

# FS検討結果 最終報告 (本編)

# 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】

- 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】

- 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

# 【FS検討結果まとめ】

## 【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・大和・古川師山浄化センターの 下水汚泥、地域バイオマス受入を考慮)	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 <sup>3</sup> /日(石巻T、流域) 約 12,000 m <sup>3</sup> /日(石巻東部T、流域) 約 29,000 m <sup>3</sup> /日(大和T、流域) 約 11,000 m <sup>3</sup> /日(古川師山T、公共)	約 86,000 m <sup>3</sup> /日	約 23,000 m <sup>3</sup> /日
現状の汚泥処分方法	セメント原料化、コンポスト、 焼却(仙塩浄化センター)	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 420 m <sup>3</sup> /日(濃度約4%) ※1 (4処理場の合計)	約 460 m <sup>3</sup> /日(濃度約4%)	約 110 m <sup>3</sup> /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)	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、植物性残渣、 浄化槽汚泥	(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パッカー車 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※3	・FCV、FCバス、FCパッカー車、 水素燃料電池※3
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検討結果まとめ

## 【FS検討より】全量利用の場合

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>バイオガスを加温ボイラに利用し 消化槽を加温 (パターンB)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・地域バイオマスを受入れ</li> <li>・発生するバイオガスのうち、消化槽加温に必要な熱量分を、ボイラ加温へ利用し供給</li> <li>・残りのバイオガスを水素製造・ST利用</li> </ul>	<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"> <li>・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</li> <li>・残りのバイオガスを水素製造・ST利用</li> </ul>	<p>バイオガス発電廃熱を 消化槽加温に利用し 水素原料に都市ガス添加 (パターンC)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・地域バイオマスを受入れ</li> <li>・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</li> <li>・(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</li> </ul>
バイオガス量	<p>約 7,000 Nm<sup>3</sup>/日 内訳</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・水素製造用:約 7,000 Nm<sup>3</sup>/日</li> </ul>	<p>約 8,200 Nm<sup>3</sup>/日 内訳</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・水素製造用:約 3,600 Nm<sup>3</sup>/日</li> <li>・バイオガス発電用:約 4,600 Nm<sup>3</sup>/日</li> </ul>	<p>約 4,800 Nm<sup>3</sup>/日 内訳</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・水素製造用:約 2,900 Nm<sup>3</sup>/日</li> <li>・バイオガス発電用:約 1,800 Nm<sup>3</sup>/日 (都市ガス添加量:約 1,700 Nm<sup>3</sup>/日)</li> </ul>
水素製造量	約 5,700 Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub> /日	約 4,700 Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub> /日	約 6,000 Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub> /日
発電量	—	約 325 万kWh/年 (約 375 kWh/h)	約 130 万kWh/年 (約 150 kWh/h)

## 【FS検討より】全量利用の場合

項目		宮城県モデル	奈良県モデル	三島市モデル
建設費	全体	約 6,700 百万円 (汚泥濃縮・消化～水素利用まで) (うち県負担 約 2,800 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 (加温ボイラを含む) ・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 1,200 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 780 百万円 (うち県負担約 480 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 940 百万円／年	約 130 百万円／年	約 420 百万円／年
	水素製造	約 99 百万円／年	約 93 百万円／年	約 130 百万円／年
【試算】水素供給単価 (バイオガス以降の水素製造・精製・供給を想定)※1		6時間稼働: 約 204円 / Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub> 12時間稼働: 約 114円 / Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub> 24時間稼働: 約 67円 / Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub>	6時間稼働: 約 248円 / Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub> 12時間稼働: 約 139円 / Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub> 24時間稼働: 約 79 円 / Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub>	6時間稼働: 約 205円 / Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub> 12時間稼働: 約 115円 / Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub> 24時間稼働: 約 83円 / Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub> (都市ガス購入費を含む)

※1) バイオガス精製以降のバイオガス精製・水素製造・水素精製・水素供給に係る施設建設費・維持管理費より算定

## 【FS検討より】導入シナリオを想定した場合

項目	宮城県モデル	奈良県モデル	三島市モデル
導入シナリオ (提案)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ バイオガスを加温ボイラに利用し、消化槽を加温(パターンB)</li> <li>・地域バイオマスを受入れ</li> <li>・発生するバイオガスのうち、消化槽加温に必要な熱量分を、ボイラ加温へ利用し供給</li> <li>➢ 利用可能なバイオガスを、水素需要量に応じて水素製造し、FCV等にSTより供給</li> <li>➢ 残りのバイオガスにより発電し売電(ただし、収支を最大化する設備容量を設定)</li> <li>◆ バイオガス発電事業開始から10年後に水素製造供給事業を開始</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ バイオガス発電廃熱を、消化槽加温に利用(パターンA)</li> <li>・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</li> <li>➢ 利用可能なバイオガスを、水素需要量に応じて水素製造し、FCV等にSTより供給</li> <li>➢ 残りのバイオガスにより発電し売電(ただし、収支を最大化する設備容量を設定)</li> <li>◆ バイオガス発電事業開始から5年後に水素製造供給事業を開始</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 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)</li> <li>・地域バイオマスを受入れ</li> <li>・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</li> <li>➢ 利用可能なバイオガスを、水素需要量に応じて水素製造し、FCV等にSTより供給(ただし、水素製造能力を最大限発揮させるために都市ガスを添加)</li> <li>➢ 残りのバイオガスにより発電し売電(ただし、収支を最大化する設備容量を設定)</li> <li>◆ バイオガス発電事業開始から10年後に水素製造供給事業を開始</li> </ul>
事業期間*中の 利用可能な バイオガス量 (累計)	約 47 百万 Nm <sup>3</sup> /20年間 内訳 ・水素製造用:約 15 百万 Nm <sup>3</sup> /20年間 ・バイオガス発電用:約 32 百万 Nm <sup>3</sup> /20年間 ※ボイラ加温用約 6 百万 Nm <sup>3</sup> /20年間は上記に含まない	約 63 百万 Nm <sup>3</sup> /20年間 内訳 ・水素製造用:約 15 百万 Nm <sup>3</sup> /20年間 ・バイオガス発電用:約 48 百万 Nm <sup>3</sup> /20年間	約 36 百万 Nm <sup>3</sup> /20年間 内訳 ・水素製造用:約 12 百万 Nm <sup>3</sup> /20年間 ・バイオガス発電用:約 24 百万 Nm <sup>3</sup> /20年間 ※都市ガス添加量:約 3 百万 Nm <sup>3</sup> /20年間
事業期間*中の 水素製造量(累計)	約 15百万 Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub> /20年間	約 16 百万 Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub> /20年間	約 18 百万 Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub> /20年間
事業期間*中の 発電量(累計)	約 61百万 kWh/20年間	約 93 百万 kWh/20年間	約 49 百万 kWh/20年間

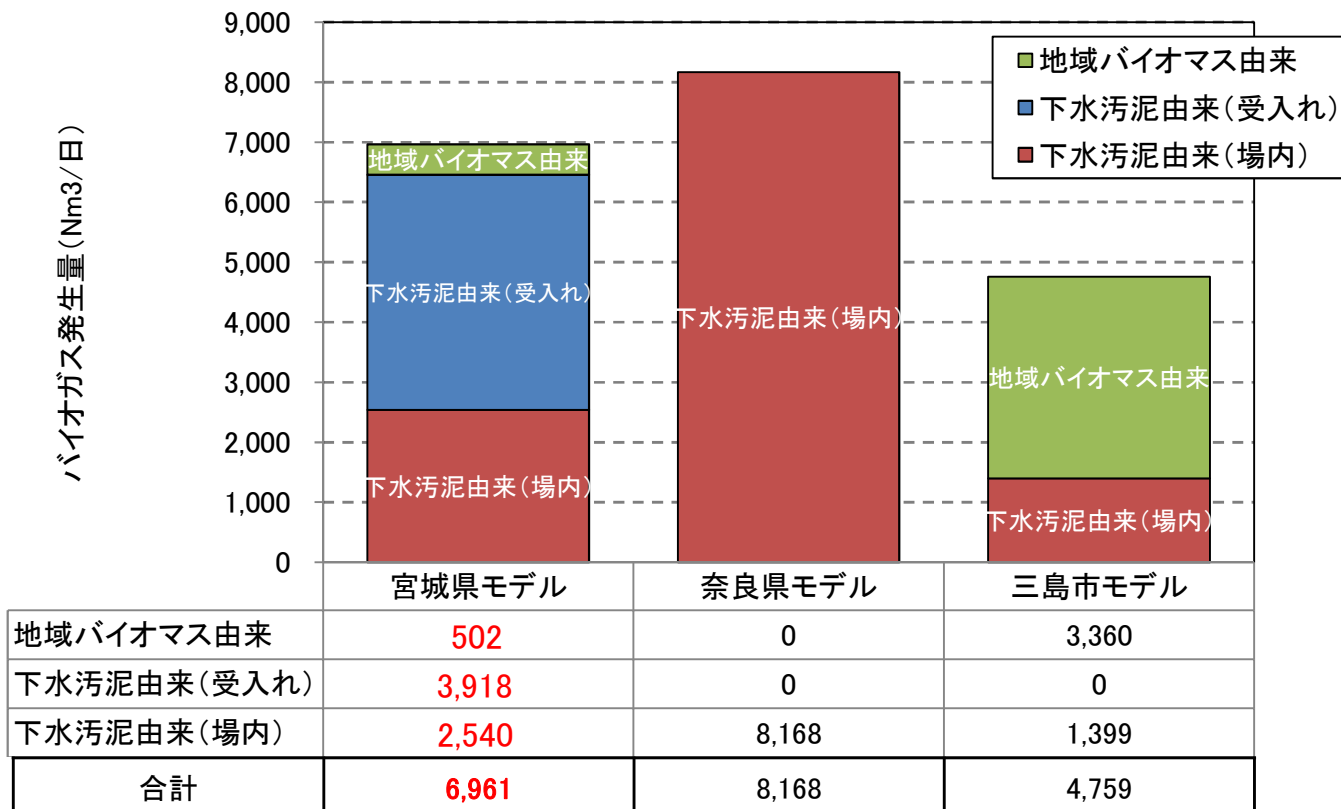
※バイオガス発電事業と水素製造供給事業を組合せた事業を想定

# I 基本条件の設定



# 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)



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	45	—	66.2
下水汚泥(受入れ)	259	—	—
下水汚泥(場内)	117	461	110

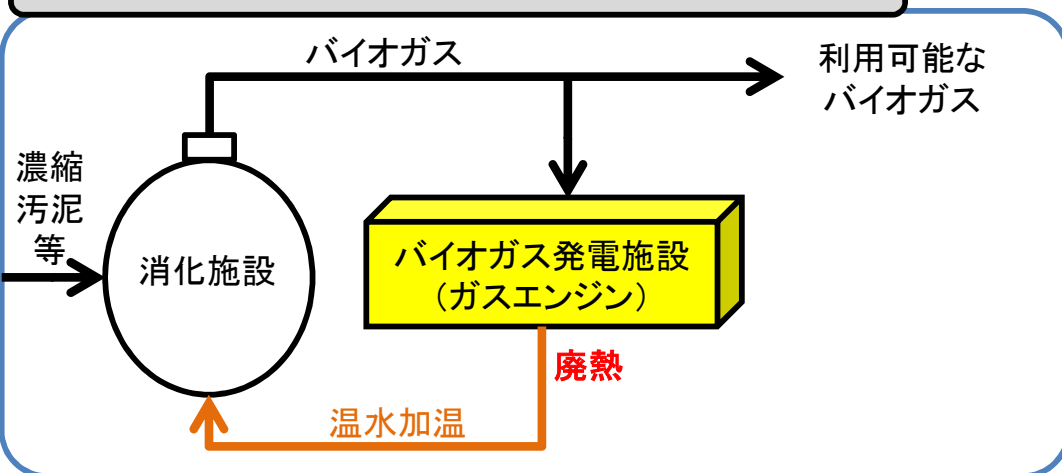
## 【算定条件】

- 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、**大和浄化センター、古川師山下水浄化センター**）、地域バイオマス（浄化槽汚泥等）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（生ごみ等）由来のバイオガス発生量を対象とする

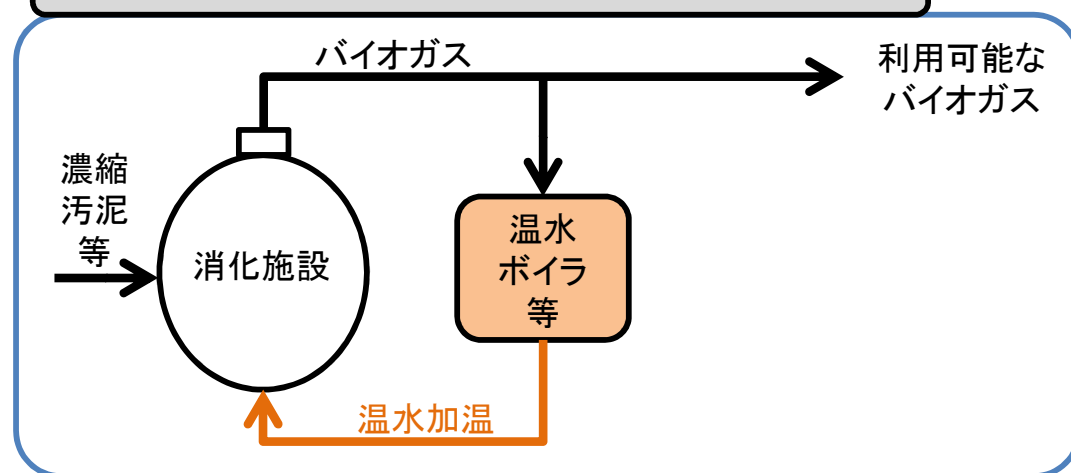
# 利用可能なバイオガス量の検討について

- 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
- パターンDは、宮城県モデルにおける参考パターンとして想定

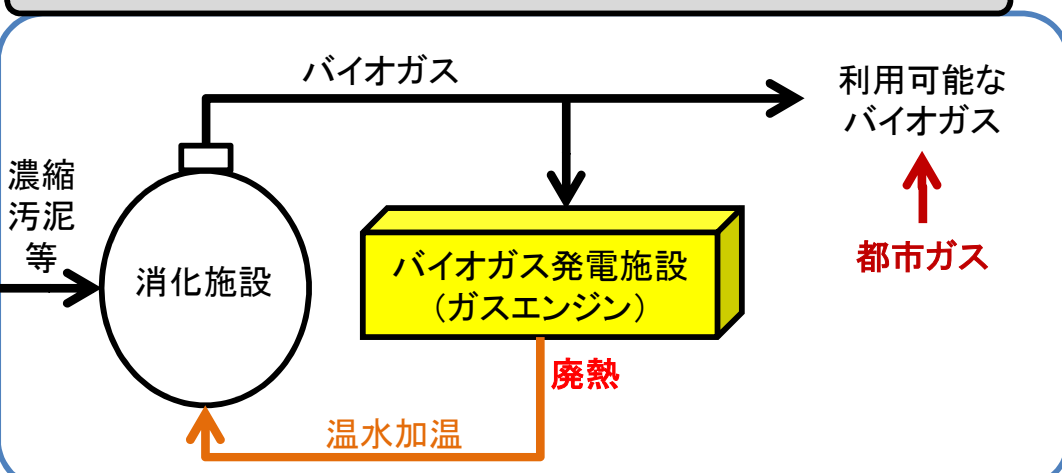
### パターンA(発電廃熱利用)(3自治体モデル)



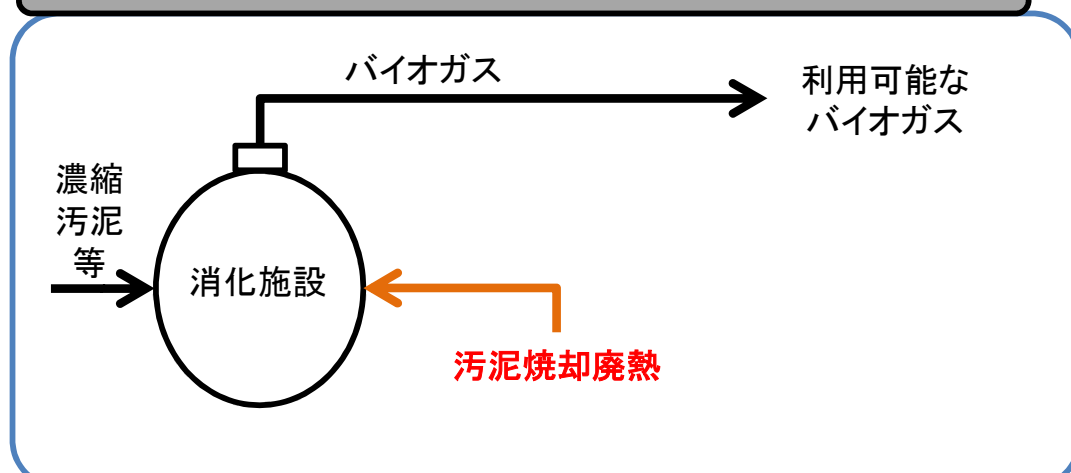
### パターンB(加温装置利用)(3自治体モデル)



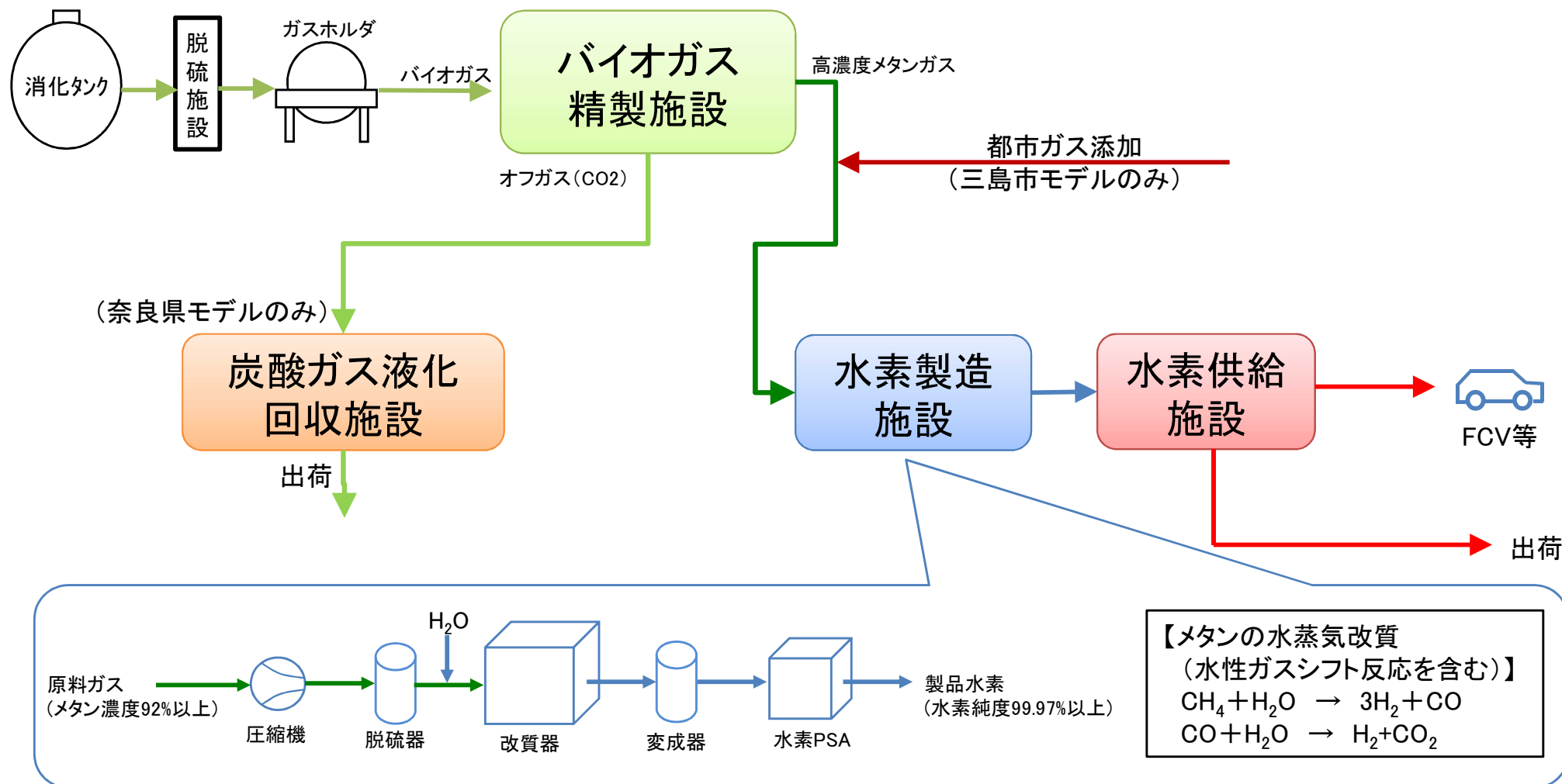
### パターンC(発電廃熱+都市ガス利用)(三島市モデル)



### 【参考】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



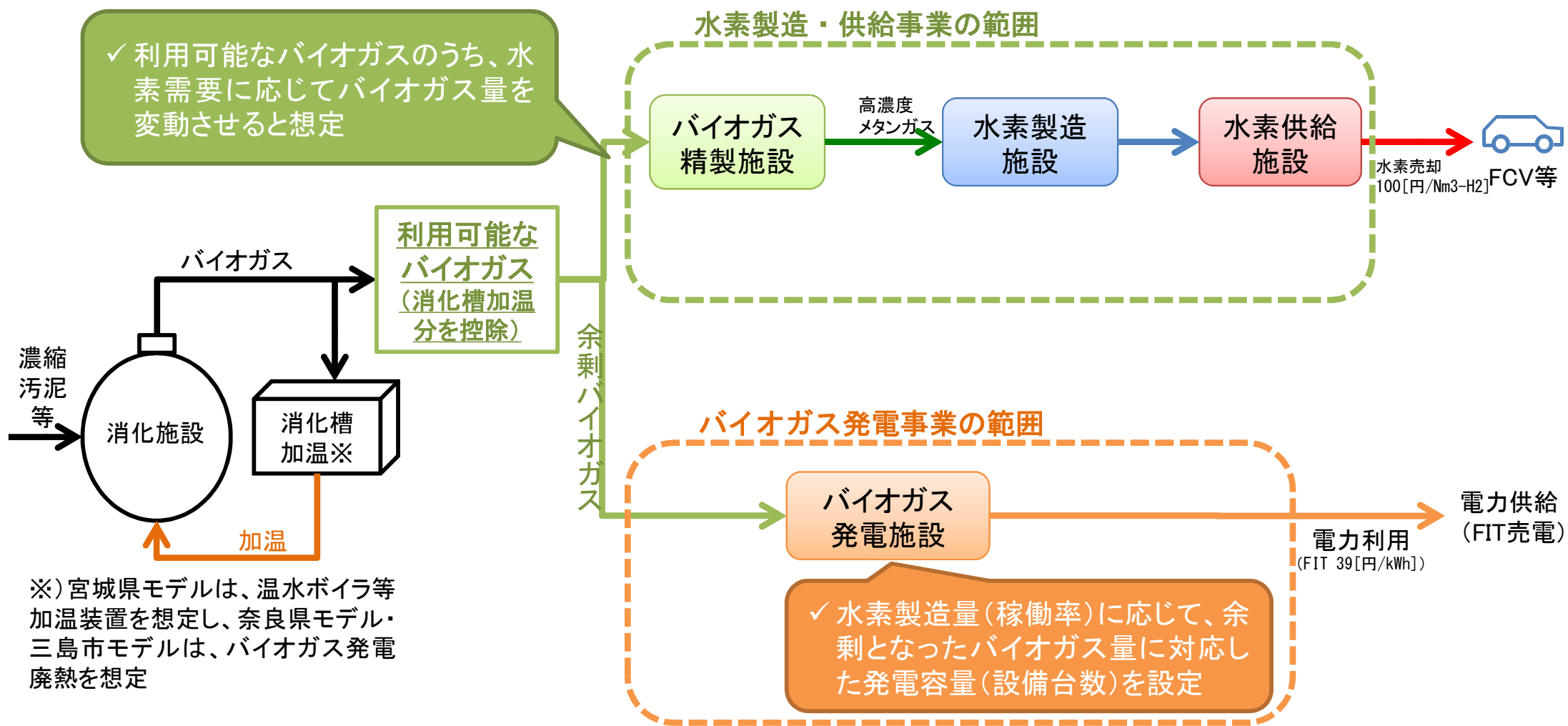
Ⅱ 水素製造等事業フローの検討

Ⅲ 時間軸での事業収支の検討

## 水素需要について

# 水素需要に対する感度分析(第2回委員会にて実施)

- 3自治体モデルにおいて、バイオガス発電事業および、バイオガス由来水素製造・供給事業(バイオガス精製、水素製造、水素供給(ステーション))の事業範囲で事業収支を試算
- 水素製造施設については、24時間/日稼働を前提とし、利用可能なバイオガスのうち、水素原料に使用する量が増減(水素製造量(稼働率)が増減)した場合の事業収支を算定
- 水素製造量が少ない(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、各水素製造量における余剰バイオガス量に対応した発電容量を設定)

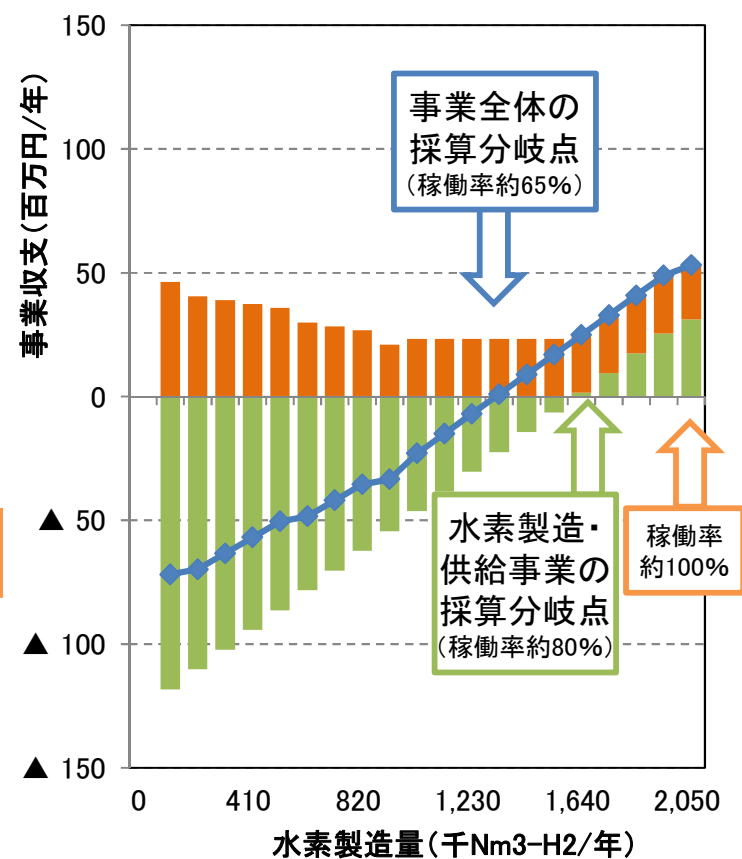
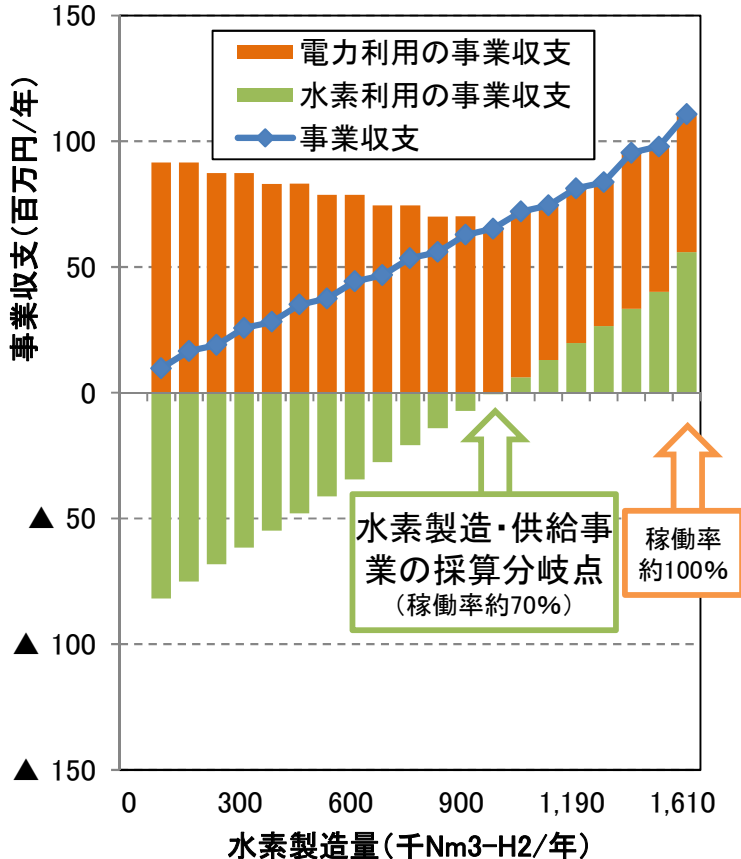
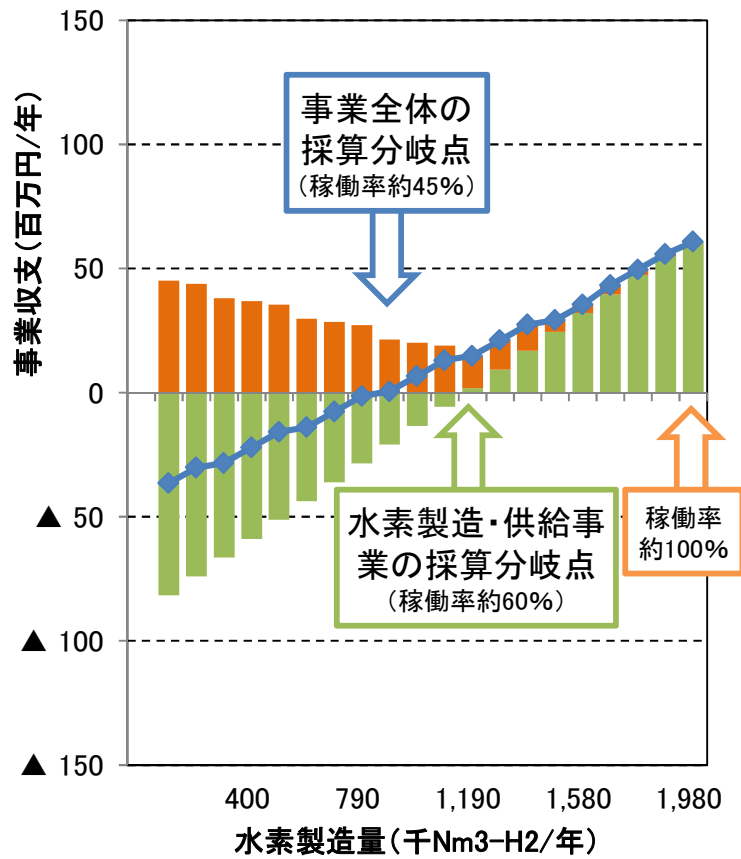


# 水素需要に対する感度分析(バイオガス精製～水素利用・電力利用での試算)

宮城県モデル 【パターンB】

奈良県モデル 【パターンA】

三島市モデル 【パターンC】



➤ 稼働率100%では、  
 • 水素製造量: 約 1,980 [千Nm<sup>3</sup>-H<sub>2</sub>/年]  
 ⇒ FCV普及台数 約 2,050台に相当 ※  
 ➤ 採算分岐点(稼働率約45%)において  
 • 水素製造量: 約 890 [千Nm<sup>3</sup>-H<sub>2</sub>/年]  
 ⇒ FCV普及台数 約 920台に相当 ※

➤ 稼働率100%では、  
 • 水素製造量: 約 1,610 [千Nm<sup>3</sup>-H<sub>2</sub>/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

