

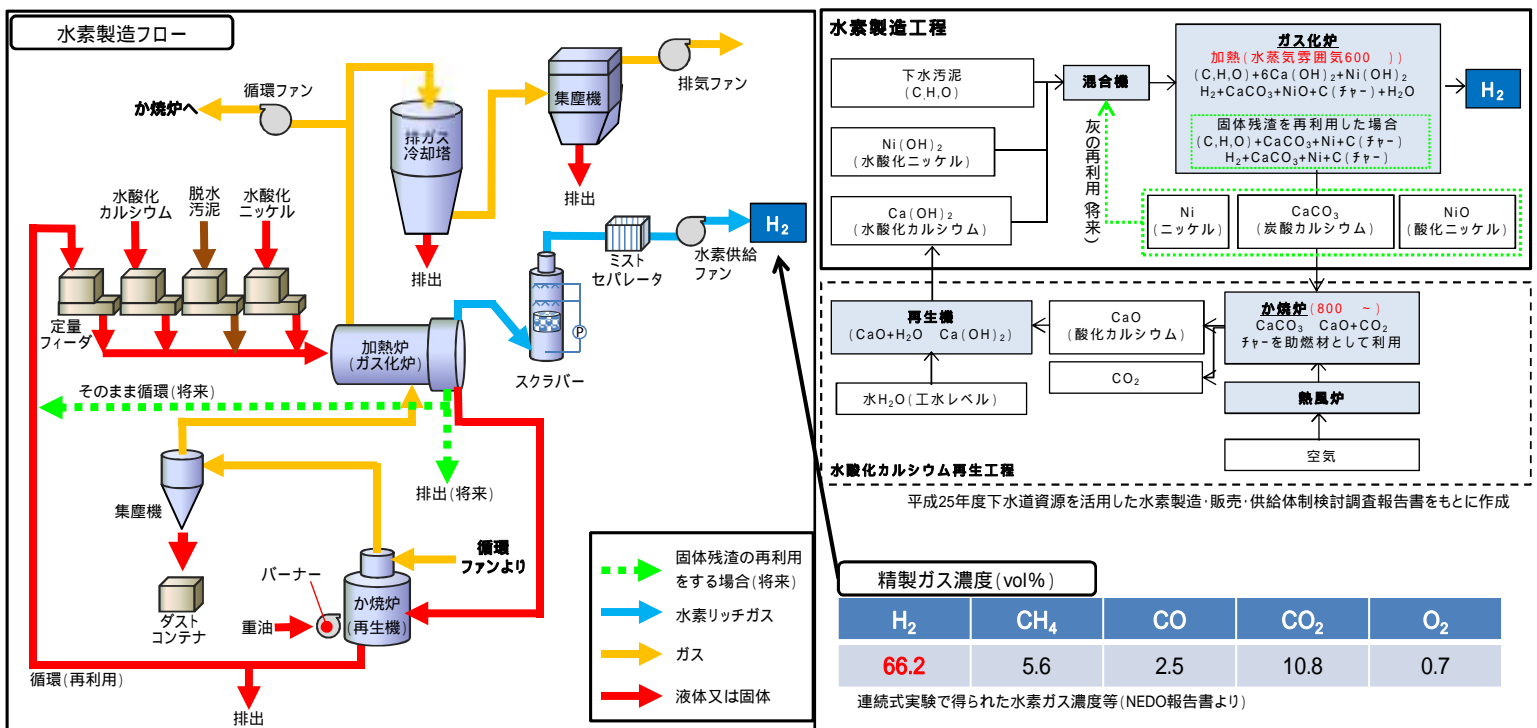
FS検討（中間報告） 【弘前市モデル】

弘前市モデルにおける水素製造技術の概要

下水汚泥(脱水汚泥)に触媒(水酸化カルシウムと水酸化ニッケル)を混合し、水蒸気雰囲気下で600℃で加熱することにより、水素を製造する技術。

反応後に発生する炭酸カルシウムと酸化ニッケルは焼却(か焼および再生)することにより、再利用が可能。

(将来的に)反応後に発生する炭酸カルシウムとニッケルをそのまま再利用することも想定。



FS検討の主な試算条件（弘前市モデル）

(1) 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

$$\text{建設費年価} = \text{建設費} \times \text{換算係数} \left\{ r \times (1+r)^n / \left((1+r)^n - 1 \right) \right\}$$

