

平成 29 年度水素ビジネス実現可能性調査  
(概要版)

平成 30 年 3 月

みずほ情報総研株式会社

## 1. 目的・調査概要

近年、水素ステーションをはじめとする水素ビジネスの積極的な技術開発や法規制の見直しが行われており、水素は今後有望なエネルギー産業として期待されている。静岡県では、平成 28 年度に県内の製造工場や再生可能エネルギーを活用した水素製造のポテンシャルを調査した。調査の結果、県内に将来性のある水素資源の存在が明らかになり、水素の需要としては今後普及が期待される燃料電池自動車（以後 FCV）および県内に多数存在する製造工場や倉庫で利用が期待できる燃料電池フォークリフト（以後 FCFL）の 2 つの利用技術が有望とされた。

上記をふまえて平成 29 年度は静岡県内の水素資源を活用した小型水素ステーションと FCFL の事業実現に向けた検討を実施した。本調査の主な目的は、小型水素ステーションと FCFL の事業を立ち上げる際に必要な設備や固定費・運営費を整理し、水素の輸送事業および導入事業者の経済性を評価する。また、経済性評価の結果、事業の課題点を整理し、解決策として水素技術の支援の在り方を検討する。

## 2. 県内の水素需要

### 2.1 燃料電池フォークリフト

静岡県内の FL の使用状況を確認するために倉庫事業者や大規模工場を持つ企業にアンケート調査を実施した（回答率 43%）。現在販売されている FCFL は 2016 年の秋に発表された豊田自動織機の 2.5 トンクラスのみである<sup>1</sup>。2.5 トンのフォークリフト（以後 FL）は一般的に海運事業を展開している港周辺の営業倉庫で多く利用されている。静岡県は清水港をはじめ物流業が集積している港が複数あり、一社の 2.5 トン保有台数は 30～100 台程と幅があるが、需要先としてのポテンシャルは高い。また、倉庫における FL の使い方はトラックの積み下ろしなど短時間に集中的に使用するため一日平均で 4～6 時間の稼働時間が多い。工場では繁忙期など時期によっては 24 時間に近い高稼働な時もある。また、災害時などの際の BCP（事業継続計画）として、バッテリー FL とディーゼル FL など駆動用燃料のバランスを保っている企業が複数存在した。

現在使用している FL の課題点としては、ガソリンやディーゼルを利用するエンジンは排気ガスによる荷物の汚れ、騒音、臭いおよび運転手の作業環境悪化がある。バッテリー FL は充電の時間が長い、バッテリーの耐久性、パワー不足およびメンテナンスの手間とコストがある。一方、FCFL は排気ガスゼロ、無臭である。さらに、燃料である水素の充填時間は 3 分程であり、電池のように劣化によるパワー不足は発生しない。

上記にあるように、従来の FL の課題点の解決につながる FCFL の需要があるとし、2.5 トン FL の使用台数が多いことが見込まれる清水港を FCFL の導入可能性が高い場

<sup>1</sup> 豊田自動織機プレスリリース (<https://www.toyota-shokki.co.jp/news/release/2016/07/26/001318/>)

所として後の経済性評価の想定ケースに設定した。

## 2.2 小型水素ステーション

静岡県内にはオートガススタンド、ガソリンスタンド、LPG 充填所合わせて 550 箇所以上の燃料供給設備が存在している。これら設備を運営する事業者に対しアンケート調査を実施した結果（回答率 40.9%）、2 割超の事業者より既存設備に併設する形で水素ステーション運営を条件次第では検討したいという回答が得られた。その理由として上位 3 つに挙げたのが「売り上げに貢献するかもしれないため」、「燃料電池自動車が今後普及すると考えているため」、「新規事業を検討中であり、その候補の 1 つとして考えているため」というものであった。また水素ステーション運営を検討する条件について上位 3 つに挙げたのは「採算がとれれば」、「国や県の補助があれば」、「将来的な需要が見込めれば」というものであった。アンケートと合わせて事業者に対するヒアリングを実施した際にもサービスステーションの運営は厳しさを増しつつあり、新しいビジネスへの転換が必要とされているという意見が挙げられた。以上より燃料供給設備を運営する事業者にとって、水素ステーション運営にはサービスステーション運営に代わる新規事業としての期待があることが伺え、ここに水素需要があると考えられる。ただし水素ステーションを運営するためには採算がとれることが重要な要件と考えられており、そのためには可能な限り既存資産を活用した運営プランの検討が有効と考えられる。

以上から既存の燃料供給設備に併設する形で水素ステーション運営について、追加の土地の購入をせずに水素ステーションを建設できるケースを前提として経済性評価を実施した。

## 3. 事業者の経済性

### 3.1 燃料電池フォークリフト

#### 3.1.1 ケースの設定・分析方法

FCFL の経済性を評価するに当たり、可能性のあるビジネスモデルと設備構成を整理した。事業者が FCFL を導入する際、①FCFL 用水素供給設備と②FCFL 車両の設備が必要になる。ただし、水素の輸送方法や水素のカードルによって設備構成が異なる。

①FCFL 用水素供給設備の検討：本調査では静岡県内に存在する将来性のある水素資源を利用するため、水素の製造はオフサイト式である。これをふまえて、現在の技術では以下 3 パターンが考えられる。

- (1) 定置型→基本的には小型水素ステーションと同じ
- (2) 簡易型水素充填機（定置型）→鈴木商館開発の小型な FL 用水素充填機を利用
- (3) 簡易水素充填車→岩谷産業開発の簡易水素充填車を利用

本調査では、将来的に県内で水素ビジネスの実現を目指し、その際の経済性を評価するため、上記の選択肢のうち、(2)の簡易型水素充填機はFCFL1台を満タンにできない仕様であるため、経済性評価の対象外とする。(1)と(3)は先行事例が存在し、将来的にビジネスの実現可能性があるため、経済性評価の対象とする。なお、(1)の定置型については、輸送事業者が静岡県庁から水素をカードルで輸送する設定である。カードルの圧力は様々であるが、岩谷産業によると19.6MPaが一般的であり、45MPaも製造している。このため、本調査では、各カードルを利用したケースを設定する。

想定した導入場所については営業倉庫が多い清水港周辺に存在する物流事業者にFCFLを導入することを想定した。なお、基本的には高压ガス製造保安責任者、丙種化学の資格保有者がいないとし、資格保有者を一人雇用する想定とする。

