



# ㄣ BoP製品インキュベーションと社会起業家支援 プロジェクト

*セクターレポート(水、照明、調理ストーブ)*

2013年3月

# 要点 (1/3)

## 概要

- BoP (Base of the Pyramid)層と呼ばれる世界の所得ピラミッドの底辺に属する人々は、4,500億米ドルを超える額を、クリーンな水サービスとエネルギーに費やしている。この数字は企業に対し、社会的および経済的「包括的ビジネス (inclusive business)」の重要な機会を示唆している。本BoP技術選定プロジェクトは BoP層が直面する問題に対し、拡張性あるソリューションを提供するクリーンな水とエネルギー分野の有望な技術の特定を試みるものである。本プロジェクトを通し、日本企業にとって興味深い機会をもたらすと考えられる有望な技術を特定するため、安全な水、電気照明、調理の3セクターにおいて詳細にわたる検証を行った。

## 安全な水

- 安全な飲料水へのアクセスの不足は、今なお地球規模の問題である。現在、7億8,000万人の人々が安全ではない水を摂取し、健康上および経済上の深刻な被害を受けている。農村人口の移動が水需要の特性を変化させ、水不足の進展がより深い地下水位への依存と新たな種類の汚染（例：フッ化物）をもたらし、人々の活動が新たな種類の公害（例：肥料や農薬によるもの）を生み出すという、非常に速い勢いで展開されていくこの問題特有の性質により事態はさらに複雑化している。
- 煮沸や砂ろ過、セラミックろ過、塩素消毒などの伝統的な水処理技術は、紫外線(UV)、逆浸透(RO)、限外ろ過膜(UF)、ナノフィルター(NF)を含む幅広い一連の選択肢により補完されてきた。遠隔でのシステムの監視や革新的な決済ソリューションなどを実現する技術のイノベーションもまた、より効率的な供給モデルの機会創造につながる。
- 浄水技術の妥当性は、その地域の水汚染の性質と技術の適用範囲に依存するが、幅広く適用可能な逆浸透膜を用いた水処理が、比較的高いコストにもかかわらず、BoPコミュニティのシステム間で急速な普及を遂げている。家庭レベルでは、標準的技術はまだ定まっておらず、コストの嵩む技術と安価な技術が共存している（例：塩素処理、セラミックろ過）。
- コミュニティレベルの既存プレイヤーに関する考察からは、経済的に成り立つ技術と運用上の成功への細心の注意が肝要であることが浮き彫りとなった。家庭レベルのプレイヤーに関する考察では、安価な初期投資費用と資金調達の選択肢、その地域の事情にいかに関与し適応できるか、そして啓蒙活動への注目の重要性が強調されている。

## 要点 (2/3)

### クリーンな電気照明

- 南アジアおよびサハラ以南アフリカ地域における電化水準の低さを背景として、電気照明の必要性は極めて高いものとなっている。人口の増加が送電範囲の拡大を上回っていることから、電気照明への需要は今後も急速に拡大を続けると見られる。現在14億人以上が送電線へのアクセスを持たず、そのうちの大半が、照明の必要性から、環境上、経済的、社会的に有害な技術への依存を余儀なくされている。約2億6,000万世帯が、灯油ランプなど安全性に欠け非効率的な照明技術に依存している。
- オフグリッド発電と効率的な照明の選択肢の組み合わせや、持ち運び可能なソーラーランタン(solar portable lantern : SPL)のようにエネルギーと照明を統合したソリューションなど、BoP層のニーズを満たす幅広い一連のオフグリッド・ソリューションが姿を現わしつつある。使用分だけを支払う「Pay-as-you-go」システムなど、実現技術のイノベーションもまた、より効率的な供給モデルの機会創造につながる。
- オフグリッド発電技術の中では、再生可能エネルギーを利用したソリューションが、従来型のソリューションに比べ初期投資が嵩むものの、運用面ではより経済的である。なお再生可能エネルギーを利用した発電技術の中では、太陽光、バイオマス、そしてバイオガスを利用したシステムが、途上国で最も広範に適用可能である。照明ソリューションの中では、LEDが最も効果的かつ経済的オプションと思われる。統合的ソリューションの中では、長期的な観点からソーラーランタンが最も経済的であり、触媒の働きも持つ（同ランプは、他の装置の充電にも利用可能である）。
- 既存プレイヤーを対象とした考察では、実現技術の重要性と、統合的ソリューションを提供する必要性が強調されており、同時に日本企業が既存プレイヤーとともにこれらの市場への参入を探ることの価値をはっきりと示している。

## 要点 (3/3)

### クリーンな調理ストーブ

- 固形燃料を用いた非効率的な調理が、家庭、経済、そしてグローバル環境に与える累積的な負の影響は大きく、かつ分野横断的である。現在、31億人の人々が、調理のための主要熱源として、薪、バイオマス、木炭そして石炭に依存している。固形燃料を利用するこれらの人々の大半は、安全性に欠け非効率的な伝統的な調理ストーブに選択の余地なく依存している。
- 従来的な固形燃料を用いた調理習慣に対する可能性ある改善策は大まかに、改善されたストーブ技術と、改善された燃料使用という2つのカテゴリーに分類することができる。改善された固形燃料を利用した調理技術、もしくはより効果的かつ現代的な加工燃料または再生可能燃料の活用を通して達成される改善された幅広い一連の調理技術が登場しつつあり、健康、環境、社会的影響に関して著しい変化をもたらしている。
- 中・高度に改善された調理ストーブは価格の手頃なソリューションであり、利用者に大きな利益をもたらし、魅力的なソリューションを提供している。
- 家庭用システムを対象とした既存プレイヤーに関する考察は、調理ストーブの初期費用が手頃であることと資金調達の選択肢、ユーザー中心の製品開発、そして潜在的利用者の意識向上の重要性を浮き彫りにしている。

# 提言

---

- BoP市場への日本の参画は比較的限定的なものであったが、これは事業活動を展開しやすい成熟した環境の欠如とBoP市場のニーズに関する限られた知識が背景にある。日本企業とBoP市場との関わりは、経済産業省(METI)、国際協力機構(JICA)、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)、日本貿易振興機構(JETRO)の支援を受けて2009年以降増加してきている。
- 本報告書の日本企業のBoPへの取り組みに対する提言は、以下の3点である。
  1. 川上の活動（研究開発、現地組織とのパートナーシップ）への重点的取り組み
  2. 一握りの有望な技術（逆浸透、太陽光、発光ダイオード電球、ソーラーランタン、改善された調理ストーブ）への集中
  3. 遠隔モニタリングやメーター制、決済に関するソリューション、分散型発電ソリューションなど、BoP利用者の需要のさまざまなセグメントに適用することのできる実現技術への投資

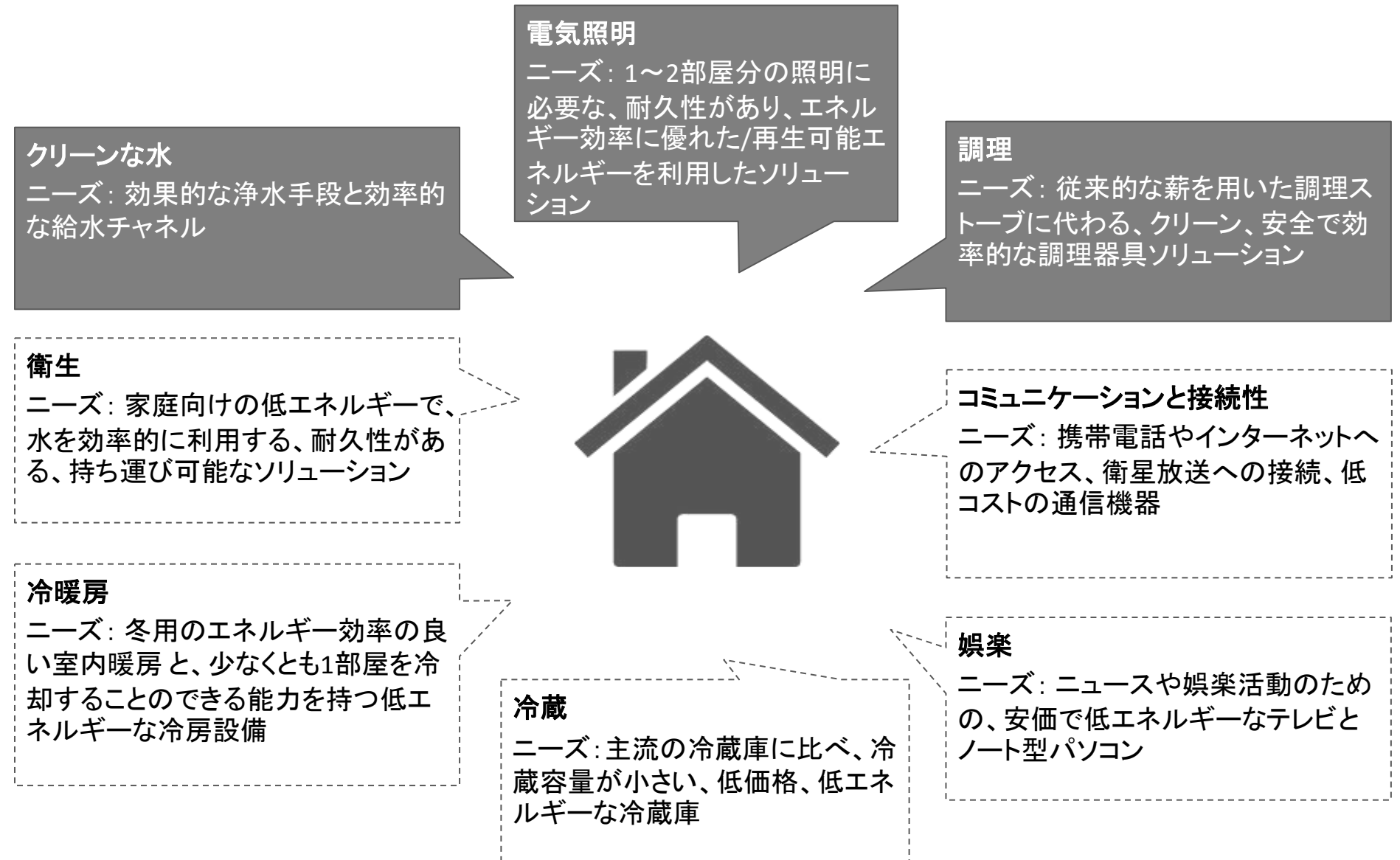
# 目次

---

1. 背景とアプローチ法
2. セクター毎の検証
3. 日本企業のBoPへの関与に対する提言

参考資料

# 送電線へのアクセスを持たない典型的なBoP層世帯は、家庭内に多くのニーズを持つにもかかわらず現在のところそのニーズの大半は満足に満たされていない





世界人口の46%に相当する32億人以上の人々が、水道水へのアクセスを持たず、約7億8,000万人の人々は、改善された飲料水源へのアクセスを持たない。



BoP消費者は、クリーンな水の入手に年間総額200億米ドルを支出している。



世界人口の5分の1以上にあたる、14億人以上の人々は、電気へのアクセスのない生活を送り、さらに少なくとも2億5,000万人の人々が深刻な電力供給不足の状況下にある。



