保有台数の全国に対する比率などを用いて、各モデル都市に按分した台数を用いる。

水素ステーション普及の想定(案)

地区名	水素ステーション(基)			
	実績※2 2016	4年後 2020	9年後 2025	14年後 2030
ロードマップが目指している普及基数 ※1	約80	160	320	900
宮城県 ※3	2017年に1基	3	6	18
うち石巻浄化C ※4	0	1	1	1
奈良県 ※3	0	1	3	8
うち第二浄化C ※4	0	1	1	1
静岡県 ※3	1(浜松市)	6	11	31
うち三島終末処理場 ※4	0	1	1	1

FCV普及の想定(案)

地区名	普通乗用車の 対全国 保有台数比率	燃料電池自動車 FCV(台数)		
		4年後 2020	9年後 2025	14年後 2030
ロードマップが目指している普及台数 ※1		40,000	200,000	800,000
宮城県 ※3	1.9%	770	3,800	15,300
うち石巻浄化C ※4		260	630	850
奈良県 ※3	1.0%	400	2,000	8,100
うち第二浄化C ※4		400	670	1,010
静岡県 ※3	3.4%	1,300	6,700	28,800
うち三島終末処理場 ※4		220	610	930

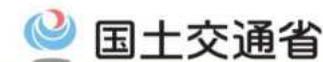
※1 「水素・燃料電池戦略ロードマップ改訂版2016年3月」の目指している燃料電池自動車の普及台数、水素ステーションの普及基数

※2 「燃料電池実用化推進協議会」商用水素ステーションの実績 2016年6月更新情報

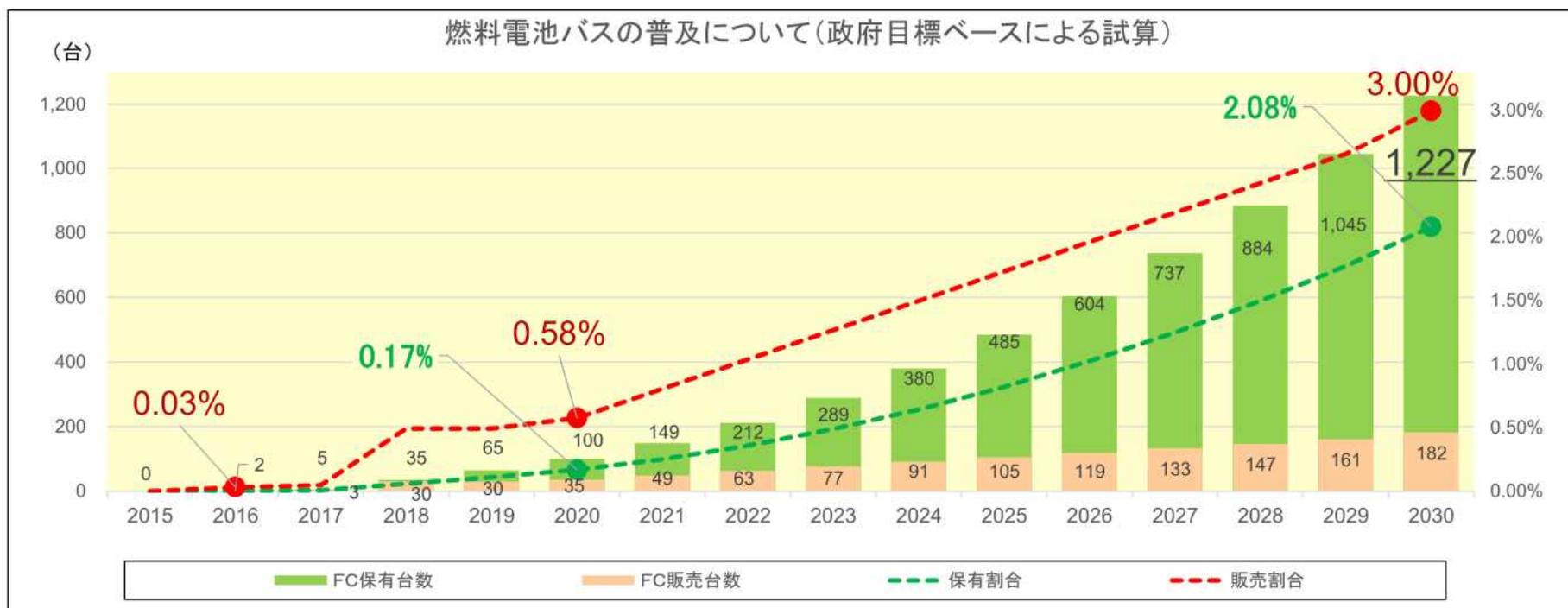
※3 各県の値は、ロードマップ目標値(全国合計値)に対して、FCV台数は乗用車(普通車)保有台数、水素ステーションは給油所数の各県の比率で按分