上記をふまえて、FCFLの経済性評価のため設定した事業パターンと設備構成は下図に示す。

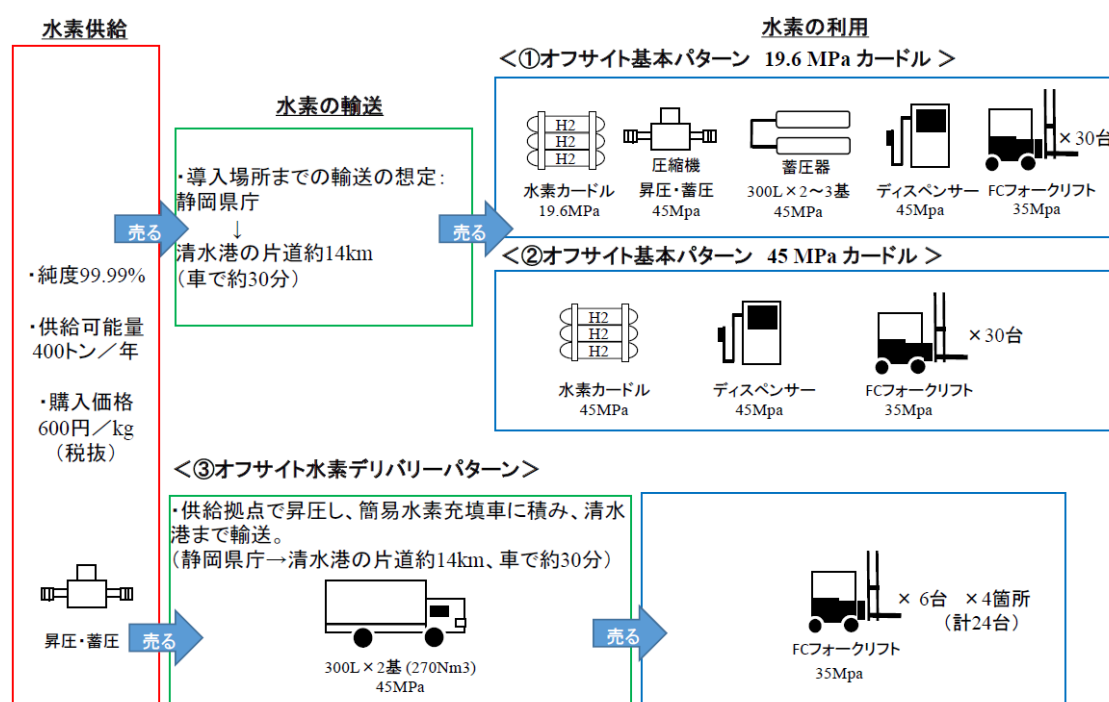


図 3-1 燃料電池フォークリフトの経済性分析ケース設定

(出典) 設備のアイコンは東芝のプレスリリースや横浜市のプレスリリースより

各事業パターンの概要、経済性評価方法は以下のとおりである。

<①オフサイト基本パターン 19.6MPa カードル>

- ・パターン概要：オフサイトで発生した副生水素を昇圧し、ユニック車で水素カードルをFCFL導入地に輸送する。水素の利用地ではカードルの水素を圧縮機で昇

押し、蓄圧器で貯蔵する。ディスペンサーをとおして差圧で FCFL に充填する。水素カードルは 19.6 MPa 50L 30 本組を 2 基使用（1 基約 27kg の水素）。なお、現地調査等より FCFL は 30 台導入する想定を置いた。

- 経済性評価方法：キャッシュフロー（収入）がないため、FCFL を 10 年運用した場合の現在価値（以後 NPV）を算出し、FCFL、ディーゼル FL、バッテリー FL との保有、運用するコストを比較する。

#### <①オフサイト基本パターン 45MPa カードル>

- 考え方はパターン①と同じだが、45 MPa の水素カードルを使用することで、FCFL の導入事業者側で昇圧、蓄圧する必要がなくなり、設備構成は水素カードル、ディスペンサーおよび FCFL 車両のみとなる。45 MPa の水素カードルコストは 19.6 MPa と比べて高くなる。なお、パターン①と同様に FCFL は 30 台導入する想定を置いた。
- 経済性評価方法：パターン①と同じである。

#### <③オフサイト水素デリバリーパターン>

- 先進事例として横浜市で導入しているトラックに水素とディスペンサーを積載している簡易水素充填車を利用する。簡易水素充填車は FCFL の導入地を回り、水素を充填する。現在開発されている簡易水素充填車 1 台で FCFL を 6 台満タンにできる。なお、水素供給地点を静岡県庁と設定し、簡易水素充填車が 1 日静岡県庁と清水港を 4 回往復すると想定し、1 日 24 台（1 往復 FCFL 6 台充填×4 回）充填する想定を置いた。
- 経済性評価方法：簡易水素充填車を利用したデリバリーパターンは「静岡県→輸送事業者→FCFL 利用事業者」における水素の売買が発生する。キャッシュフローが存在するため、簡易水素充填車を運用する輸送事業者の NPV がゼロになる水素販売価格を算出する。

### 3.1.2 経済性評価結果

FL 導入の 10 年間累積支出コストについて、購入水素価格を 600 円/kg と FCFL の月間リース代を表 3-1 で整理した現在利用できる FCFL 車両に対する国の補助金上限 500 万円/台<sup>2</sup>および愛知県と同等レベルの FCFL 車両に対する補助金<sup>3</sup>、550 万円/台を利用できたと想定した設定の結果を図 3-2 に示す。結果としてバッテリー FL 導入コストを下回る FCFL 導入ケースはないがコスト差は購入水素価格と FCFL 車両への補助金で縮まっておりバッテリー FL の運用上の課題点を考慮すると FCFL が導入される可

<sup>2</sup> 環境省「平成 29 年度再エネ等を活用した水素社会推進事業」<http://www.env.go.jp/press/104060.html>