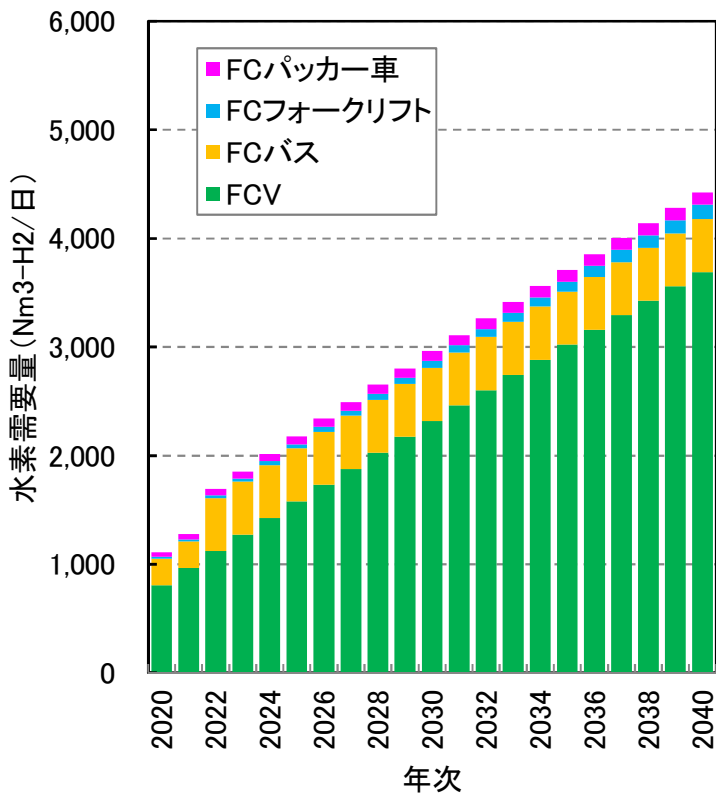
➤ 稼働率100%では、  
 • 水素製造量: 約 2,050 [千Nm<sup>3</sup>-H<sub>2</sub>/年]  
 ⇒ FCV普及台数 約 2,130台に相当 ※  
 (都市ガス使用量: 約 1,150[Nm<sup>3</sup>-H<sub>2</sub>/日]★)  
 ➤ 採算分岐点(稼働率約65%)において  
 • 水素製造量: 約 1,330 [千Nm<sup>3</sup>-H<sub>2</sub>/年]  
 ⇒ FCV普及台数 約 1,390台に相当 ※  
 (都市ガス使用量: 約 490[Nm<sup>3</sup>-H<sub>2</sub>/日]★)

※)FCVの水素使用量を963 [Nm<sup>3</sup>-H<sub>2</sub>/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

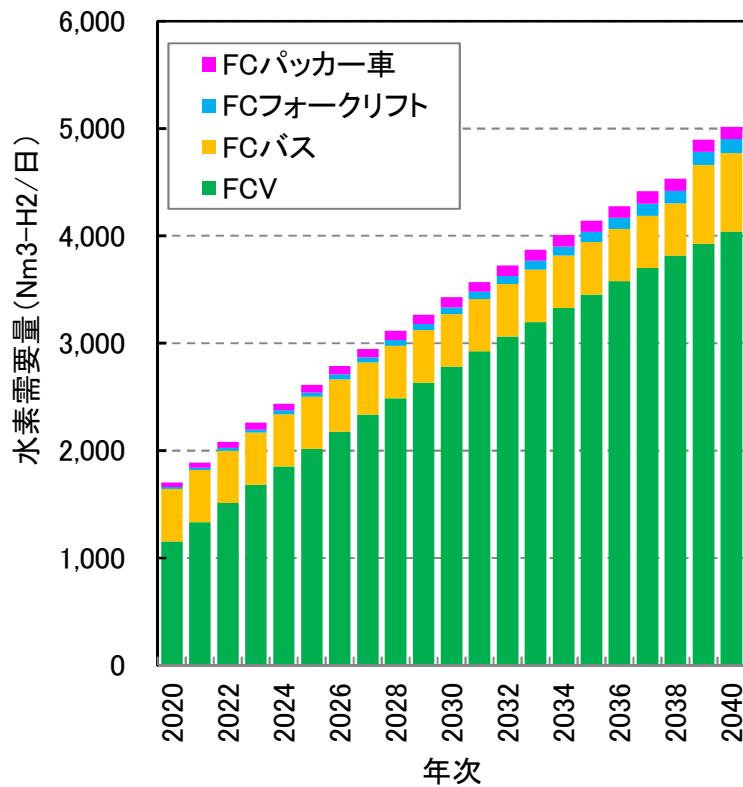
# 水素需要量の想定

- 本FSでは、3自治体モデル圏内および周辺における水素需要量を、全国的な普及予測を用いて想定
- FCVの普及については、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や乗用車保有台数等に基づき、各地域のFCV普及台数を推計
- FCV以外の普及については、以下の通り
  - ・FCバス：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推計
  - ・FCフォークリフト、FCパッカー車：普及台数にかかる公表情報が少ないため、既存低公害車(天然ガス車)の普及実績を参考に推計

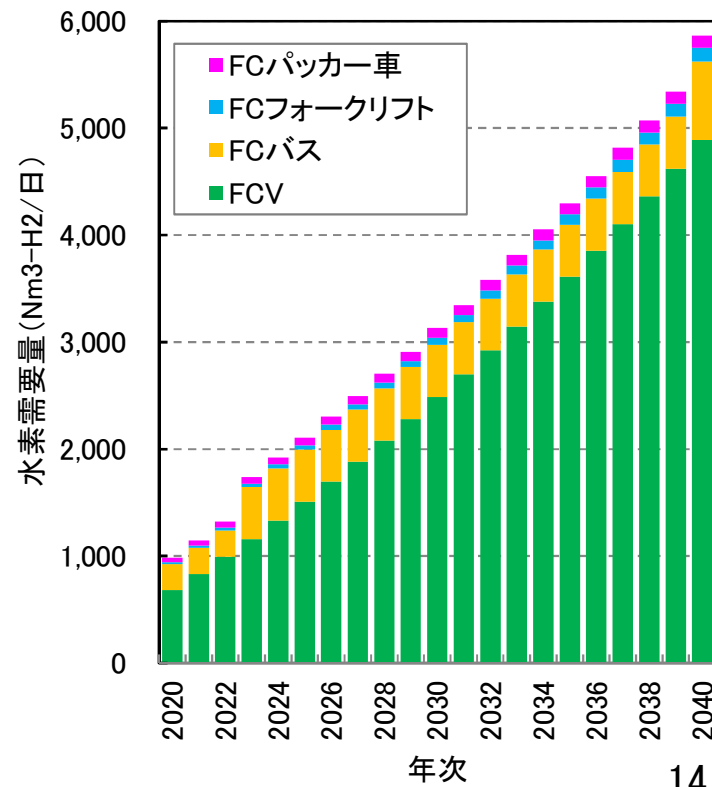
宮城県モデルにおける水素需要量の想定



奈良県モデルにおける水素需要量の想定



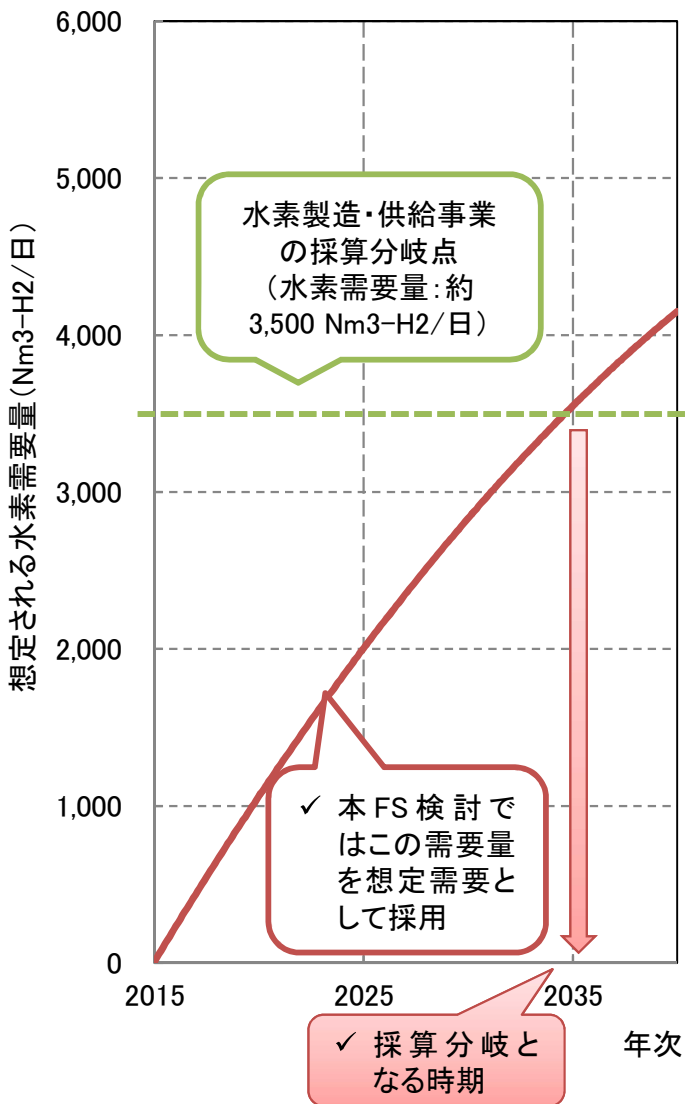
三島市モデルにおける水素需要量の想定



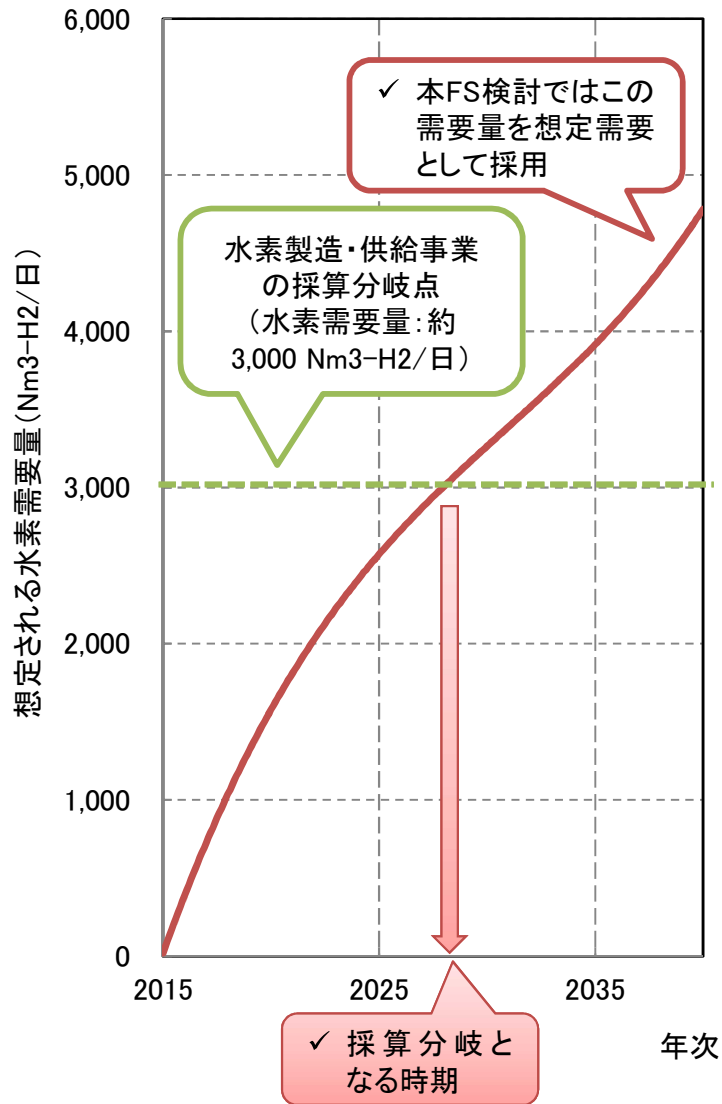
# 想定する水素需要について

- 3自治体モデルにおける、水素製造・供給事業の採算ラインを算定
- 想定する水素需要では、宮城県モデルは2035年頃に、奈良県モデルは2028年頃に、三島市モデルでは、2037年頃に、水素製造・供給事業が自立するものと考えられる。

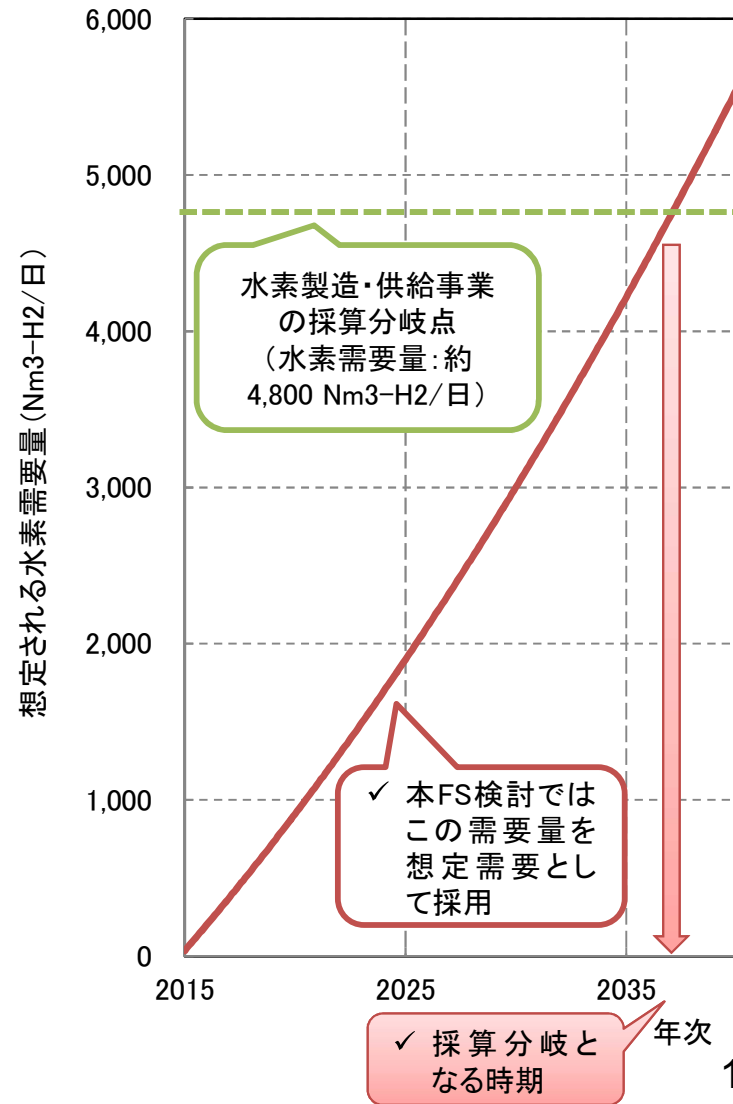
宮城県モデルにおける  
水素需要量



奈良県モデルにおける  
水素需要量



三島市モデルにおける  
水素需要量





# 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
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・大和・古川師山浄化センターの 下水汚泥、地域バイオマス受入を考慮)
供用開始年	平成10年
処理水量 (H27年度日平均)	約 18,000 m <sup>3</sup> /日(石巻T、流域) 約 12,000 m <sup>3</sup> /日(石巻東部T、流域) 約 29,000 m <sup>3</sup> /日(大和T、流域) 約 11,000 m <sup>3</sup> /日(古川師山T、公共)
現状の汚泥処分方法	セメント原料化、コンポスト、 焼却(仙塩浄化センター)

項目	宮城県モデル
下水道施設から 発生する濃縮汚泥量 (日平均)	約 420 m <sup>3</sup> /日(濃度約4%) (4処理場の合計)
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)	➤ 下水汚泥のみ: 6,459 Nm <sup>3</sup> /日 (古川師山T、大和T、石巻東部Tを含む) ➤ 地域バイオマス含む: 6,961 Nm <sup>3</sup> /日
地域バイオマス受入	家畜糞尿、植物性残渣、 浄化槽汚泥

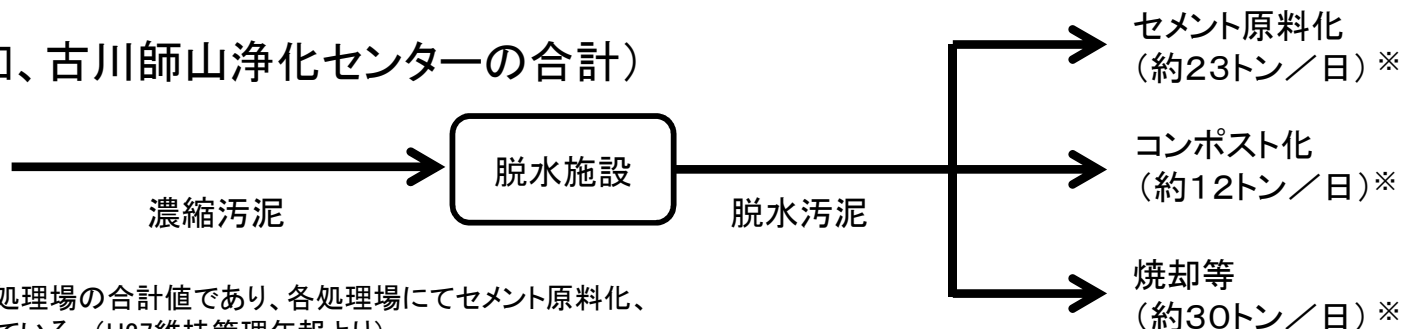
# 現状およびケース0(比較対象)の設定

【宮城県モデル】

- 石巻、石巻東部、大和、古川師山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も受入れ、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】

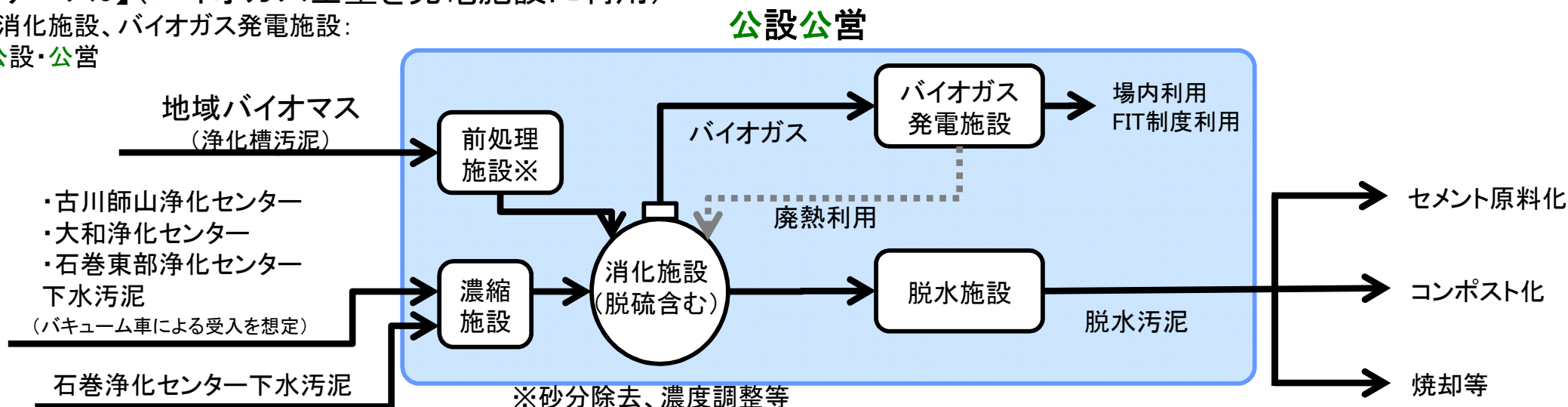
(石巻、石巻東部、大和、古川師山浄化センターの合計)



※脱水汚泥量(日平均)は、4処理場の合計値であり、各処理場にてセメント原料化、コンポスト化、焼却等を実施している。(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



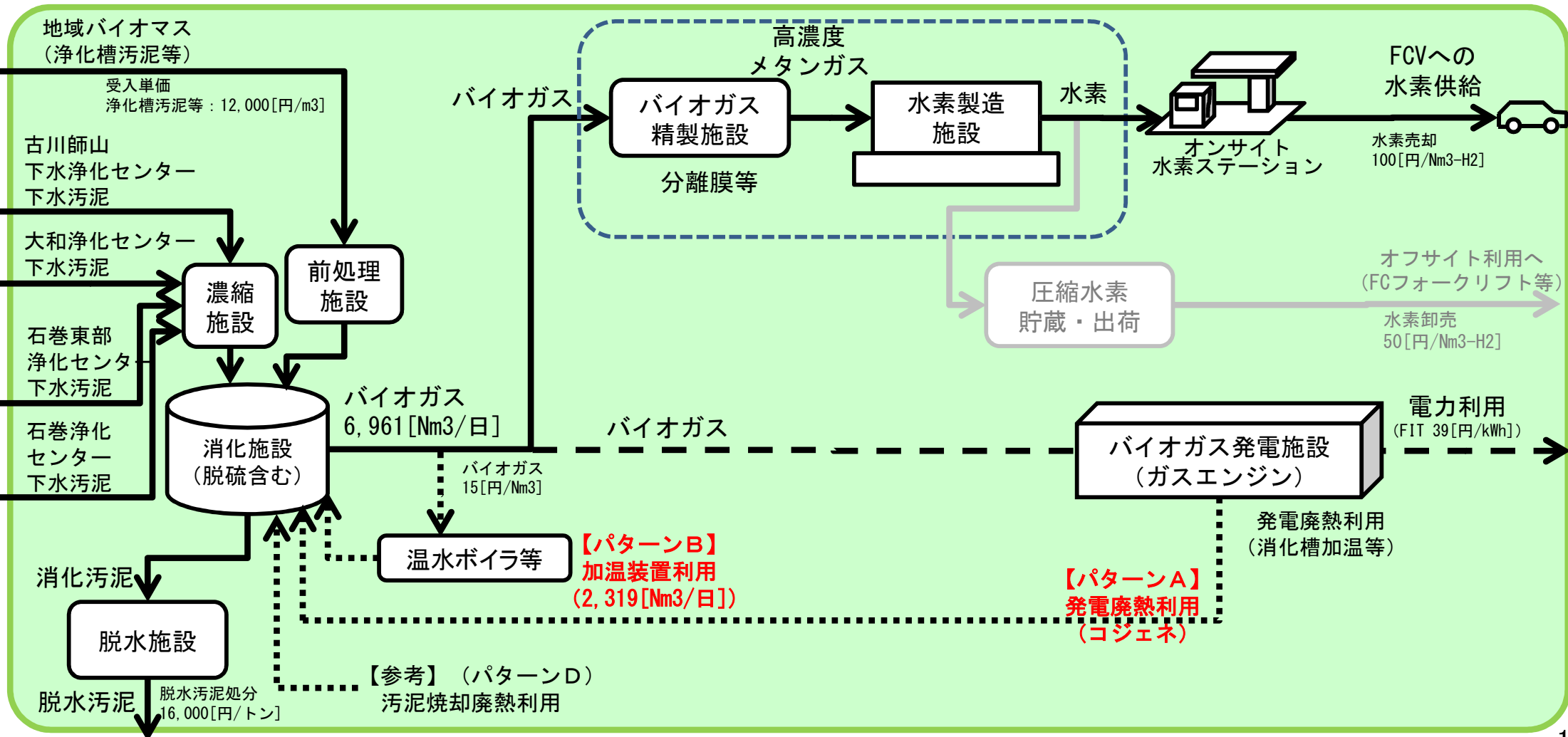
# 水素製造・利用の全体像

【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収入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)の2パターンを想定(パターンD(汚泥焼却廃熱利用)は参考)

水素製造単価の算定範囲

FS検討範囲【事業全体】



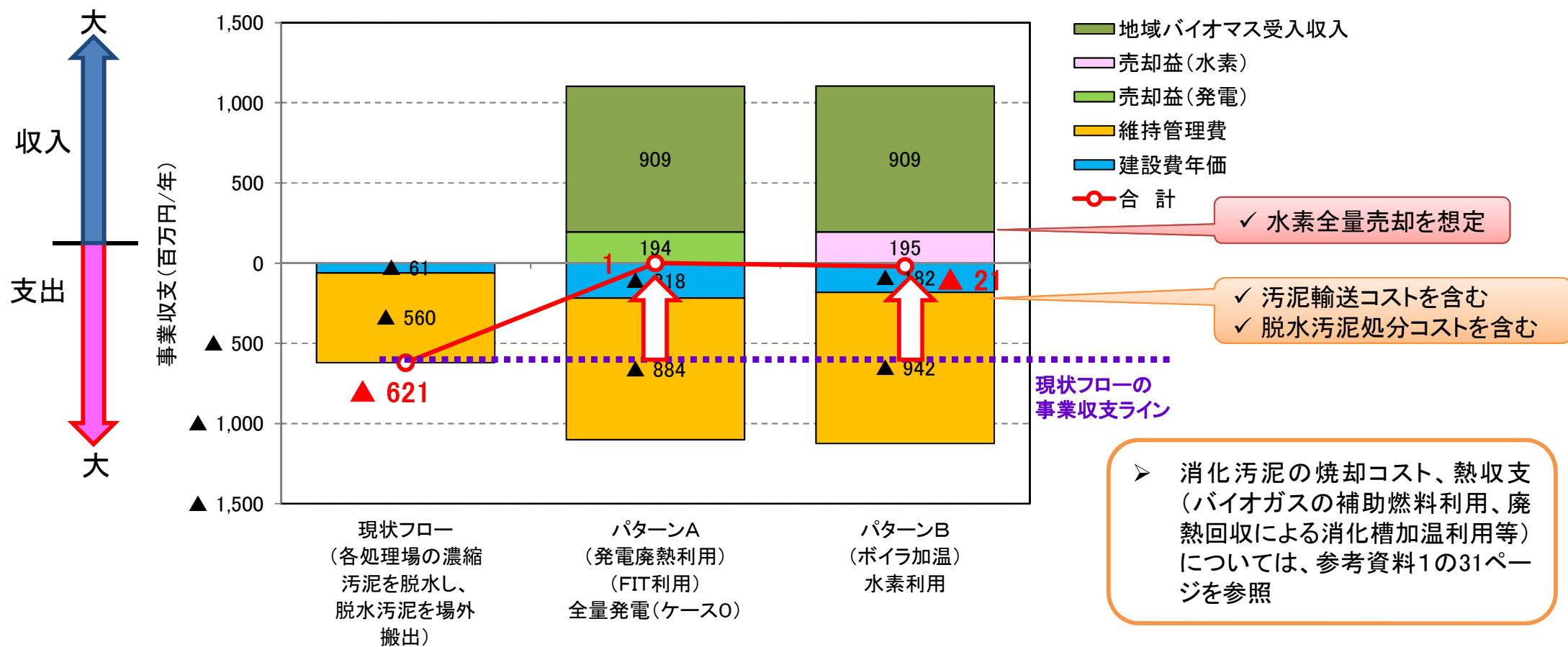
# 【水素全量利用の場合】

# 事業収支の算定(消化および地域バイオマス受入収入を含む)【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収入や脱水污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、ケース0)およびパターンB(水素製造・利用(24時間/日稼働)、バイオガス加温ボイラによる消化槽加温)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収入による増額が見込まれるため、経済的である。
- ただし、収入に占める地域バイオマス受入収入※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)

※今回の算定では、浄化槽污泥を約14,000[円/wet-t]で受入れることを想定



# 水素供給単価の試算(バイオガス精製～水素供給(ステーション)) 【宮城県モデル】

○水素製造・供給施設の稼働時間を6時間・12時間・24時間とした場合について、製造する水素全量が売却できると想定し、水素供給単価を試算  
 ○算定範囲は、バイオガス精製・水素製造・水素精製・水素供給(ステーション)とする。

## 【水素製造の諸元】

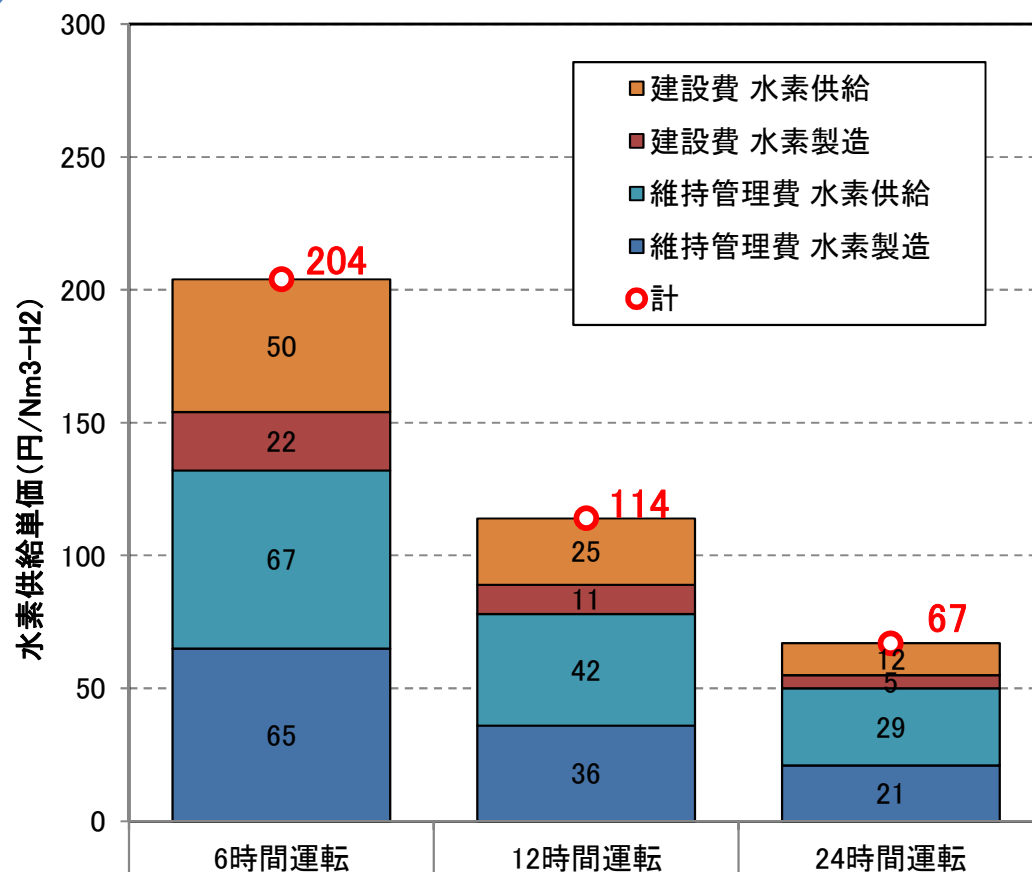
項目	単位	条件		
		6時間/日	12時間/日	24時間/日
製造能力	Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub> /hr	239	239	239
定格稼働時間	hr/日	6	12	24
年間稼働日数	日/年	345	345	345
年間水素製造量	千Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub> /年	494	988	1,975

## 【水素供給単価の算定】

項目	単位	単価		
		6時間/日	12時間/日	24時間/日
水素供給 建設費	円/Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub>	50	25	12
バイオガス精製・水素製造・水素精製 建設費 ★国(※)	円/Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub>	22	11	5
水素供給 維持管理費	円/Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub>	67	42	29
バイオガス精製・水素製造・水素精製 維持管理費	円/Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub>	65	36	21
<b>合計</b>	<b>円/Nm<sup>3</sup>-H<sub>2</sub></b>	<b>204</b>	<b>114</b>	<b>67</b>

※) 建設費のうち、バイオガス精製および水素製造・水素精製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)

水素供給単価(6・12・24時間/日稼働)  
 (バイオガス精製+水素製造+水素精製+水素供給)