BoP層は、電気へのアクセスを得るために、年間180億米ドルを支出している。



世界人口の40%以上に相当する、31億人の人々が、主要な調理を、薪や木炭などの固形燃料に依存している。



消費者は、バイオマス、木炭、薪などの従来的な調理用の固形燃料に、年間350億米ドル以上を支出している。

# 背景とプロジェクトの概要

## 背景

- 経済ピラミッドの底辺は、40億人の人口と5兆米ドルの市場規模を持ち、大規模な市場機会が示唆される。
- いくつかの多国籍企業は、同市場を活用し、新たな成長への道へアクセスするための革新的な方法を見出しつつある。これらの企業の取り組みは、水とクリーンエネルギーの分野において顕著になってきており、以下のような取り組み事例がある。
  - ユニリーバ(Unilever)：家庭用浄水システム
  - シュナイダーエレクトリック(Schneider Electric)：ソーラーランタンと住宅用太陽光発電設備
  - シェル(Shell)：燃料効率のよいクリーンな調理ストーブ
- 日本企業は評判の高い革新能力を有し、同時に新たな成長の活路を必要としているが、BoP層のユーザーに対しては未だその革新能力を積極的には活用していない。

## プロジェクトの目的と作業計画

- 笹川平和財団は、クリーンエネルギーと水の分野のBoP市場へ進出しようという日本企業にとって、影響力があり実行可能な機会の特定を目指すプロジェクトを支援している。
- 同プロジェクトは3年間にわたり実施される。
  - 第1フェーズ(10週間超)：有望な技術の特定
  - 第2フェーズ：具体的な技術を検証し、BoP層の消費者からのフィードバックを得るためのパイロットプログラムを実施
  - 第3フェーズ：最も将来性の高い技術と製品のインキュベーション
- 本報告書は、第1フェーズにて得られた結果を取りまとめたものである。

# 可能性ある技術を特定するための3ステップ

選定ステップ	方法	分析対象
ステップI: 利用可能な技術および新たな技術に関する状況の理解	<ul style="list-style-type: none"><li>既存文献の検証</li><li>産業界の専門家へのインタビュー</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>BoP世帯が直面する問題の規模/性質</li><li>上記問題がもたらす経済/環境/健康上の影響</li><li>現行および潜在的顧客基盤</li><li>既存技術</li></ul>
ステップII: 技術の性能分析	<ul style="list-style-type: none"><li>既存の技術的ソリューションに関する比較性能分析</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>様々な技術が経済、環境、社会に与える影響</li><li>マーケティング、流通、普及拡大の容易さ</li><li>コスト(初期投資および維持管理費)</li><li>運用の容易さ</li></ul>
ステップIII: 主要プレイヤーおよび成功を後押しするビジネスモデルの特定	<ul style="list-style-type: none"><li>主要プレイヤーの特定と分類</li><li>ケーススタディの準備（成功/失敗しているビジネスモデル）</li><li>成功要因の特定</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>成功しているビジネスモデルおよび失敗に終わったビジネスモデルからの学習</li></ul>

クリーンエネルギーとクリーンな水分野のBoP  
のニーズに合致する有望な技術の選定基準



# 3ステップのプロセスを通して分析された基準を有望な技術の選定に適用

カテゴリー	基準	分析区分
潜在的な市場規模	<ul style="list-style-type: none"> <li>幅広い適用性（様々な燃料源、水質汚染の種類、流通モデルなど）</li> </ul>	A
経済、環境、社会的影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>安全な水/電気照明/調理の提供における有効性</li> <li>効率性（節減をもたらすなど）</li> <li>高い安全性（安全な水、火事のリスクの低さなど）</li> <li>雇用創出の可能性</li> </ul>	B
運営およびメンテナンスの容易さ	<ul style="list-style-type: none"> <li>運営とメンテナンスに求められる技能が限られていること</li> <li>システムの主要部品のメンテナンス/交換頻度の低さ</li> <li>軽量で体積が小さく、設置に必要なスペース/土地が最小限で、持ち運びが可能であること</li> <li>最終産物が高品質</li> </ul>	B
価格の手頃さ	<ul style="list-style-type: none"> <li>安価な初期費用</li> <li>安価な維持管理費（燃料、予備部品、メンテナンス）</li> </ul>	B
マーケティングおよび流通の容易さ	<ul style="list-style-type: none"> <li>現行の習慣との高い水準での一致、新習慣への適用の容易さ</li> <li>現地生産・組立ての容易さ</li> <li>異なるニーズや状況に対する製品デザインの適応性</li> <li>製品デザインの拡張性</li> </ul>	C

区分A. 問題と既存技術の検証

区分B. 技術比較

区分C. ビジネスモデルと主要プレイヤーの検証

注：上記の基準では、具体的な地域の事情や習慣、ターゲット市場の社会経済的特徴、具体的な製品/ソリューションの特徴に関する知識を必要とする要因を除外している。これらの要因に関しては、プロジェクトの第2および第3年目において研究を行う。



# 目次

---

## 1. 背景とアプローチ法

## 2. 詳細なセクター検証

### 2.1. クリーンな水

#### 2.1.A. 問題および既存技術の検証

#### 2.1.B. 技術比較

#### 2.1.C. ビジネスモデルと主要プレイヤーの検証

#### 2.1.D. 有望な技術と構成要素の特定

### 2.2. クリーンな電気照明

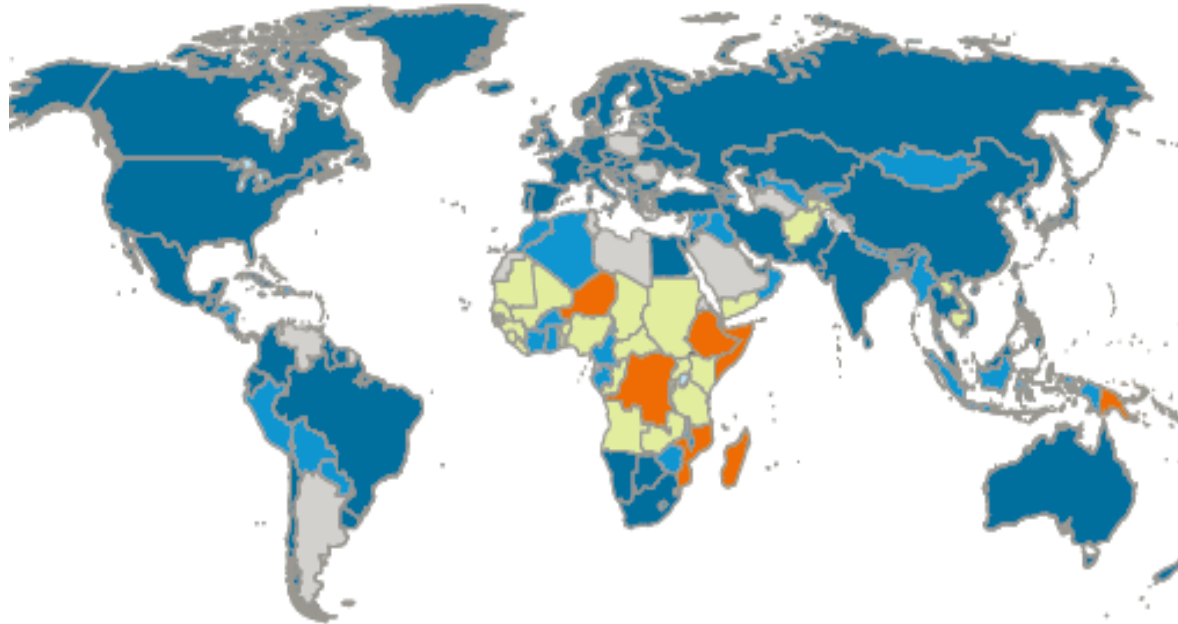
### 2.3. クリーンな調理

## 3. 日本への関与に対する提言

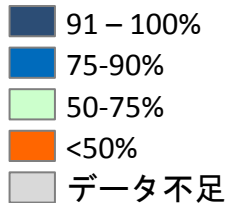
## 参考資料

# 世界で7億8,000万の人々が改善された飲料水源へのアクセスを持たず、これらの人口の66%は10ヶ国に集中している

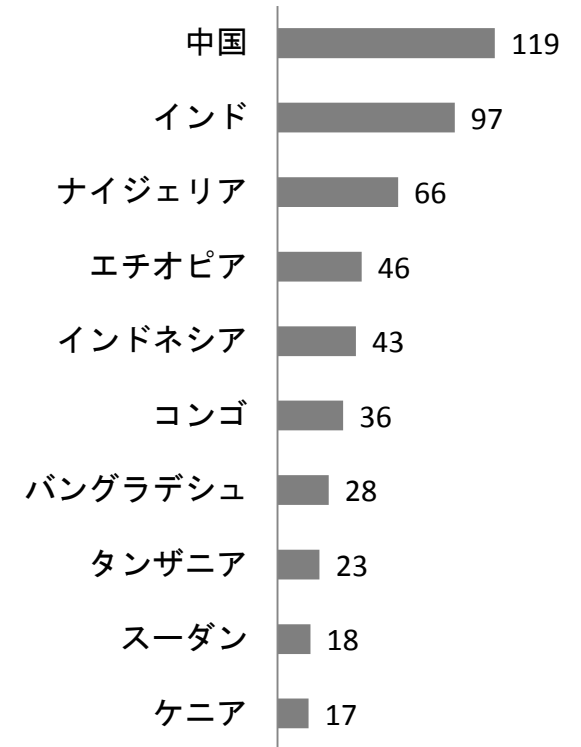
## 改善された飲料水源を利用する人口の割合（2010年）



凡例



## クリーンな飲料水へのアクセスを持たない人口が最も多い10ヶ国 (単位：100万人)

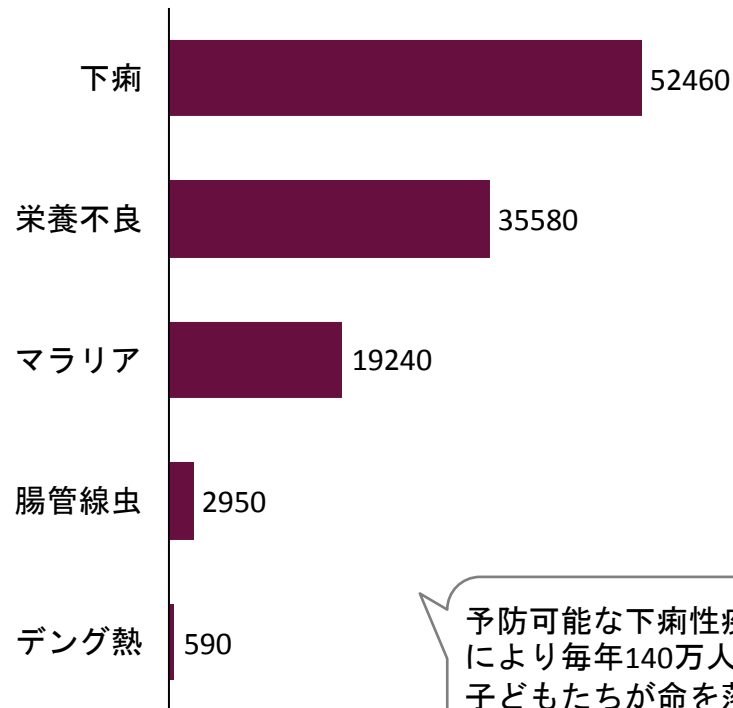


# 安全でない水は、深刻な健康および経済的負担の原因となっている

## 人体への影響

上下水道と衛生設備に起因する年間の世界疾病負担  
障害調整生存年数(Disability adjusted life years : DALY)