<sup>3</sup> 愛知県「愛知県の水素・FCV に関する取組み」

<https://www.pref.aichi.jp/san-kagi/shinene/suisozone/src/fc-kaishi.html>

能性はあると考える。また、ディーゼルFL導入コストとの比較では②の設備補助50%のケースで下回るとの結果になった。

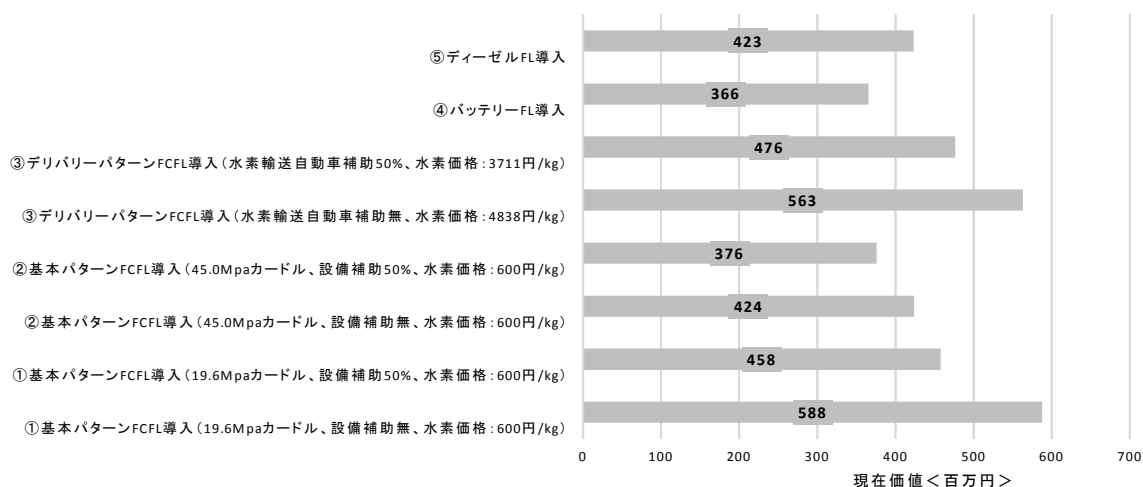


図 3-2 フォークリフト導入 10年間累積支出（コスト）の現在価値比較

表 3-1 燃料電池フォークリフト事業で利用可能な補助金

		FCFL車両
環境省	対象	<ul style="list-style-type: none"> <li>継続的にFCFLを利用可能な事業者(見込みも含む)</li> </ul>
	内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>補助率: 一般的なエンジン車とFCFLの差額に対して1/2</li> <li>補助上限額: 300万円/台</li> <li>※エンジン車は300~400万円であり、FCFLは1,400万円であるため、差額の半分の500万円が補助の上限である。</li> </ul>
愛知県	対象	<ul style="list-style-type: none"> <li>環境省の補助金の交付申請を行った車両</li> <li>愛知県内で設置・使用する車両</li> <li>補助対象はFCFLと一般的なエンジン車の価格の差額</li> </ul>
	内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>FCFLを取得する中小企業: エンジン式との差額の1/2 (上限500万円)</li> <li>FCFLを取得する大企業: エンジン式との差額の1/4 (上限250万円)</li> <li>※補助会を使用することで、中小企業は環境省の補助金500万円+愛知県の補助金500万円の合計1,000万円が補助され、エンジン式のFL並みのリース料金でFCFLを導入できる。</li> </ul>

デリバリー水素輸送・供給事業における、水素輸送自動車の設備補助金有・無別のNPVがゼロとなる販売水素価格の分析から、現状の設備コストでは現在水素ステーションで販売されている価格より高い結果となった。

## 3.2 小型水素ステーション

### 3.2.1 ケースの設定・分析方法

水素ステーションの経済性評価を実施するにあたり、水素ステーションの種別を決定した。水素ステーションには水素をステーション内で製造するオンサイト方式と、外部から水素を仕入れるオフサイト方式がある。本調査では静岡県内に存在する将来性のある水素資源を利用するため、オフサイト方式となる。また水素ステーションの水素供給能力については、小型の100Nm<sup>3</sup>/hを前提とし、経済性評価を実施した。評価

は大きく費用の評価及び収入の評価に分類した。費用の評価にあたってはステーション建設費用及び運営費用を計上し、収入の評価にあたっては水素の仕入れと販売の差益と水素ステーションの稼働率から算出した。

### 3.2.2 経済性評価結果

水素ステーション事業に要する費用は水素ステーションの建設費用、運営費用である。さらに運営費用は大きく電力代等の変動費、人件費、修繕費、保険料、固定資産税、一般管理費等の固定費に分類される。

まず建設費については 300Nm<sup>3</sup> の水素供給能力を持つステーションの建設費<sup>4</sup>をもとに、0.7 乗則を用いて概算した。概算結果を表 3-2 に示す。

表 3-2 水素ステーションの建設費

水素ステーション整備コスト								
方式	機器コスト					エンジニアリング費用		計 (億円)
	圧縮機	蓄圧器	プレクーラー	ディスペンサー	その他機器	機器工事費	土木工事費	
パッケージなし	0.56	0.14	0.19	0.32	0.28	0.4	0.6	2.5

次に運営費についての文献値<sup>5</sup>を表 3-3 に示す。

表 3-3 水素ステーションの運営費

変動費	電力	単価 13	円/kWh	年間数量 226,759	kWh	年間経費(円) 2,947,871	
	上水	330	円/t	2,742	t	904,992	
	廃水	220	円/t	1,371	t	301,664	
	その他	該当なし					
	小計					2,947,871	
固定費	人件費	7,000	千円/人・年	1	人	7,000,000	
	資本費						
	減価償却費	8	年	建設費 120,000	千円	16,500,000	
	修繕費	3	%	建設費 250,000	千円	7,860,000	
	保険料	0.5	%	簿価(55%) 137,500	千円	720,500	
	固定資産税	1.4	%	簿価(55%) 137,500	千円	2,017,400	
	諸経費	該当なし					
	一般管理費	20	%	人件費		1,400,000	
	土地代	0	円/m <sup>2</sup> ・年	100	m <sup>2</sup>	0	
	小計					18,517,400	
年間経費合計							18,517,400

建設費及び運営費には国等からの補助金が存在している。建設費に対しては一般社団法人次世代自動車振興センター（以後 NeV）より、100Nm<sup>3</sup>/h、建設費 2.5 億円のステーションに対して 1.3 億円の補助金<sup>6</sup>が得られる。ここでは、設備費にカード取得費

4 「水素燃料電池ロードマップ」 <http://www.meti.go.jp/press/2014/06/20140624004/20140624004-2.pdf>