利子率 (r) = 4.0%、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) = 0.0899

換算係数 (土木・建築) = 0.0466

(2) 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。

$$C_{(e)} = C_{(c)} \left(Q_{(e)} / Q_{(c)} \right)^{0.6}$$

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 L^3T^{-1})
 $Q_{(c)}$: 既知の施設規模 (MT^{-1} or L^3T^{-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。

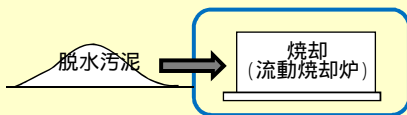
$$O_{(e)} = O_{(c)} \left(Q_{(e)} / Q_{(c)} \right)$$

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 L^3T^{-1})
 $Q_{(c)}$: 既知の施設規模 (MT^{-1} or L^3T^{-1})

2

弘前市モデルにおける考え方

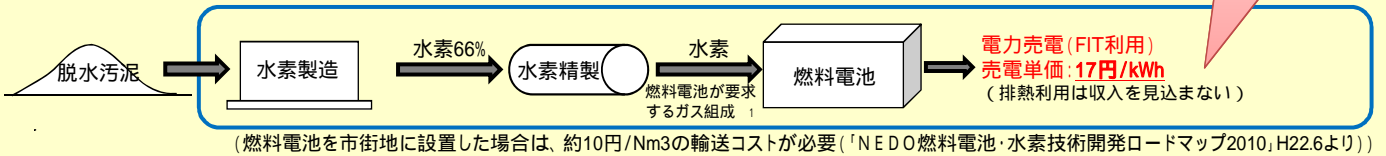
【ケース0(現状)】 脱水汚泥を焼却し、灰を最終処分 (公設・公営)



✓ 固定価格買取制度 (平成27年度) の価格表より、一般廃棄物その他のバイオマスの買取価格 (調達価格1kWh当たり)

【ケース1】 FIT制度を活用して売電 (公設・公営、燃料電池建設費は単独費)

(燃料電池は処理場内に設置)

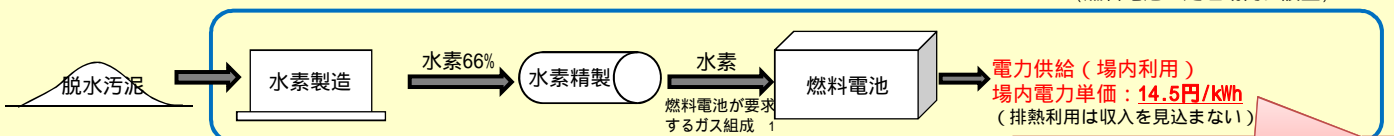


(燃料電池を市街地に設置した場合は、約10円/Nm3の輸送コストが必要 (『NEDO燃料電池・水素技術開発ロードマップ2010』H22.6より))

電力売電 (FIT利用)
 売電単価: **17円/kWh**
 (排熱利用は収入を見込まない)

【ケース2】 電力を場内利用 (公設・公営、燃料電池建設費は交付金活用)

(燃料電池は処理場内に設置)

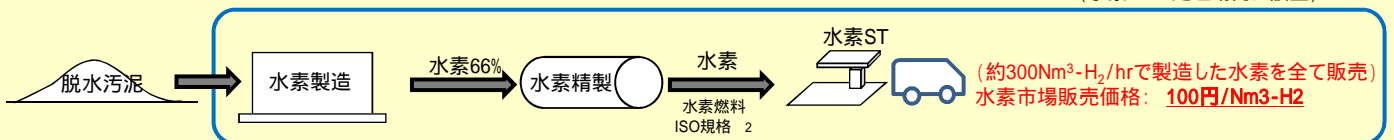


電力供給 (場内利用)
 場内電力単価: **14.5円/kWh**
 (排熱利用は収入を見込まない)

✓ 下水道統計 (実績値) をもとに設定

【参考】 FCV燃料として販売 (公設・公営、水素ST建設費は経済産業省補助を想定)

(水素STは処理場内に設置)