(単位：1000人)

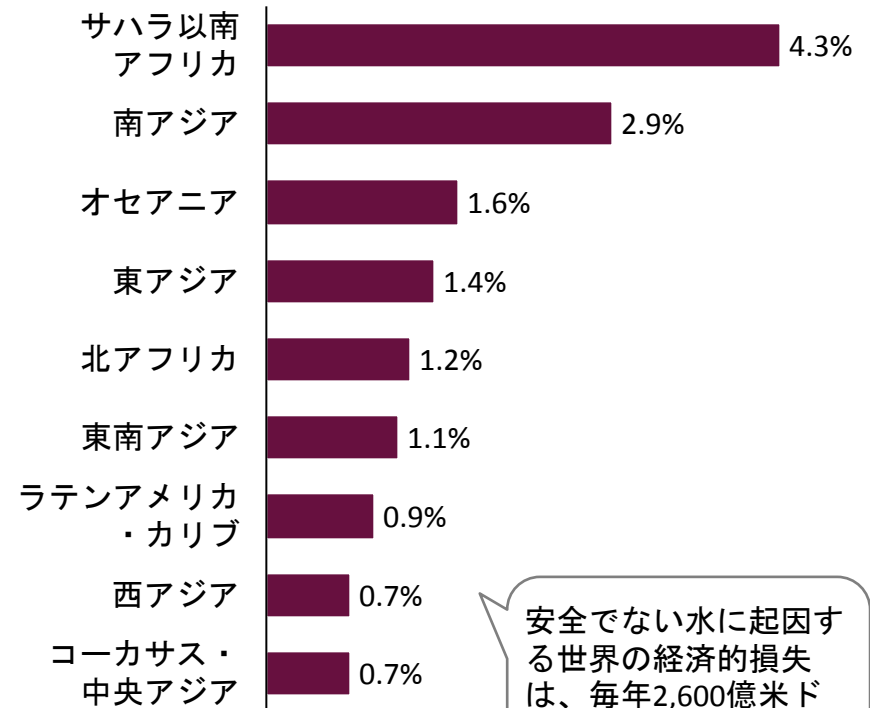


予防可能な下痢性疾患により毎年140万人の子どもたちが命を落としている

## 経済への影響

不十分な配水と衛生設備に起因する経済的損失  
2012年GDPに占める割合

(単位%)



安全でない水に起因する世界の経済的損失は、毎年2,600億米ドルに上ると推定される

注：障害調整生存年数(Disability adjusted life years : DALY)とは、集団の健康状態を示す要約指標である。DALY1年は、失われた健康な生活の1年に相当する。(WHO 2012報告書「Global costs and benefits of drinking-water supply and sanitation interventions to reach the MDG target and universal coverage」)

出典：Making water a part of Economic development - UN Water; Water in a changing world - United Nations World Water Development Report 3

# 従来のな水処理技術は、幅広い選択肢により補完されてきた

## 従来型

- 煮沸
- 塩素消毒
- 砂ろ過
- セラミックろ過

## 近年の展開

- 太陽光殺菌 (Solar water disinfection : SODIS) スイス連邦環境科学技術研究所(Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology : Eawag)が2000年から積極的に普及
- 凝固剤/凝集剤+塩素消毒 P&Gが簡易型浄水剤「PUR」を2003年から提供
- 紫外線 コミュニティの、紫外線を用いた浄水サイトの運営者が、2008年よりインド国内で大規模に運営を開始
- 逆浸透 コミュニティの、逆浸透技術を用いた浄水サイトの運営者が、2009年よりインド国内で大規模に運営を開始
- 限外ろ過 BoP市場に導入するにはまだ時期尚早な技術
- ナノフィルター BoP市場に導入するにはまだ時期尚早な最新の膜ろ過プロセス

# 浄水技術の現状(1/2)

	煮沸	塩素消毒	緩速砂ろ過	セラミックろ過	太陽光殺菌
説明	 <ul style="list-style-type: none"> <li>水を沸騰させることは、多くのバクテリア、ウィルス、病原菌を殺菌または不活性化するうえで効果的</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>塩素は水の微生物学的汚染の抑制に用いられる消毒剤である。塩素消毒は、公共の飲料水供給において世界で最も一般的に用いられている水処理形態</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>緩速砂ろ過は、砂の表面に増殖する複雑な生物膜を利用し水質の浄化を行う。砂自体は、ろ過機能をもたず、単に生息環境としての役割を果たす</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>汚泥や濁質、そして微生物学的汚染を除去するために、セラミック材の細孔径を利用</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>太陽光殺菌に基づく新興の家庭用品。透明なペットボトルまたはガラス瓶に入れられた汚染された水を6時間太陽光に曝す。この間、太陽の紫外線が、下痢を引き起こす病原菌を殺菌</li> </ul>
構成要素	<ul style="list-style-type: none"> <li>熱源</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>粉末/錠剤/液体添加剤</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>セラミック、合成繊維、繊維膜</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>多孔質セラミックフィルター</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>太陽の紫外線</li> </ul>
欠点	<ul style="list-style-type: none"> <li>エネルギーと時間を多く要する</li> <li>化学物質による汚染には対応できない</li> <li>環境に対する負の影響</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>微生物学的汚染にのみ有効</li> <li>水の味を損ねる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>化学物質による汚染には対応できない</li> <li>水中に残余の殺菌成分を残さない</li> <li>重量があり移送が困難</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>化学物質による汚染には対応できない</li> <li>流速が遅い</li> <li>水中に残余の殺菌成分を残さない</li> <li>現地生産されたフィルターに対する品質管理が一定しない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>化学物質による汚染には対応できない</li> <li>濁水には効果がない</li> <li>絶えず太陽光が必要</li> <li>クリーンな水を得るまでに6時間待つ必要がある</li> </ul>



# 浄水技術の現状(2/2)

	凝固剤/凝集剤 +塩素消毒	紫外線 (Ultra violet : UV)	逆浸透(Reverse Osmosis : RO)	ナノフィルターろ過 (Nano-filtration : NF)	限外ろ過(Ultra filtration : UF)
					
説明	<ul style="list-style-type: none"> <li>本方法では、凝固剤と徐放性塩素、両方の添加剤を利用。まず凝固剤の働きで不純物は大きな塊に凝集し、沈殿する。その後徐々に塩素剤が放出され、病原菌を殺菌</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>紫外線を利用した浄水システムは通常、生物学的に安全ではないと考えられる水供給（湖水または海水、井戸水など）の前処理に用いられる。紫外線(UV)を微生物を殺滅するのに十分な短い波長で使用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>逆浸透は、膜技術を利用したろ過法であり、選択膜の片側にある溶液に圧力を加えることにより、溶液から多くの種類の大きな粒子とイオンを除去</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ナノフィルターろ過は、UFとROの中間の細孔径をもつクロスフローろ過技術である。膜の公称孔径は通常、約1ナノメートル</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>同技術は、小さな孔径の膜を使用する。地表水、海水、そして処理済みの都市用水の、逆浸透ろ過の前処理としてよく用いられる</li> </ul>
構成要素	<ul style="list-style-type: none"> <li>粉末/錠剤添加剤</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>紫外線ランプ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>逆浸透膜</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ナノ粒子を介したろ過機能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>限外ろ過膜</li> </ul>
欠点	<ul style="list-style-type: none"> <li>水質浄化に複数の段階を要するため、長期的には、毎日の水質浄化には適さない可能性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>前処理が必要</li> <li>水中に残余の殺菌成分を残さない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>逆浸透圧の機能上、同システムに投入された水のごく一部しか透過回収できず、残りの濃縮液は汚水として排出</li> <li>膜の微細な性質上、特定の前処理を要する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>膜の微細な性質上、特定の前処理を要する</li> <li>二価化学イオンのみ除去可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>膜の微細な性質上、特定の前処理を要する</li> <li>水中に残余の殺菌成分を残さない</li> <li>流速が遅い</li> </ul>