5 「燃料電池システム等実証研究（第 2 期 JHFC プロジェクト）報告書」 [http://www.jari.or.jp/Portals/0/jhfc/data/report/pdf/tuuki\\_phase2\\_01.pdf](http://www.jari.or.jp/Portals/0/jhfc/data/report/pdf/tuuki_phase2_01.pdf)

6 [http://www.cev-pc.or.jp/hojo/suiso\\_outline\\_h29.html](http://www.cev-pc.or.jp/hojo/suiso_outline_h29.html)

用（補助金対象外）また運営費に関しては NeV、及び一般社団法人水素供給利用技術協会（以後 HySUT）より、最大で 3,300 万円の補助金<sup>7, 8</sup>が得られる。表 3-3 に示した青字が補助金によって賄うことができる項目である。これにより建設費用の減価償却費及びそれに係る固定資産税について以外の項目については補填することができる。以上より、水素ステーションの運営に必要な年間経費の平均値は約 1,800 万円となる。

次に水素ステーションが得られる収入に関して、以下のような分析を行った。本調査において輸送業者が水素を購入する価格を 600 円/kg と設定している。一方で水素販売価格は静岡市内における販売価格である 1,300 円/kg と仮定した。この 600 円/kg から 1,300 円/kg の差益 700 円/kg を輸送事業者と水素ステーション事業者が収入として分け合う形になる。そこで水素ステーション事業者が得られる収入を、500 円/kg、600 円/kg の 2 パターン検討した。また水素ステーションの収入は水素ステーションの稼働率に依存するため、分析は稼働率ごとに実施した。検討結果を表 3-4 に示す。その結果 500 円/kg の水素販売差益を得る場合（表中で(B)-1 パターンに対応）には 100%稼働でも黒字化せず、600 円/kg の水素販売差益を得る場合（表中で(B)-2 パターンに対応）には 90%稼働が、単年度の黒字化のために必要であることがわかった。

表 3-4 水素ステーションの経済性評価

稼働率	(B)-1	(B)-2	(B)-1 - (C) ST運営必要経費	(B)-2 - (C) ST運営必要経費
	500円でST側が賄える整備・運営費/年	600円でST側が賄える整備・運営費/年		
10%	¥1,848,214	¥2,217,857	¥-16,669,186	¥-16,299,543
20%	¥3,696,429	¥4,435,714	¥-14,820,971	¥-14,081,686
30%	¥5,544,643	¥6,653,571	¥-12,972,757	¥-11,863,829
40%	¥7,392,857	¥8,871,429	¥-11,124,543	¥-9,645,971
50%	¥9,241,071	¥11,089,286	¥-9,276,329	¥-7,428,114
60%	¥11,089,286	¥13,307,143	¥-7,428,114	¥-5,210,257
70%	¥12,937,500	¥15,525,000	¥-5,579,900	¥-2,992,400
80%	¥14,785,714	¥17,742,857	¥-3,731,686	¥-774,543
90%	¥16,633,929	¥19,960,714	¥-1,883,471	¥1,443,314
100%	¥18,482,143	¥22,178,571	¥-35,257	¥3,661,171

※ここで(C)はステーション運営に必要な平均年間経費 18,517,400 円

#### 4. 輸送事業における経済性

水素輸送体制のパターン・輸送コストは以下のとおりに大別される。カードルを用いて、水素を輸送する場合、水素ステーションにはカードル庫が必要となり、カードルは、ステーション事業者が所有することとなる。水素供給価格は、水素仕入れ価格+輸送事業者の輸送コスト（人件費+輸送設備費（トラック、もしくはユニック車））で

<sup>7</sup> [http://www.cev-pc.or.jp/hojo/suiso\\_outline\\_juyo\\_h29.html](http://www.cev-pc.or.jp/hojo/suiso_outline_juyo_h29.html)

<sup>8</sup> <http://hysut.or.jp/publicoffer/js1.pdf>



計算することが出来る。

表 4-1 水素輸送体制のパターン

	資格保有者 人件費	トラック 取得費用	カードル 取得費用	水素の 仕入れ価格
1				水素輸送事業者 が購入
2			水素ST事業者が 購入	水素輸送事業者 が購入
3	水素ST事業者が 購入	水素ST事業者が 雇用	水素ST事業者が 購入	水素輸送事業者 が購入

表 4-1 に示す費用はそれぞれ、資格保有者の人件費を 500 万円、トラック取得費用を 4 トン～8 トンユニットで 900 万円～1,600 万円、カードル取得費用は 300 万円と仮定した。以下の経済性評価では 4 トンユニットを想定し取得費用を 900 万円と仮定し、ここでは輸送にかかる燃料費を年間 100 万円と仮定した。また水素仕入れ価格は本調査においては 600 円/kg としている。

水素輸送事業の経済性を評価した結果を表 4-2 に示す。水素ステーション事業者への水素卸売価格を 700 円/kg、800 円/kg とした 2 パターンを検討した。水素ステーションの稼働率を変数とし、水素輸送事業者が得られる収入及び、収支を算出した。水素輸送業者が水素卸売価格を 700 円とした場合、ステーション稼働率が 100% になっても事業が黒字化しない。また水素卸売価格を 800 円とした場合、輸送事業者はステーション稼働率が 90% のときにはじめて黒字化する。

表 4-2 水素輸送事業の経済性評価

稼働率	(A)-2	(A)-1	(A)-2 一輸送経費	(A)-1 一輸送経費
	販売差益100円(700円 -600円)の時の売上/年	販売差益200円(800円 -600円)の時の売上/年		
10%	¥369,643	¥739,286	¥-6,030,357	¥-5,660,714
20%	¥739,286	¥1,478,571	¥-5,660,714	¥-4,921,429
30%	¥1,108,929	¥2,217,857	¥-5,291,071	¥-4,182,143
40%	¥1,478,571	¥2,957,143	¥-4,921,429	¥-3,442,857
50%	¥1,848,214	¥3,696,429	¥-4,551,786	¥-2,703,571
60%	¥2,217,857	¥4,435,714	¥-4,182,143	¥-1,964,286
70%	¥2,587,500	¥5,175,000	¥-3,812,500	¥-1,225,000
80%	¥2,957,143	¥5,914,286	¥-3,442,857	¥-485,714
90%	¥3,326,786	¥6,653,571	¥-3,073,214	¥253,571
100%	¥3,696,429	¥7,392,857	¥-2,703,571	¥992,857