(約300Nm³-H₂/hrで製造した水素を全て販売)
 水素市場販売価格: **100円/Nm3-H2**

1: 水素濃度99.99%
 2: 水素濃度99.97%

FS検討範囲

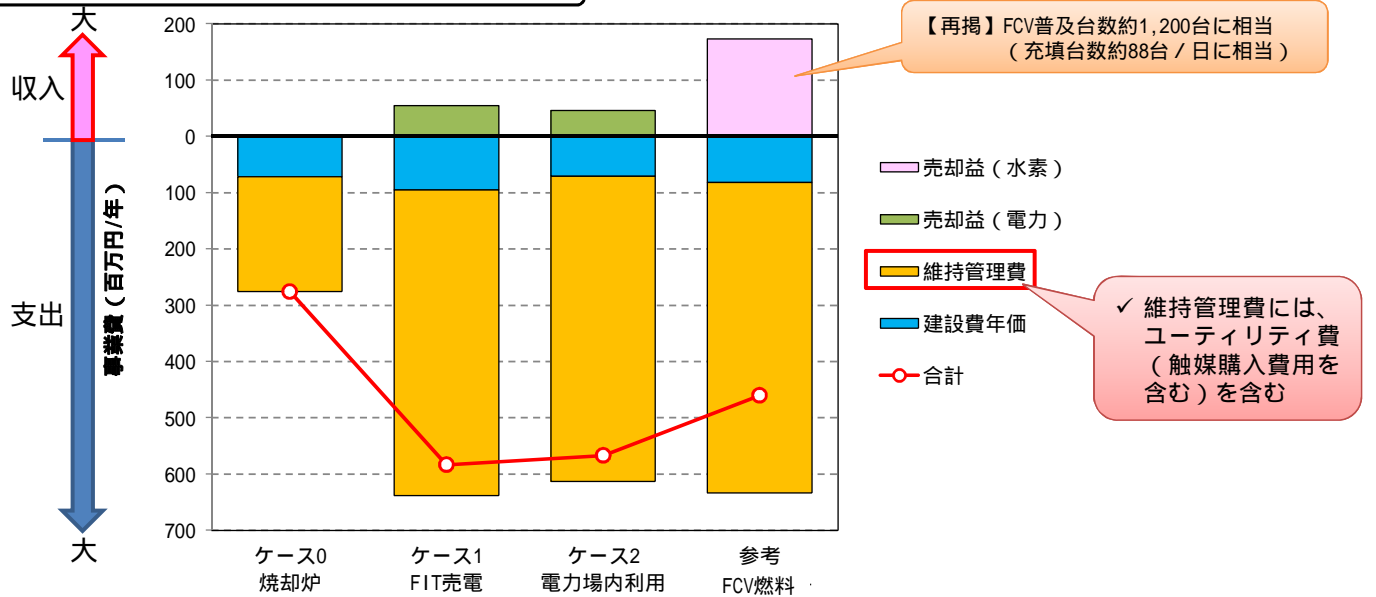
3

試算結果（ケース毎の全体収支）

焼却炉（ケース0）と比較して、水素製造ケースはいずれも、水素製造の維持管理費（ユーティリティ費）が高いため、事業全体の採算性では不利となった。

本技術を開発している東北大学及び(株)大和三光製作所は、今後予定している連続実験において、触媒（水酸化カルシウムと水酸化ニッケル）を含む灰を処理プロセス内で再循環させる割合を増やすなどにより、ユーティリティ費低減を図っている。（H26NEDO報告書「下水汚泥からの革新的な高純度水素直接プロセスの研究開発」より）