# 目次

---

## 1. 背景とアプローチ法

## 2. 詳細なセクター検証

### 2.1. クリーンな水

2.1.A. 問題および既存技術の検証

2.1.B. 技術比較

2.1.C. ビジネスモデルと主要プレイヤーの検証

2.1.D. 有望な技術と構成要素の特定

2.2. クリーンな電気照明

2.3. クリーンな調理

## 3. 日本の関与に対する提言

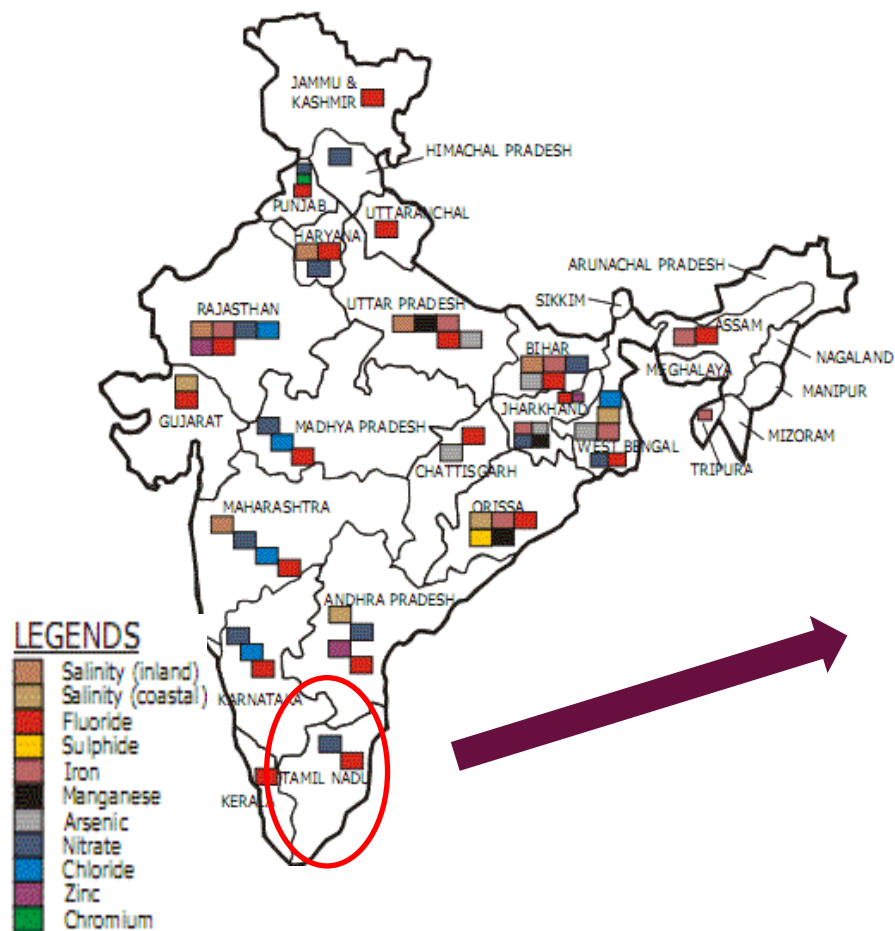
### 参考資料

## 水質汚染の3種類の基本型：物理的汚染、生物的汚染、化学的汚染

汚染の種類	汚染物質	例	汚染源
物理的汚染	懸濁粒子	土壌粒子、小石	土壌侵食、水源付近での活動
生物的汚染	原虫	クリプトスポリジウム、ジアルジア	人間および動物の排泄物
	バクテリア	大腸菌、サルモネラ菌	自然環境にもともと存在 一部は人間および動物の排泄物に由来
	ウイルス	A型肝炎ウイルス、ロタウイルス	人間および動物の排泄物
化学的汚染	無機化学物質	ヒ素、カドミウム、銅、鉛、フッ化物	肥料使用の流出、汚水処理タンクからの漏出、下水、天然鉱床の浸食、家庭の配管システムの腐食
	有機化学物質	ベンゼン、四塩化炭素、クロロベンゼン、ステレン	除草剤の流出、工場排水やドライクリーニング溶剤の排出
	溶解固形物	カルシウム、マグネシウム、ナトリウム、塩	嫌気性原水、海水

# 水質汚染の地域ごとのパターンを特定することは可能だが汚染の性質については現地で確認する必要がある

インド全国の各地域における汚染の有無



インドのタミル・ナードゥ州内の各地区における汚染の有無



# 最も包括的な水処理技術は運用と維持が最も複雑である

○ 低い ● 高い

処理効果：

主要技術	生物学的	化学的	エネルギー独立性	維持管理の容易さ/低コスト <sup>1</sup>
逆浸透	●	●	○	○ メンテナンスには、高価で複雑な部品と教育が必要
ナノフィルターろ過	●	◐	●	○ メンテナンスには、高価で複雑な部品と教育が必要
限外ろ過	◐	◐	●	◐ ROに比べ、教育をそれほど必要としない
紫外線	●	○	◐	◐ ROの部品に比べ安価で、複雑でもない
凝固剤 + 塩素剤	◐	◐	●	◐ メンテナンスは不要だが、サプライチェーンの環境整備が必要
塩素消毒	◐	○	●	◐ 塩素剤の確保は多くの地において容易
セラミックろ過	◐	○	●	◐ 新たなセラミックフィルターのサプライチェーンが必要
太陽光殺菌	◐	○	●	● 基本的な研修が必要だが、交換部品は不要
緩速砂ろ過	◐	○	●	● 基本的な研修が必要だが、交換部品は不要

(1) 維持管理の容易さに関しては、家庭向けのろ過フィルターについて示すものではない。コストと部品の交換頻度は、家庭向けソリューションの重要な要素である。

注：物理的汚染のろ過については、本頁では触れていない。全技術とも、前処理によって補完されている。煮沸消毒については本頁では扱わない。 Dalberg 23

出典：Secondary research; Interviews with industry experts; CDC Drinking Water Treatments for Household Use; Dalberg analysis



# 大半の技術は家庭レベル、コミュニティレベルの両方で利用可能

主要技術	給水モデルごとの適用性：	
	家庭	コミュニティ
逆浸透	✓	✓
ナノフィルターろ過	✓	✓
限外ろ過	✓	✓
紫外線	✓	✓
凝固剤 + 塩素剤	✓	✓
塩素消毒	✓	✓
セラミックろ過	✓	✗ <sup>1</sup>
太陽光殺菌	✓	✗
緩速砂ろ過	✓	✓
煮沸	✓	✗

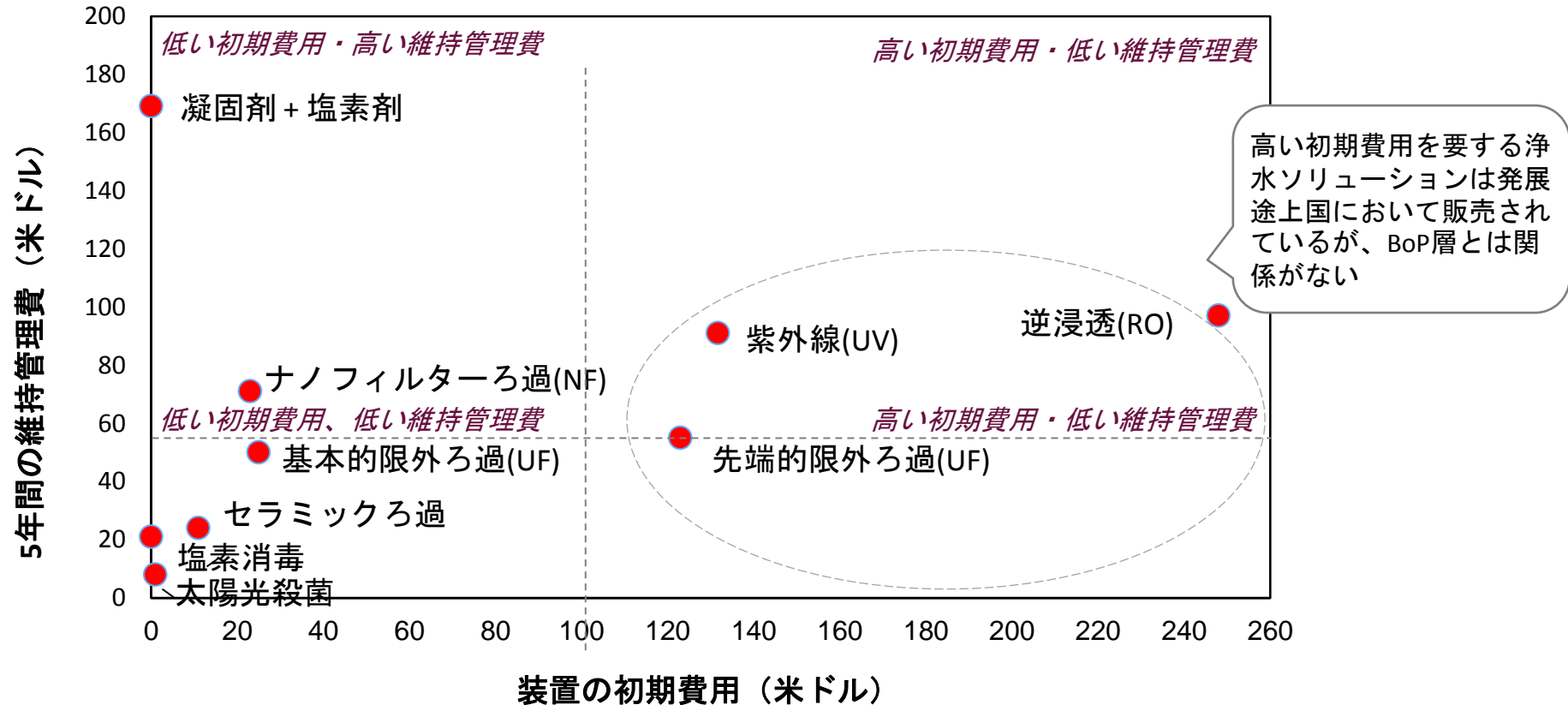
(1) セラミックろ過は、例えば逆浸透および限外ろ過の前処理にも用いることができる。コミュニティ向けのソリューションとして単独で利用されることは通常ない。

注：煮沸は不衛生なソリューションであることから、更なる分析からは省くこととする。緩速砂ろ過は、主に物理的汚染の処理に用いられるため除外する。

# 家庭用製品の価格は幅が広い。UVおよびROに関しては、現在のところBoP層に適切な程度に初期費用が安価なソリューションは存在しない

## 家庭向け浄水ソリューションに要する平均初期費用 vs. 5年間の平均維持管理費の比較

(実質米ドル)