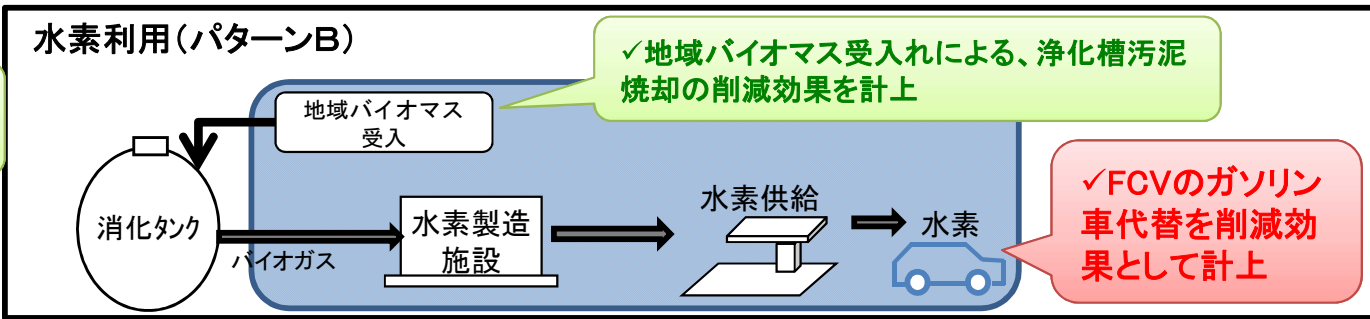
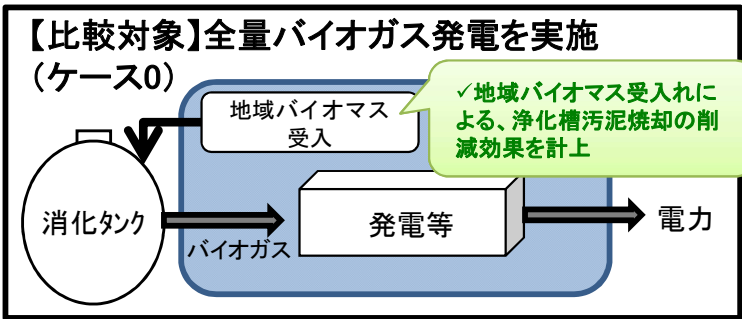
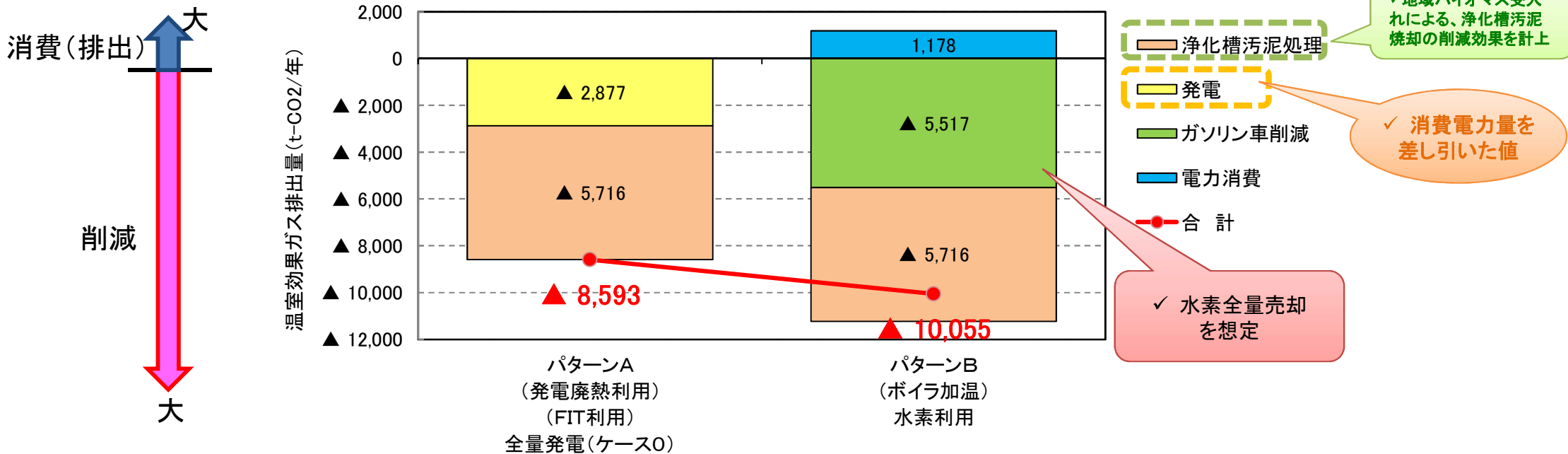


# 温室効果ガス（GHG）排出量の算定

【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B）を比較
- 水素製造・利用による削減効果については、ガソリン車がFCV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
- 地域バイオマス受入に伴い、浄化槽汚泥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B）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）



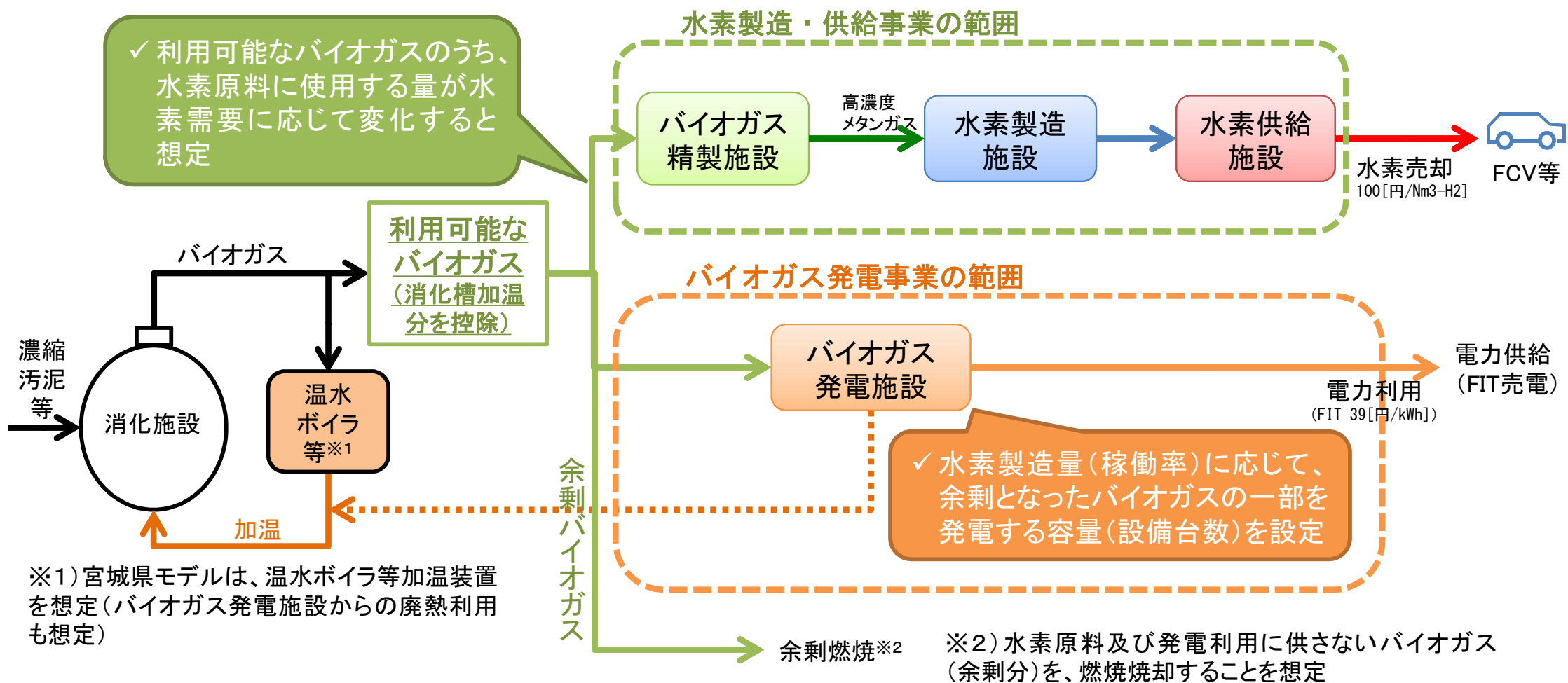
**【水素需要量に応じた導入シナリオ  
を想定した場合】**



# 導入シナリオ案にて想定する事業フロー

【宮城県モデル】

- 地域バイオマス受入施設、消化・脱水施設、バイオガス発電事業および、バイオガス由来水素製造・供給事業（バイオガス精製、水素製造、水素供給（ステーション））の事業範囲を想定
- 水素製造施設については、24時間/日稼働を前提とし、利用可能なバイオガスのうち、水素原料に使用する量が増減（水素製造量（稼働率）が増減）した場合の事業収支を算定
- 水素製造量が少ない（日あたり運転時間が短い）場合には、余剰バイオガスを一部発電して電力売却（FIT利用）することを想定

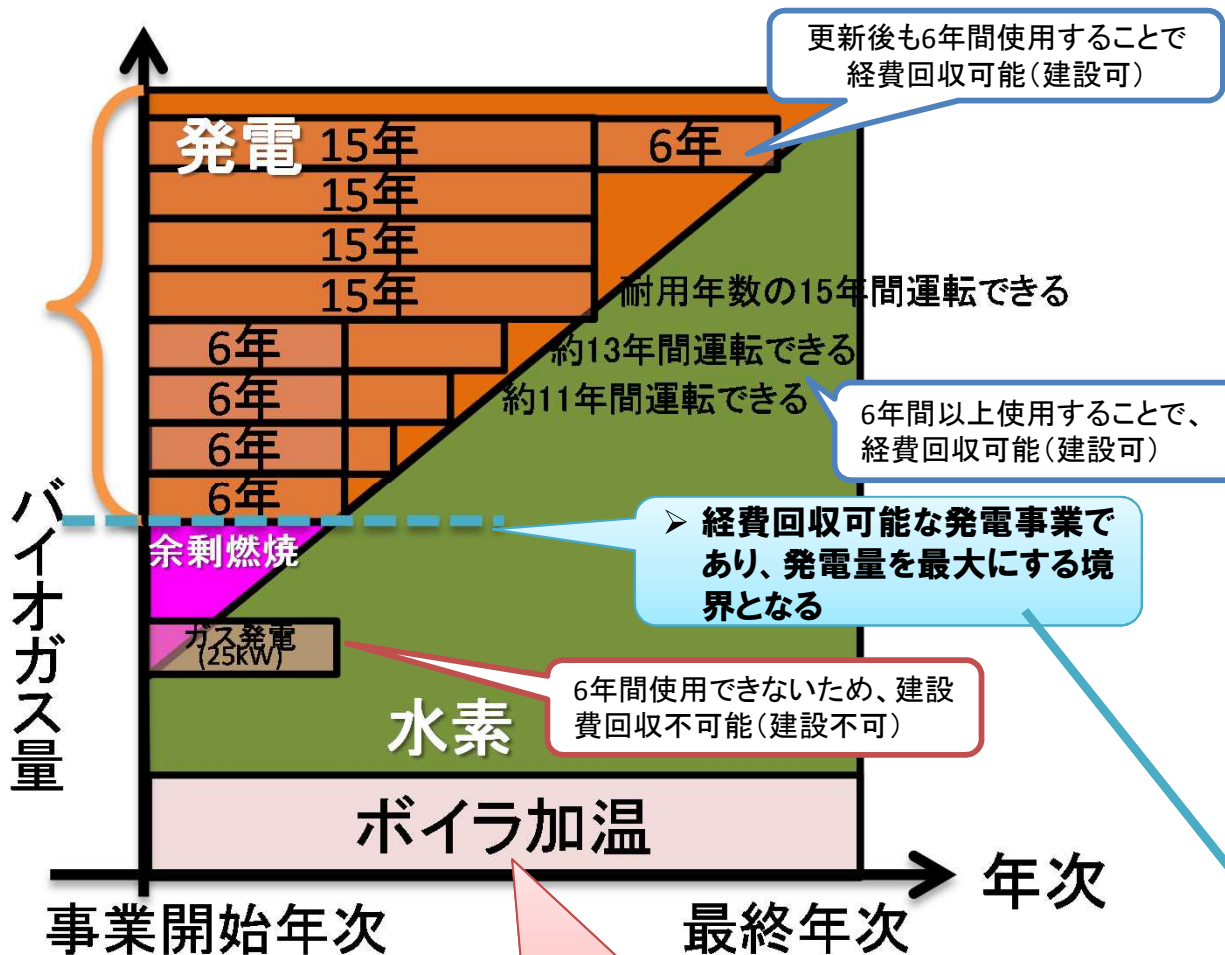


# 想定する水素需要に応じた最適な発電容量の検討

【宮城県モデル】

- 宮城県モデルでは、パターンB(ボイラ加温)を想定
- 製造した水素を全量利用する事業最終形態の検討に加え、水素需要が変化する事業年次を想定し、事業期間における累積収支が最大となる発電容量(設備台数)を想定する

## 宮城県モデルにおける最適な発電容量の算定方法(イメージ)



### 【経費回収年の考え方(例)】

- ・ガス発電機(25kW)建設費: 39,000千円
- ・ガス発電機(25kW) 維持管理費: 1,450千円/年
- ・電力売却収入 (FIT利用):  
 $25\text{kW} \times 330\text{日/年} \times 24\text{hr} \times 39\text{円} = 7,700\text{千円}$
- ・経費回収年:  
 $39,000\text{千円} \div (7,700\text{千円/年} - 1,450\text{千円/年}) = 5.65\text{年}$
- ↓
- ・ガス発電機1台で、電力売却収入 (FIT利用)により、6年で経費回収可能
- ↓
- ・6年間以上使用する発電機であれば、建設費を上回る収入が見込めるため、バイオガス発電を導入した方が収益(収入-支出)増えることになる。

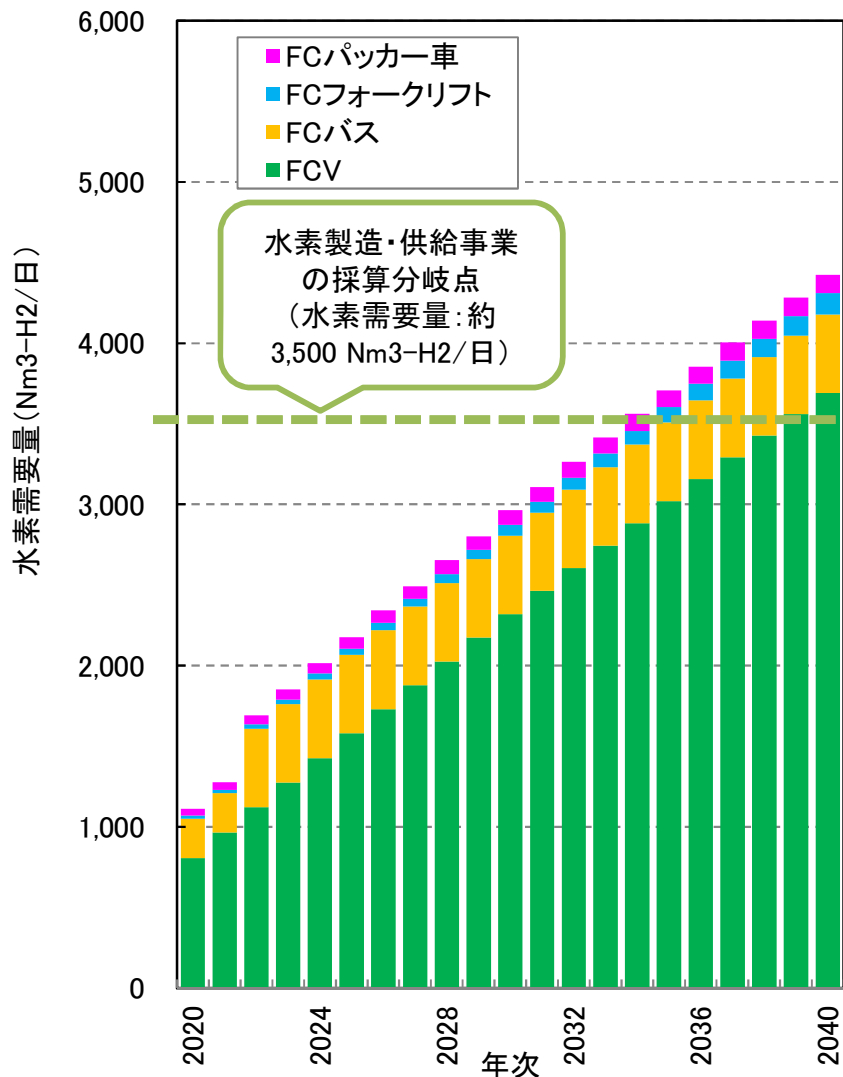
➤ バイオガス発電事業の経費回収を最大化する発電容量(発電機台数)を設定

# 導入シナリオ設定の考え方

【宮城県モデル】

- 需要に応じた最適な施設導入計画等を検討するため、宮城県モデルにおける導入シナリオ案を設定
- 水素需要については、モデル圏内および周辺における水素需要量を想定
- シナリオ設定では、第1フェーズを水素利活用施設が導入される期間とし、その後、第2フェーズにおいて水素製造・供給が本格稼働して水素製造・供給事業の採算分岐点まで到達し、第3フェーズにて事業の安定操業期に入る(水素製造稼働率が90%を超える)と想定

宮城県モデルにおける想定需要量



宮城県モデルにおけるシナリオイメージ

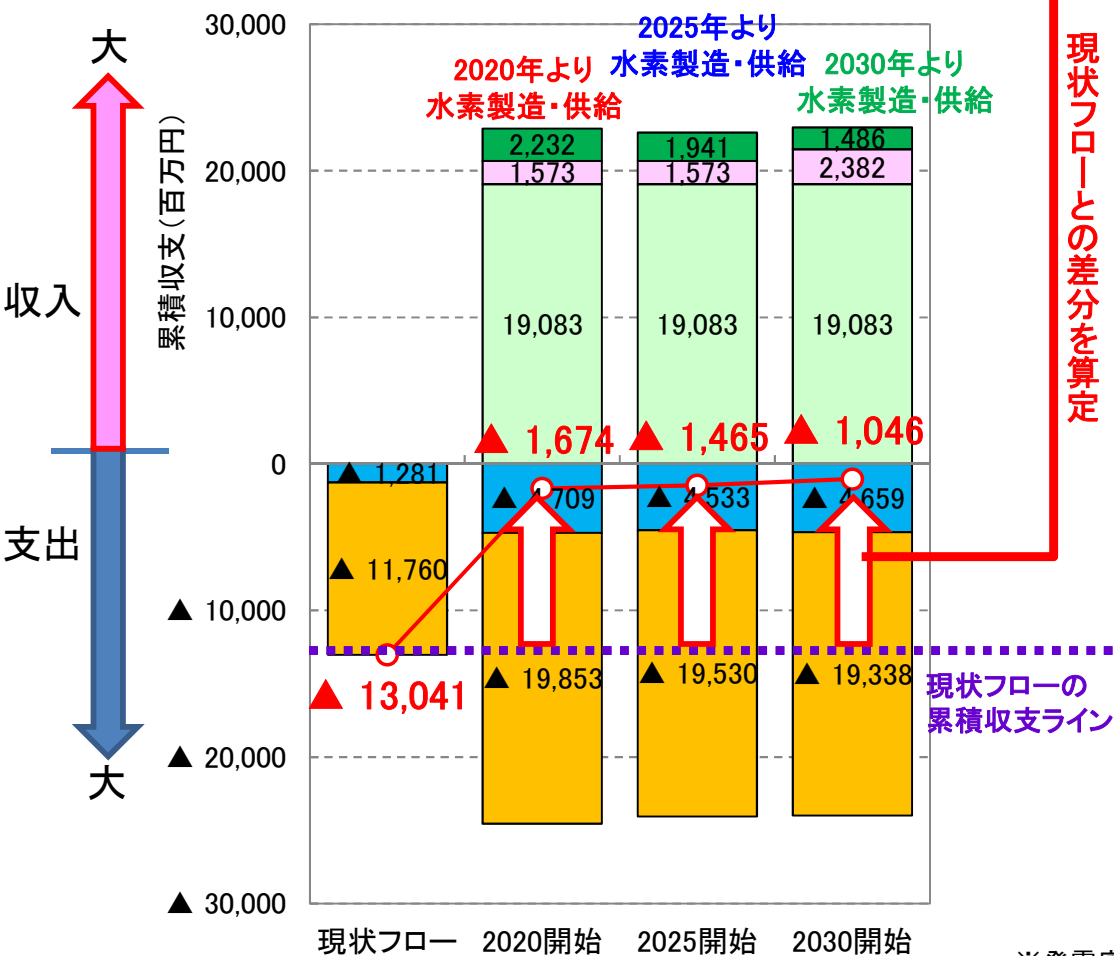
宮城県モデル	第1フェーズ	第2フェーズ	第3フェーズ
	水素利活用施設導入期	水素製造・供給本格稼働期	安定操業期
施設導入および事業運営	消化導入	消化導入	
		汚泥集約	
		地域バイオマス受入	
		バイオガス精製	
		水素製造	
		水素供給	
想定される水素需要	FCV等普及初期	FCV等本格普及	
		水素製造・供給事業の採算分岐点	水素製造稼働率90%

# 時間軸の検討(水素事業開始年別の累積収支の違い)

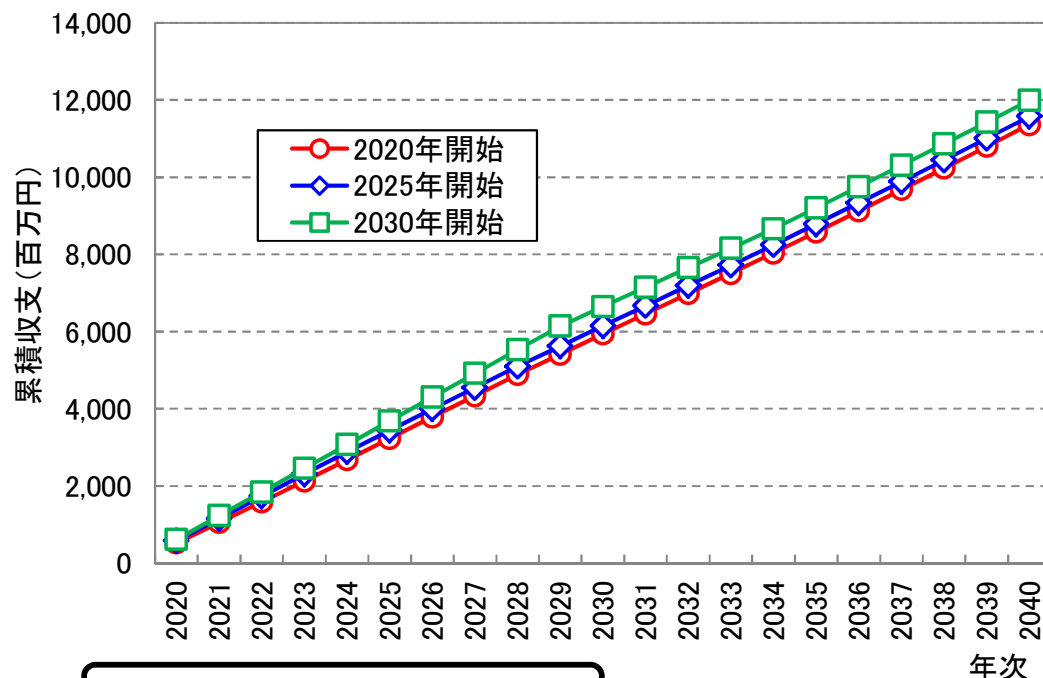
【宮城県モデル】

- バイオガス発電事業は2020年開始とし、水素製造・供給事業開始を2020年、2025年、2030年とした場合について、事業の累積収支を算定し、事業期間における累積収支の推移と内訳について20年間を試算
- 事業期間中に設備更新を想定し、現状フロー(濃縮汚泥を脱水し場外搬出)の累積収支との差分を算定
- 水素事業開始を遅らせるほど累積収支が改善されるため、水素事業を2030年開始とする。

累積収支の内訳(2020年~2040年の事業期間)



事業全体の累積収支(現状フローとの差分)



現状フローとの差分を算定

発生するバイオガスの利用割合

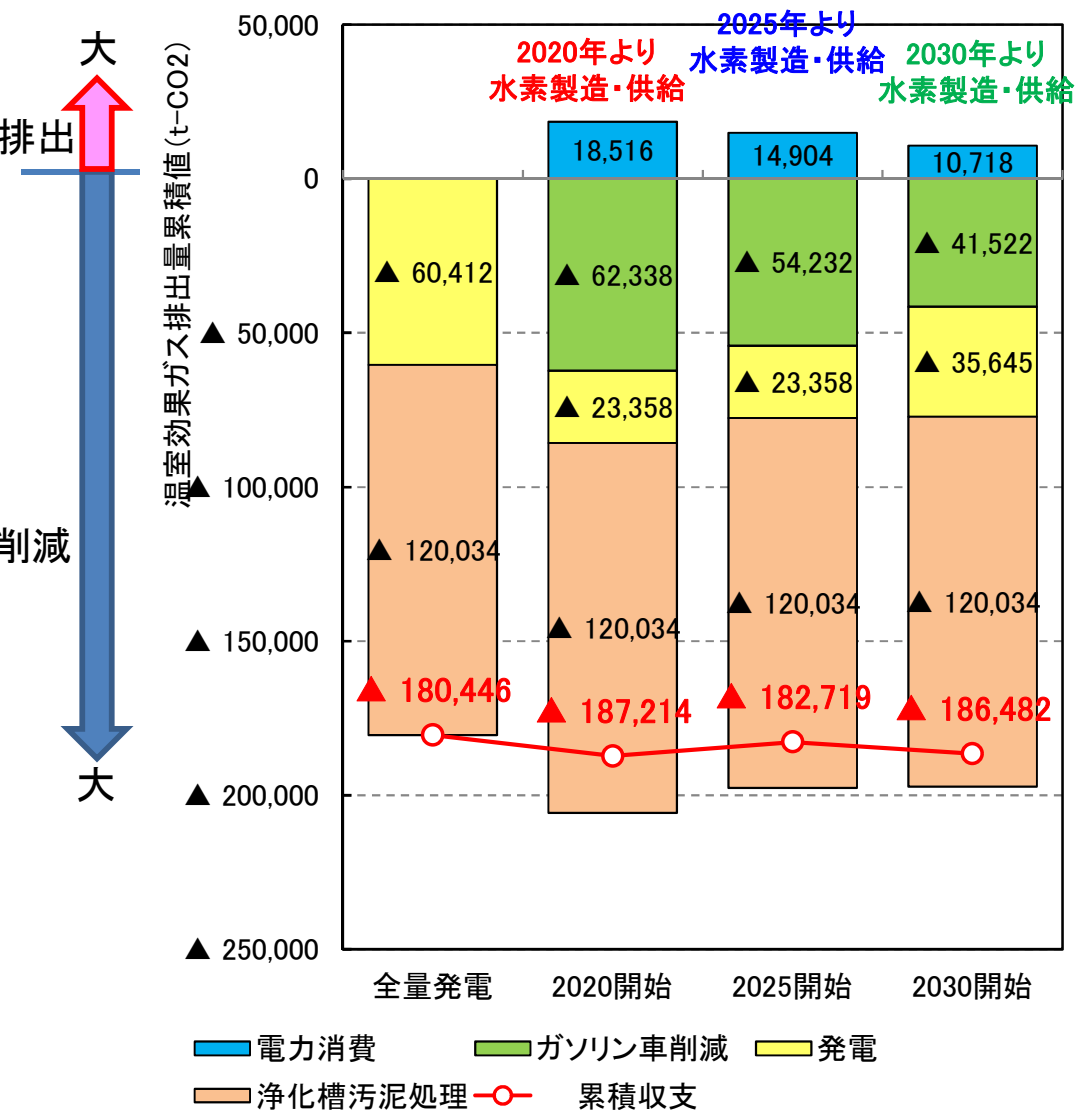
バイオガス量 [Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub> ]	2020年開始 (2020年次)	2025年開始 (2025年次)	2030年開始 (2030年次)
水素製造用	1,769	2,587	3,193
発電用	4,282	4,282	3,020
余剰燃焼用	818	0	0
ボイラ加温用	92	92	748
計	6,961	6,961	6,961

※発電廃熱を回収しボイラ加温に使用し、ボイラ加温用のバイオガス使用量を低減

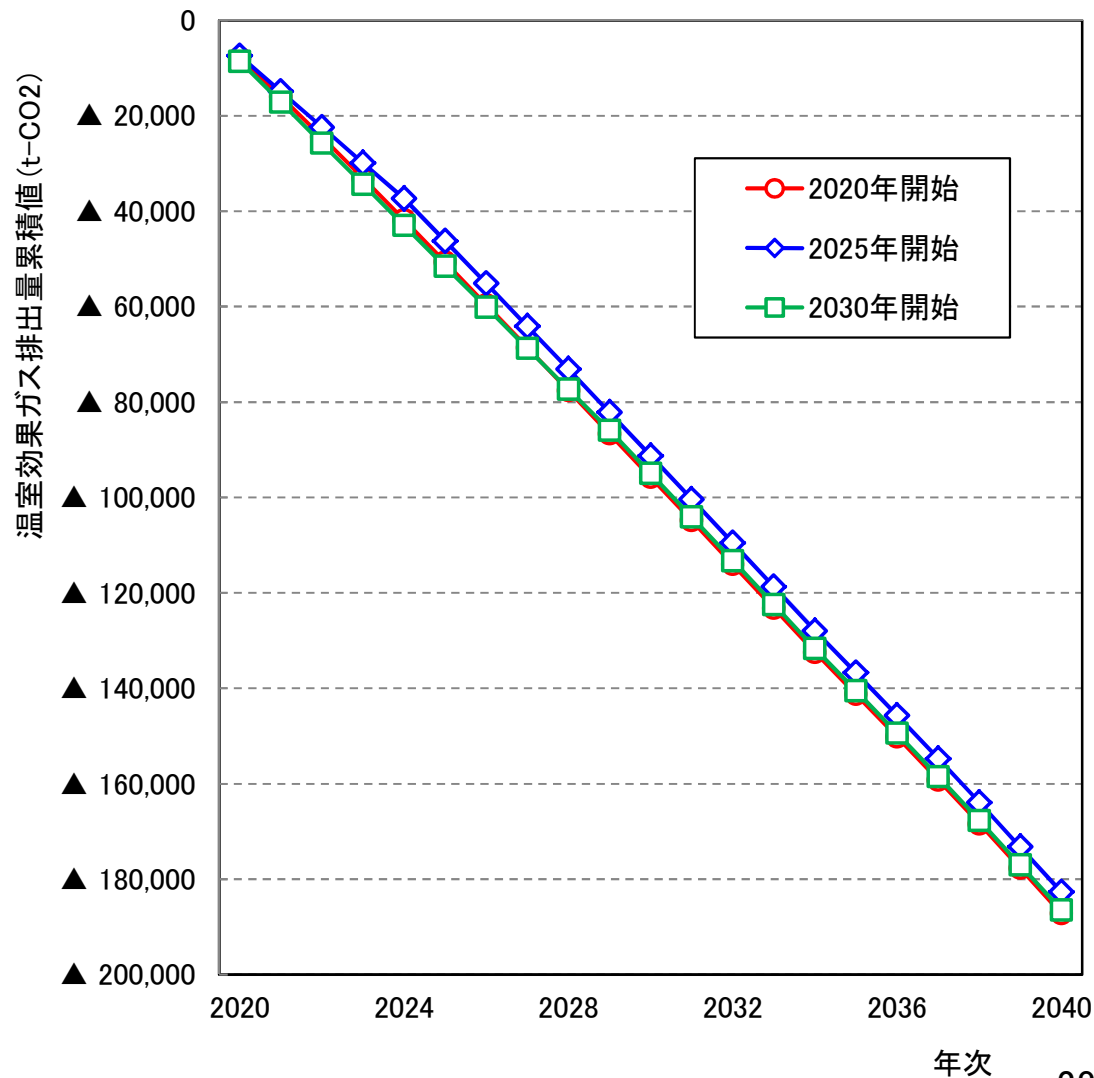
# 時間軸の検討(水素事業開始年別の温室効果ガス排出量累積値の違い)【宮城県モデル】

- バイオガス発電事業は2020年開始とし、水素製造・供給事業開始を2020年、2025年、2030年とした場合について、事業の温室効果ガス(GHG)排出量の累積値を試算し、事業期間(2040年まで)における累積値の推移と内訳を算定
- 事業期間における、全量バイオガス発電の温室効果ガス(GHG)排出量の累積値と比較
- 水素製造・供給事業の開始時期を変えても、環境性能には大きな差は見られない。

GHG排出量累積値の内訳(2020年～2040年の事業期間)



累積値の推移



# 事業スキームの考え方（ケース設定）

公設公営

公設民営

民設民営

:FS検討範囲

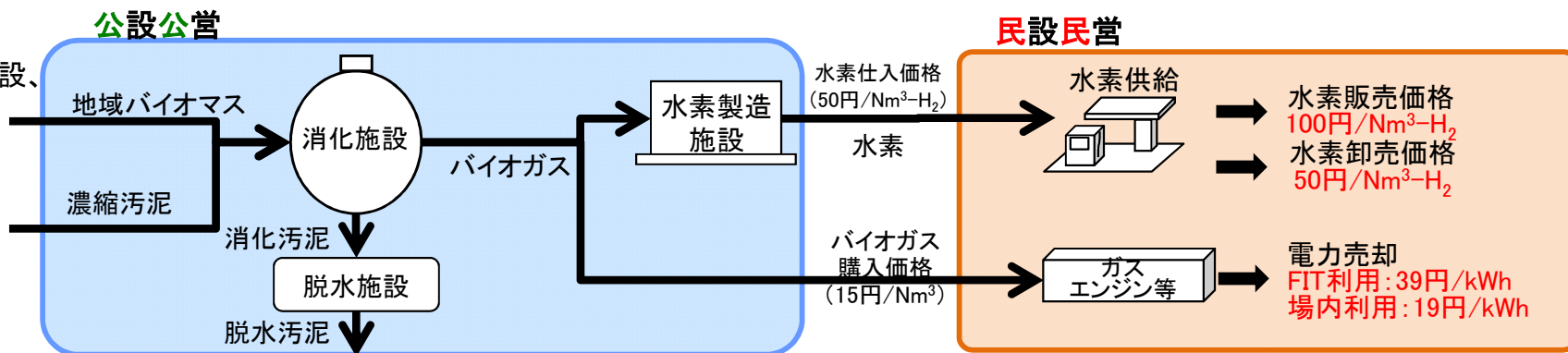
【宮城県モデル】

○本モデルにおけるケース設定では、自治体からの情報提供も踏まえ、消化施設と水素製造施設については、社会資本整備総合交付金の交付対象となる可能性があるため、一体的に整備されることを想定。