※ここで(C)は水素輸送事業に必要な年間経費 6,500,000 円

## 5. 事業化に向けた課題と解決策の検討

### 5.1 燃料電池フォークリフト

現状の課題点及びその解決策について表 5-1 にまとめた。FCFL の最大の課題点は①

車両が従来の車両と比べて2.5倍程高いこと、②燃料の水素価格が高いこと、③充填設備の各機器が高いことであり、初期コストも運用コストも10年運用した場合の累積コストがバッテリーやディーゼルFLと比べて2倍以上高い。採算性分析の結果、FCFLのコスト構造のうち、水素の価格より、設備コストおよび車両コストがネックになっていることが明らかになった。FCFLはFCVと比べて水素消費量が少ないため、水素コストは全体のコストからみると占める割合が少ない。簡易水素充填車を利用した場合、事業者はFCFLのみを保有することになるが、その場合においてもFCFLの車両の価格差を補助金で支援する必要がある。

なお、コスト以外で考えられるFCFLの課題点であるFCFLに関するカスタマイズの制限、2.5トンのクラスサイズの制限は車両メーカーの技術開発によって解決できる。また、水素には工場等で扱う際に危険なイメージを持っている企業が複数存在したが、普及と共に情報を得ることで社会受容性が高まると考えられる。また、現在は小型水素ステーションと基本的に法令が同じであるが、水素ステーションにおける様々な規制は見直されており、今後離隔距離等の変更で供給設備の設置場所の課題が解決される可能性がある。

表 5-1 燃料電池フォークリフトの課題と解決策の整理

	現状の課題点	課題の解決策
車両	コストが高い カスタマイズの制限 クラスサイズが限定される(2.5トン)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 愛知県と同じ程度の補助金</li> <li>▶ (国の補助と合計して従来のFLと同等レベルの価格で車両を購入できるようにする)</li> </ul>
燃料	コストが高い 危険なイメージ	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 輸送事業者は県が雇用し、水素を600円/kg程度で提供する</li> </ul>
充填設備	設備コストが高い 水素ステーションと同じ法令 設置スペースの制限 簡易水素充填車の能力制限と高コスト	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 充填設備コストの50%程度を補助</li> </ul>

## 5.2 小型水素ステーション

採算性の問題を直接左右する2つの要因は、費用と売上であり、ステーション事業にかかる費用の低減、FCVの普及が求められる。また、そもそも事業の実施には必要面積分の敷地、有資格者の確保が必要条件であり、この条件をクリアする事業者を増やすことも参入事業者を増加させる効果があると考えられる。現状の課題点及びその解決策について表5-2にまとめた。特に県において実施可能な課題解決策としては以下のものが考えられる。水素ステーション事業者の増加のための採算性がとれるような市場整備、例えば十分なFCVが普及するまでの間、輸送事業者とステーション事業者が利益と損失をシェアして水素事業全体の採算性を高めるインセンティブを与えるため、全事業者の利益や損失の再分配機能を提供する。あるいは各事業者が市場開拓初期に負担する損失を補助金によって一定程度補填する。FCVの普及を目指した、FCVの優遇税制整備や、購入補助金の導入等が考えられる。また長期の施策として国と

もに、静岡県として必要な規制緩和に積極的に取り組むことも重要と考えられる。

表 5-2 小型水素ステーションの課題と解決策の整理

	現状の課題点	課題の解決策
水素ST事業者の増加	建設費・運営費を低減させる	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 技術進展による水素ステーションに必要機器のコストダウン</li> <li>➢ 標準化による小型パッケージのコストダウン</li> <li>➢ 採算性が取れるような市場の整備</li> <li>➢ 補助金によって市場開拓初期の負担を軽減する</li> </ul>
	建設に必要な敷地面積が十分に確保できない場合でも事業を開始できるようにする	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 規制緩和による必要面積の縮小</li> </ul>
	運営のために必要な資格保有者・高圧水素の製造経験者を増加させる	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 1年間の研修プログラムの実施等による高圧水素製造経験者の育成</li> </ul>
FCVの普及	FCVの普及	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ FCVを保有するインセンティブの整備 <ul style="list-style-type: none"> <li>・有料道路の料金体系におけるFCV優遇</li> <li>・FCV保有に係る減税</li> </ul> </li> <li>➢ FCV購入費用の低減 <ul style="list-style-type: none"> <li>・技術革新</li> <li>・補助金の投入</li> </ul> </li> </ul>

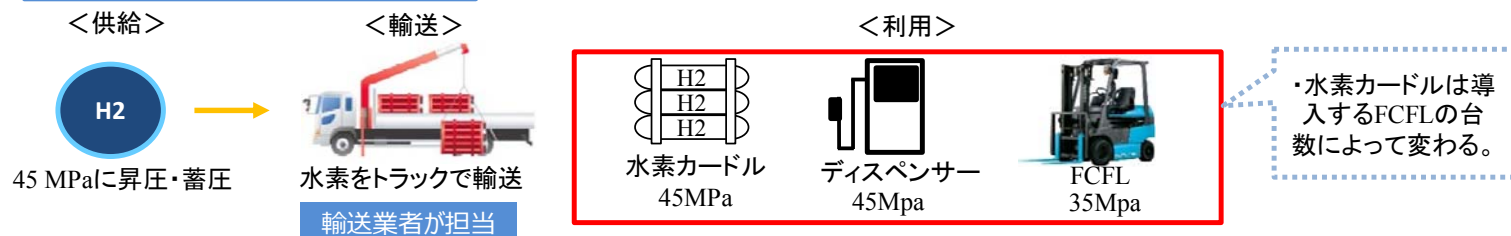
## 6. 実現可能性が高いモデルプラン

調査結果を踏まえ、実現可能性が高いモデルプランを提示する。なお本モデルプランは調査の結果想定した一例である。

以降に、燃料電池フォークリフト、小型水素ステーション、水素輸送事業のモデルプランをそれぞれ示す。

## 6.1 燃料電池フォークリフト モデルプラン

### ① 水素の流れと設備構成 燃料電池フォークリフト(FCFL)を導入する場合、事業者は赤枠内の設備保有を想定する。



### ② 豊田自動織機販売のFCFLの主な特徴 運用時のメリット

＜FCFL車両仕様＞			＜その他特徴＞	
	負荷	無負荷		
車速	14 km/h	16 km/h	<ul style="list-style-type: none"> <li>稼働時間：8時間 (8時間稼働で約1kgの水素を消費)</li> <li>充填時間：約3分</li> <li>8時間稼働で約7Lの水が出る (※車体に水が貯まるタンクがあり、走行中等に流れることはない。充填時に水を抜く運用となる。)</li> <li>稼働時／保管時はゼロ℃以上であることが必要。</li> <li>車両への塩害がない。</li> </ul>	
荷役速度	440 mm/s	550 mm/s		
定格荷重	2,500 kg			