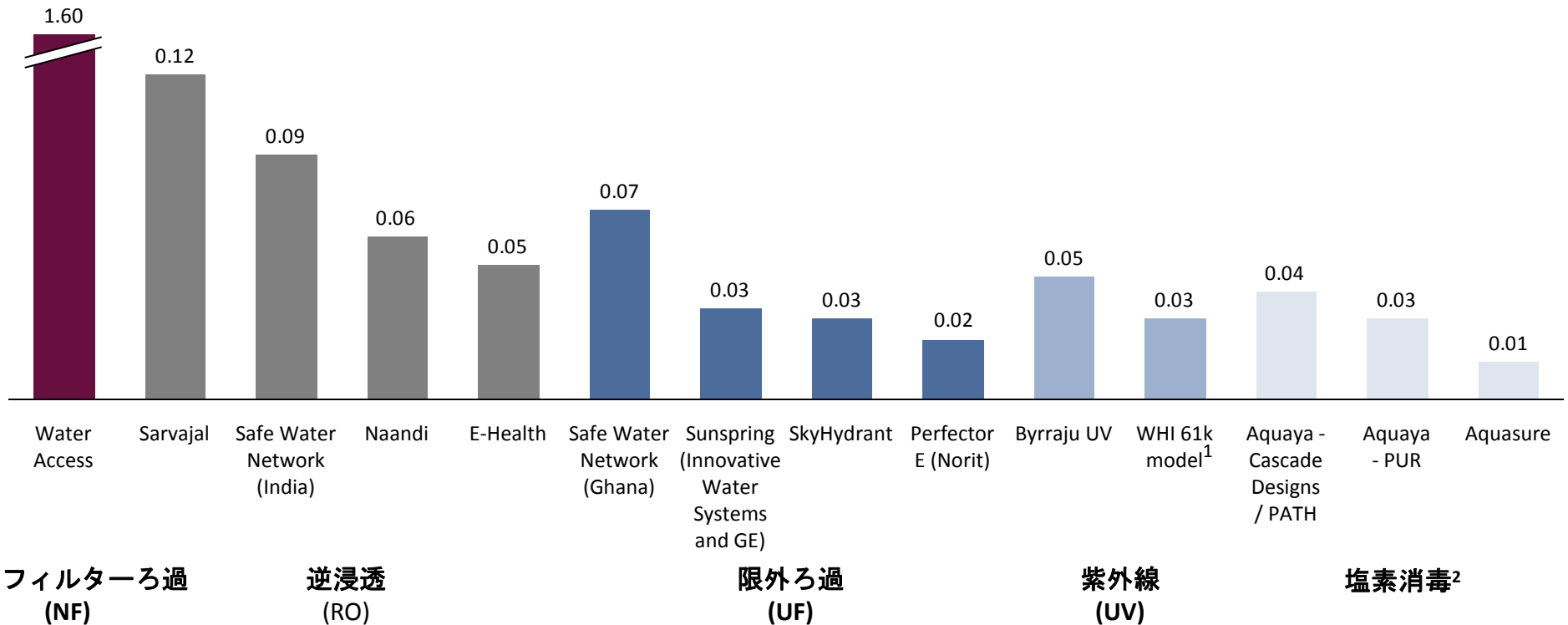
注：5年間の維持管理費には、装置に要する初期費用、5年分のメンテナンスおよびエネルギー費用を含み、次の仮定に基づき試算されている。平均的なBoP世帯は、1日に2リットルの安全な水を消費する5人の家族から構成され、家事（調理など）に5リットルの水を消費する。インフレおよびエネルギーコストの上昇は考慮していない。

検証に用いられた代表的製品：逆浸透(RO) – HUL、Eureka Forbes、Kent；先進的限界ろ過(UF) – Permionics；基本的限界ろ過(UF) – LifeStraw Family；凝固剤 – P&G Pur、PolyGlu；紫外線(UV)：HUL、Philips；ナノフィルターろ過(NF) – Tata Swach (2 products)、Living Guard filter；塩素消毒 – Antenna Water、PSI Medentech Aquatabs、PSI Waterguard；セラミックろ過：Hydrologic、Potters for Peace

出典：Company online resources; Hystra - Access to Safe water For the base of the pyramid; UNDP 2011; WHO 2008; Secondary research; Dalberg analysis

# コミュニティ向けのソリューションについては、消費者価格が主要浄水技術、企業のビジネスモデル、そして地域ごとの特徴が消費者価格を左右する

## 主要浄水技術による水20リットルの小売価格 水20リットルあたりの米ドル価格



(1) Water Health International(WHI)が提供していたコミュニティ向け紫外線ろ過ソリューションに関する過去のデータに基づく。同社は現在RO技術を用いたソリューションを提供している。(2) 塩素消毒に挙げたものの内、PURとAquasureは凝固剤を利用、Cascade Designの製品は酸化剤を含む。

出典：Secondary research; Hystra - Access to Safe water For the base of the pyramid; IFC – The Market for Water Treatment and Vending in Kenya 2011; Dalberg analysis

# Table of Contents

---

## 1. 背景とアプローチ法

## 2. 詳細なセクター検証

### 2.1. クリーンな水

2.1.A. 問題および既存技術の検証

2.1.B. 技術比較

2.1.C. ビジネスモデルと主要プレイヤーの検証

2.1.D. 有望な技術と構成要素の特定

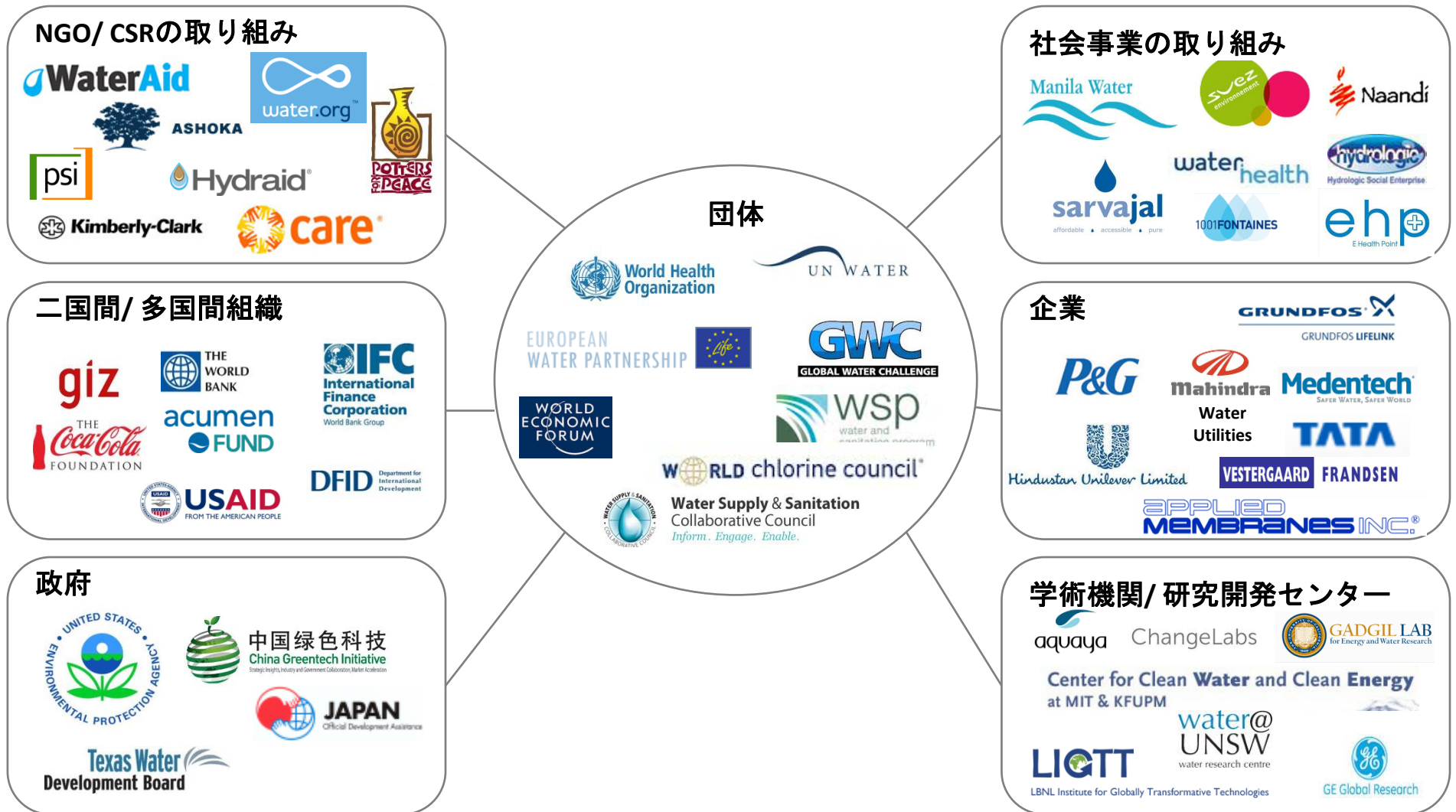
2.2. クリーンな電気照明

2.3. クリーンな調理

## 3. 日本の関与に対する提言

### 参考資料

# 地球規模でクリーンな水の生態系に関わり活動する主要プレーヤー





# 多くのソリューション提供組織が商業目的のもと BoPユーザー向けの製品・サービスを開発している

● 次頁以降にケーススタディを紹介

	組織	種類	ソリューションの種類	地理的範囲
家庭向け ソリューション	Unilever	企業	主に炭素ろ過と塩素消毒に基づく家庭用の水質浄化システムを低価格で販売	グローバル
	P&G	企業	多国間組織を通じて浄水添加剤を販売/供給	グローバル
	Hydrologic	社会事業	セラミック浄水器を低価格で販売	カンボジア
	Tata	企業	ナノテクノロジーに基づく家庭向けの浄水システムを低価格で販売	インド
	Population Services International	NGO (社会事業モデルを適用)	非営利および商業チャネルを通して、塩素消毒製品の大規模な販売を組織	アフリカ
	Vestergaard Frandsen	企業	個人/家族庭向けの水処理ソリューションである、ライフストローを供給	アフリカ
コミュニティ向け ソリューション	Naandi Water	社会事業	コミュニティの浄水センターの設置と運営	インド
	WaterHealth International	社会事業	コミュニティの浄水センターの設置と運営	アフリカ インド パキスタン
	Sarvajal	社会事業	コミュニティの浄水センターの設置と運営	インド
	E-Healthpoint	社会事業	コミュニティの浄水センター、医薬品や健康診断ツールを提供する窓口の設置と運営	インド
	Grundfos	企業	コミュニティの給水ポイントの設置と運営	アフリカ

# 水道水と電気へのアクセスを持たない消費者の需要に応えながら、ユニリーバは同社装置を安価かつ魅力ある製品であることを確かなものに

## モデル

ヒンドウスタン・ユニリーバ(Hindustan Unilever : HUL)は、インド最大の日用消費財(FMCG)製造販売会社である。同社は2005年、浄水器ブランド「Pureit」とともに水市場へ参入した。2010年にはBoP市場をターゲットにすることを決定し、同じ機能ながら容量を半減させたBoP層を対象とした「Compact」モデルの販売を開始した。高所得者層から得られた利益を内部補助の形でBoP市場へ投資しており、長期的なアプローチをとっている。



## 消費者のコスト

BoP層をターゲットとした「標準14リットル」モデルの価格は25米ドルで、より高性能な「Marvella」モデルの価格は145ドルに上る。装置の寿命は5年と推定されている。

浄化された飲料水1リットルあたりの消費者のコストは、米ドル0.71セントである。

## 規模

2011年11月時点で、500万個以上の装置が販売され、『Pureit』はインドで最大の売り上げ規模を持つ浄水器となっている。現在、同浄水器はアジアとアフリカの8ヶ国で販売されている。