○バイオガス発電については、他流域処理場におけるバイオガス発電事業(民設民営)を踏まえ、本モデルにおいても民設民営を想定。

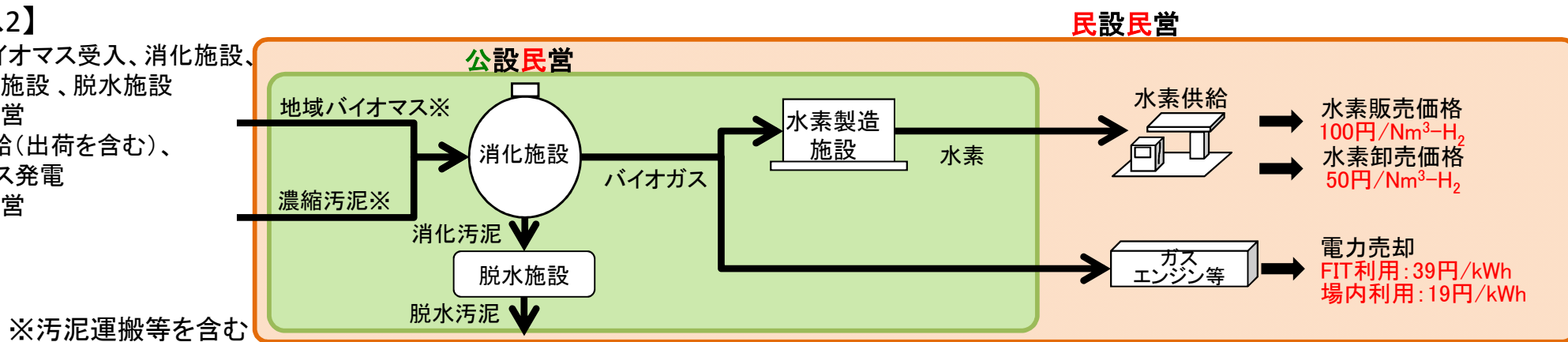
## 【ケース1】

- ・地域バイオマス受入、消化施設、水素製造施設、脱水施設
- ：公設・公営
- ・水素供給(出荷を含む)、バイオガス発電
- ：民設・民営



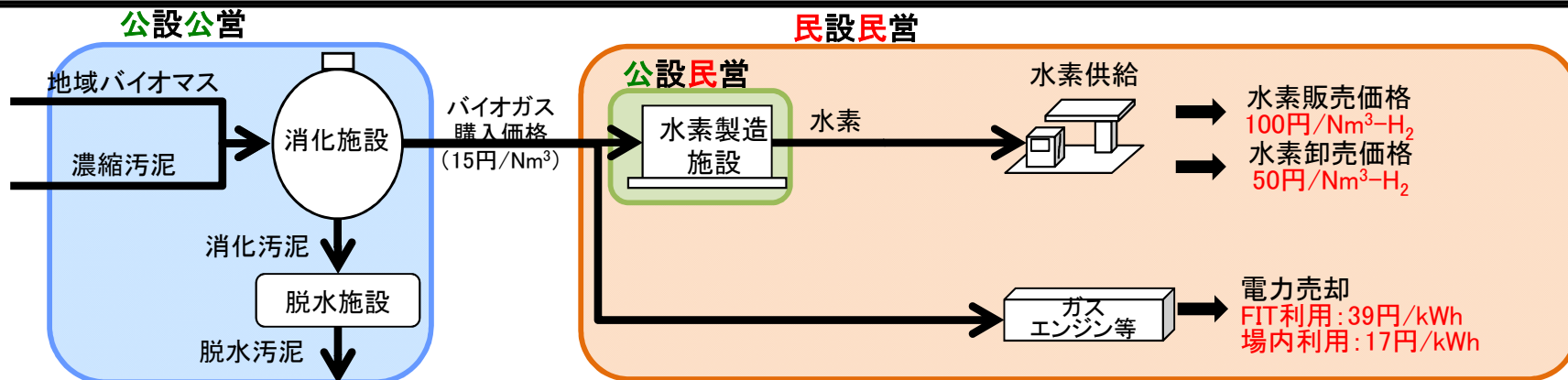
## 【ケース2】

- ・地域バイオマス受入、消化施設、水素製造施設、脱水施設
- ：公設・民営
- ・水素供給(出荷を含む)、バイオガス発電
- ：民設・民営



## 【ケース3】

- ・地域バイオマス受入、消化施設、脱水施設
- ：公設・公営
- ・水素製造施設
- ：公設・民営
- ・バイオガス発電、水素供給(出荷を含む)
- ：民設・民営



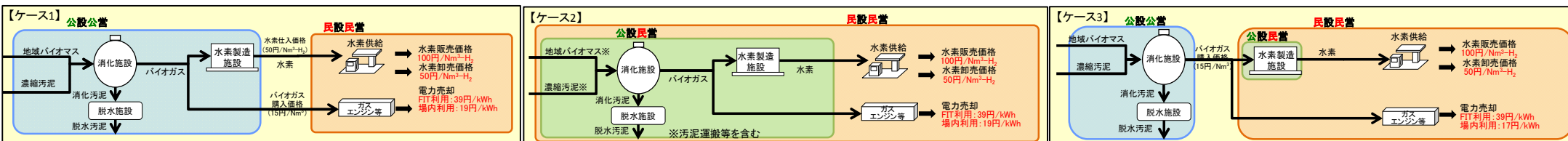
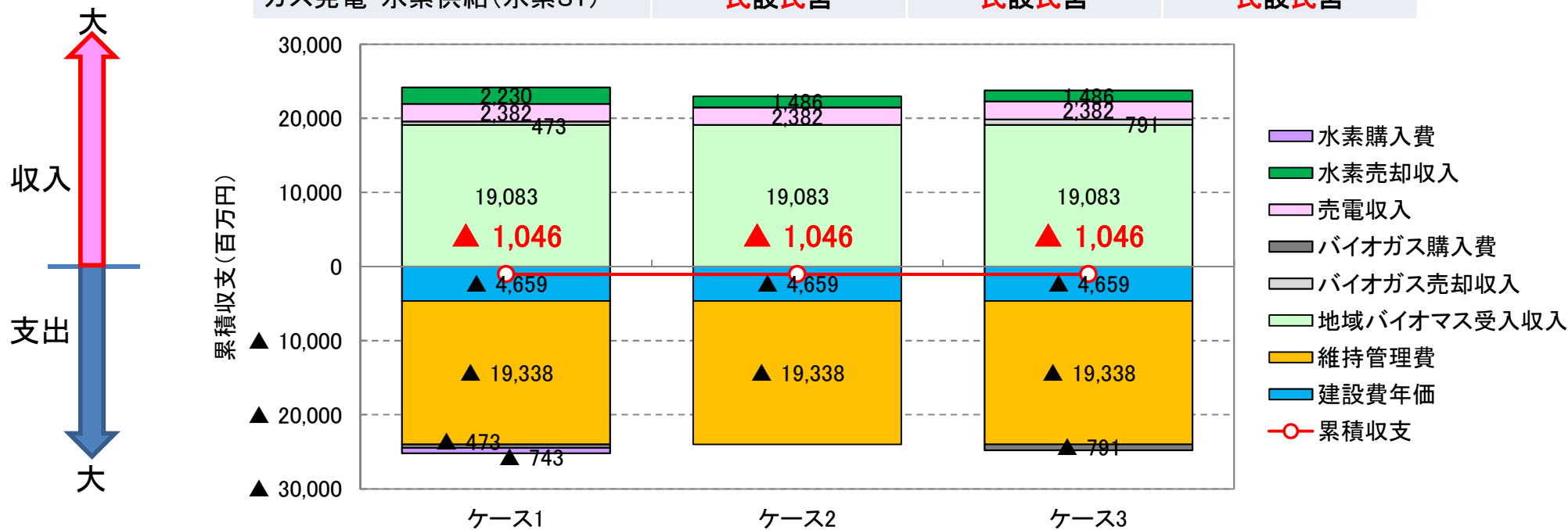
# ケース毎の事業全体の累積収支

【宮城県モデル】

- 地域バイオマス受入れから始まり、消化・脱水、電力供給(売電)および水素売却まで含めた範囲について、事業全体の累積収支を算定
- バイオガス発電事業は2020年開始とし、水素製造・供給事業開始を2030年とした場合について、事業の累積収支を試算し、事業年間(2040年まで)における累積収支を算定
- ケース1~3のすべてにおいて、水素製造施設が公設であるため、事業収支は同額となる。

## FS検討結果

地域バイオマス受入・消化(ボイラ加温)・脱水+バイオガス発電(FIT利用)+水素製造・供給			
	ケース1	ケース2	ケース3
地域バイオマス受入・消化・脱水	公設公営	公設民営	公設公営
水素製造(精製含む)	公設公営	公設民営	公設民営
ガス発電・水素供給(水素ST)	民設民営	民設民営	民設民営

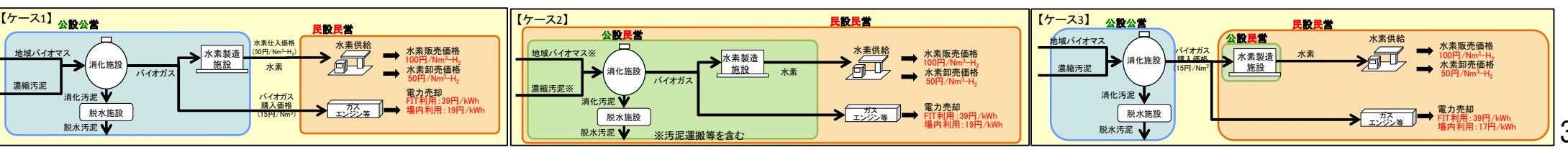
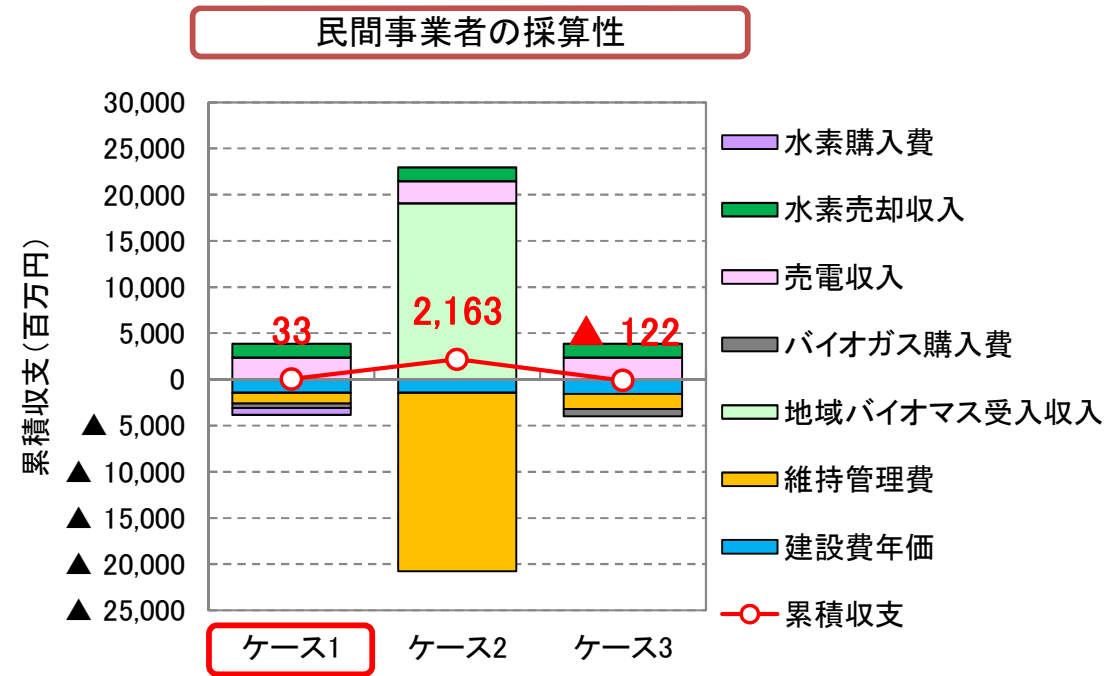
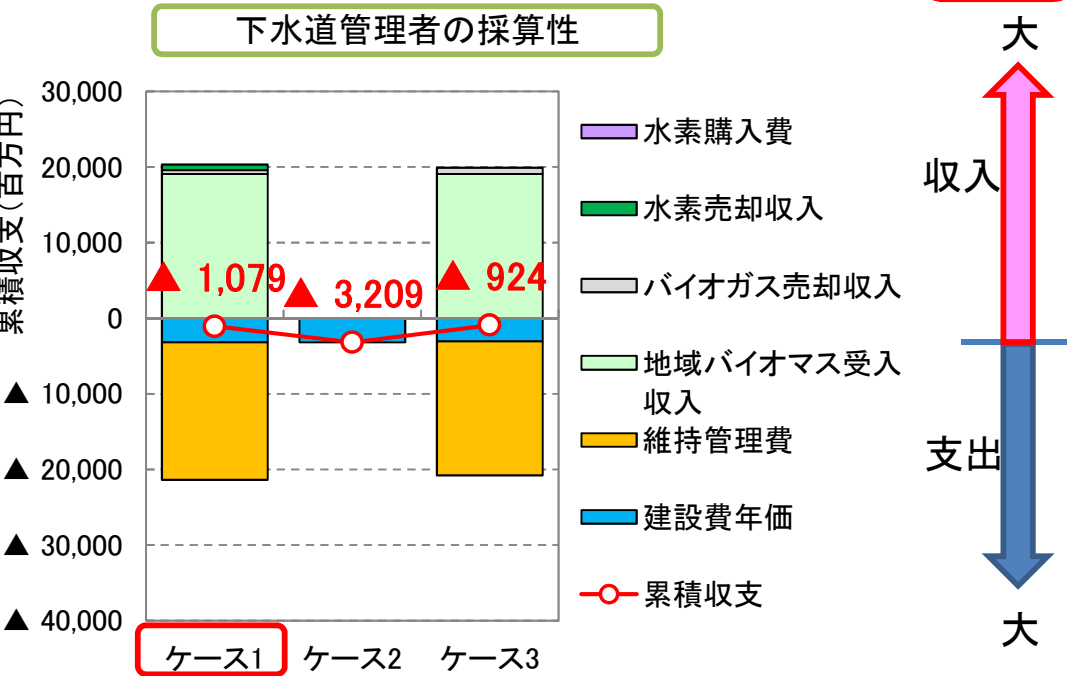


# 下水道管理者と民間事業者の採算性（累積収支）

【宮城県モデル】

- ケース1は、下水道管理者にとって、ケース2よりも経済的であり、民間事業者にとっても、累積収支が黒字化するため、事業採算性が見込めるものと考えられる。
- ケース2は、民間事業者にとって、収支を大きく見込めるものの、下水道管理者の建設費の負担が大きい。
- ケース3は、下水道管理者にとっても民間事業者にとっても、事業採算性が見込めない。
- 以上を考慮すると、ケース1が現実的な事業スキームであると考えられる。

地域バイオマス受入・消化(ボイラ加温)・脱水+バイオガス発電(FIT利用)+水素製造・供給			
	ケース1	ケース2	ケース3
地域バイオマス受入・消化・脱水	公設公営	公設民営	公設公営
水素製造(精製含む)	公設公営	公設民営	公設民営
ガス発電・水素供給(水素ST)	民設民営	民設民営	民設民営

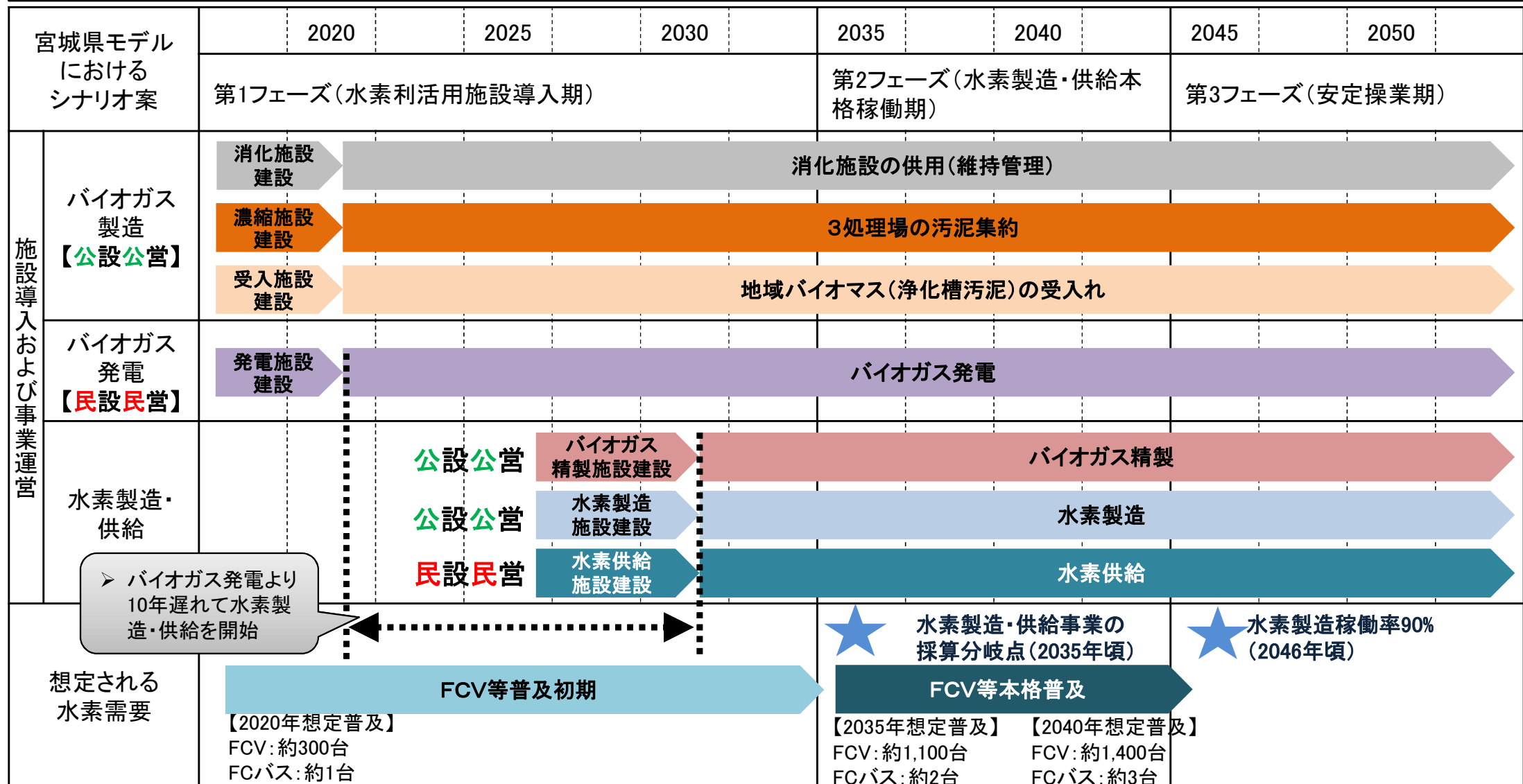




# FS検討まとめ（導入シナリオの提案）

【宮城県モデル】

- FS検討結果を踏まえ、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）を提案
- FCV/FCバス等の普及に伴い、2035年次に水素製造・供給事業の採算分岐点を迎え、2046年頃には水素製造が安定操業に入る（稼働率90%）になると想定（事業開始から20年の間に本格普及が進むと想定）
- 想定される水素需要に対応し、消化施設、汚泥集約・地域バイオマス受入施設、バイオガス発電施設、水素製造・供給施設について、段階的に導入することを想定



# 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 <sup>3</sup> /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

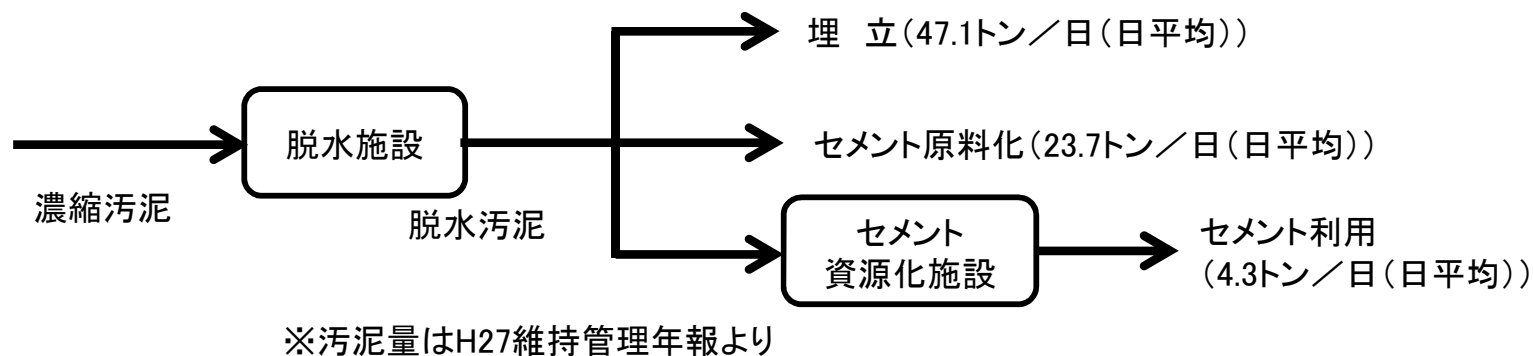
項目	奈良県モデル
下水道施設から 発生する濃縮汚泥量 (日平均)	約 460 m <sup>3</sup> /日(濃度約4%)
消化施設	新設 (鋼板製消化槽で詳細設計済み)
想定される バイオガス量 (日平均)	8,168 Nm <sup>3</sup> /日
地域バイオマス受入	(なし)

# 現状およびケース0(比較対象)の設定

【奈良県モデル】

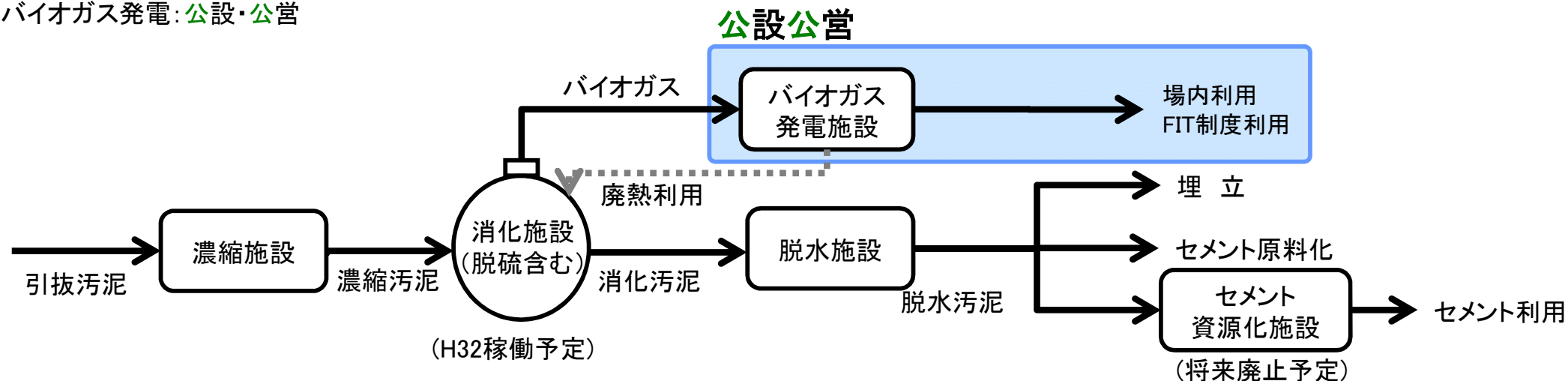
- 第二浄化センターの現状の汚泥処理フローは、濃縮汚泥を脱水して、セメント資源化及び外部搬出を実施(セメント資源化施設は第二浄化センター内にて稼働中)
- バイオガス全量有効利用(ガス発電)する場合をケース0と設定
- 消化施設は詳細設計済みであり、バイオガス以降について、FS検討を実施

## 【現状フロー】



## 【ケース0】(バイオガス全量を発電施設に利用)

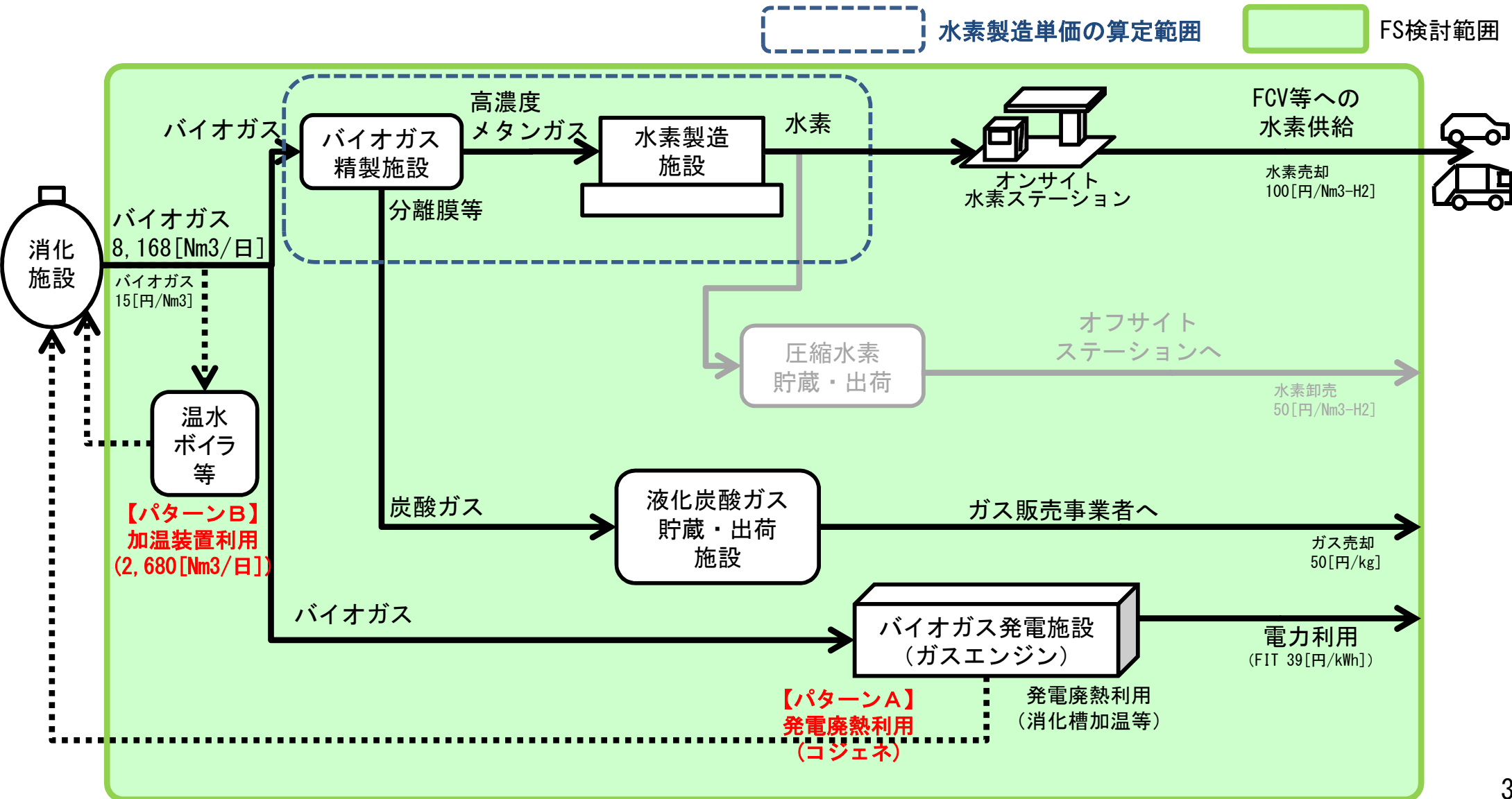
・バイオガス発電: 公設・公営



# 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
- 消化槽加温の方法については、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



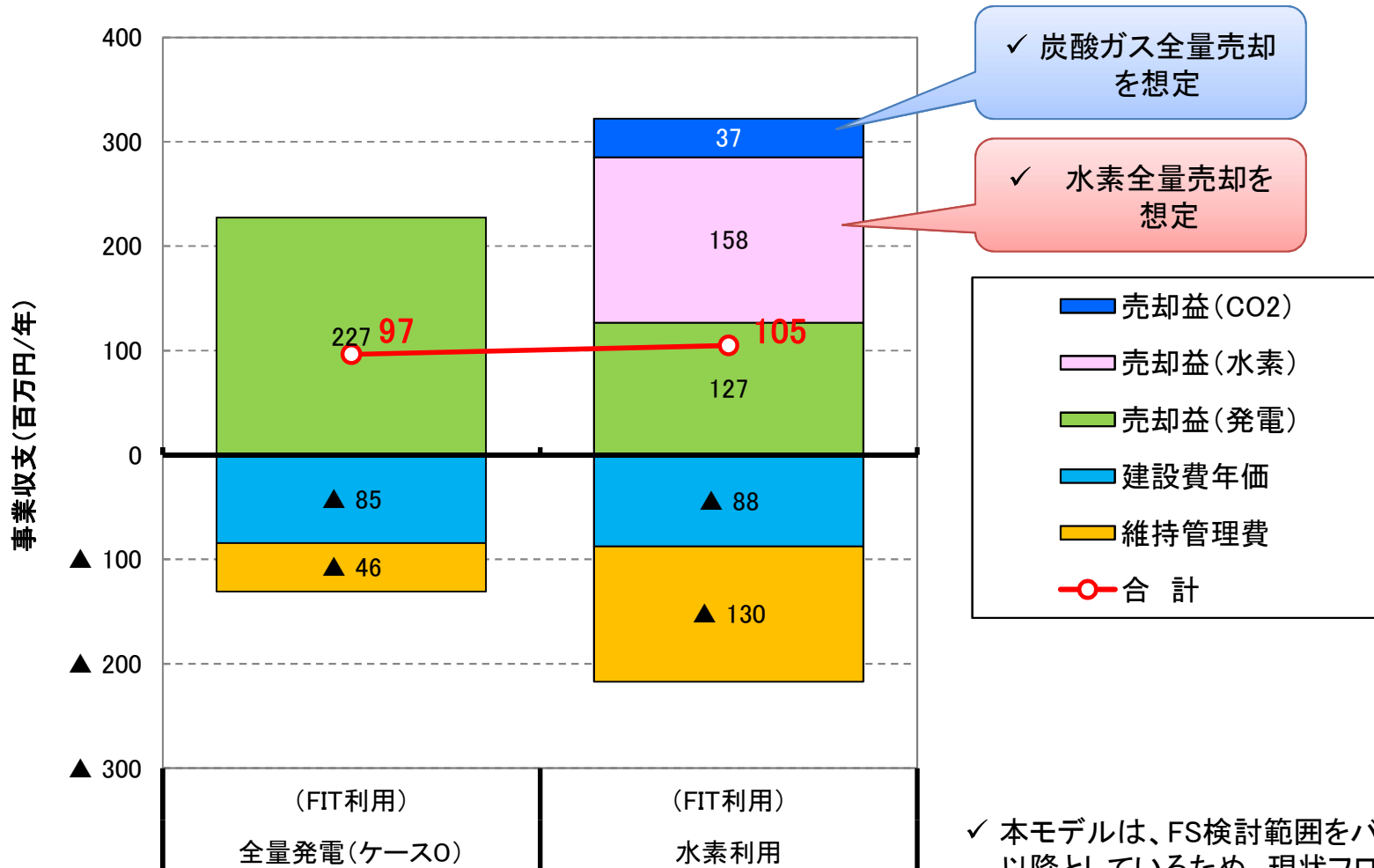
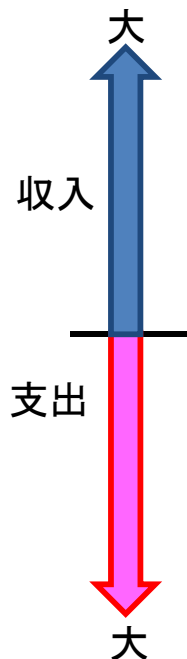
# 【水素全量利用の場合】