FS検討結果（水素製造単価436円/Nm³-H₂の場合）



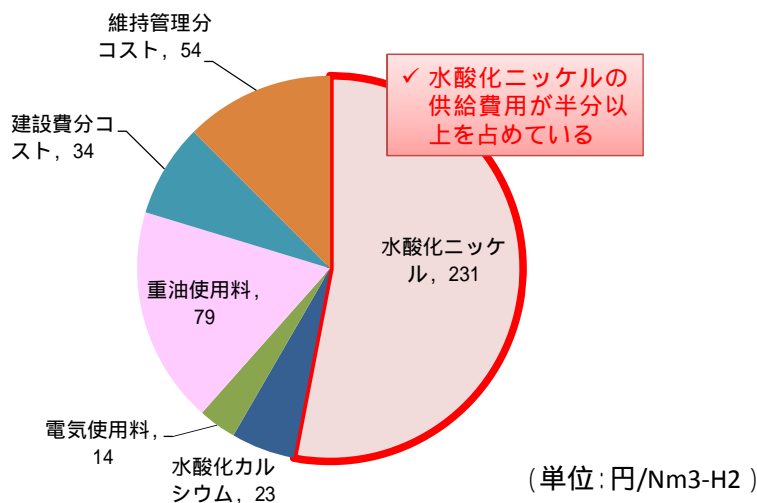
維持管理費（ユーティリティ費）低減が課題

水素製造量当り単価

本水素製造技術による水素製造量当りのコストは、436 円/Nm³-H₂となり、現在流通している水素市場販売価格（100 円/Nm³-H₂）より高額となる。

その内訳は、触媒である水酸化ニッケルの供給費用が半分以上を占める。

水素製造コスト 436円/ Nm³-H₂の内訳



維持管理費用には、灰の最終処分費を含めている。

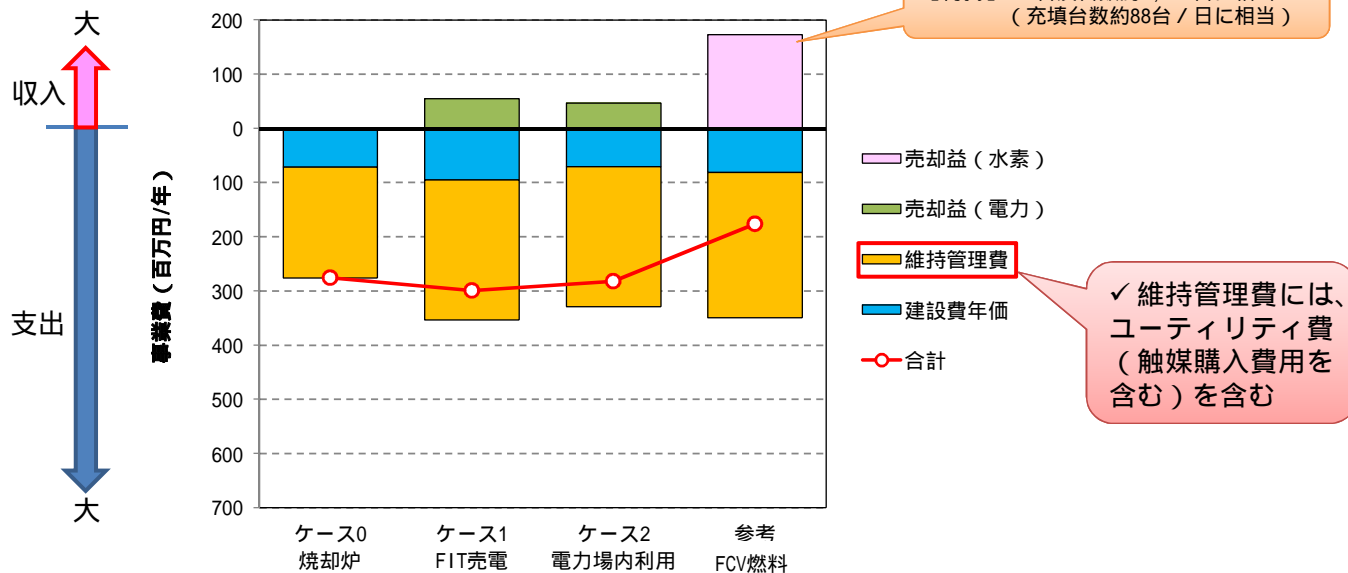
試算結果（水素製造単価を200円 /Nm3-H2に低減した場合）

本水素製造技術は継続的に技術開発が進められており、「水素製造コストを200円 / Nm3-H2まで低減」が可能となれば、焼却炉（ケース0）と比較しても水素製造のメリットが得られる。

水素製造ケースの中では、燃料電池自動車（FCV）用燃料として利用する参考ケースが最も経済的となり、次に、電力を場内利用した場合（ケース2）、FIT制度を利用した売電（ケース1）の順に経済的となる。