(※現在は2.5トンのみ)

- 作業効率向上: 充填時間約3分、連続稼働が可能となる
- パワー向上: バッテリー車の電池劣化や低温環境による電圧低下によるパワー不足が発生しない
- 倉庫保管効率向上: バッテリー車の重複保有や予備バッテリーが不要になる
- 環境価値: 運転中のCO2やその他大気汚染物質の排出ゼロ
- 作業環境改善: 排ガスゼロ、騒音、振動の低減
- その他: 5年間の保証付きリース、日時点検以外メンテナンスフリー

### ③ 導入時の必要事項

- 設置スペース:
  - 一般的には小型水素ステーションと同等の設備設置になり、7～8m×7～8mの設置スペースが必要となる。しかし、本モデルプランでは45 MPaの水素カードを使用するため圧縮機、蓄圧器が不用となるため、上記以下のスペースとなることが想定される。
- 運用時: 高圧ガスの資格保有者が1名FCFL導入事業所内に配置する必要がある。

(出典) 豊田自動織機2016年7月26日プレスリリース、旧JXTGエネルギー2010年12月7日プレスリリース

④

## コスト整理

## &lt;初期費用・運営費用の整理&gt;

	項目	設定
初期費用	建設費	7,600万円
	設備費	1,500万円
	水素カードル	750万円/基
	FCFLカスタマイズ代	30万円/台
運営費 (固定費)	人件費 (保安責任者一人分)	500万円/年
	設備メンテナンス費	500万円/年
	FCFL車両保険	8,000円/年
	FCFL自賠責	11,400円/2年
	固定資産税	1.4%
	一般管理費	20%
	FCFLリース代	191,000円/月/台
	FCFLメンテナンス費	4万円/月
	FCFL年次点検	6万円/年/台
	運営費 (変動費)	ステーション電気代
燃料価格(水素)		1,300円/kg-H2

■補助金の前提: ※本分析では導入したFCFL全てに車両補助が付くと仮定した。

・国による補助: 500万円/台

・県による補助:

①購入水素価格への補助: 水素 600円/kg

②設備補助50%

③FCFL車両補助 550万円/台

⑤

## 10年間運用時の累積支出分析

■設備・車両の運用における前提:

・導入事業者1箇所を想定し、FCFL 30台を10年間運用することを想定。10年間同じ車両を使用する。

・メンテナンス費はリース期間中は保証付きのため基本的にはなし。

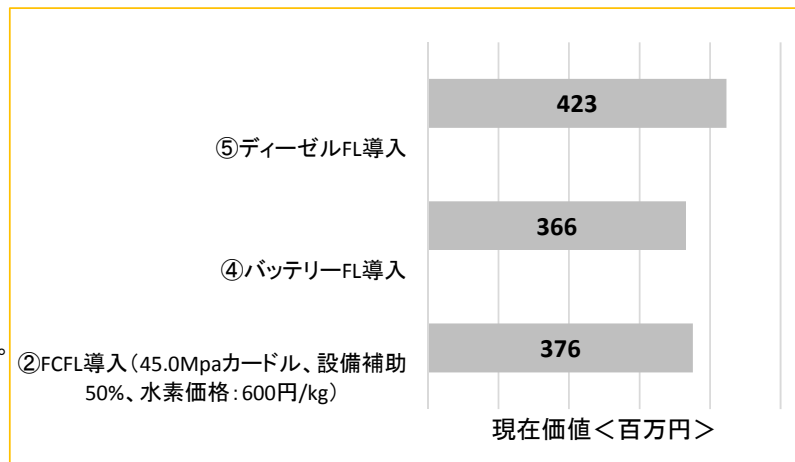
・水素1kgで7時間連続稼働

・導入事業者の1日の稼働時間を7時間と想定。1ヶ月の営業日数は22日(年間264日)とした。

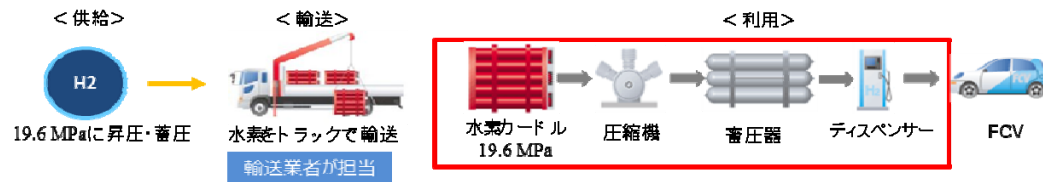
・バックアップとして水素を持つことを想定し、FCFL 30台導入の場合はカードル2基保有することを想定。



## &lt;フォークリフト導入 10年間累積支出(コスト)の現在価値の比較&gt;



## 6.2 小型水素ステーション モデルプラン



### 【必要な条件・設定】

- ・供給能力100Nm<sup>3</sup>/h
- ・水素販売価格は1,300円/kg
- ・水素卸価格 700円/kg
- ・建設補助金あり（国1.3億円+県0.5億円）
- ・運営補助金あり（国3300万円）
- ・営業時間 12時間/日 30日/月 11.5ヶ月/年
- ・平均営業日数 30日/月、11.5ヶ月/年