# 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)、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)



※パターンA(発電廃熱利用)を想定

✓ 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。

# 水素供給単価の試算(バイオガス精製～水素製造・精製)

【奈良県モデル】

○水素製造・供給施設の稼働時間を6時間・12時間・24時間とした場合について、製造する水素全量が売却できると想定し、水素供給単価を試算

○算定範囲は、バイオガス精製・水素製造・水素精製・水素供給(ステーション)とする。

## 【水素製造の諸元】

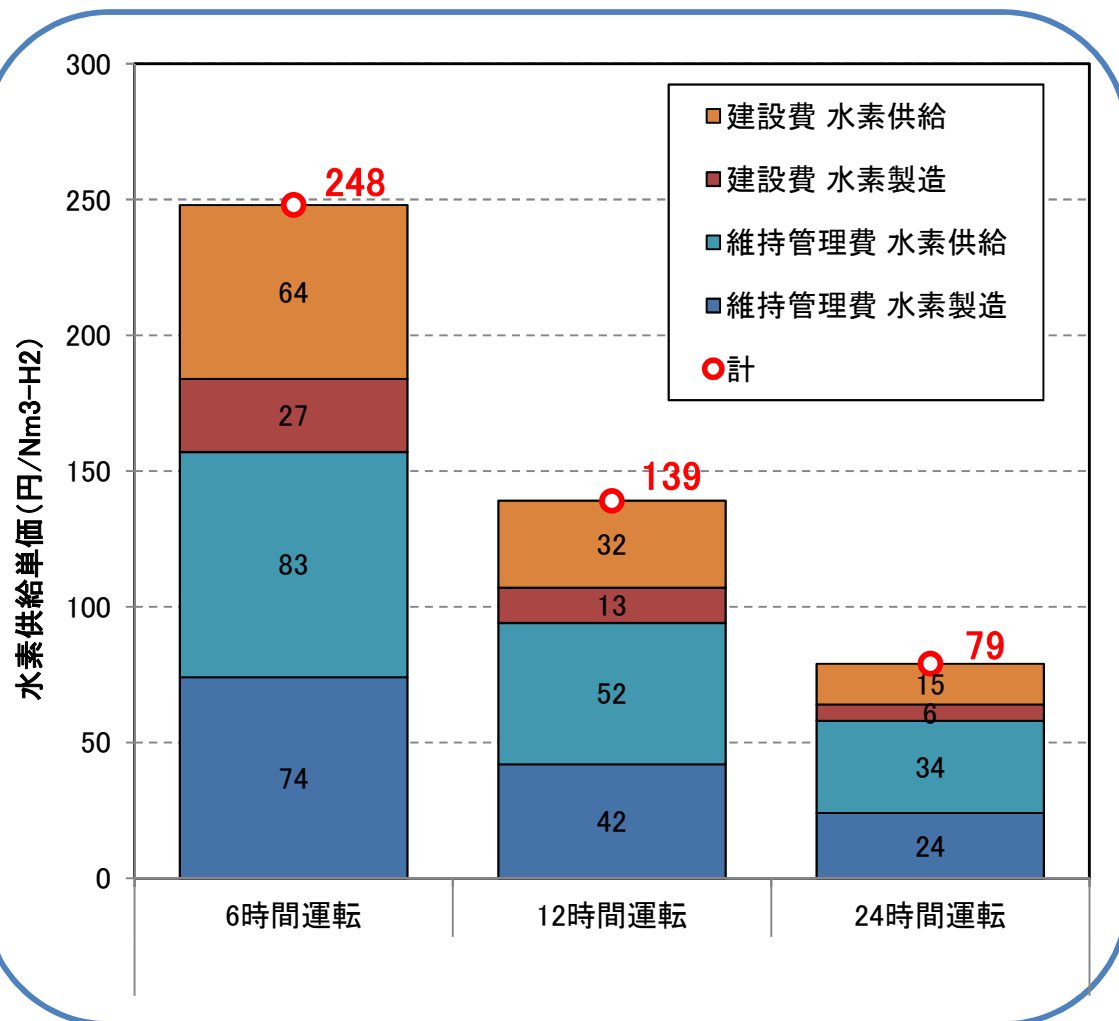
項目	単位	条件		
		6時間/日	12時間/日	24時間/日
製造能力	Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub> /hr	194	194	194
定格稼働時間	hr/日	6	12	24
年間稼働日数	日/年	345	345	345
年間水素製造量	千Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub> /年	373	747	1,607

## 【水素供給単価の算定】

項目	単位	単価		
		6時間/日	12時間/日	24時間/日
水素供給 建設費	円/Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub>	64	32	15
バイオガス精製・水素製造・水素精製 建設費 ★国(※)	円/Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub>	27	13	6
水素供給 維持管理費	円/Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub>	83	52	34
バイオガス精製・水素製造・水素精製 維持管理費	円/Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub>	74	42	24
<b>合計</b>	円/Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub>	<b>248</b>	<b>139</b>	<b>79</b>

※建設費のうち、バイオガス精製および水素製造・水素精製には社会资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)

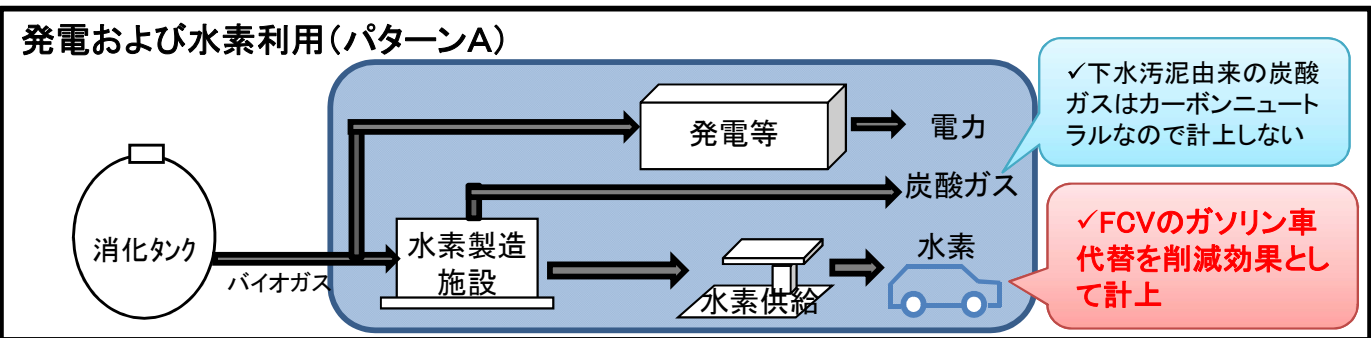
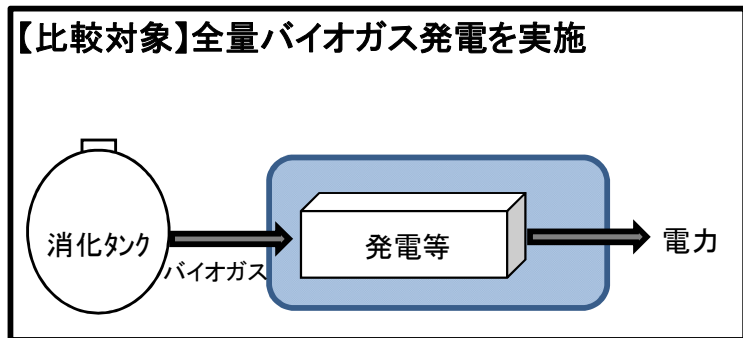
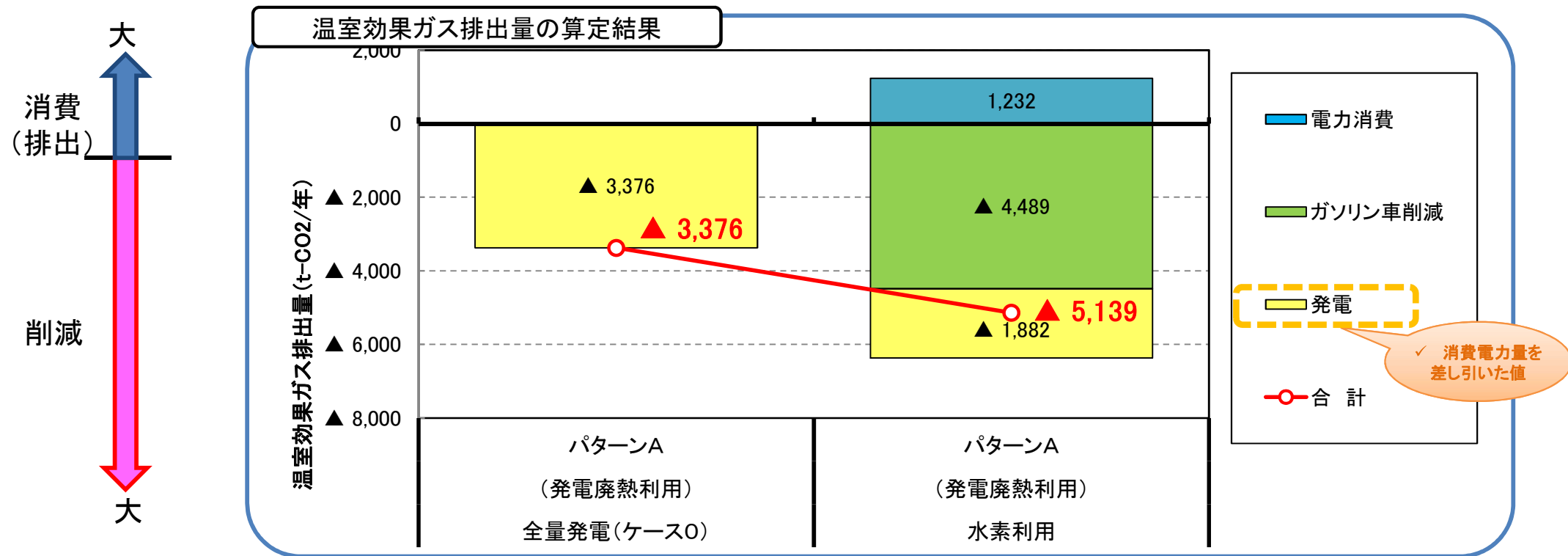
水素供給単価(6・12・24時間/日稼働)  
(バイオガス精製+水素製造+水素精製+水素供給)



# 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、ガソリン車がFCV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た。
- 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）の方が、環境性が優れる。



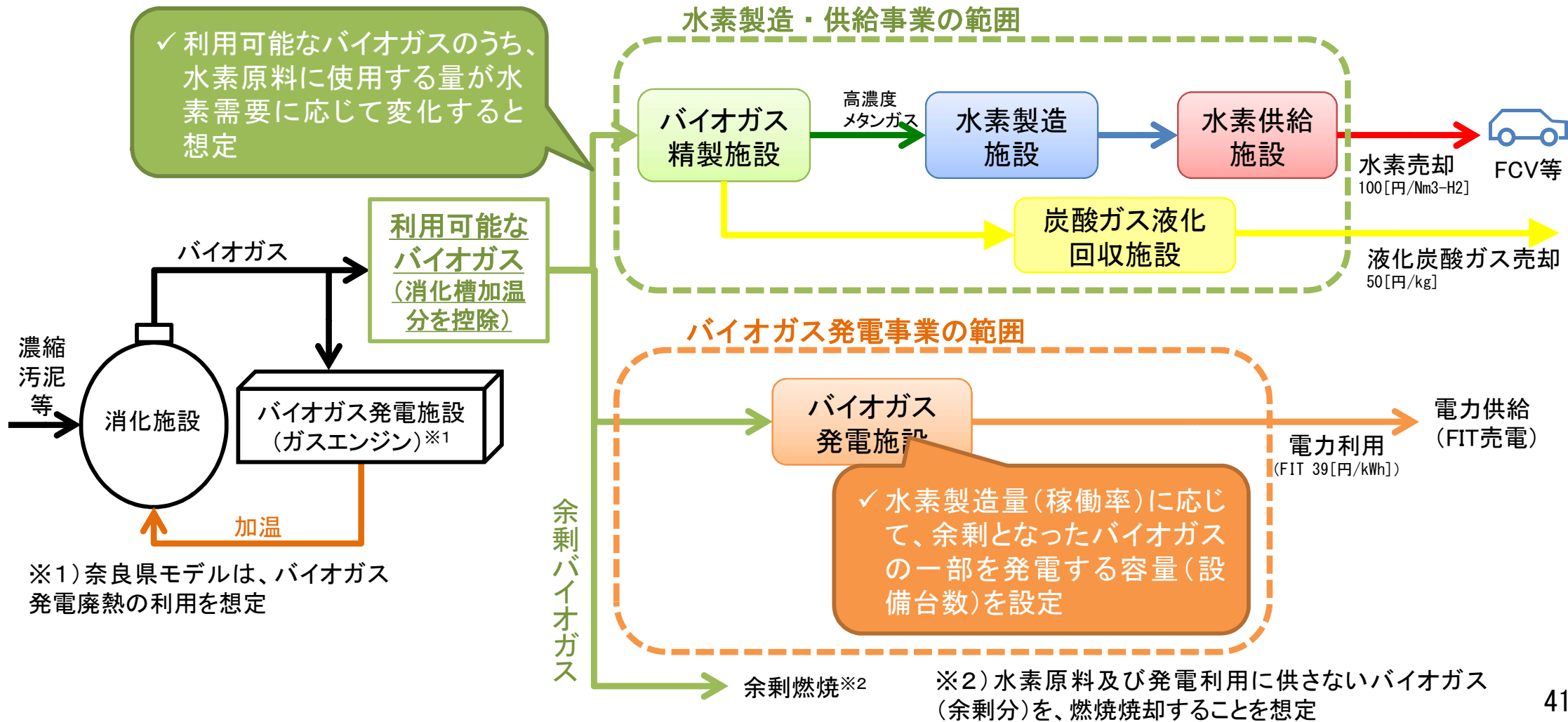


**【水素需要量に応じた導入シナリオ  
を想定した場合】**

# 導入シナリオ案にて想定する事業フロー

【奈良県モデル】

- バイオガス発電事業および、バイオガス由来水素製造・供給事業(バイオガス精製、水素製造、水素供給(ステーション))の事業範囲を想定
- 水素製造施設については、24時間/日稼働を前提とし、利用可能なバイオガスのうち、水素原料に使用する量が変化(水素製造量(稼働率)が変化)した場合の事業収支を算定
- 水素製造量が少ない(日あたり運転時間が短い)場合には、余剰バイオガスを一部発電して電力売却(FIT利用)することを想定

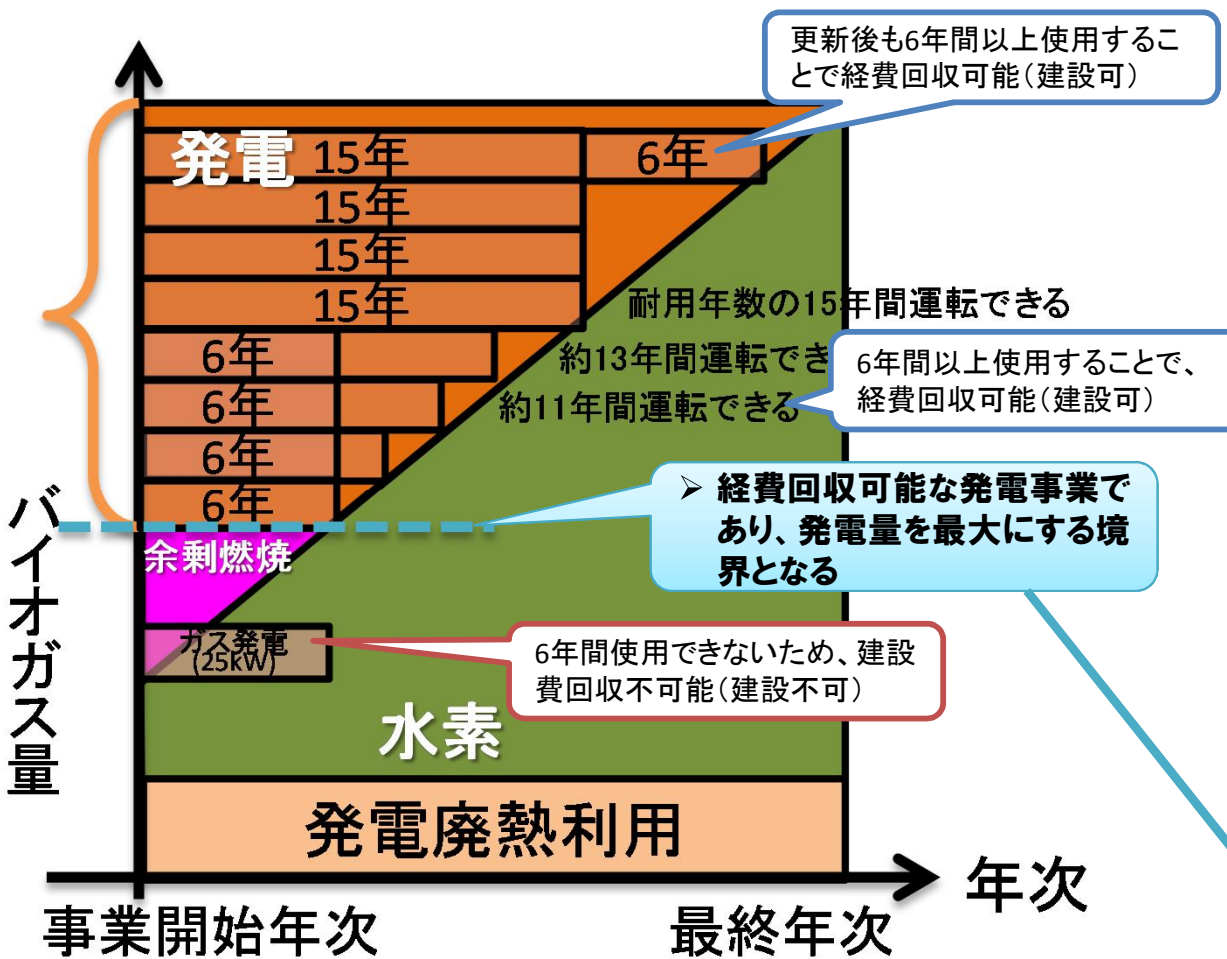


# 想定する水素需要に応じた最適な発電容量の検討

【奈良県モデル】

- 奈良県モデルでは、パターンA(発電廃熱利用)を想定
- 製造した水素を全量利用する事業最終形態の検討に加え、水素需要が変化する事業年次を想定し、事業期間における累積収支が最大となる発電容量(設備台数)を想定する

## 奈良県モデルにおける最適な発電容量の算定方法(イメージ)



## 【経費回収年の考え方(例)】

- ・ガス発電機(25kW)建設費: 39,000千円
- ・ガス発電機(25kW) 維持管理費: 1,450千円/年
- ・電力売却収入(FIT利用):  
 $25\text{kW} \times 330\text{日/年} \times 24\text{hr} \times 39\text{円} = 7,700\text{千円}$
- ・経費回収年:  
 $39,000\text{千円} \div (7,700\text{千円/年} - 1,450\text{千円/年}) = 5.65\text{年}$
- ↓
- ・ガス発電機1台で、電力売却収入(FIT利用)により、6年で経費回収可能
- ↓
- ・6年間以上使用する発電であれば、建設費を上回る収入が見込めるため、バイオガス発電を導入した方が収益(収入-支出)増えることになる。

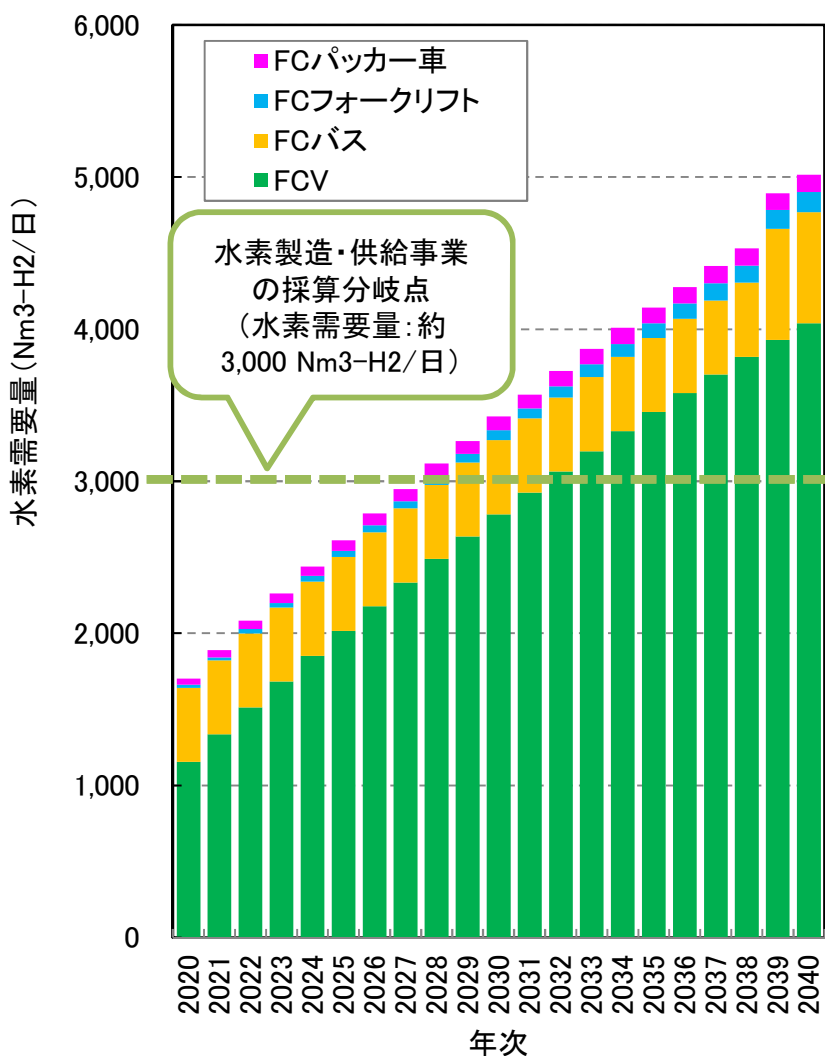
- バイオガス発電事業の経費回収を最大化する発電容量(発電機台数)を設定

# 導入シナリオ設定の考え方

【奈良県モデル】

- 需要に応じた最適な施設導入計画等を検討するため、奈良県モデルにおける導入シナリオ案を設定
- 水素需要については、モデル圏内および周辺における水素需要量を想定
- シナリオ設定では、第1フェーズを水素利活用施設が導入される期間とし、その後第2フェーズにおいて水素製造・供給が本格稼働して水素製造・供給事業の採算分岐点まで到達し、第3フェーズにて事業の安定操業期に入る(水素製造稼働率が90%を超える)と想定

奈良県モデルにおける想定需要量



奈良県モデルにおけるシナリオイメージ

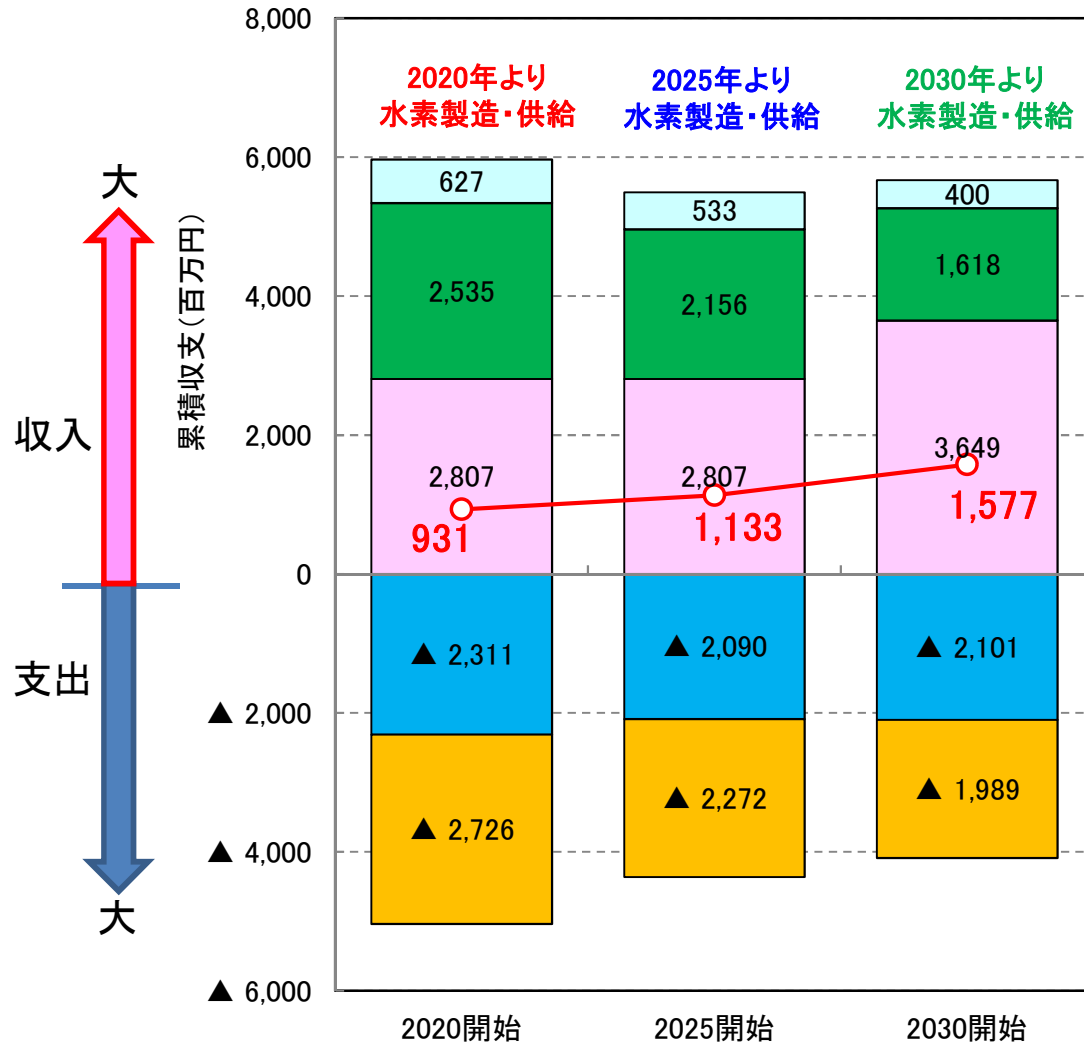
奈良県モデル	第1フェーズ	第2フェーズ	第3フェーズ
	水素利活用施設導入期	水素製造・供給本格稼働期	安定操業期
施設導入および事業運営		バイオガス精製 水素製造 炭酸ガス液化回収 水素供給	
	バイオガス発電		
想定される水素需要	FCV等普及初期	★ FCV等本格普及 水素製造・供給事業の採算分岐点	★ 水素製造稼働率90%

# 時間軸の検討(水素事業開始年別の累積収支の違い)

【奈良県モデル】

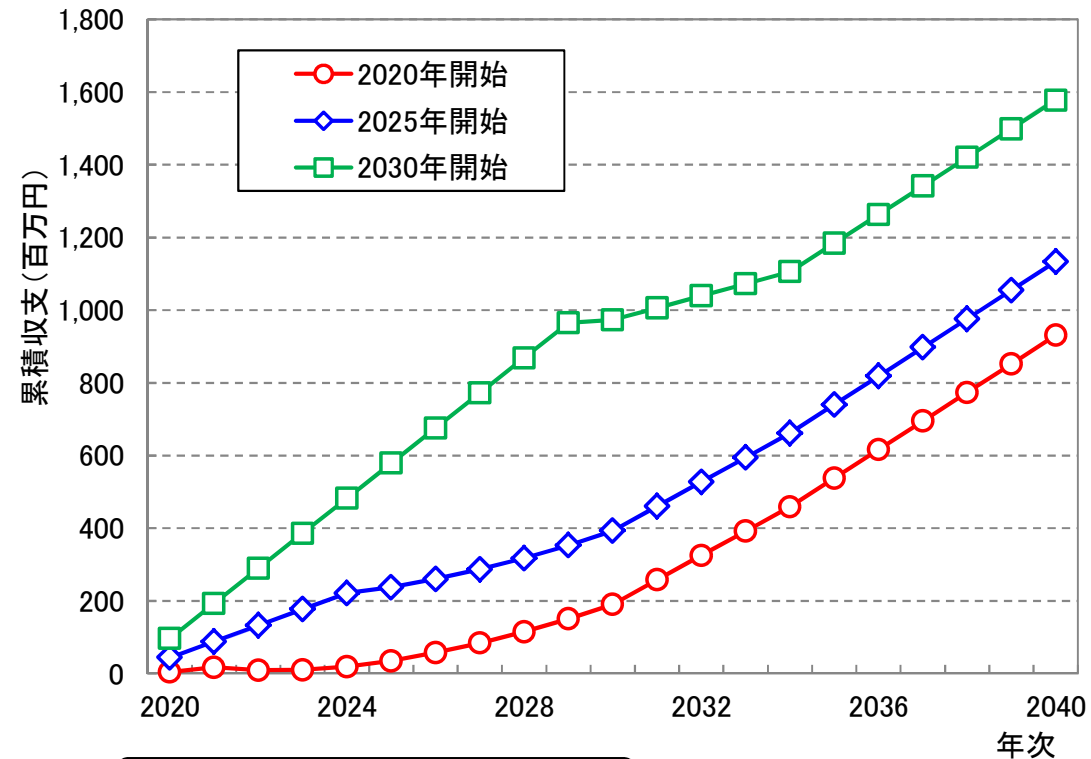
○バイオガス発電事業は2020年開始とし、水素製造・供給事業開始を2020年、2025年、2030年とした場合について、事業の累積収支を算定し、事業期間における累積収支の推移と内訳について20年間を試算(事業期間中に設備更新するものと想定)  
○いずれの場合も事業採算性が見込め、水素事業開始を遅らせるほど事業収支が向上するため、水素事業を2025年開始とする。

累積収支の内訳(2020年~2040年の事業期間)



■ 建設費年価 ■ 維持管理費 ■ 売電収入  
■ 水素売却収入 ■ CO2売却収入 ○ 累積収支

事業全体の累積収支



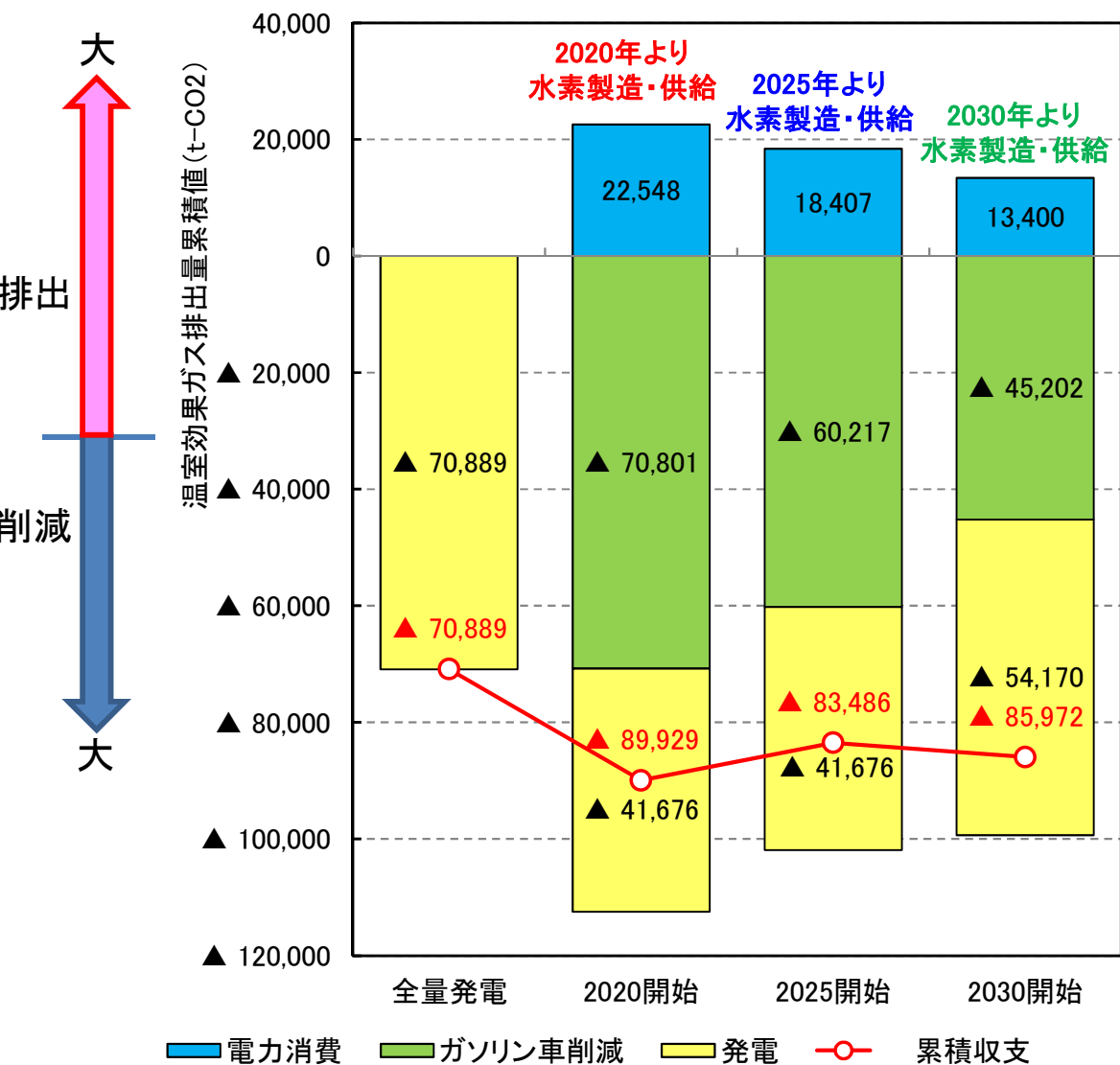
発生するバイオガスの利用割合

バイオガス量 [Nm3-H2]	2020年開始 (2020年次)	2025年開始 (2025年次)	2030年開始 (2030年次)
水素製造用	2,140	2,842	3,475
発電用	5,326	5,326	4,693
余剰燃焼用	703	0	0
計	8,168	8,168	8,168