※4 各浄化C(オンサイトステーション; 1箇所)については、県内のFCV台数と水素ステーション数から1箇所当たりが担うFCV台数を想定し、そのうちの1箇所を担うものとして算定

燃料電池バスの普及について(試算)



	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
FC販売台数	0	2	3	30	30	35	49	63	77	91	105	119	133	147	161	182
FC保有台数	0	2	5	35	65	100	149	212	289	380	485	604	737	884	1,045	1,227
販売割合	0.00%	0.03%	0.05%	0.49%	0.49%	0.58%	0.81%	1.04%	1.27%	1.50%	1.73%	1.96%	2.19%	2.42%	2.65%	3.00%
保有割合	0.00%	0.00%	0.01%	0.06%	0.11%	0.17%	0.25%	0.36%	0.49%	0.64%	0.82%	1.02%	1.25%	1.50%	1.77%	2.08%



※上記は、2020に燃料電池バスの保有台数が100台に達し、以後一定の割合で車両の生産能力が向上し、2030に燃料電池バスの販売台数が政府目標(新車販売台数に占める割合3%)に達したと仮定して、推移を表したものである。

【参考】FS検討の主な試算条件①

(本編資料13-18、22-27、31-36ページ対応)

区分	項目	単位	値	出典
消化槽	建設費	百万円	規模による	鋼板製消化槽の建設費をメーカーヒアリング等により想定
	維持管理費	百万円/年		
バイオガス量	バイオガス発生量	Nm ³ /日		濃縮汚泥量および地域バイオマス量等の実績より推計
	バイオガス発熱量	MJ/Nm ³	22	社団法人日本下水道協会「下水道施設計画・設計指針と解説 後編-2009年版-」より
バイオガス発電	年間稼働日数	日/年	361	メーカーヒアリングより想定
	換算効率	MJ/kWh	3.6	
	発電効率	%	33	メーカーカタログを参考に設定
	熱回収効率	%	42	メーカーカタログを参考に設定
	建設費	百万円	規模による	国土交通省「下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン-改訂版-」(平成27年3月)より算定
維持管理費	百万円/年	国土交通省「下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン-改訂版-」(平成27年3月)より算定		
バイオガス精製	建設費	百万円	規模による	
	維持管理費	百万円/年		
水素製造	年間稼働日数	日/年	345	バイオガスを活用した効果的な再生可能エネルギー生産システム導入ガイドライン(案)をおよびメーカーヒアリング等により設定(建設費・維持管理費は時間当たり製造能力により設定し、維持管理費は日当り運転時間を考慮して設定し、内訳等は関数等で補完して算定)
	定格稼働時間※	hr/日	24	
	処理能力	Nm ³ -H ₂ /hr		
	建設費	百万円	規模による	
	維持管理費	百万円/年		
水素供給	建設費	百万円	規模による	水素・燃料電池戦略ロードマップ(平成28年3月改訂)およびメーカーヒアリングより設定
	維持管理費	百万円/年		
補助率	国土交通省補助率		2/3 5.5/10	社会資本整備総合交付金(下水道事業)交付要綱より (流域下水道:2/3、公共下水道:5.5/10)
	環境省補助率	%	1/3	循環型社会形成推進交付金 交付要綱より
車両燃費	FCV燃費	km/Nm ³ -H ₂	12.1	バイオガスを活用した効果的な再生可能エネルギー生産システム導入ガイドライン(案)に記載されている数値を設定
	ガソリン車燃費	km/L-ガソリン	11.1	国土交通省自動車局HP「自動車燃費一覧(平成28年3月)16. 自動車の燃費基準値」において、FCV車両重量の該当する区分におけるJC08モード燃費を想定
水素需要量	FCV	Nm ³ -H ₂ /台・年	963	第3回燃料電池自動車等の普及促進に係る自治体連携会議にて、資料3-2により提示されている、86kg-H ₂ /年・台より設定
	FCバス	Nm ³ -H ₂ /台・年	88,928	第3回燃料電池自動車等の普及促進に係る自治体連携会議にて、資料3-2により提示されている、7,940kg-H ₂ /年・台より設定
	FCフォークリフト	Nm ³ -H ₂ /台・年	3,430	豊田自動織機HPIに示されている諸元値である1.2kg-H ₂ /台・日(8hr)より、1.2kg-H ₂ /台・日(8hr)×365×0.7(稼働率仮定値)×11.2(m ³ 換算値)と算定
	FCパッカー車	Nm ³ -H ₂ /台・年	2,575	水素1回充填で150km走行可能(天然ガスパッカー車と同等)と想定し、メーカーヒアリング等より、水素充填量が0.072m ³ (70MPa)であることから、0.072(m ³)×700(気圧)×30km/日(走行距離仮定値)÷150km×365日×0.7(稼働率仮定値)と算定