## 採用されている技術

『Pureit』は、水道水や電気を使用することなく、地表水(生物学的汚染)を処理する機能を持つ。

塩素消毒に基づく製品で、浄水工程では、i) 前処理ろ過、ii) 炭素捕捉、iii) 塩素消毒、iv) 炭素ブロック研磨という4段階のろ過が行われる。

## 革新性

同製品は、低価格で耐久性に優れ、水道や電気を用いずに機能するという、BoP層の地域ニーズを満たすようになっている。はっきりとした色のインジケータによって、システムの効果を保つために部品の交換が必要であることをユーザーに示す。HULのブランド力と、商品のモデルを問わず品質が一定であることを前提として、同製品は「憧れ」の製品として市場に投入された。消費者セグメントの取り込みには、低所得または高所得層をターゲットとする前に、中間所得レベルの消費者に商品を定着させ、複数チャネルのアプローチ法を取ってきている。

## 課題

同製品は、浄水器内部の複数の水槽や部品を清掃する必要があり、また年に2度必要な殺菌能力を持つ部品交換を消費者自身が行えるよう教育が必要である。

# ハイドロロジック社はカンボジアのBoP層の地域特有のニーズに極めて合致する簡易で実用本位の製品を提供



## モデル

ハイドロロジック(Hydrologic)は、米国に拠点を置くNGO『国際開発エンタープライズ(International Development Enterprises : IDE)』により立ち上げられたセラミックろ過プロジェクトである。IDEカンボジアによって、セラミックろ過は2001年ラテンアメリカから東南アジアへもたらされた。手頃な価格のろ過器はNGOプログラムへ販売され、また店頭や農村の販売代理店を通して販売されている。

## 消費者のコスト

ハイドロロジックが販売するろ過器には、2種類の価格帯があり、「Tunsai」と呼ばれる基本バージョンは13.50米ドル、「SuperTunsa」と呼ばれる性能の高いバージョンは23.50米ドルである。

## 規模

2012年2月までに、22万6,000個のろ過器が販売されている。浄水ポットの寿命は2年であることから、9万個が現在使用されていると推測され、約42万人へクリーンな水を提供している。

## 採用されている技術

ろ過器は、容量10リットルの、硝酸銀を含ませた多孔セラミックポットである。同ポットは、クリーンな水を保管し、取り出すことのできる、蓋と栓のついたプラスチック製容器に収められる。未処理の水を満たすと、水はセラミック材を浸透するが、バクテリアは物理的にブロックされ、銀によって殺菌される。

## 革新性

ハイドロロジックは、NGOによる製品への助成を含め、複数チャネルによる販売および流通アプローチを取っている。ハイドロロジックは、割引クーポンを使った試験プロジェクトを開始している。NGOが住民の特定層にクーポンを提供し、営利目的の小売店から割引料金で製品を購入できるようになっている。このことにより、商業的展望を損ねることなく、NGOが貧困世帯の支援を行うことを確かなものとしている。

## 課題

化学的汚染に対しては、ほとんど効果がなく、生物学的汚染にも限定的な効果しか持たない。また、製品の寿命も2年間と短い。

# LifeStrawは水処理の課題に対する化学的解決法としては優れているものの、利用者の選好には合わない

## モデル

ベスタガード・フランドセン社(Vestergaard Frandsen)は、人道的起業家精神に基づく「目的のための利益(profit for a purpose)」ビジネスモデルのもと、緊急時対応と病害対策製品の開発をビジネスの核として事業を行う。同社の製品LifeStrawは、タイム誌の「2005年最高の発明品」に選出された他、「2005年INDEX国際デザイン賞(IDA)」を受賞。LifeStrawは、2006年初めから一般に販売されている。



## 消費者のコスト

発展途上国でのLifeStrawの卸売価格は、約3~6米ドル、家族向けのLifeStraw Familyは約20~25米ドルからとなっている。LifeStrawは、支援組織や災害救助組織が購入することが多い。LifeStrawは現在米国でも、緊急目的やキャンプ目的で20米ドルで購入することができる。

## 規模

LifeStrawとLifeStraw Familyは、2006年以降に発生したほとんどすべての国際的な大規模な人道的災害に際して配布されている他、幅広い公衆衛生キャンペーンにおいて何百万ものLifeStrawが用いられてきた。LifeStrawは今日、アウトドア製品市場と発展途上国の予防関連市場をもターゲットにしている。

## 採用されている技術

LifeStrawは、吸引プロセス中に生じる真空によって限外ろ過膜を浸透して押し出される水に依存する。水はまずストロー下端部分のプラスチックの前処理ろ過フィルターを通過することで粗粒子が除去され、その後限外ろ過膜を浸透しストローから直接摂取される。同ストローは、最大1,000リットルの水をろ過することができるため、一人の使用であれば1年以上にわたり利用することができる。LifeStraw Familyは、同様の原理を用いた補完製品である。

## 革新性

LifeStrawは、誰でも単にろ過ストローを携帯するだけで、汚染された水源を健全な飲料水に変えることができることから、クリーンな水の追求において考え方を根本から変える可能性のある製品として歓迎されてきた。LifeStrawは、他の浄水器とは異なるアプローチ法を取る。

## 課題

LifeStrawは、実生活における使い勝手の面でユーザーの要求に合致しない。LifeStrawの水をろ過する速度(100cc/分)では、利用者は1日に必要な2リットルの水を得るために毎日約20分水を吸い上げることに費やさねばならず、また水の摂取方法の著しい変化も伴う(常にストローを携帯し、水を吸うために水源に身を乗り出す)。その結果、ストローを保有するユーザーのうち実際の使用率は、期待されていたよりもずっと低いものとなっている。

# サルバジャルは安価な設備を調達し自らシステムを組み立てることによりフランチャイズ加盟店の資本支出を大幅に引き下げる



## モデル

インド農村部において地域のフランチャイズ加盟店を通してコミュニティ向けの浄水場を運用する営利目的型の社会的事業である。フランチャイズ加盟店は、サルバジャル (Sarvajal) からライセンスを購入し、月額料金を支払いキオスクを運営する。サルバジャルは、設置、メンテナンス、品質監視に責任を持つ。水は現地で調達され、地元コミュニティからフリーアクセス権を与えられる。

## 消費者のコスト

サルバジャルのフランチャイズ加盟店は、水を20リットル容器に入れ販売する。消費者への小売価格は、1リットルあたり米ドル0.60セントに達する。

保存容器は、保証金と引き換えに消費者に提供される。フランチャイズ加盟店の80%は、村内で宅配サービスを提供している。1ヶ月有効のプリペイドカードは、コンプライアンスの順守に寄与している。

## 規模

2012年時点で、7州に154の浄水施設を持ち、農村部、都市周辺部、都市部にわたり8万5,000人に水を供給している。

## 採用されている技術

浄水には逆浸透技術を用いる。サルバジャルはコスト抑制のため、極めて安価な設備を調達し、自ら組み立てている。同装置は、1時間に500リットルの水を浄化する能力を持つ。

## 革新性

全ての設備は、水の生産に関するリアルタイム情報を提供し、フランチャイズ加盟店が稼働停止になるような修理を必要とする問題を発見することのできる、双方向のモニタリング装置が取り付けられている。

サルバジャルはまた、4州の都市部のスラム地区に「水ATM（自動配水機）」を17か所設置している。

## 課題

逆浸透を用いた浄水プロセスにおいて、水質によって30～70%の水が排水となる。サルバジャルは、ミシガン大学（University of Michigan）と共同で、排水を、公共トイレやその他の目的で使用する方法を研究している。ビジネス面での課題は、支払いの滞る消費者を避けるためのメカニズムが存在しないことである。



# ヘルスポイント・サービスは1サービス拠点においてクリーンな飲料水や健康サービスなどBoPの複数のニーズに対応

## モデル



ヘルスポイント・サービス(HealthPoint Services)は、クリーンな飲料水、医薬品、診断サービス、先進的な通信医療サービスを提供するキオスク「Health Points(EHPs)」を経営および運営している。この枠組みは、質の高い保健施設として、またクリーンな飲料水は人々にとって日々の生活に欠かすことのできない必需品であることから、普及促進を加速している。

## 消費者のコスト

1世帯につき1日20リットルの水を、プリペイドで1ヶ月分予約購入するというビジネスモデルを取っている。予約購入料は現金払いで1.50米ドルである。EHPはまた、現地での資金調達メカニズムの開始を目指しているところである。

## 規模

インド北部のパンジャブ州で、140ヶ所の配水ポイントを運営し、最近では南部のアーンドラ・プラデーシュ州へも展開し始め、15ヶ所の配水ポイントを設置している。毎日、50万人のユーザーに対し、クリーンな飲料水を提供している。

## 採用されている技術

同プログラムが実施されている地域の地下水は、高い濃度の化学汚染と塩分を含むことから、EHPは水処理に逆浸透(RO)技術を利用している。

## 革新性

低コスト化のために技術の使用を特に重視している。キオスクは、専用のブロードバンド回線に接続されており、使用可能時間はほぼ100%である。自動化された配水機を導入するとともに、水キオスクの業績を管理する自動化された情報システムを有している。

## 課題

逆浸透技術を使用しているため、同水処理設備は、水質によって最大40%の水を排出する。排水は、処理されることなく公共排水網に排出される。



# グランドフォス・ライフリンクは既存の給水サービス技術に革新的な決済および監視システムを組み合わせクリーンな水へのアクセスを提供



## モデル

ライフリンク(LIFELINK)は、世界有数のポンプ製造会社グランドフォス(Grundfos)の傘下企業である。ライフリンクは、農村コミュニティにおいて、クリーンな水とともに掘削孔内に沈められた同社のポンプシステムを利用し持続可能な配水のためのターンキー[リソリューションを提供している。システムの初期費用は外部の資金提供者により出資されており、コミュニティは、毎月少額の融資返済とともに、グランドフォスへサービスとメンテナンス費用を支払う。

## 採用されている技術

グランドフォス・ライフリンク社のコンセプトは、太陽光発電パネルを用いた水中ポンプシステムに基づく。水は貯水槽に保存され、プリペイドのキーフォブ(RFIDカードキー)を利用し、1つまたは複数の栓から配水される。同ソリューションは、統合通信監視モジュールを含むコンピュータシステムを通して管理される。現行システムは水処理を含まないものの、同社は水処理の取り込みを図っている。

## 消費者のコスト

ライフリンク社のシステムによる水の価格は、地域の水委員会によって決定され、自治体の給水サービスの公共料金に沿ったものとなる。同システムの水の価格は多くの場合、過去にコミュニティが汚れた水に対して支払ってきた価格よりもずっと安価である。