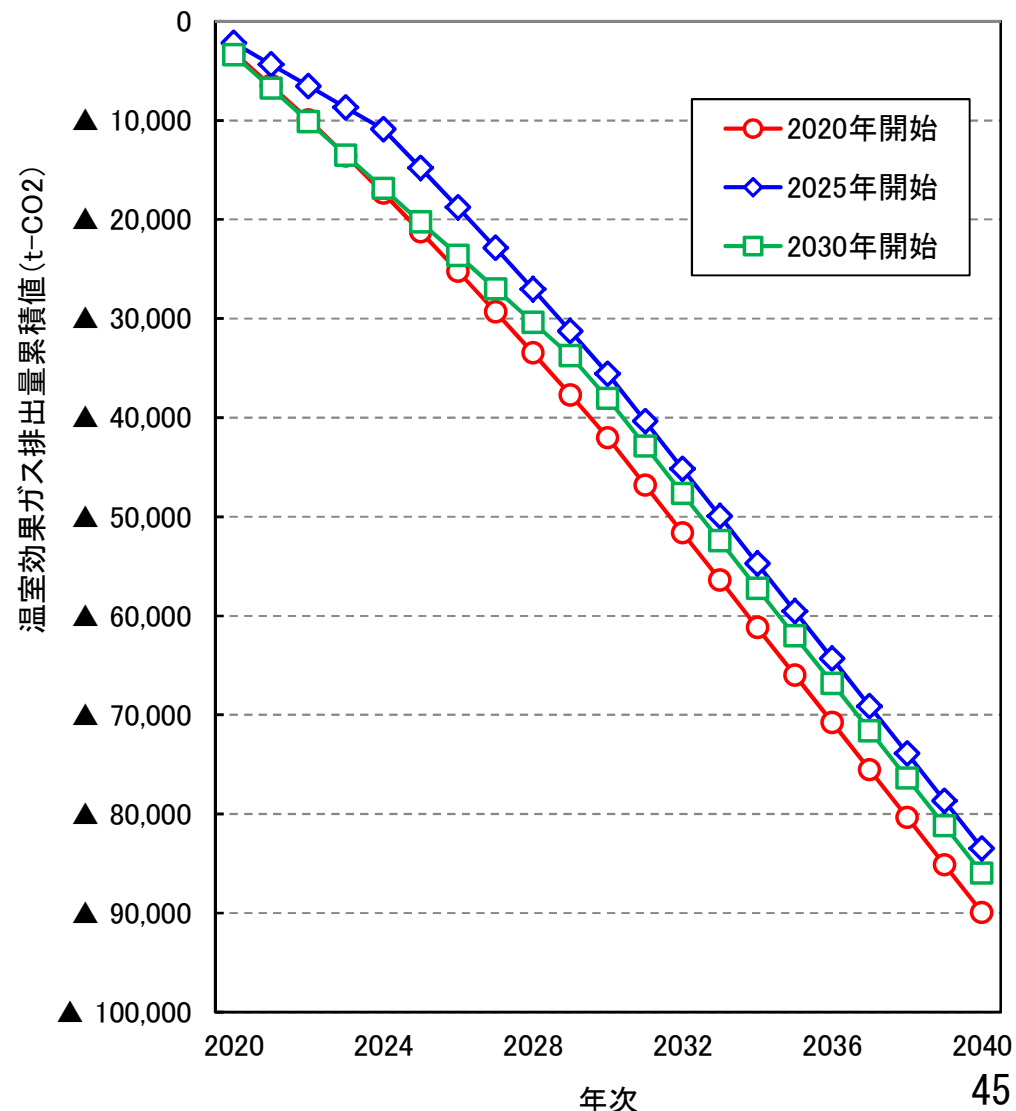
# 時間軸の検討(水素事業開始年別の温室効果ガス排出量累積値の違い)【奈良県モデル】

- バイオガス発電事業は2020年開始とし、水素製造・供給事業開始を2020年、2025年、2030年とした場合について、事業の温室効果ガス(GHG)排出量の累積値を試算し、事業期間(2040年まで)における累積値の推移と内訳を算定
- 事業期間における、全量バイオガス発電の温室効果ガス(GHG)排出量の累積値と比較
- 全量バイオガス発電に比べて、バイオガス発電と水素製造・供給事業との組合せは、環境性に優れる。

## GHG排出量累積値の内訳(2020年~2040年の事業期間)



## 累積値の推移



# 事業スキームの考え方（ケース設定）

公設公営

公設民営

民設民営

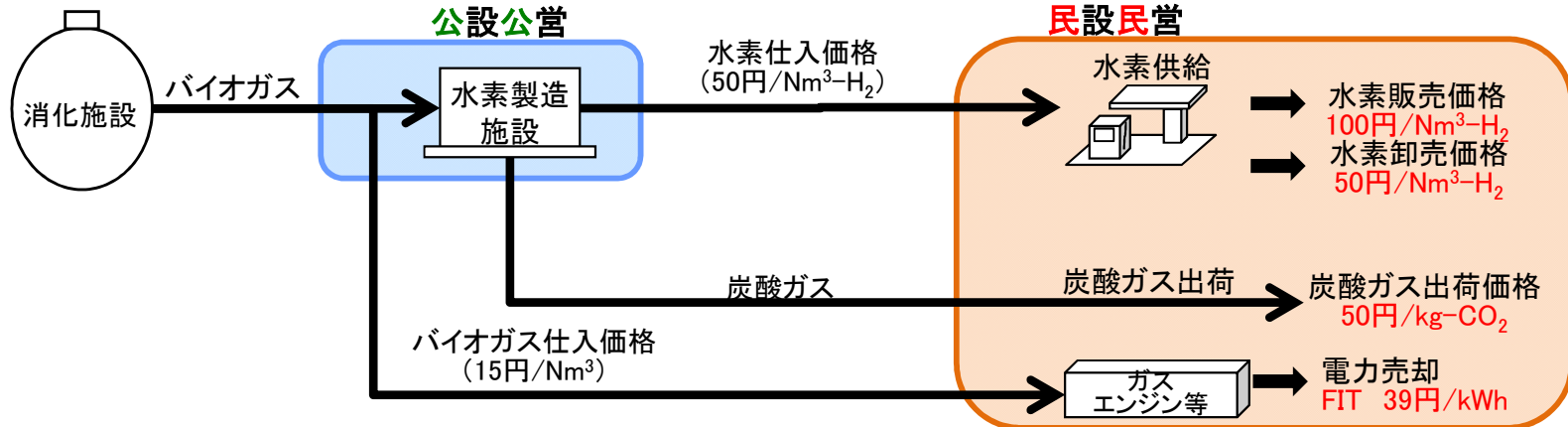
:FS検討範囲

【奈良県モデル】

○本モデルにおけるケース設定では、自治体からの情報提供も踏まえ、水素製造施設については、ケース3は民設民営と想定しているが、ケース1、2については、社会資本整備総合交付金の交付対象となる可能性があるため、公設公営または公設民営を想定。

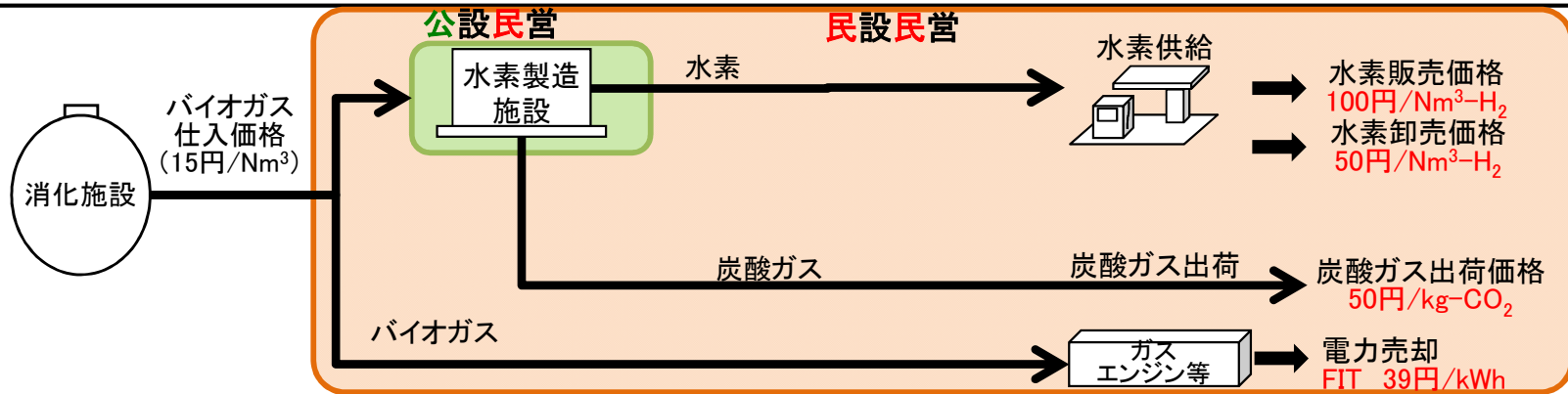
## 【ケース1】

- ・水素製造施設(炭酸ガス製造施設を含む): **公設・公営**
- ・バイオガス発電、水素供給(出荷を含む): **民設・民営**



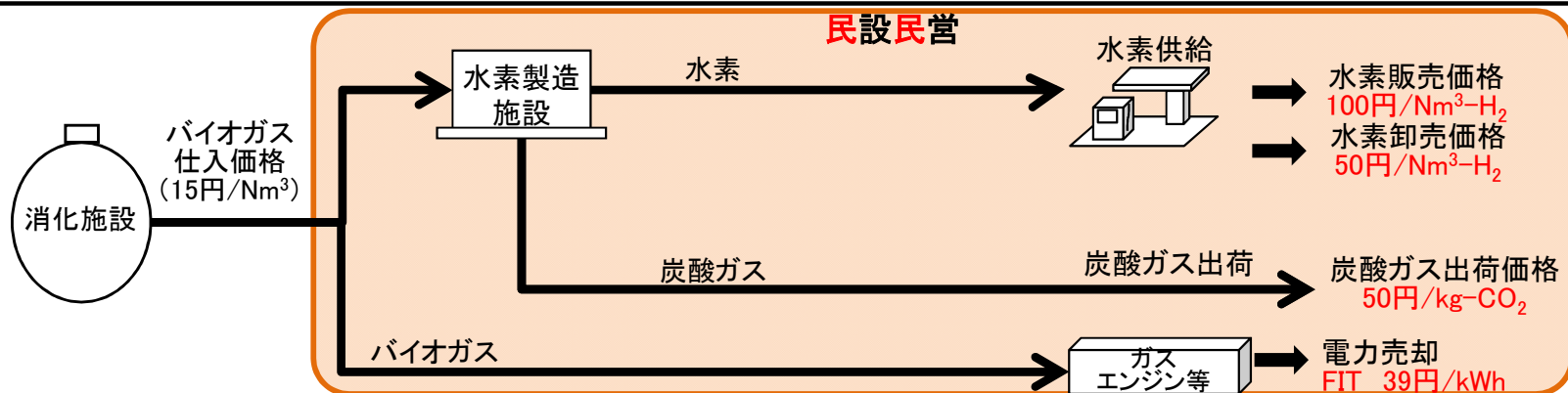
## 【ケース2】

- ・水素製造施設(炭酸ガス製造施設を含む): **公設・民営**
- ・バイオガス発電、水素供給(出荷を含む): **民設・民営**



## 【ケース3】

- ・水素製造施設(炭酸ガス製造施設を含む)、バイオガス発電、水素供給(出荷を含む): **民設・民営**



# ケース毎の事業全体の累積収支

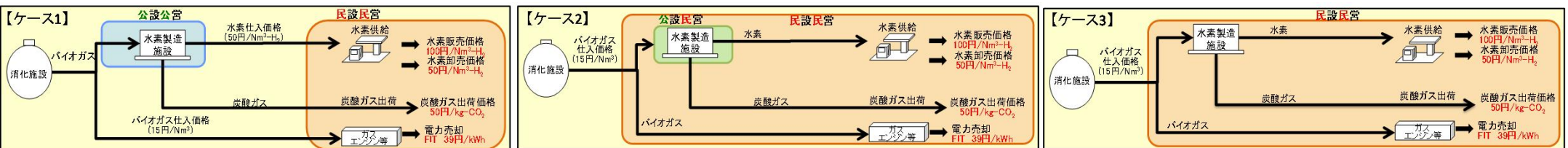
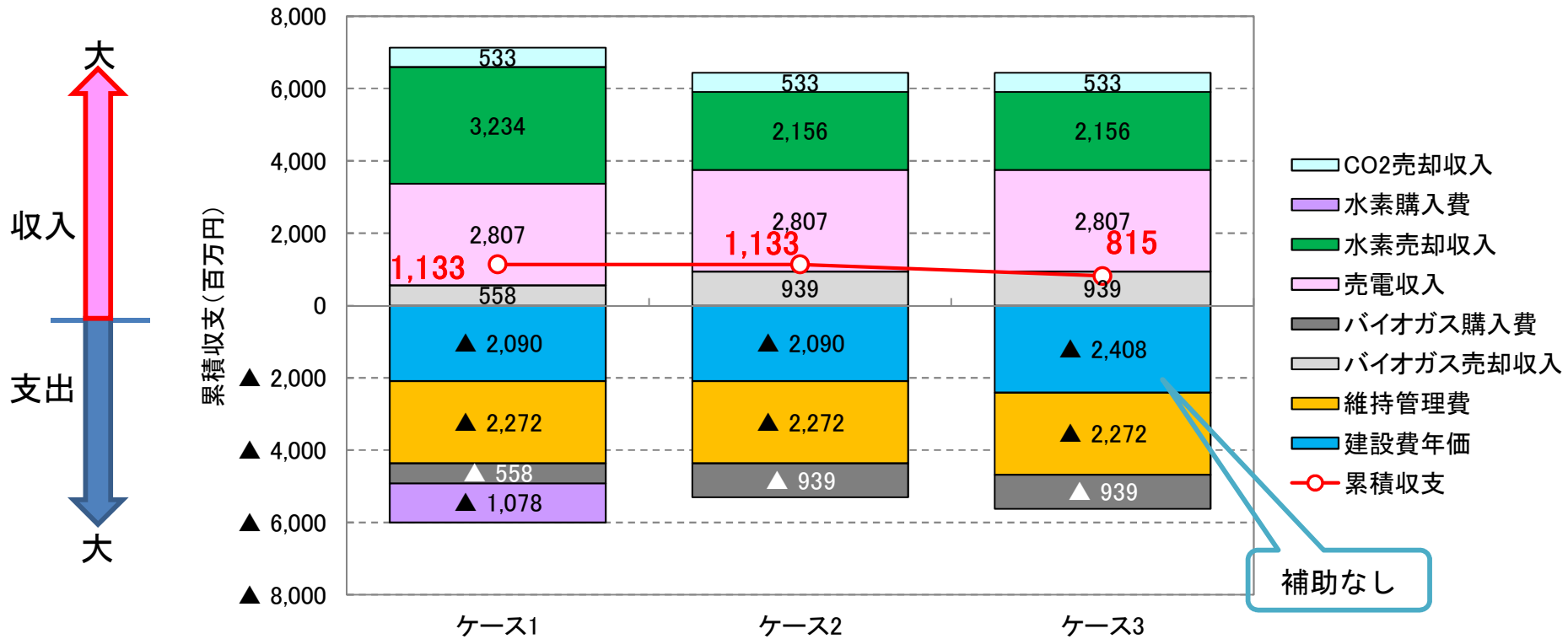
【奈良県モデル】

- バイオガス購入から始まり、電力供給および水素供給、炭酸ガス供給まで含めた範囲について、事業全体の累積収支を算定
- バイオガス発電事業は2020年開始とし、水素等製造・供給事業開始を2025年とした場合について、事業の累積収支を試算し、事業年間(2040年まで)における累積収支を算定
- いずれのケースも事業採算性は得られるが、水素製造施設への補助(交付金等)が充当されるケース1および2の収益が高い。

## FS検討結果

### バイオガス発電(FIT利用)+水素製造・供給+液化炭酸ガス回収・供給

	ケース1	ケース2	ケース3
水素製造(精製含む)	公設公営	公設民営	民設民営
ガス発電・水素供給(水素ST)		民設民営	





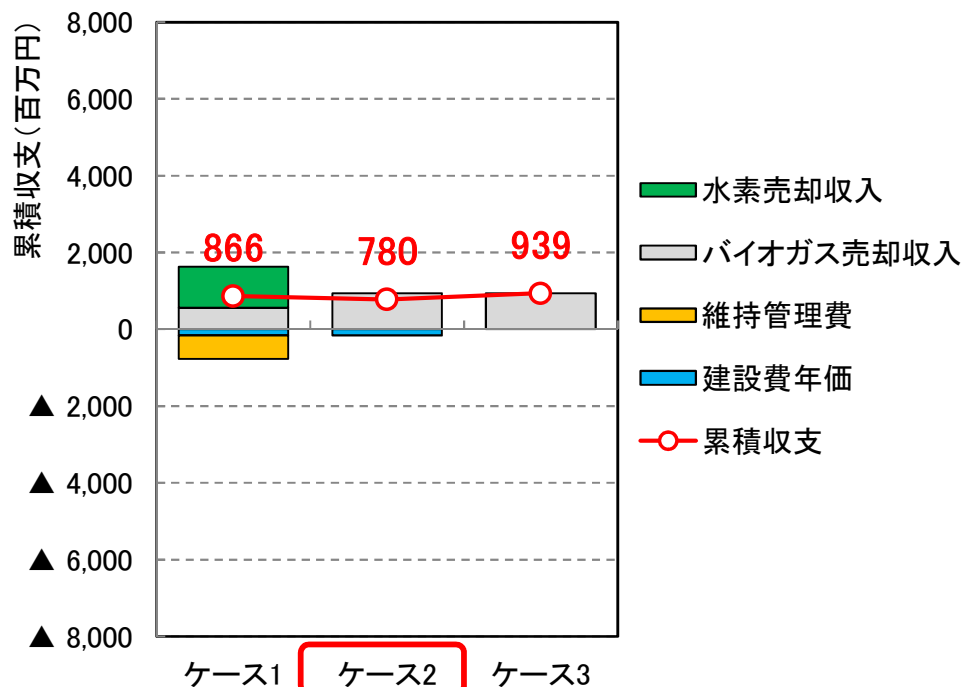
# 下水道管理者と民間事業者の採算性（累積収支）

【奈良県モデル】

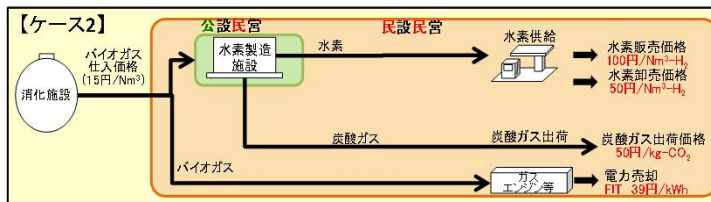
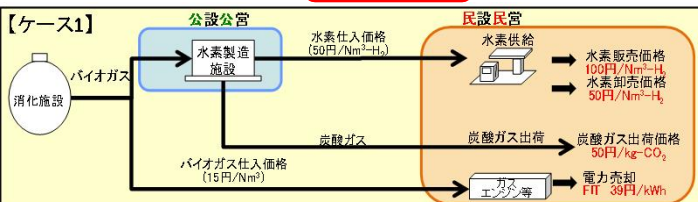
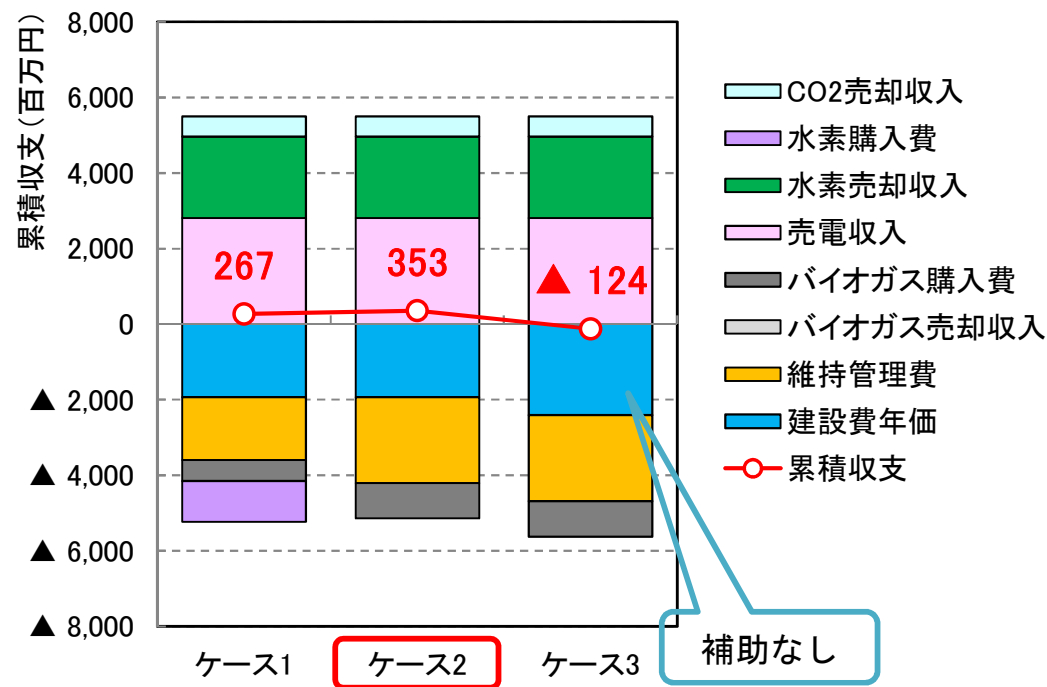
○全てのケースにおいて、下水道管理者も民間事業者も、事業採算性を確保することができる。  
 ○ケース2は、ケース3と比較して、水素製造施設の設備投資に補助(交付金等)が充当されるため、民間事業者にとって経済的であり、ケース2が現実的な事業スキームであると考えられる。

バイオガス発電(FIT利用) + 水素製造・供給 + 液化炭酸ガス回収・供給			
	ケース1	ケース2	ケース3
水素製造(精製含む)	公設公営	公設 <b>民</b> 営	民設 <b>民</b> 営
ガス発電・水素供給(水素ST)		民設 <b>民</b> 営	

下水道管理者の採算性



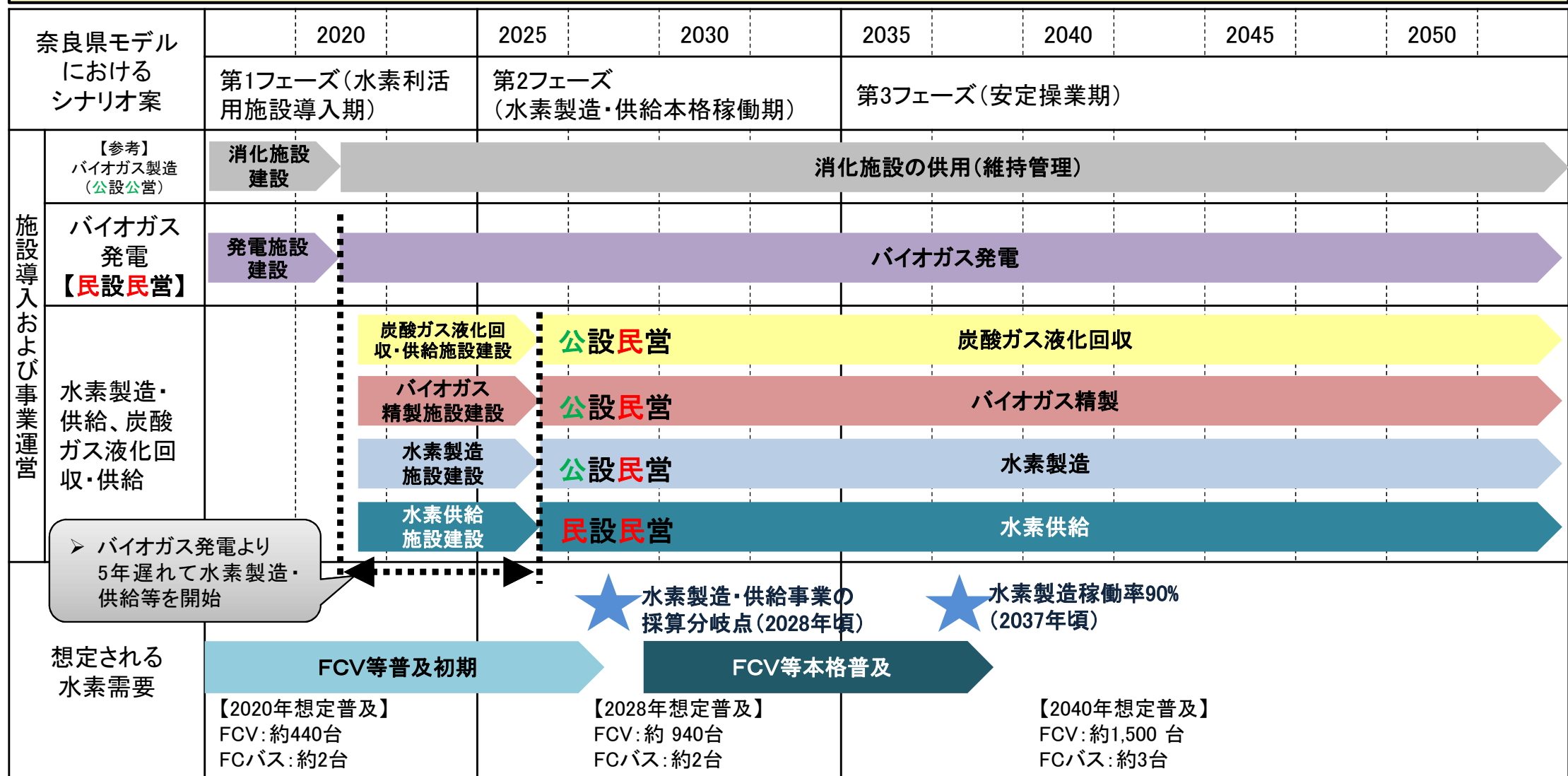
民間事業者の採算性



# FS検討まとめ（導入シナリオの提案）

【奈良県モデル】

- FS検討結果を踏まえ、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）を提案
- FCV/FCバス等の普及に伴い、2028年頃に水素製造・供給事業の採算分岐点を迎え、2037年頃には水素製造量が最大（稼働率90%）になると想定（事業開始から20年の間に本格普及が進むと想定）
- 想定される水素需要に対応し、バイオガス発電施設、水素製造・供給施設等について、段階的に導入されることを想定



# 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 <sup>3</sup> /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

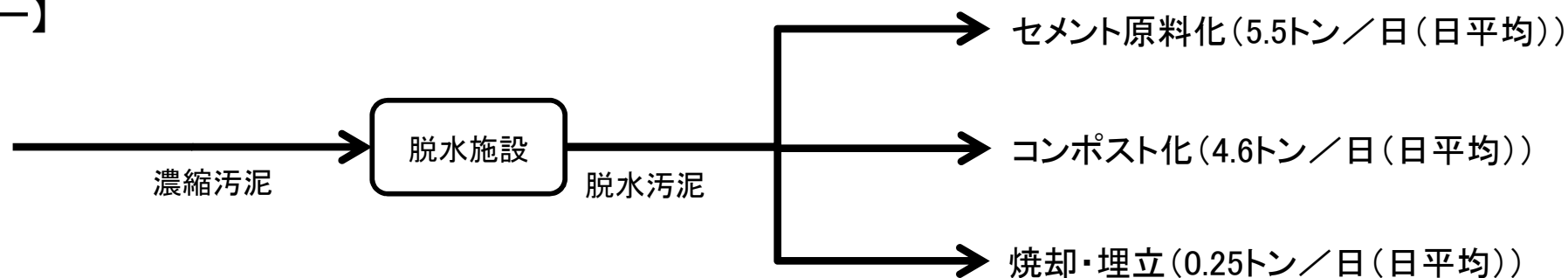
項目	三島市モデル
下水道施設から 発生する濃縮汚泥量 (日平均)	約 110 m <sup>3</sup> /日(約3%)
消化施設	新設 (新規消化施設導入時期は未定)
想定される バイオガス量 (日平均)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 下水汚泥のみ: 1,399 Nm<sup>3</sup>/日</li> <li>➤ 地域バイオマス含む: 4,759 Nm<sup>3</sup>/日</li> </ul>
地域バイオマス受入	し尿浄化槽汚泥、食品残渣、生ごみ 緑地剪定枝

# 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】

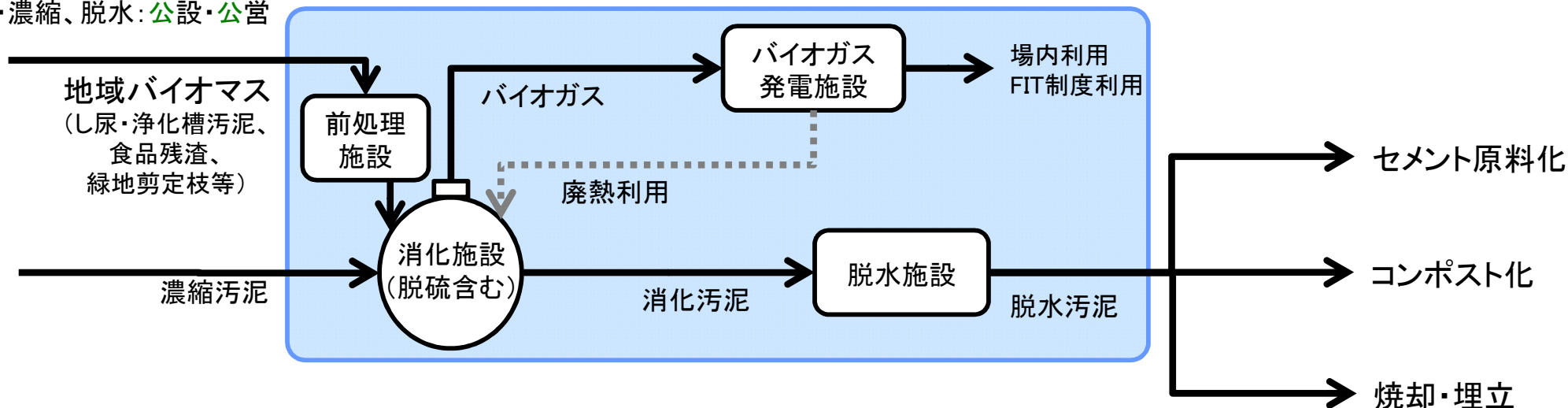


※汚泥量は三島市資料より

## 【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

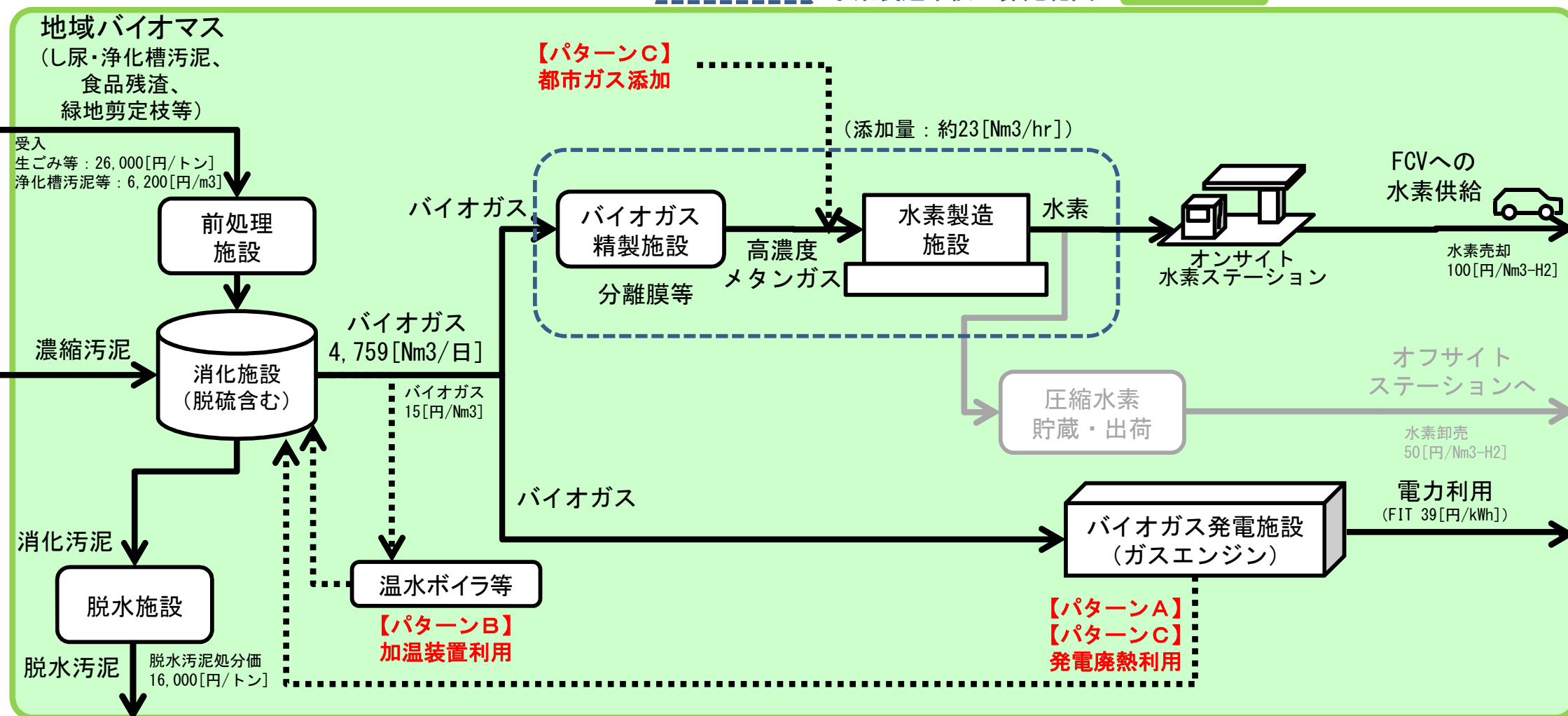


# 水素製造・利用の全体像

【三島市モデル】

- 本モデルでは、バイオガス量を増やすために地域バイオマスを受入れ、消化施設容量の検討が必要となることから、FS検討範囲としては、濃縮汚泥および地域バイオマスを原料から、消化施設、水素の製造・利用を含めたバイオガス利用のまでの事業を想定
- 消化槽加温方法として、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)を想定
- 水素製造可能量を踏まえ、都市ガス(化石燃料)を添加する場合(パターンC)も想定する。