【参考】FS検討の試算条件②

(本編資料13-18、22-27、31-36ページ対応)

区分	項目	単位	値	出典
エネルギー使用量 温室効果ガス排出量	電力エネルギー換算係数	MJ/kWh	9.484	経産省資源エネルギー庁HP：標準発熱量・炭素排出係数「エネルギー源別標準発熱量及び炭素排出係数の改訂について」より（受電端投入熱量）
	電力CO ₂ 排出量原単位	t-CO ₂ /kWh	0.000579	電気事業者別排出係数（特定排出者の温室効果ガス排出量算定用）－平成26年度実績－ H27. 11. 30公表より代替値
	ガソリン発熱量	MJ/L	33.4	経産省資源エネルギー庁HP：標準発熱量・炭素排出係数「エネルギー源別標準発熱量及び炭素排出係数の改訂について」（平成27年4月14日）より
	ガソリンCO ₂ 排出量原単位	kg-CO ₂ /L	2.32	「地球温暖化対策の推進に関する法律」施行令：温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧(2015)より
バイオガス発生率	濃縮汚泥	Nm ³ /t-VS	500	日本下水道協会「下水道施設計画・設計指針と解説2009年版」より
	し尿		500	日本下水道新技術機構「下水処理場へのバイオマス（生ごみ等）受け入れマニュアル」より
	浄化槽汚泥		350	
	食品残渣		740	
	生ごみ		740	
	緑地剪定枝		300	(B-DASH) バイオガスを活用した効果的な再生可能エネルギー生産システム導入ガイドライン（案）より
	家畜糞尿		590	野池達也編著「メタン発酵」より牛糞尿・豚糞尿の平均値を採用

○地域バイオマス受入れに係る建設費および維持管理費等について

- ・生ごみ・食物残渣等前処理施設、し尿・浄化槽汚泥等前処理施設、家畜糞尿前処理施設、各地域バイオマスと下水汚泥の混合施設等については、日本下水道新技術機構「下水処理場へのバイオマス（生ごみ等）受け入れマニュアル」に記載されている費用関数等を参考に設定
- ・剪定枝等前処理施設については、国総研B-DASH「バイオガスを活用した効果的な再生可能エネルギー生産システム導入ガイドライン（案）」に記載されている数値等を参考に設定

○年価計算方法

・建設費の年価換算は、以下の計算式を用い算定

建設費年価＝建設費×換算係数 $\{ r \times (1+r)^n / ((1+r)^n - 1) \}$ 、利子率（r）＝2.3%、土木・建築耐用年数n＝50年、機械・電気耐用年数n＝15年
換算係数（機械・電気）＝0.0796、換算係数（土木・建築）＝0.0339

○建設費等の推定方法（出典：国土交通省「下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン（案）改訂版」）