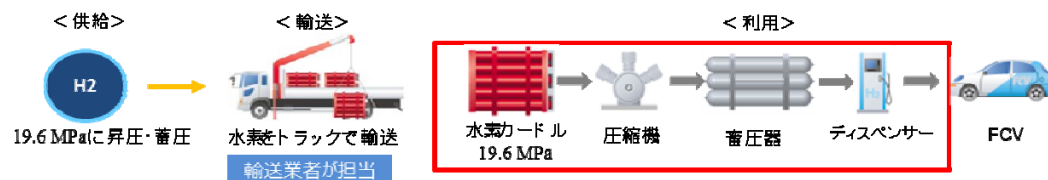
### コスト設定

項目	金額設定	備考
整備費（水素ST建設費+カードル4基分）	2.62億円	・ 建設費はあくまで参考値
運営費（固定費）	0.12億円	・ 減価償却費 + 固定資産税
運営費（変動費）	最大 0.2億円	・ 電気代 + 水道代 + 人件費
運営費（水素取得費）	水素販売量（稼働率）に応じて変動	・ 水素卸価格（700円/kg）× 水素販売量（kg）

### 経済性評価

	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目
稼働率(%)	40	60	60	90	100	100	100	100	100	100
水素売上	¥19,221,429	¥28,832,143	¥28,832,143	¥43,248,214	¥48,053,571	¥48,053,571	¥48,053,571	¥48,053,571	¥48,053,571	¥48,053,571
運営費	¥22,617,400	¥27,792,400	¥27,792,400	¥35,554,900	¥38,142,400	¥38,142,400	¥38,142,400	¥38,142,400	¥38,142,400	¥38,142,400
単年度収支	¥-3,395,971	¥1,039,743	¥1,039,743	¥7,693,314	¥9,911,171	¥9,911,171	¥9,911,171	¥9,911,171	¥9,911,171	¥9,911,171
累積収支	¥-3,395,971	¥-2,356,229	¥-1,316,486	¥6,376,829	¥16,288,000	¥26,199,171	¥36,110,343	¥46,021,514	¥55,932,686	¥65,843,857

※ 稼働率の予測には、静岡県2020年でFCV1500台が普及しているケースを前提とした。また全てのFCVが満充填するわけではないこと、ステーションに2台程度の連続充填能力が備わっていること、充填タイミングの予約制採用等の前提を考慮し、100%の高稼働率を設定した。 ※※ 単年度収支 = 水素売上 - 運営費 + 運営補助金



- 【必要な条件・設定】**
- ・供給能力100Nm<sup>3</sup>/h
  - ・水素販売価格は1,300円/kg
  - ・水素卸価格 700円/kg
  - ・建設補助金あり（国1.3億円+県0.5億円）
  - ・運営補助金あり（国3300万円）
  - ・営業時間 12時間/日 30日/月 11.5ヶ月/年
  - ・平均営業日数 30日/月、11.5ヶ月/年

**コスト設定**

項目	金額設定	備考
整備費（水素ST建設費+カードル4基分）	2.62億円	・ 建設費はあくまで参考値
運営費（固定費）	0.12 億円	・ 減価償却費 + 固定資産税
運営費（変動費）	最大 0.2 億円	・ 電気代 + 水道代 + 人件費
運営費（水素取得費）	水素販売量（稼働率）に応じて変動	・ 水素卸価格（700円/kg）× 水素販売量（kg）

**経済性評価**

	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目
稼働率(%)	40	60	60	90	100	100	100	100	100	100
水素売上	¥19,221,429	¥28,832,143	¥28,832,143	¥43,248,214	¥48,053,571	¥48,053,571	¥48,053,571	¥48,053,571	¥48,053,571	¥48,053,571
運営費	¥22,617,400	¥27,792,400	¥27,792,400	¥35,554,900	¥38,142,400	¥38,142,400	¥38,142,400	¥38,142,400	¥38,142,400	¥38,142,400
単年度収支	¥-3,395,971	¥1,039,743	¥1,039,743	¥7,693,314	¥9,911,171	¥9,911,171	¥9,911,171	¥9,911,171	¥9,911,171	¥9,911,171
累積収支	¥-3,395,971	¥-2,356,229	¥-1,316,486	¥6,376,829	¥16,288,000	¥26,199,171	¥36,110,343	¥46,021,514	¥55,932,686	¥65,843,857

※ 稼働率の予測には、静岡県 2020年で FCV 1500 台が普及しているケースを前提とした。また全てのFCVが満充填するわけではないこと、ステーションに2台程度の連続充填能力が備わっていること、充填タイミングの予約制採用等の前提を考慮し、100%の高稼働率を設定した。 ※※ 単年度収支 = 水素売上 - 運営費 + 運営補助金



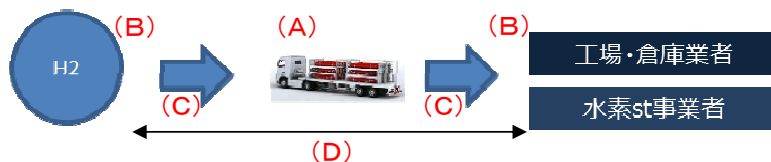
### 6.3 水素輸送事業 モデルプラン

① **水素の流れと設備構成** 水素輸送事業をおこなう場合、事業者は赤枠内の設備保有を想定する。



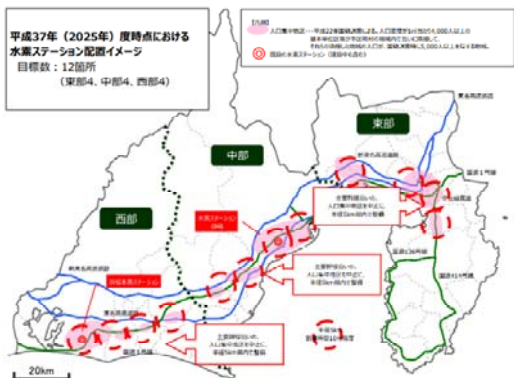
- ステーション事業者が保有する設備はトラックのみである。(カードルはFCFL保有工場や倉庫業者、水素St事業者が保有)
- 事業に係る費用は、トラック取得費、トラックの燃料費、人件費及び水素の仕入費用である。
- 収入は水素の売上のみである。

② **輸送距離と輸送可能回数** 営業時間内に水素を配達できる回数は、水素仕入先(県庁を想定)と水素配達先との距離によって変わる。



件名	数値[単位]
(A) 1回水素輸送可能量 (27kgカードルを2基積載可能)	54 [kg]
(B) 荷揚・荷卸に要する時間	1 [h]
(C) 輸送時平均時速	30 [km/h]
(D) 1往復輸送可能距離(片道) (2往復、3往復/日の場合の輸送可能距離)	105 [km] (45[km]、25[km])