水素製造単価の算定範囲      FS検討範囲【事業全体】

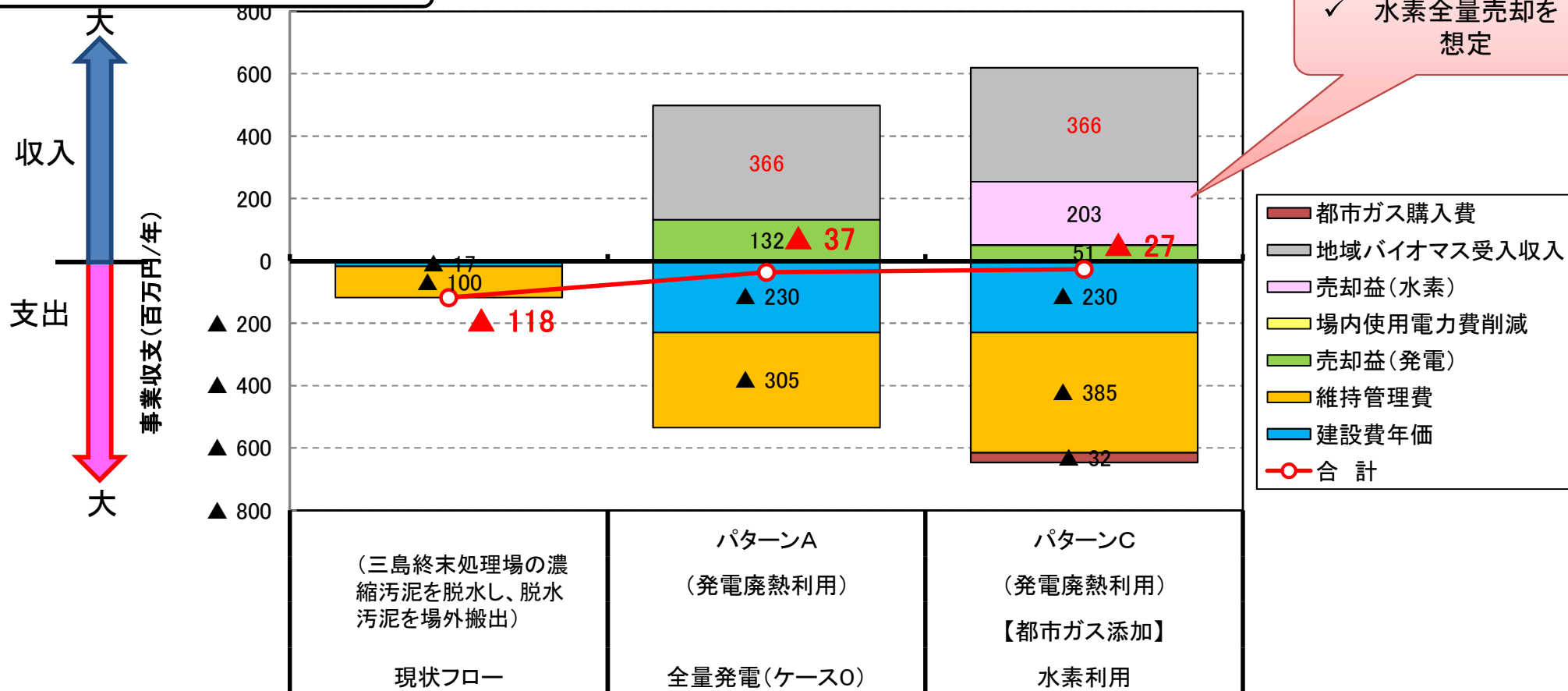


# 【水素全量利用の場合】

# 事業収支の算定(消化および地域バイオマス受入収入を含む)【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収入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収入による増額が見込まれるため、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収入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)



# 水素供給単価の試算(バイオガス精製～水素製造・精製)

【三島市モデル】

○水素製造・供給施設の稼働時間を6時間・12時間・24時間とした場合について、製造する水素全量が売却できると想定し、水素供給単価を試算

○算定範囲は、バイオガス精製・水素製造・水素精製・水素供給(ステーション)とする。

## 【水素製造の諸元】

項目	単位	条件		
		6時間/日	12時間/日	24時間/日
製造能力	Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub> /hr	248	248	248
定格稼働時間	hr/日	6	12	24
年間稼働日数	日/年	345	345	345
年間水素製造量	千Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub> /年	513	1,026	2,053
都市ガス使用量	千Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub> /年	0	31	397

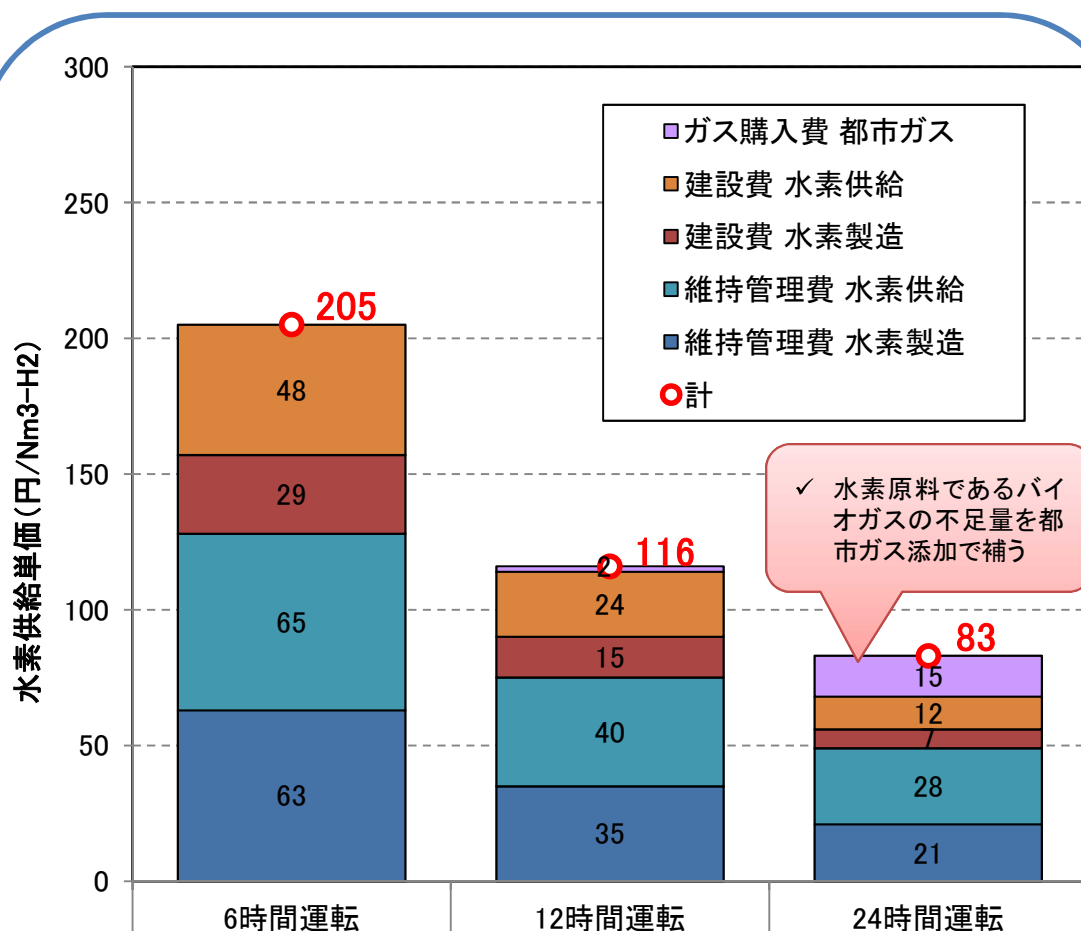
## 【水素供給単価の算定】

項目	単位	単価		
		6時間/日	12時間/日	24時間/日
都市ガス購入費	円/Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub>	0	2	15
水素供給 建設費	円/Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub>	48	24	12
バイオガス精製・水素製造・水素ガス精製 建設費 ★国(※)	円/Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub>	29	15	7
水素供給 維持管理費	円/Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub>	65	40	28
バイオガス精製・水素製造・水素ガス精製 維持管理費	円/Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub>	63	35	21
<b>合計</b>	円/Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub>	<b>205</b>	<b>116</b>	<b>83</b>

※1) 建設費のうち、バイオガス精製および水素製造・水素精製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) 水素製造建設費には、都市ガス添加施設を含む。

水素供給単価(6・12・24時間/日稼働)  
(バイオガス精製+水素製造+水素精製+水素供給)



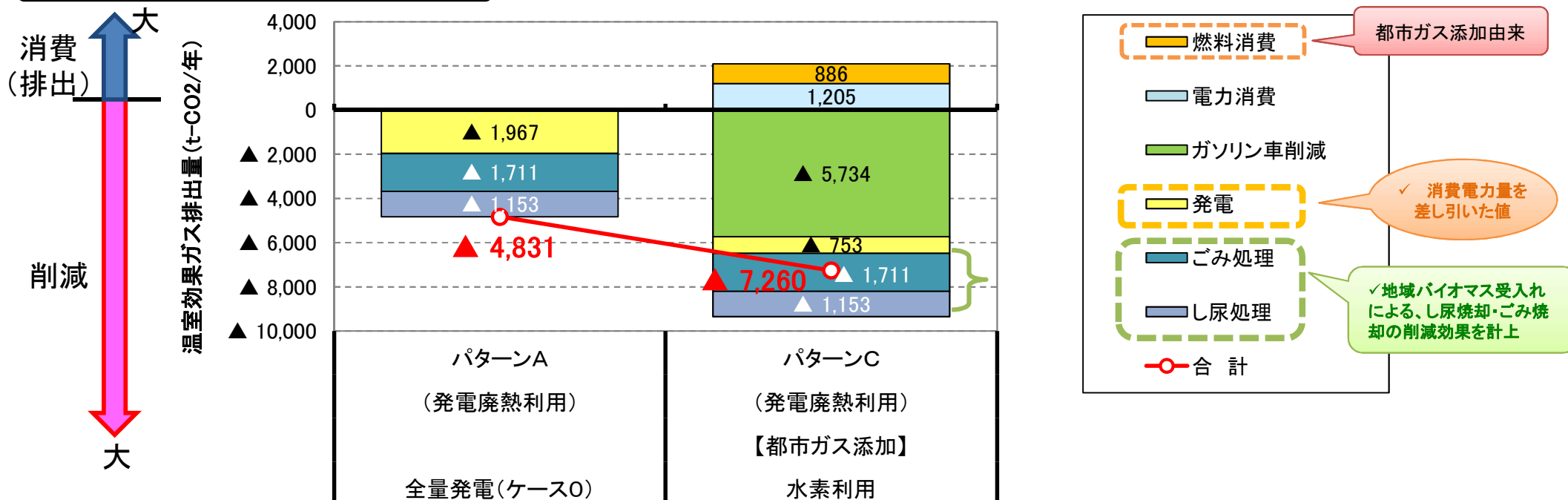


# 温室効果ガス（GHG）排出量等の算定

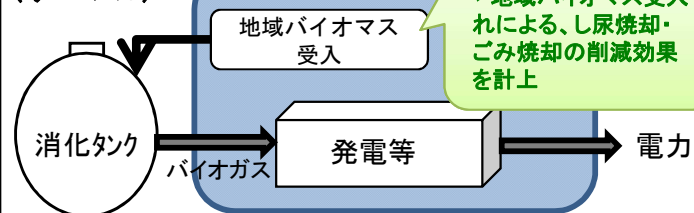
【三島市モデル】

- 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、ガソリン車がFCV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。

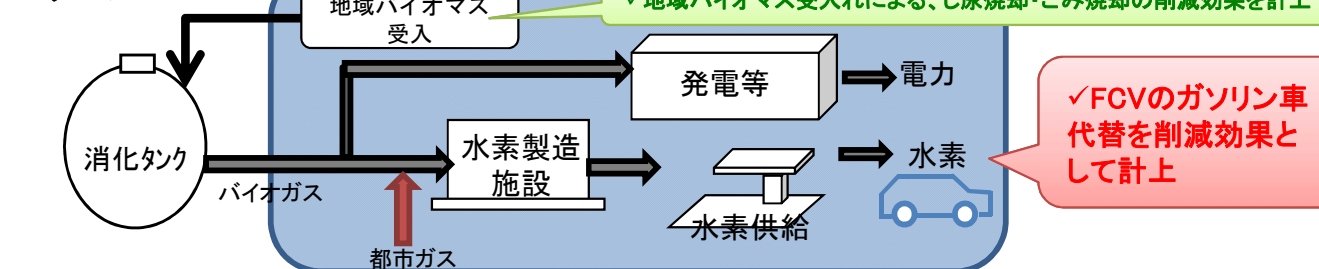
温室効果ガス排出量の算定結果



【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

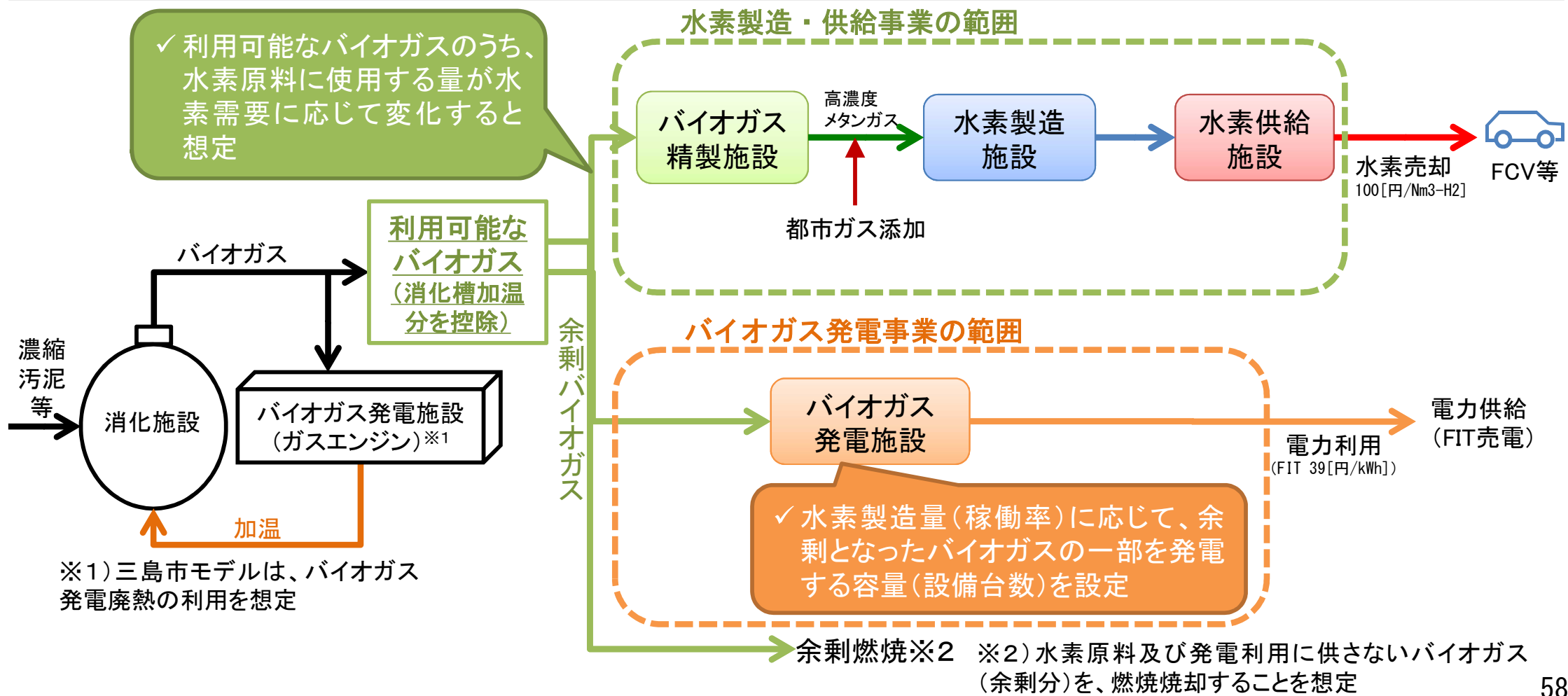


**【水素需要量に応じた導入シナリオ  
を想定した場合】**

# 導入シナリオ案にて想定する事業フロー

【三島市モデル】

- 地域バイオマス受入施設、消化・脱水施設、バイオガス発電事業および、バイオガス由来水素製造・供給事業（バイオガス精製、水素製造、水素供給（ステーション））の事業範囲を想定
- 水素製造施設については、24時間/日稼働を前提とし、利用可能なバイオガスのうち、水素原料に使用する量が変化（水素製造量（稼働率）が変化）した場合の事業収支を算定
- 水素製造量が少ない（日あたり運転時間が短い）場合には、余剰バイオガスを一部発電して電力売却（FIT利用）することを想定
- 水素製造可能量を踏まえ、都市ガス（化石燃料）を添加することを想定

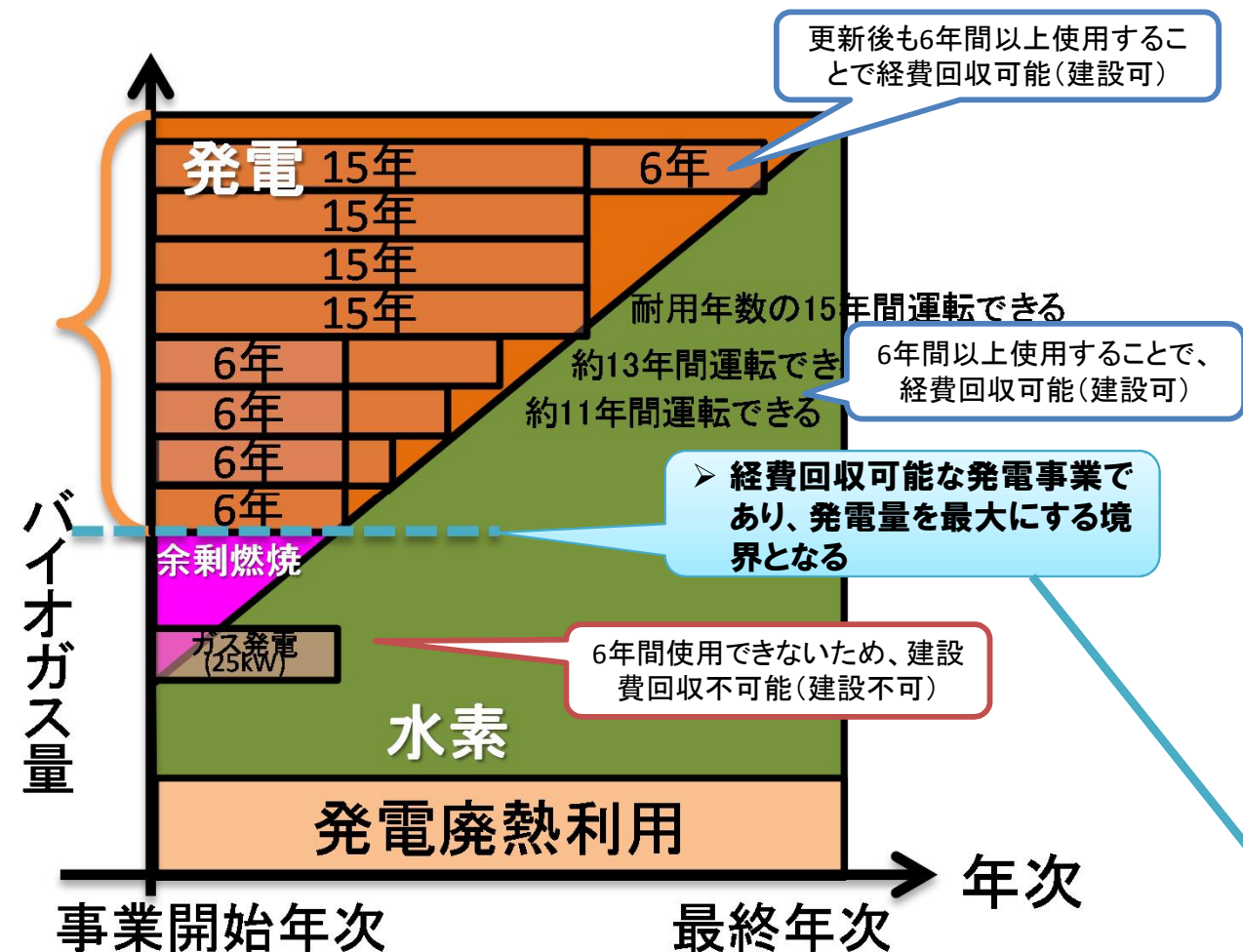


# 想定する水素需要に応じた最適な発電容量の検討

【三島市モデル】

- 三島市モデルでは、パターンA(発電廃熱利用)を想定
- 製造した水素を全量利用する事業最終形態の検討に加え、水素需要が変化する事業年次を想定し、事業期間における累積収支が最大となる発電容量(設備台数)を想定する

## 三島市モデルにおける最適な発電容量の算定方法(イメージ)



## 【経費回収年の考え方(例)】

- ・ガス発電機(25kW)建設費: 39,000千円
- ・ガス発電機(25kW) 維持管理費: 1,450千円/年
- ・電力売却収入(FIT利用):  
 $25\text{kW} \times 330\text{日/年} \times 24\text{hr} \times 39\text{円} = 7,700\text{千円}$
- ・経費回収年:  
 $39,000\text{千円} \div (7,700\text{千円/年} - 1,450\text{千円/年}) = 5.65\text{年}$
- ↓
- ・ガス発電機1台で、電力売却収入(FIT利用)により、6年で経費回収可能
- ↓
- ・6年間以上使用する発電であれば、建設費を上回る収入が見込めるため、バイオガス発電を導入した方が収益(収入-支出)増えることになる。

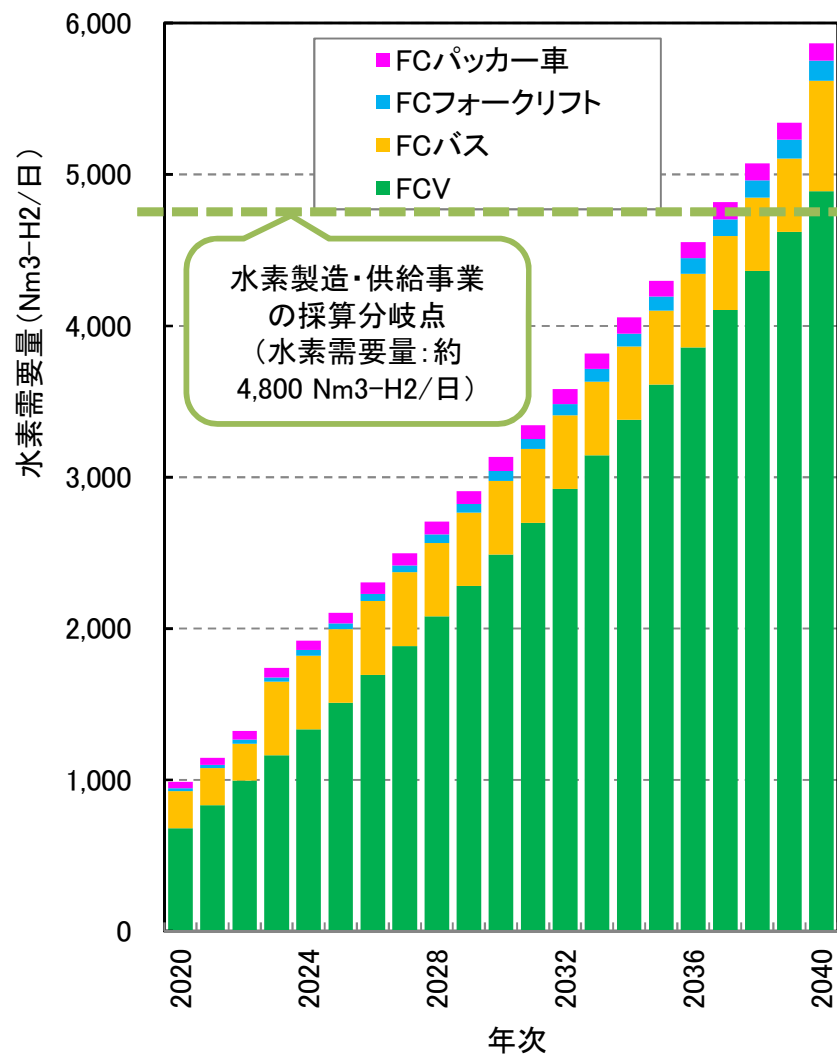
- バイオガス発電事業の経費回収を最大化する発電容量(発電機台数)を設定

# 導入シナリオ設定の考え方

【三島市モデル】

- 需要に応じた最適な施設導入計画等を検討するため、三島市モデルにおける導入シナリオ案を設定
- 水素需要については、モデル圏内および周辺における水素需要量を想定
- シナリオ設定では、第1フェーズを水素利活用施設が導入される期間とし、その後第2フェーズにおいて水素製造・供給が本格稼働して水素製造・供給事業の採算分岐点まで到達し、第3フェーズにて事業の安定操業期に入る(水素製造稼働率が90%を超える)と想定

三島市モデルにおける想定需要量



三島市モデルにおけるシナリオイメージ

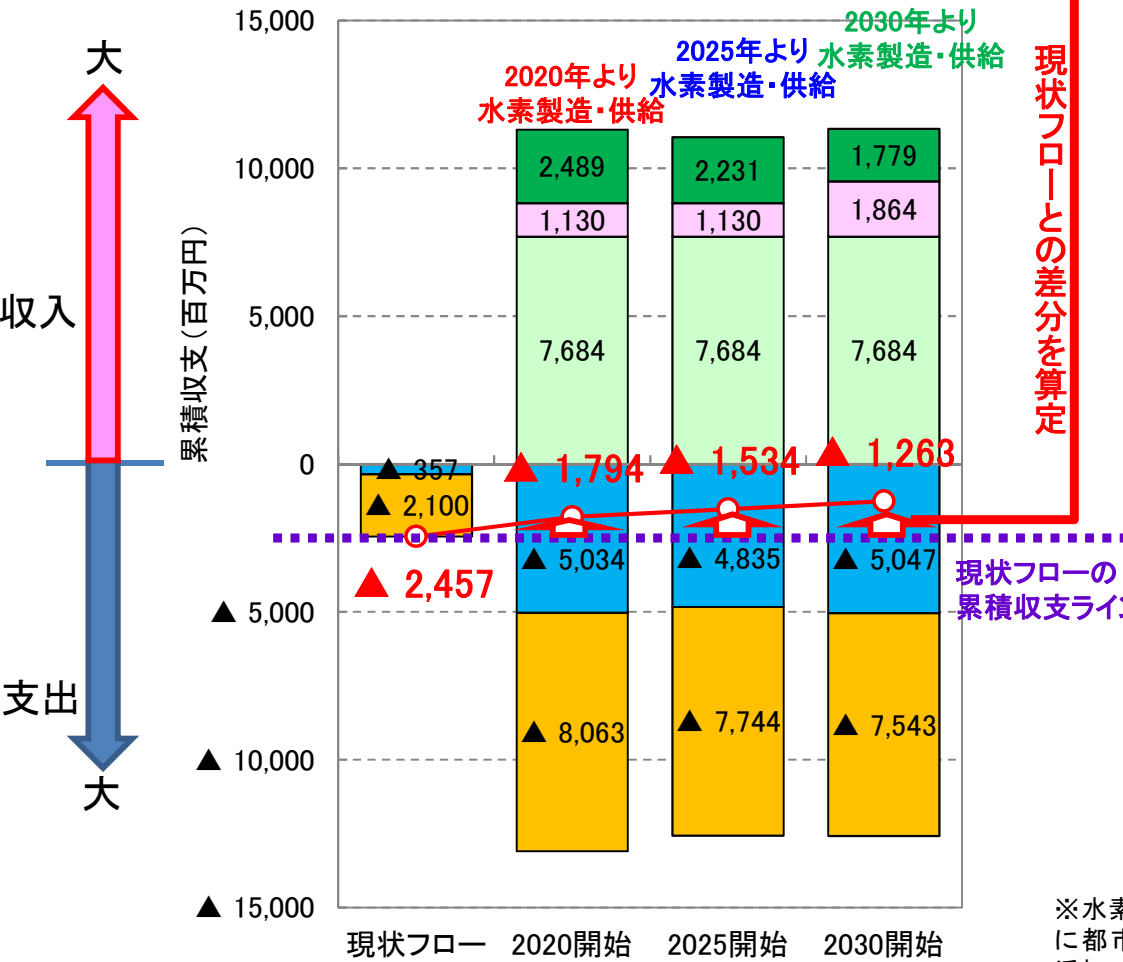
	第1フェーズ	第2フェーズ	第3フェーズ
三島市モデル	水素利活用施設導入期	水素製造・供給本格稼働期	安定操業期
施設導入および事業運営	消化導入	消化導入	
		地域バイオマス受入	
		バイオガス精製	
		水素製造(都市ガス添加含む)	
		水素供給	
想定される水素需要	FCV等普及初期	★ FCV等本格普及	★ 水素製造稼働率90%
		水素製造・供給事業の採算分岐点	

# 時間軸の検討(水素事業開始年別の累積収支の違い)

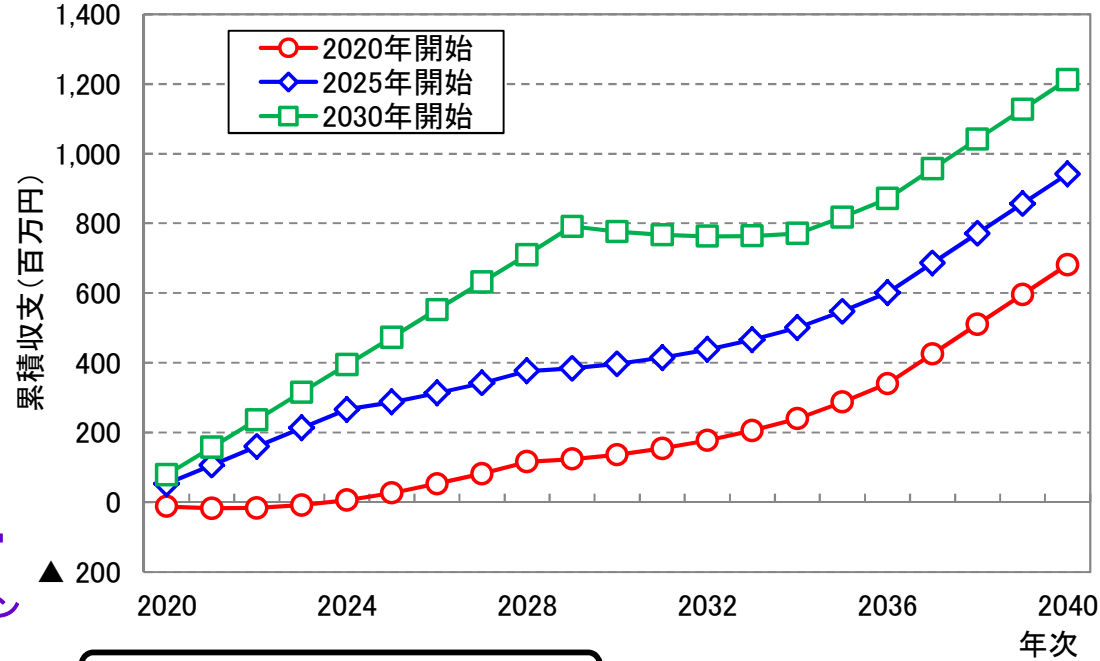
【三島市モデル】

- バイオガス発電事業は2020年開始とし、水素製造・供給事業開始を2020年、2025年、2030年とした場合について、事業の累積収支を算定し、事業期間における累積収支の推移と内訳について20年間を試算
- 事業期間中に設備更新はしないものと想定し、現状フロー(濃縮汚泥を脱水し場外搬出)の累積収支との差分を算定
- 水素製造・供給事業開始を遅らせるほど、事業収支の改善が見込める。