## 革新性

主要なイノベーションは、オペレーターを介さない運用システムと現金取引および収益回収に纏わる問題の回避を可能にした、携帯電話を利用した支払いシステムの開発である。ライフリンク社はサファリコム社[ケニアの電気通信事業者]の提供するM-PESA送金サービスを利用する。同サービスにより、水を引き出すのに用いられるRFIDカードキーに購入者のM-PESA残高を送金することができ、管理口座へ直接支払われる。

## 規模

ケニアでは、グランドフォス・ライフリンク社は38拠点で事業を展開し、2013年3月の時点で10万人を超える人々に影響を与えている。

## 課題

ライフリンク・プロジェクトは、水量の少なさと季節により需要が変動するという深刻な課題に直面しており、経済的に持続可能な状態へは達していない。

# クリーンな水：家庭用およびコミュニティ単位の既存の給水モデルの検証から特定された成功の主要因

## 成功を収めるソリューションの主な特徴

### 安価な初期費用 / 資金調達を選択肢

## 検証結果

BoP層の消費者は、月々の可処分所得が少ないため、製品を購入するために高額な初期費用を支払う積極的意志をあまり持たない。資金調達へのアクセスが、更なる導入推進の鍵となる。

## 示唆

- 価格戦略を確定する前に、販売を通して売れるだろう価格帯について検証を実施
- 装置に安価な材料を活用
- マイクロファイナンス機関(MFIs)や地元金融機関と協業

### 地域ごとの事情への歩み寄り

国/地域内においてそれぞれの地域の条件にあわせたアプローチ法を調整する必要がある。現地の水質、地元コミュニティの習慣、コミュニティの認識などが導入の意思決定を左右する。

- 消費者の選好と習慣に関する知識を形成。
- 地元の利害関係者の関与を得て、的を絞ったマーケティングキャンペーンを展開
- 限定された世帯に対し無料サンプリングを実施

### 運用と啓蒙活動への細心の注意

新たな技術の導入に関しては、運用上の成功がソリューション全体の成功を決定づける。プロジェクトが失敗に終わった場合に、信頼を取り戻すのは困難である。

- 認識を高めるため、地方自治体、NGO、自助グループなどと協力
- フランチャイズ加盟店に対し継続的にサービスと販売サポートを提供
- フランチャイズ加盟者に対する適切なインセンティブを構築

### 水処理過程におけるエネルギーと水損失の少なさ

BoP層の消費者は、ある種の技術が必要とする電気へのアクセスを持たない可能性がある。また、水は希少な必需品であることから、システムから出る排水が、当該ソリューションに対する懸念を広げる可能性がある。

- ワット数を抑制したシステムに重点（家庭用）
- 濃縮汚染水の割合を減少させる取り組み/濃縮汚染水を利用するメカニズムの構築（コミュニティ用）

### 実現技術の拡張性への注目

実現技術（例：遠隔監視、携帯電話を利用した決済）により、ビジネスモデルの拡張を促進できる。

- 請求と支払いに関する消費者の選好を理解
- 品質モニタリング、大規模かつ拡大し続ける顧客ベースに対する請求と支払を可能にする費用効果のよい技術を追求

# クリーンな水：インタビューで強調されたポイント

## 安価な初期費用/ 資金調達の実践

「家庭向けの過剰の初期費用のための資金調達オプションは、農村部および都市部のコミュニティにおける導入を大いに推進する」 – H. Subramaniam, COO, Earth Water Group

## 地域ごとの事情への 歩み寄り

「それぞれの地域で習慣は異なる。メキシコでは、人々はボトル入りの飲料水を摂取することに慣れているが、インドの農村部では井戸から直接水を飲む習慣がある。あらゆる市場に通用する共通戦略というのは存在しない」 – Deepak Saxena, Head-Partnerships (Water), Hindustan Unilever

## 運用と啓蒙活動への 細心の注意

「基本的な浄水技術は、クリーンな飲料水ソリューションの成功に必要な10項目のうちの一つにしか過ぎない」 – Poonam Sewak, Institutional Development Manager, Safe Water Network

## 水処理過程における エネルギーと水損失の 少なさ

「農村エリアの多くは、電力供給不足の問題に直面している。したがって、そのような地域の家庭を対象としてROやUV技術を用いることは無理である。BoP家庭向けのソリューションを選択する前に、このことを考慮しなければならない」 – Mukund Vasudevan, Country Head, Pentair India

## 実現技術の 拡張性への注目

「複数の拠点を管理するためには、遠隔での水質の検査が必要である。この仕組みはうまく機能しているが、我々は新しい安価なセンサーと遠隔監視システムに対してもオープンである」 – Ravi Sewak, Country Director, Safe Water Network

# クリーンな水：実現技術はより効率的な給水モデルの可能性を創出するとともに事業拡大の成功の鍵を握る

## 主要イノベーション

## 説明

### 遠隔監視システムとメーター制度

- 生産、性能、メンテナンスの必要性を通信監視し、機能停止または品質リスクを予測するために修理を必要とする問題の発見を可能とする、洗練された双方向の監視装置の取り込み
- 品質管理基準と個々のキオスク間の一定したサービス水準の必要性に関するより高い認識は、この傾向を一層加速

### 決済ソリューション

- 消費者のコンプライアンスを強化し、キオスクのニーズのより良い計画と監視を可能とするプリペイドカード
- 携帯電話を使った決済システムを利用したキオスクへの支払い（例：M-Pesaを通じた支払）
- 多くの場合太陽光発電技術を装備した「水ATM」を通じた自動給水。水キオスクの稼働状況を監視する自動化された管理情報システムと組み合わせて使われることが多い

### 分散型の発電ソリューション

- UVやROなど電気使用に依存した水処理ソリューションに新たな可能性を開く、分散型の発電ソリューション（太陽光など）

### 水質検査

- 水質検査は安全な飲料水の普及のための重要な条件だが、現行ソリューションでは不十分

# Table of Contents

---

## 1. 背景とアプローチ法

## 2. 詳細なセクター検証

### 2.1. クリーンな水

2.1.A. 問題および既存技術の検証

2.1.B. 技術比較

2.1.C. ビジネスモデルと主要プレイヤーの検証

2.1.D. 有望な技術と構成要素の特定

2.2. クリーンな電気照明

2.3. クリーンな調理

## 3. 日本の関与に対する提言

### 参考資料

# 家庭レベルでは幅広い適用性と高い効果を持つ逆浸透が有望。限外ろ過とナノフィルターも低価格でのソリューションがあるので魅力的

○ 低い ● 高い

カテゴリー	基準	RO	NF	UF	UV	凝固剤+塩素消毒	塩素消毒	セラミック	太陽光消毒
潜在的な市場規模	幅広い適用性/ 特定の材料に対する依存度の低さ	●	●	●	○	○	○	○	○
経済、環境、社会的影響	エネルギー依存度の低さ / 低排出	○	●	●	○	●	●	●	●
	水損失量の少なさ	○	●	●	●	●	●	●	●
	幅広い汚染の処理における高い有効性	●	○	○	○	○	○	○	○
運用とメンテナンスの容易さ	運用に必要なスキルの低さ	○	○	○	○	○	○	○	○
	設置スペースの小ささ/ 重量の軽さと体積の小ささ	○	○	○	○	●	●	○	○
	最終産物の質（味、色）	●	●	●	○	○	○	○	○
	メンテナンスと部品交換頻度の少なさ	○	○	○	○	○	○	○	○
価格の手頃さ	初期費用の安さ	○	○	○	○	●	●	○	●
	維持管理費の安さ	○	○	○	○	○	●	●	●
マーケティングおよび流通の容易さ	デザインの適応性の高さ	○	○	○	○	○	○	○	○
	デザインの拡張性の高さ	○	○	○	○	○	○	○	○
	慣れやすさ / 現行の習慣との調和	●	●	○	●	○	○	●	○
	現地生産および組み立ての可能性の高さ	○	○	○	○	○	●	○	●

注：上記技術は、様々な基準を基に高度な見地から順位付けされている。個々の基準の重要性については、それぞれの地域の状況、習慣、ターゲット市場の社会経済的特徴、製品/ソリューション自体の特質によって異なってくるが、これらの要因に関しては、今後プロジェクトの2年目、3年目において研究する予定である。いくつかの当てはまらない基準については、家庭向けの浄水ソリューションに関する今回の分析からは除外している。

出典：Interviews with industry experts; Dalberg analysis



# コミュニティ向けソリューションはそれぞれのニーズ（水質、エネルギーへのアクセスなど）に基づいた選択が必要。明確な優位性を持つ技術はない

○ 低い ● 高い

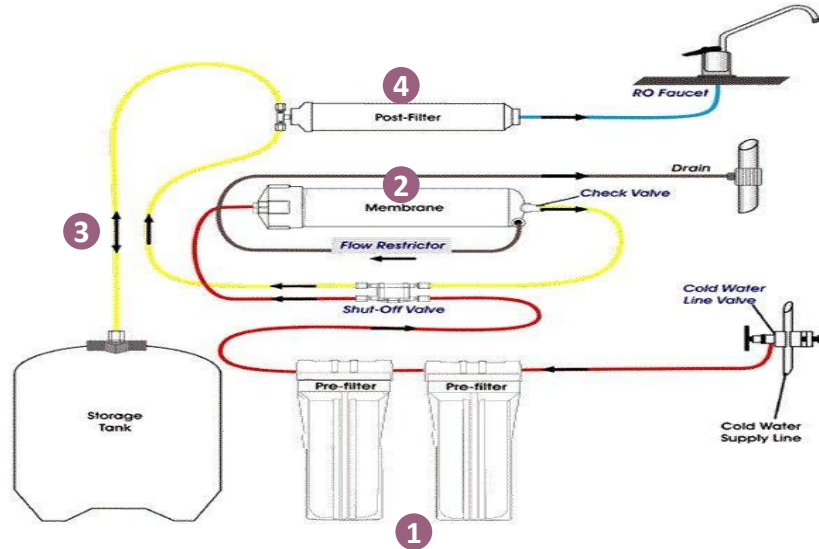
カテゴリー	基準	RO	NF	UF	UV	塩素消毒
潜在的な市場規模	多様な条件/考慮すべき変数を横断する幅広い適応性	●	◐	◑	◑	◑
経済、環境、社会的影響	エネルギー依存度の低さ/燃料効率のよさ	○	●	●	◑	●
	水損失量の少なさ	◑	●	●	●	●
	汚染の処理における高い有効性	●	◐	◑	◑	◑
運用とメンテナンスの容易さ	運用に必要なスキルの高低	◑	◑	◑	◑	◑
	メンテナンスと主要部品交換の頻度の少なさ	◑	◑	◑	◑	◑
	設置面積の小ささ	◑	◑	◑	◑	●
価格の手頃さ	資本コストの安さ	◑	◑	◑	◑	◑
	維持管理費の安さ	◑	◑	◑	◑	●
マーケティングおよび流通の容易さ	ニーズへの適合と成長のための、コミュニティ向けシステムのデザインの高い適用性	◑	◑	◑	◑	◑
	現地生産および組み立ての可能性の高さ	◑	◑	◑	◑	●