1) 建設費

建設費は、次式に示すように0.6乗則に則ると仮定する。

$$C_{(e)} = C_{(c)} \left(Q_{(e)} / Q_{(c)} \right)^{0.6} \quad \text{ここで、}$$

$C_{(e)}$: 求める施設規模の建設費（¥）

$C_{(c)}$: 既知の施設規模の建設費（¥）

$Q_{(e)}$: 求める施設規模（MT⁻¹ or L³T⁻¹）

$Q_{(c)}$: 既知の施設規模（MT⁻¹ or L³T⁻¹）

2) 維持管理費、温室効果ガス排出量

維持管理費及び温室効果ガス排出量は、基本的に処理量に比例すると想定し、次式に示すように施設規模に正比例するものと仮定する。

$$O_{(e)} = O_{(c)} \left(Q_{(e)} / Q_{(c)} \right) \quad \text{ここで、}$$

$O_{(e)}$: 求める施設規模の維持管理費（¥）又は温室効果ガス発生量（MT⁻¹）

$O_{(c)}$: 既知の施設規模の維持管理費（¥）又は温室効果ガス発生量（MT⁻¹）

$Q_{(e)}$: 求める施設規模（MT⁻¹ or L³T⁻¹）

$Q_{(c)}$: 既知の施設規模（MT⁻¹ or L³T⁻¹）

【参考】FS検討の試算条件③（単価設定）

（本編資料13-18、22-27、31-36ページ対応）

	単位	単価設定値	備考（出典等）
バイオガス販売単価 （民へ販売する場合）	円/Nm ³ （バイオガス）	15	民設民営のバイオガス発電事業における公募時の最低価格、または希望価格の例（公表値）より
水素市場仕入価格 （水素製造～水素ST供給価格）	円/Nm ³ （H ₂ ）	50	第5回水素・燃料電池戦略協議会資料（H27.11）より、販売差益約45円/Nm ³ -H ₂ で事業自立可能性があるとされていることを確認し、本FS検討では水素引渡価格を50円/Nm ³ -H ₂ としている
水素市場販売価格 （水素ST～FCV等供給価格）	円/Nm ³ （H ₂ ）	100	岩谷産業(株)、JX日鉱日石エネルギー(株)による公表販売価格を参考に設定（文献1）
FITによる電力買取価格	円/kWh	39	平成28年度調達価格（資源・エネルギー庁公表資料より）
場内利用電力単価	円/kWh	宮城県モデル19円/kWh 奈良県モデル15円/kWh 三島市モデル17円/kWh	H25下水道統計による実績値（大和川流域15円/kWh、三島市17円/kWh）、ヒアリングによるH27実績値（石巻18.6円/kWh）
炭酸ガス出荷価格	円/kg	50	民間企業ヒアリングより、市場取引価格を想定
地域バイオマス（生ごみ等）受入単価	円/トン	16,000	LOTUSプロジェクト目標価格を参考に設定（生ごみ、食品残渣、緑地剪定枝、家畜糞尿を想定）
地域バイオマス（し尿・浄化槽汚泥）受入単価	円/トン	10,500	環境省HP「一般廃棄物処理実態調査結果」（平成26年度）より、し尿等処理事業経費/し尿・浄化槽汚泥計画処理量（平成26年度）を想定

文献1)
 $1100\text{円/kg} \times 0.0899\text{g/L} = 98.89\text{円/Nm}^3 \approx 100\text{円/Nm}^3$
 2014年11月に岩谷産業が水素ステーションにおける水素の価格を1100円/kgと発表した。
 （岩谷産業HP <http://www.iwatani.co.jp/jpn/newsrelease/detail.php?id=1186>）
 2015年1月には、東京ガスがFCV向け水素販売価格を1kg1100円と決定した。
 （東京ガスHP <http://www.tokyo-gas.co.jp/Press/20150108-02.html>）
 2015年4月には、大阪ガスもFCV向け水素販売価格を1kg1100円と決定した。
 （大阪ガスHP http://www.osakagas.co.jp/company/press/pr_2015/1222813_15658.html）
 2014年12月に、JX日鉱日石エネルギーは、販売価格を1kg1000円と発表した。
 （JXホールディングスHP http://www.hd.jx-group.co.jp/newsrelease/2014/20141225_01_1050061.html）

※FS算定条件として、
 ・公設の場合（建設）、交付金等を考慮
 ・維持管理費については、公設、民設に関係なく各種補助金を考慮

平成28年度調達価格（資源・エネルギー庁HP公表資料より）

電源	バイオマスの種類	バイオマスの例	調達価格 1kWh当たり	調達期間
バイオマス	メタン発酵ガス （バイオマス由来）	下水汚泥・家畜糞尿・ 食品残渣由来のメタンガス	39 円+税	20年間
	間伐材等由 来の木質バイ オマス	2,000kW 未満	40 円+税	
		2,000kW 以上	32 円+税	
	一般木質バイオマス・農産物の 収穫に伴って生じるバイオマス	製材端材、輸入材*、 パーム椰子殻、もみ殻、稲わら	24 円+税	
	建設資材廃棄物	建設資材廃棄物（リサイクル木 材）、その他木材	13 円+税	
一般廃棄物・その他のバイオマ ス	剪定枝・木くず、紙、食品残渣、 廃食用油、黒液	17 円+税		