累積収支の内訳(2020年~2040年の事業期間)



事業全体の累積収支(現状フローとの差分)



発生するバイオガスの利用割合

バイオガス量 [Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub> ]	2020年開始 (2020年次)	2025年開始 (2025年次)	2030年開始 (2030年次)
水素製造用	1,678	2,538	2,937
【参考】都市ガス添加量※	0	0	240
発電用	2,221	2,221	1,822
余剰燃焼用	860	0	0
計(バイオガス)	4,759	4,759	4,759

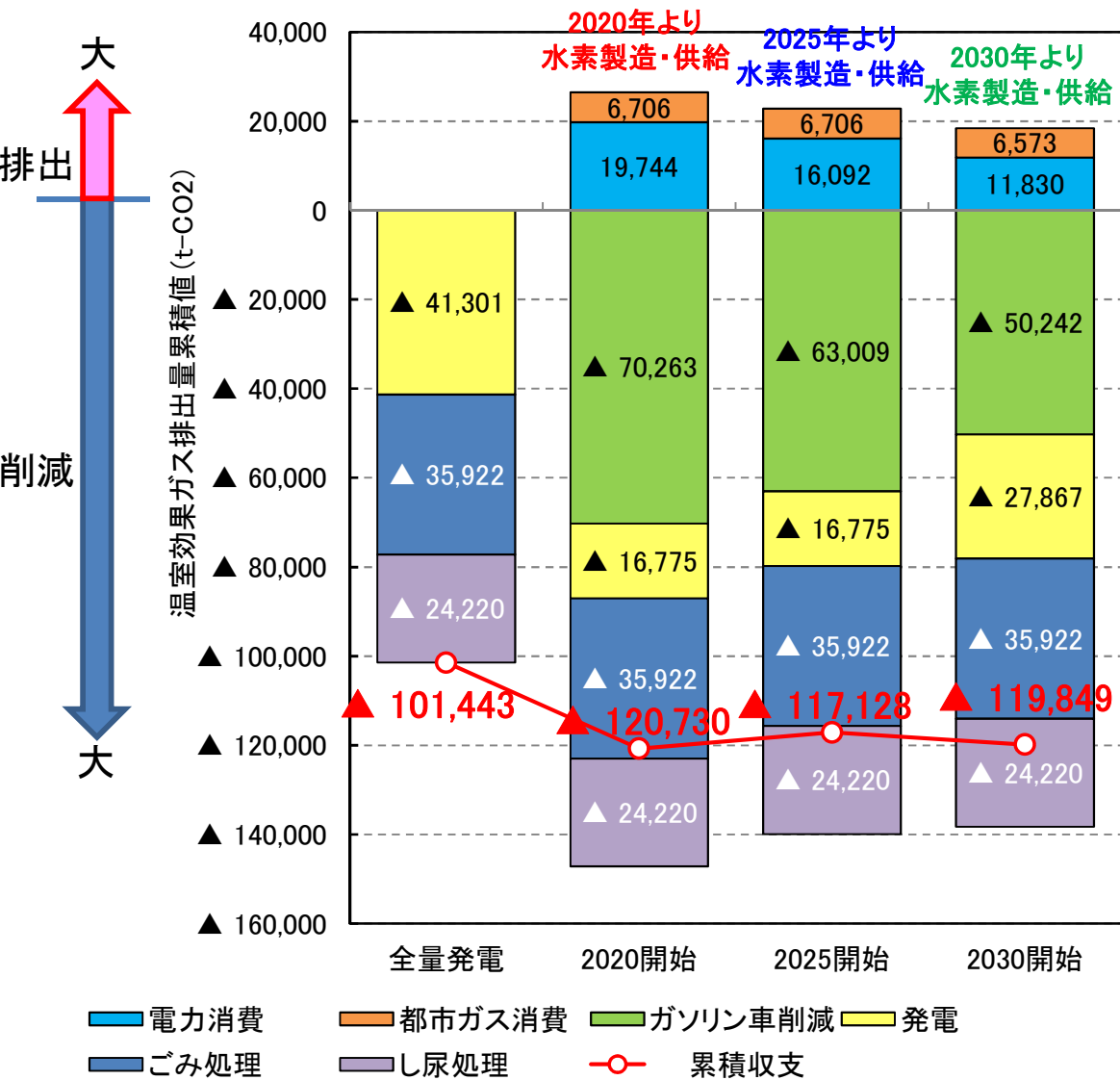
※水素製造用に都市ガスを添加

- 建設費年価
- 維持管理費
- 地域バイオマス受入収入
- 売電収入
- 水素売却収入
- 累積収支

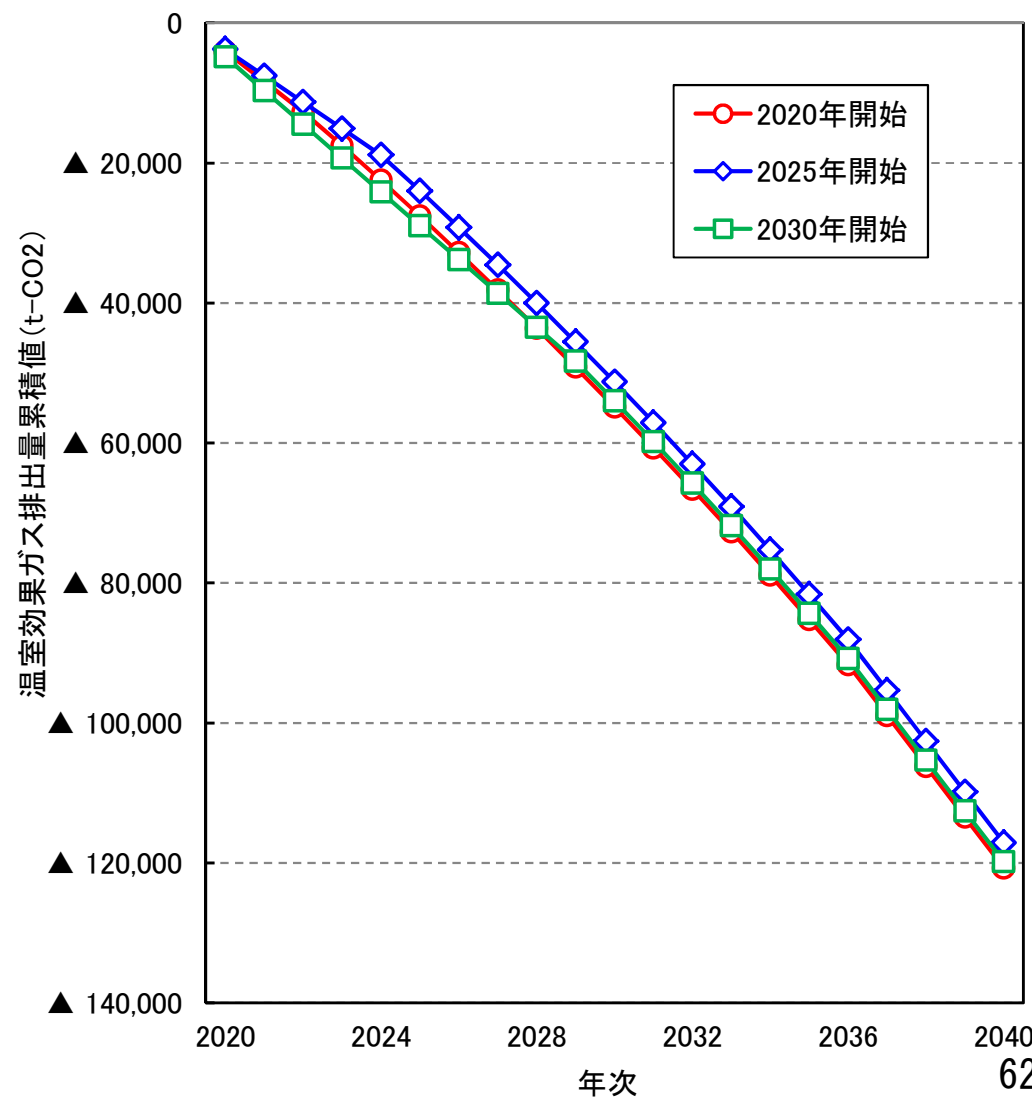
# 時間軸の検討(水素事業開始年別の温室効果ガス排出量累積値の違い)【三島市モデル】

- バイオガス発電事業は2020年開始とし、水素製造・供給事業開始を2020年、2025年、2030年とした場合について、事業の温室効果ガス(GHG)排出量の累積値を試算し、事業期間(2040年まで)における累積値の推移と内訳を算定
- 事業期間における、全量バイオガス発電の温室効果ガス(GHG)排出量の累積値と比較
- 全量バイオガス発電に比べて、バイオガス発電と水素製造・供給事業との組合せは、環境性に優れる。

## GHG排出量累積値の内訳(2020年～2040年の事業期間)



## 累積値の推移



# 事業スキームの考え方（ケース設定）

公設公営

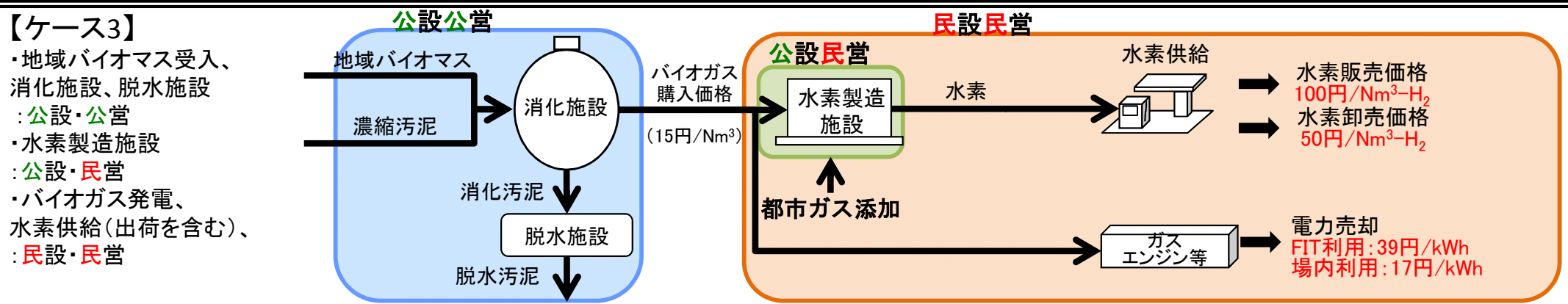
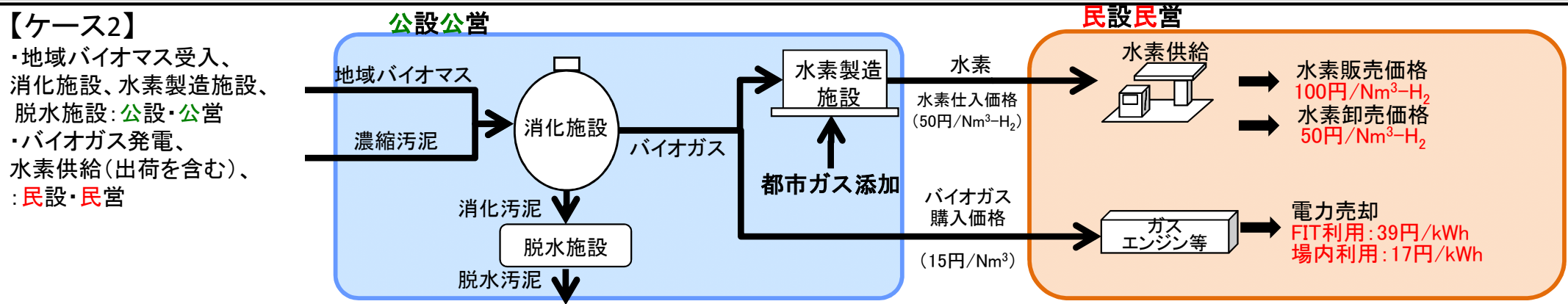
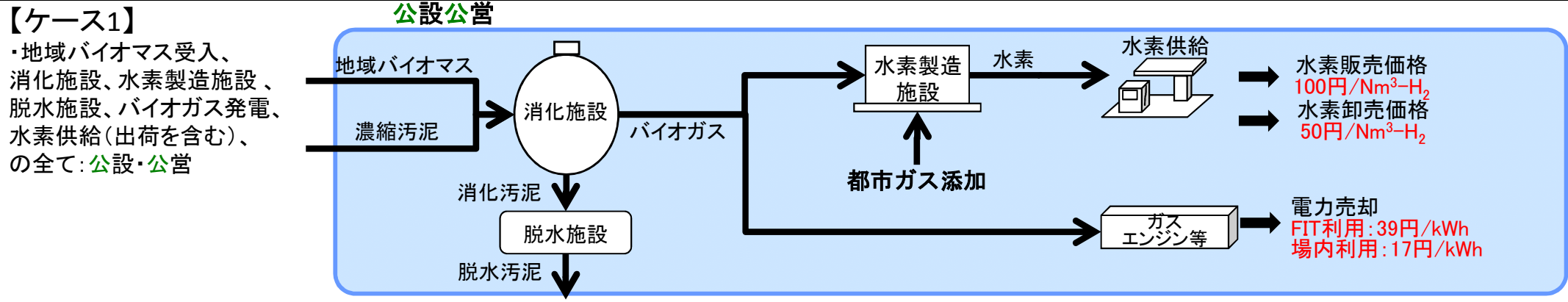
公設民営

民設民営

:FS検討範囲

【三島市モデル】

- 本モデルにおいては、自治体からの情報提供も踏まえ、検討ケースを設定。
- 水素製造施設は、社会資本整備総合交付金の交付対象となる可能性があるため、公設公営または公設民営を想定。
- パターンC(都市ガス添加、バイオガス発電廃熱利用)を想定。





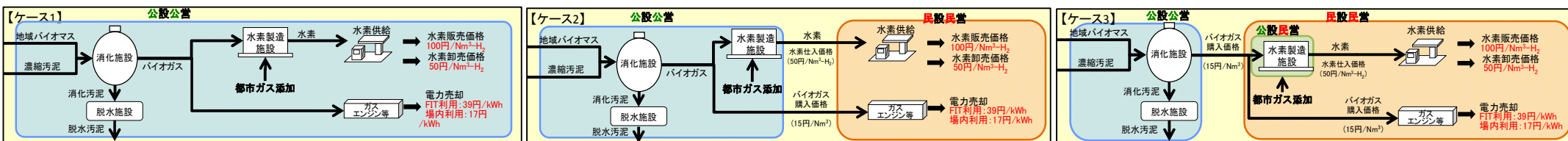
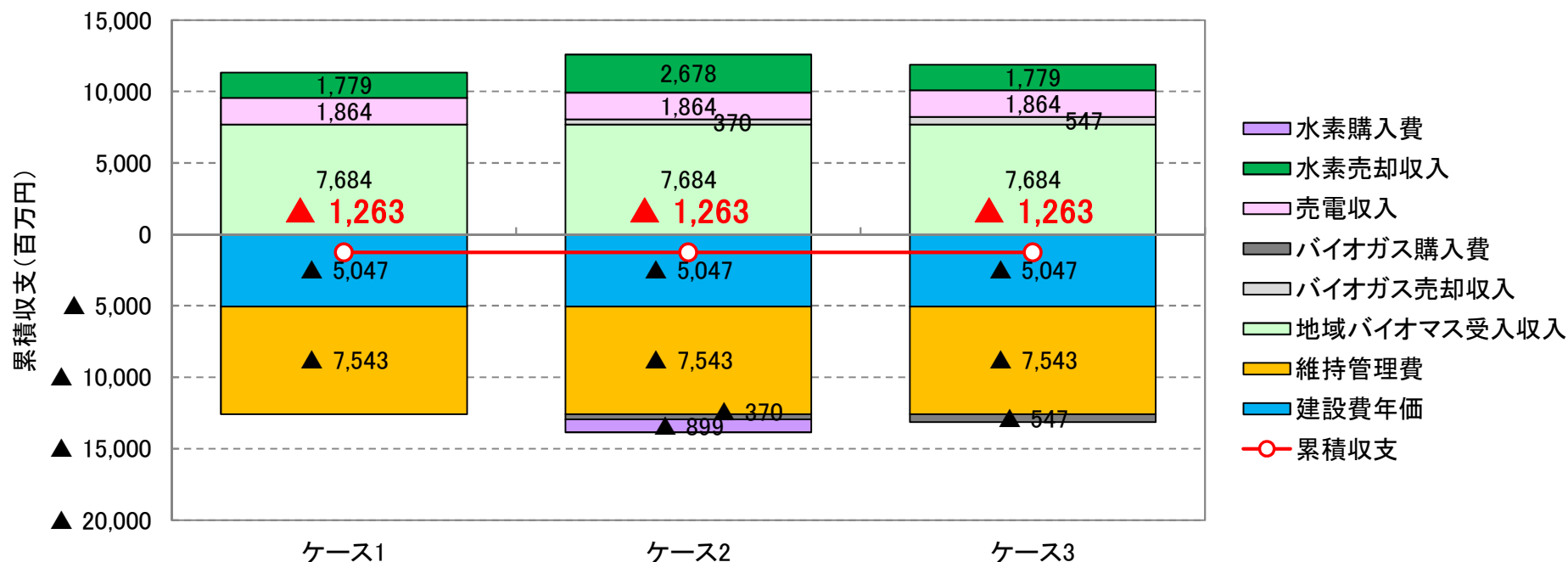
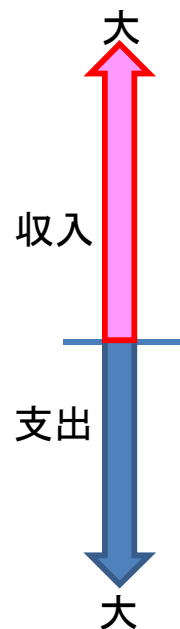
# ケース毎の事業全体の累積収支

【三島市モデル】

- 地域バイオマス受入れから始まり、消化・脱水、電力供給(売電)および水素売却まで含めた範囲について、事業全体の累積収支を算定
- バイオガス発電事業は2020年開始とし、水素製造・供給事業開始を2030年とした場合について、事業の累積収支を試算し、事業年間(2040年まで)における累積収支を算定
- ケース1~3のすべてにおいて、水素製造施設が公設であるため、事業収支は同額となる。

## FS検討結果

地域バイオマス受入・消化・脱水+バイオガス発電(FIT利用)+水素製造・供給			
	ケース1	ケース2	ケース3
地域バイオマス受入・消化・脱水		公設公営	
水素製造(精製含む)	公設公営	公設公営	公設民営
ガス発電・水素供給(水素ST)	公設公営	民設民営	民設民営



# 下水道管理者と民間事業者の採算性（累積収支）

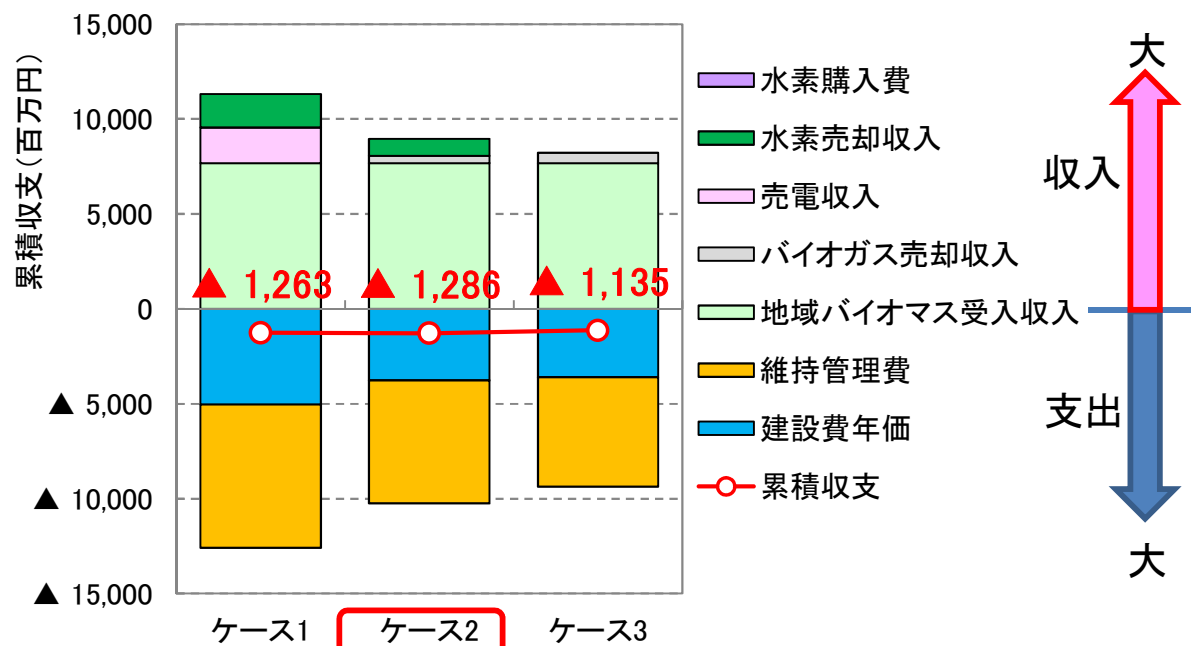
【三島市モデル】

○下水道管理者の採算性では、水素供給施設・発電施設等の建設費・維持管理費が民間事業者側の支出となるため、ケース3が最も経済的であるものの、一方で、民間事業者の採算性では、水素製造・供給の維持管理費が下水道管理者の負担となる、ケース2が最も経済的である。

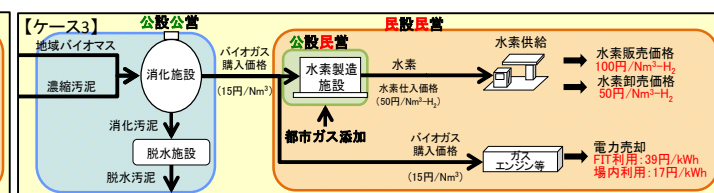
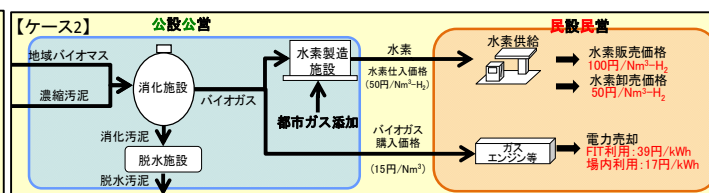
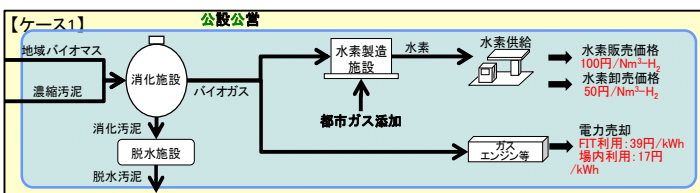
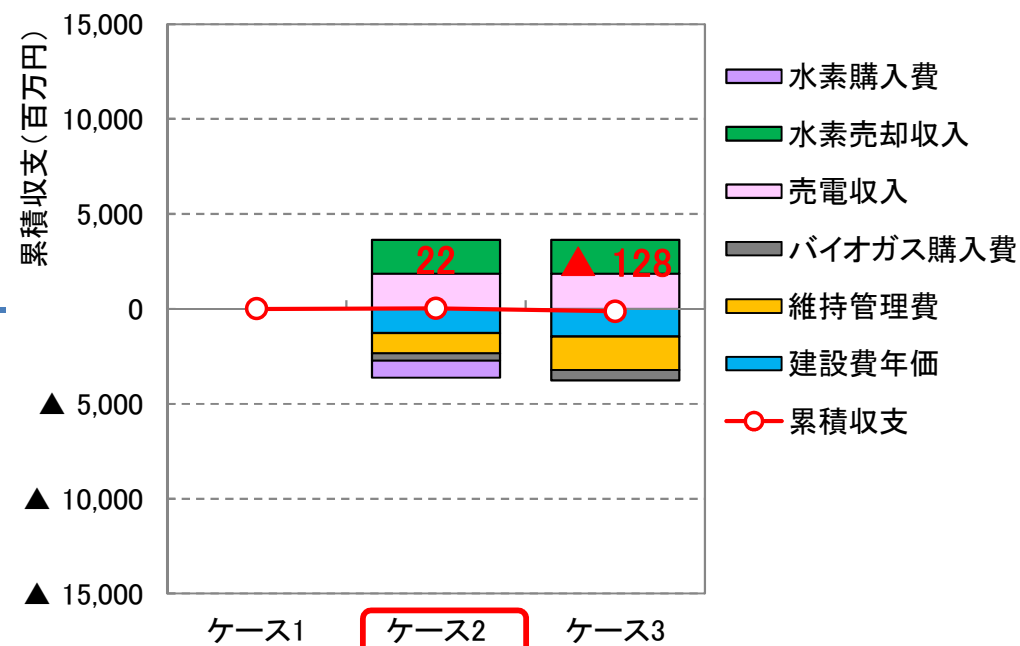
○民間事業者の採算性が確保されるケース2が現実的な事業スキームであると考えられる。

地域バイオマス受入・消化・脱水+バイオガス発電(FIT利用)+水素製造・供給			
	ケース1	ケース2	ケース3
地域バイオマス受入・消化・脱水		公設公営	
水素製造(精製含む)	公設公営	公設公営	公設民営
ガス発電・水素供給(水素ST)	公設公営	民設民営	民設民営

下水道管理者の採算性



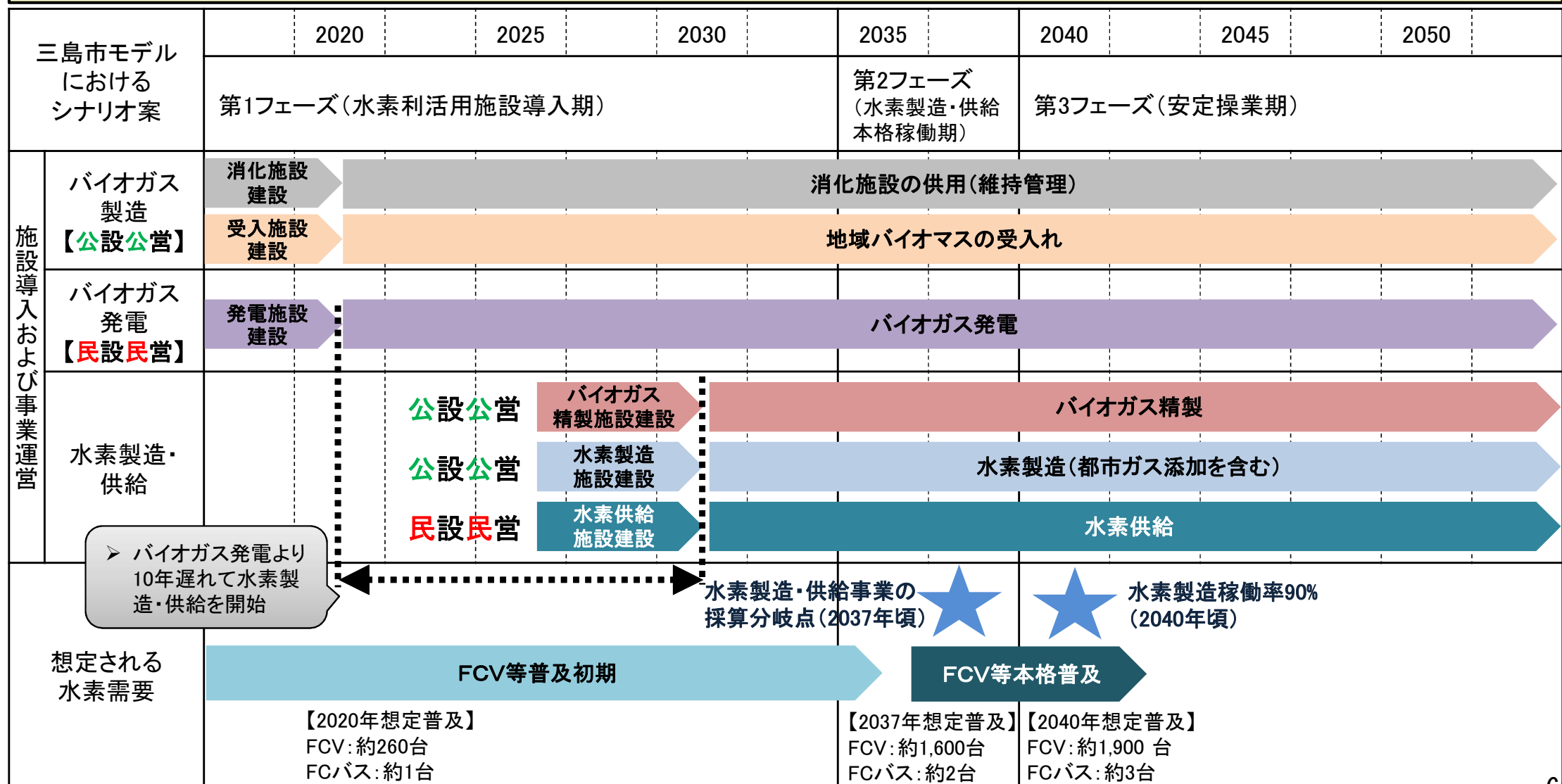
民間事業者の採算性



# FS検討まとめ（導入シナリオの提案）

【三島市モデル】

- FS検討結果を踏まえ、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）を設定
- FCV/FCバス等の普及に伴い、2035年次に水素製造・供給事業の採算分岐点を迎え、2040年頃には水素製造量が安定操業に入る（稼働率90%）と想定（事業開始から20年の間に本格普及が進むと想定）
- 想定される水素需要に対応し、消化施設、汚泥集約・地域バイオマス受入施設、バイオガス発電施設、水素製造・供給施設について、段階的に導入することを想定



# FS検討まとめ（導入シナリオの検討を通じて）

## 1. 下水バイオガス由来水素利用の事業について

- 速やかに消化施設導入あるいは立上げが実施されることで、原料となるバイオガスが速やかに供給される場合には、バイオガス発電導入による電力売却を先行させ、水素需要に応じた導入時期や設備容量などを考慮した水素製造・供給施設を後から導入・供用することにより、事業全体の事業採算性を確保できる可能性がある。
- 一方で、地域バイオマス受入れに必要な前処理施設、消化施設や脱水施設等にかかる建設費・維持管理費を含めた事業を想定する場合には、水素製造・供給施設やバイオガス発電施設とともに、これらの施設の最適な導入時期・供用開始時期について、十分な検討するが必要である。

## 2. 下水バイオガス由来水素利用の経済性について

- 消化施設や脱水施設等を公設公営とし、バイオガス以降の有効利用（バイオガス発電や水素製造・供給等）を公設民営または民設民営とすることで、民間事業者の採算性が確保されやすくなり、民間運営の中でのノウハウ等によるコスト縮減も踏まえ、さらなる事業収支の向上が期待される。

## 3. 下水バイオガス由来水素利用の環境性について

- バイオガス全量発電と水素事業（発電との組合せ）について、最終形態での単年度収支におけるGHG排出量を比較すると水素事業が優れるものの、事業期間における累積値ではほぼ同等程度となることから、今後、水素需要がさらに伸びることにより、水素事業の環境性の向上がさらに見込めるものと考えられる。

## 4. 地域バイオマス受入れについて

- 地域バイオマス受入れについては、受入れに必要な設備投資により事業支出増の可能性はあるものの、従来の焼却処分コスト分が削減されることで、事業採算性の改善が見込まれる可能性がある。
- 同様に、環境性についても、新たに地域バイオマスを受入れ、従来の焼却処分に係る温室効果ガス排出量分の削減効果を見込むことで、環境性改善の可能性はある。

## 5. 都市ガス添加について

- 水素製造・供給に必要なバイオガス量が不足する場合には、都市ガスを添加して水素製造量を増やすことで、事業採算性を改善できる可能性があり、また、都市ガス使用による温室効果ガス排出量の増加を考慮しても、水素のFCV利用によるガソリン車代替の温室効果ガス削減効果を見込むことにより、環境性改善の可能性はある。