ただし、自動車の燃料として利用するケース（参考）については、製造した水素をすべて売却できることが前提条件であるため、FCVの普及促進に影響を受ける。

FS試算結果（水素製造単価を200円 /Nm3-H2に低減した場合）

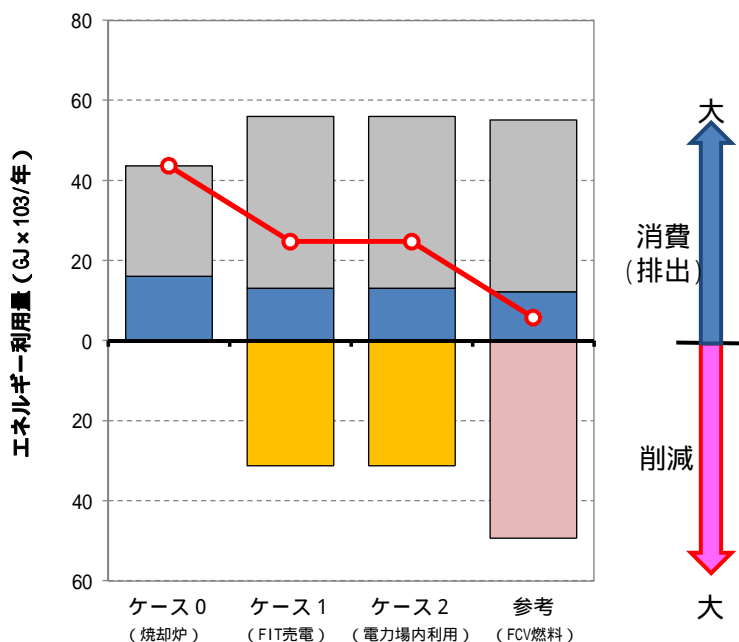


6

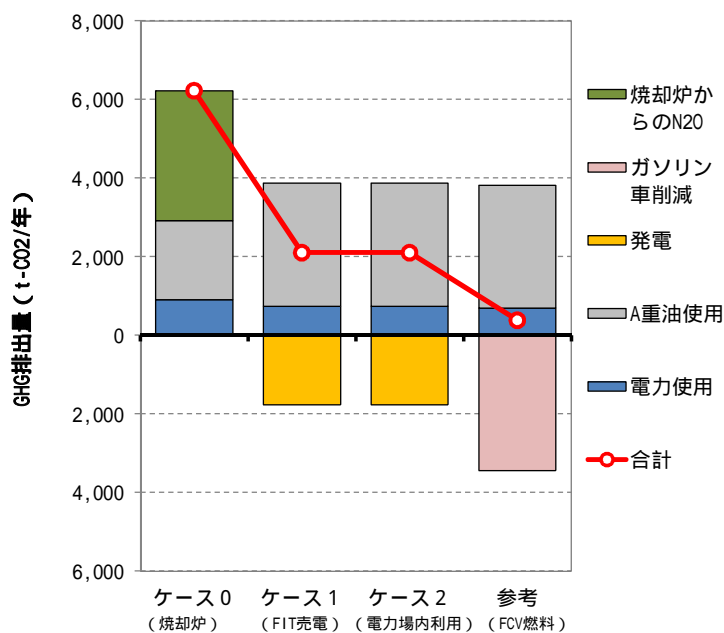
温室効果ガス（GHG）排出量等の算定結果

本水素製造技術による水素製造事業および発電事業（あるいはFCV燃料利用）の組合せ（ケース1・2、参考）は、既設技術である焼却炉による焼却処理（ケース0）に比べてエネルギー消費量が小さく、温室効果ガス排出量削減効果大きい。

エネルギー利用量の算定結果



温室効果ガス排出量の算定結果



【焼却（ケース0）におけるN2O排出による温室効果ガス排出量算定条件】

焼却炉 N2O排出係数（下水汚泥（高温燃焼））	0.000645 (tN2O/t)
N2O 地球温暖化係数	310

「地球温暖化対策の推進に関する法律」：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

7

【弘前市】

純水素を原料とする燃料電池に関するコスト情報等について、メーカーヒアリング等を継続中。

約66%濃度の水素ガスを精製する水素精製設備に関するコスト情報や機器仕様等について、メーカーヒアリング等を継続中。

水素製造装置から発生した灰の処分費単価については、既存焼却炉から発生した焼却灰と同条件で試算しており、受取条件や受取単価等について、業者ヒアリング等を予定。

中長期での排熱利用等に関して検討に必要な情報について、メーカーヒアリングを予定。