※「発電利用に供する木質バイオマスの証明のためのガイドライン」に基づく証明のないものについては、建設資材廃棄物として取り扱う。

【参考】地域バイオマス量(宮城県モデル、三島市モデル)

(本編資料13-18、22-27、31-36ページ対応)

(日平均投入量)	宮城県モデル		三島市モデル		【参考】奈良県モデル	
	体積量 [m3/日]	固形物量 [t-DS/日]	体積量 [m3/日]	固形物量 [t-DS/日]	体積量 [m3/日]	固形物量 [t-DS/日]
【参考】 下水汚泥	209.3	8.37	110.0	3.03	460.7	10.20
し尿	0.0	0.00	1.3	0.02	—	—
浄化槽汚泥	44.9	1.79	35.0	0.35	—	—
緑地剪定枝	0.0	0.00	0.5	0.48	—	—
食品残渣	0.2	0.04	5.1	0.92	—	—
生ごみ	0.0	0.00	24.3	4.37	—	—
家畜糞尿	1.0	0.10	0.0	0.00	—	—
合計 (下水汚泥含む)	255.3	10.30	176.2	9.15	460.7	10.20



循環型社会形成推進交付金 (廃棄物処理施設分)

平成28年度予算(案) 28,000百万円(35,466百万円)
 (平成27年度補正予算(案) 38,300百万円)

事業目的・概要等

背景・目的

- 市町村等が廃棄物の3R(リデュース、リユース、リサイクル)を総合的に推進するため、市町村の自主性と創意工夫を活かした広域的かつ総合的な廃棄物処理・リサイクル施設の整備を支援している。
- 平成当初以降にダイオキシン類対策のため整備した廃棄物処理施設の老朽化によるごみ処理能力の不足や事故リスク増大といった事態を回避するため、新たな更新需要も踏まえ、循環型社会構築に寄与できる一般廃棄物処理施設の整備に取り組む必要がある。
- また、ごみ焼却施設において廃熱利用は一部にとどまっていることから、ごみ焼却施設を中心とする地域の廃棄物エネルギー利用のポテンシャルは高く、災害時を含めた自立・分散型のエネルギー拠点としての役割が期待できる。

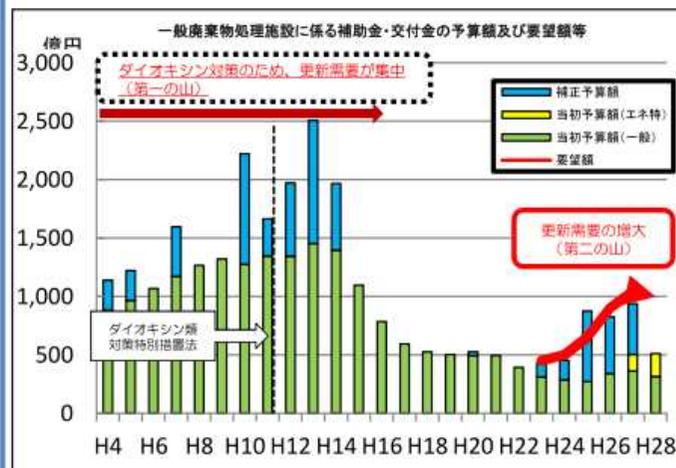
事業概要

- 市町村等が行う地域の生活基盤を支えるための社会インフラである廃棄物処理施設の整備を支援。
- 高効率なエネルギー回収を行う施設の整備だけでなく、更新需要の増大を踏まえ、施設の更新時期の平準化に資する施設の改良による長寿命化の取組を重点的に支援。

期待される効果

- 老朽化した廃棄物処理施設の適切な更新を行う一方、施設の改良による長寿命化を図ることで、地域における安全・安心を確保。
- 廃棄物をエネルギー源として有効利用することで、災害時を含めた地域における自立・分散型エネルギーの拠点施設を構築。

イメージ



＜廃棄物焼却施設・老朽化の現状＞
 全国1,172施設のうち
 築20年超：353施設
 築30年超：137施設
 築40年超：6施設

(施設耐用年数:15~20年程度)



老朽化して休止した処理施設

事業スキーム



【交付先】

市町村等(一部事務組合、広域連合、特別区含む)

【交付対象施設】

ごみ焼却施設、最終処分場、既存施設の基幹的設備改良事業、等

【交付率】

交付対象経費の1/3。ただし、一部の先進的な施設については1/2。