③ **輸送先の想定** 実際の輸送先を想定することによって、実際の輸送可能回数を見積もることができる。



出典: 静岡県「水素ステーション整備方針」

- 輸送先となる水素ステーション事業者として、県が2025年の設置を目標として掲げる12箇所の水素ステーションを想定した。ステーションの開設順番を仮定したステーション番号、県庁からの想定距離、距離に応じて設定した1日の水素輸送可能回数を示す。
- なお、ステーション1番及び2番は既に開所済として輸送事業の採算性分析を実施した。

ステーション番号	2	9	5	8	4	11	1	12	6	7	3	10
県庁からの距離[km]	80	70	60	45	25	20	5	10	25	45	60	70
1日の輸送可能回数	1	1	1	2	3	3	3	3	3	2	1	1

- 輸送先となるFCFL保有の工場・倉庫業者の所在地として清水港を想定した。清水港までの県庁からの距離を14kmと仮定すると、1日の水素輸送可能回数は3回となる。

④ 需要量・輸送先数と設備規模 水素需要量及び輸送先の数によって必要な設備規模が異なる。

- 水素需要量が少ない場合には複数の輸送先へ1台のトラックが対応できるが、需要が増えてくると1台のトラックが1つの輸送先のみを担当する場合も出てくる。そのため需要量及び輸送先の数によって輸送するために必要なトラックの数が変わってくる。
- 水素ステーションについて、輸送先数(つまりステーションの基数)及び水素需要量(つまり稼働率)に応じた必要トラック数を積算したものを右表に示した。右表のステーション基数は前項で示したステーション番号と対応している。例えば右表のステーション基数が3のとき、開所しているステーションはステーション番号1～3のステーションであることを想定している。

ステーション基数及びステーション稼働率に応じた必要トラック数 (フォークリフト用水素輸送を含む)

2020年		稼働率 [%]									
FCFL 15台		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ステーション 基数	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3
	2	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	3	1	2	2	2	3	3	4	4	5	5
	4	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6
	5	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7
	6	1	2	3	4	4	5	6	6	7	8
	7	2	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	8	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12
	9	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12
	10	2	3	4	6	7	8	9	11	12	13
	11	2	3	5	6	7	9	10	11	12	14
	12	2	4	5	7	8	10	11	13	14	16

- FCFL保有業者については、1つの施設が、普及目標に従った台数のFCFLを保有し、FCFLは1日7時間、月22日、年間12ヶ月稼働することを前提として水素需要量を算出した。
- その結果1日の水素使用量はFCFL1台につき1kgとなり、1日ののべ輸送必要回数は2027年に最大4回未満となる。
- FCFLは水素ステーション事業とは関係なく、常に購入直後からフル稼働することを前提とした。
- 右表には、このFCFL用に必要となる輸送分を前提として計上している。

⑤ ステーション基数と稼働率の想定 普及目標を前提とし、水素ステーション基数及び稼働率、及びそれによって密日かれる施設規模を、以下のよう算出した。

- FCV普及目標、及びステーションの設置目標を合わせて検討することで各ステーションの稼働率を想定することができる。さらに既に2基の独立したステーションが存在することを前提とし、新設するステーションの基数、稼働率及びフォークリフト普及目標台数を合わせて検討することで輸送事業に必要なトラック数を、④項で示した表のように算出することができる。

年	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
FCV普及目標 [台]	527	1013	1500	2700	3900	5100	6300	7500	12000	16500
新設水素ステーション基数[基]	1	2	4	5	6	7	8	10	10	10
稼働率 [%]	40	60	60	90	100	100	100	100	100	100
FCFL普及目標[台]	5	10	15	44	73	102	131	159	188	217
必要トラック数[台]	1	2	4	6	8	10	13	14	14	14

(注) 本試算は全ての水素ステーションを100Nm<sup>3</sup>/hの供給能力と設定したため計算上の稼働率が100%を超えるが、採算性計算上は100%とした。また実際の稼働率は建設する水素ステーションの供給能力に応じて変化する。



**【必要な条件・設定】**

- ・水素stは2025年度に2018年度以降の新設が10基、FCVは7,500台、稼働率は100%→輸送事業者による水素輸送量370t/年
- ・FCFL台数は普及目標に従った台数とした→輸送事業者による水素輸送量2027年度約57t/年
- ・県では、設備補助としてトラック1台につき400万円の、人件費に150万円の補助を、燃料費に対しては、運営補助として最大200万円/台程度の補助を実施する。

**コスト設定**

項目	金額設定 (カッコ内の値は補助金導入前の設定金額)	備考
トラック購入費	¥5,000,000 (¥9,000,000) 減価償却費50万円/年	・ 購入時に 400 万円の設備補助導入 (4tユニット車)
人件費	¥3,500,000 (¥5,000,000)	・ 年間 150 万円の運営補助 ・ 水素ステーションの普及に伴い輸送に必要な人員も増加する。
変動費	¥0 (最大200万円程度/台)	・ 最大燃料費代/台 (最大1日陸送距離 200 km程度、対応する往復回数 30 回/月、燃料費 120円/L、燃費 4km/L を仮定し、算出。ただしステーション稼働率によって変動)
年間輸送コスト計	¥4,000,000	・ トラック1台分の輸送コスト ・ 水素ステーションの普及に伴い輸送に必要なトラック数が増加する。

**経済性評価**

	1年目 2018年度	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目 2027年度
水素売上	¥12,066,000	¥34,482,000	¥67,248,000	¥131,538,300	¥180,303,600	¥216,131,400	¥251,959,200	¥313,318,800	¥323,271,600	¥333,224,400
運営費	¥13,663,429	¥36,198,286	¥71,604,571	¥130,773,171	¥176,634,629	¥211,406,800	¥250,178,971	¥302,971,314	¥307,564,914	¥312,158,514
単年度収支	¥-1,597,429	¥-1,716,286	¥-4,356,571	¥765,129	¥3,668,971	¥4,724,600	¥1,780,229	¥10,347,486	¥15,706,686	¥21,065,886
累積収支	¥-1,597,429	¥-3,313,714	¥-7,670,286	¥-6,905,157	¥-3,236,186	¥1,488,414	¥3,268,643	¥13,616,129	¥29,322,814	¥50,388,700