注：上記技術は、様々な基準を基に高度な見地から順位付けされている。個々の基準の重要性については、それぞれの地域の状況、習慣、ターゲット市場の社会経済的特徴、製品/ソリューション自体の特質によって異なってくるが、これらの要因に関しては、今後プロジェクトの2年目、3年目において研究する予定である。いくつかの当てはまらない基準については、家庭向けの浄水ソリューションに関する今回の分析からは除外している。

出典： Interviews with industry experts, Dalberg analysis

# 逆浸透システム：一連の生物的・科学的汚染を効果的に処理するため 様々な構成要素に依存した処理プロセス

## 逆浸透(Reverse osmosis : RO)の構成要素



## 概要

- ROシステムは、前処理の粗ろ過プロセスと、それに続く逆浸透ろ過および消毒から構成される。
- 前処理の目的は、大きな粒子、懸濁物質、溶解有機物など、RO膜にダメージを与える可能性のある汚染物質を除去することにある。
- RO膜は選択膜の片側にある溶液に圧力を加えることにより、溶液から多くの種類の溶解粒子とイオンを除去する。
- 上記プロセスによる最終産物は、浄化された飲料水の流れと、廃棄または再利用される汚水の流れの2種類から成る。

## 処理プロセス

- ① 水はまず、1層または複数の前処理用のフィルター（炭素ろ過とそれに続く精密ろ過カートリッジなど）を通過する。
- ② 水はその後、水処理システムの中心であるRO膜へと移送され、前処理で除去するには小さすぎた溶解粒子やイオンがこの段階で除去される
- ③ 膜を通過した水は、貯蔵タンクへと送られる。タンクが満杯になると、自動遮断弁が更なる水が膜へ送られてくるのを阻止する。
- ④ 水が貯蔵タンクから引き出されると、紫外線殺菌などろ過の最終段階へ進み、残りの生物学的汚染が処理される。

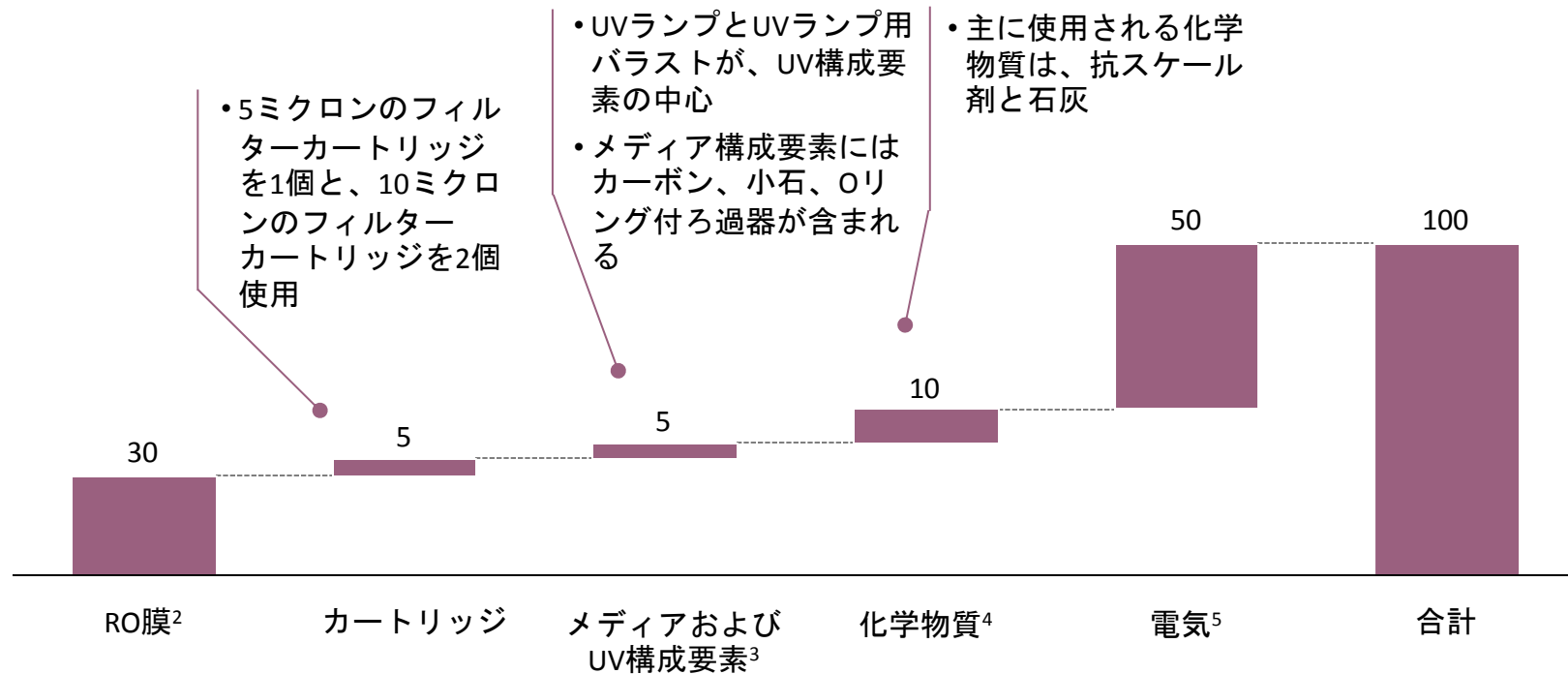
## プラス面とマイナス面

- + 生物学的および科学的汚染の処理に関して非常に効果的
- + 水の臭味が大幅に改善
- 水質により、投入された水の30~90%が、濃縮水として排出
- RO膜は、高価で複雑な部品と教育が必要
- ROシステムのエネルギー依存度の高さ

# コミュニティ向けROシステム：膜、カートリッジ、UVランプなど水処理の中核を成す部品が総運営費の40%を占める

インドにおける単独コミュニティRO処理施設の運営費内訳  
月額運営費の平均的割合<sup>1</sup>

示唆的な推定値



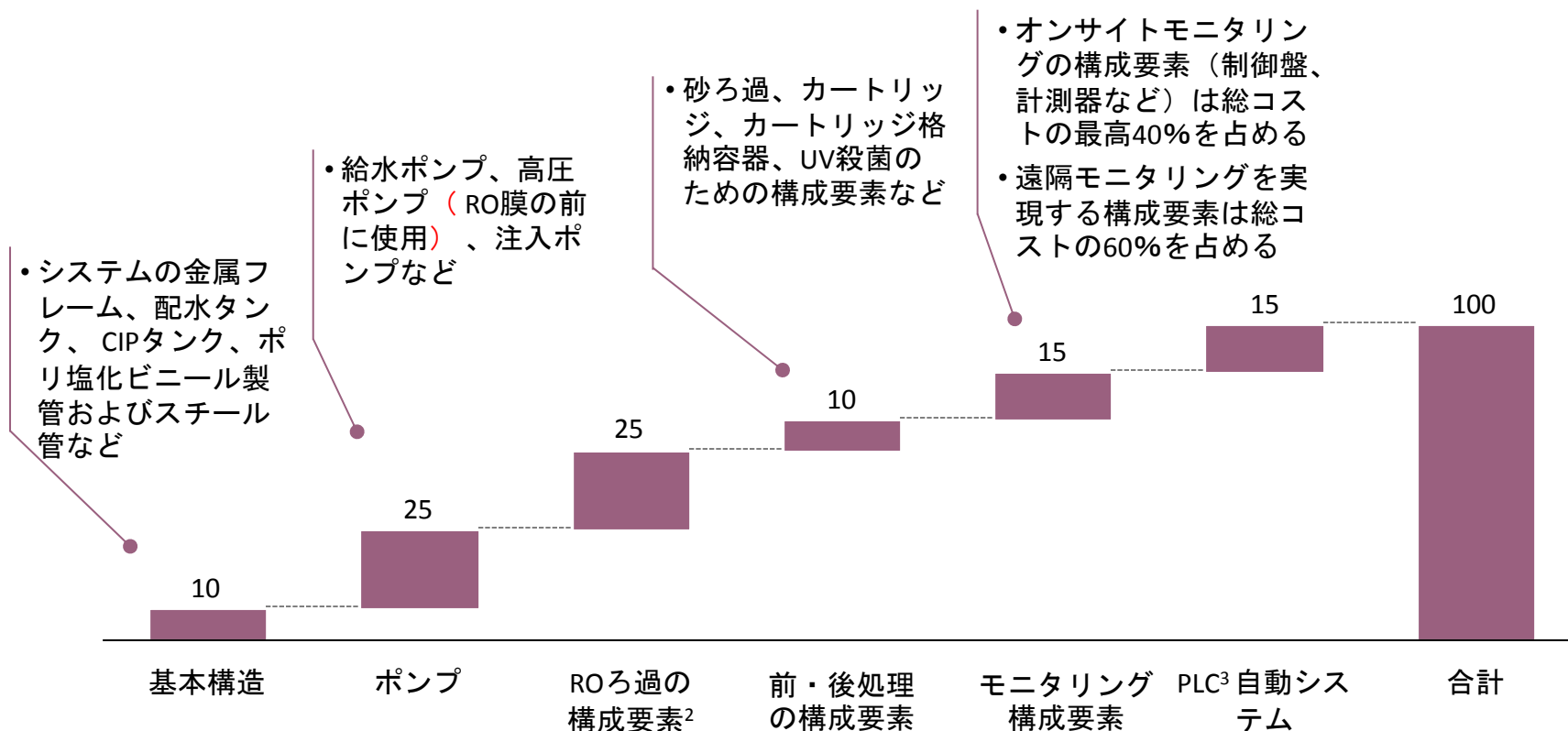
(1) 毎時1000リットル、3000 ppmのROシステムの1ヶ月の平均運営費 (2) 膜の寿命は3年間と推定 (3) メディアの寿命は3年間、UVランプの寿命は6ヶ月と推定 (4) 抗スケール剤と石灰価格はそれぞれ6米ドル/ℓ、40セント/kg (5) 1日8時間電力を使用した場合のコストは米ドル10セント/kWhの電力を1日8時間使用した場合を想定。

出典：Dalberg analysis based on interviews and secondary research

# コミュニティ向けROシステム：監視と自動化を実現する構成要素が浄水システム設置に要する資本コスト全体の30%を占める

インドにおける単独コミュニティRO処理施設の資本コストの内訳  
 初期資本コストの平均的内訳<sup>1</sup>

示唆的な推定値

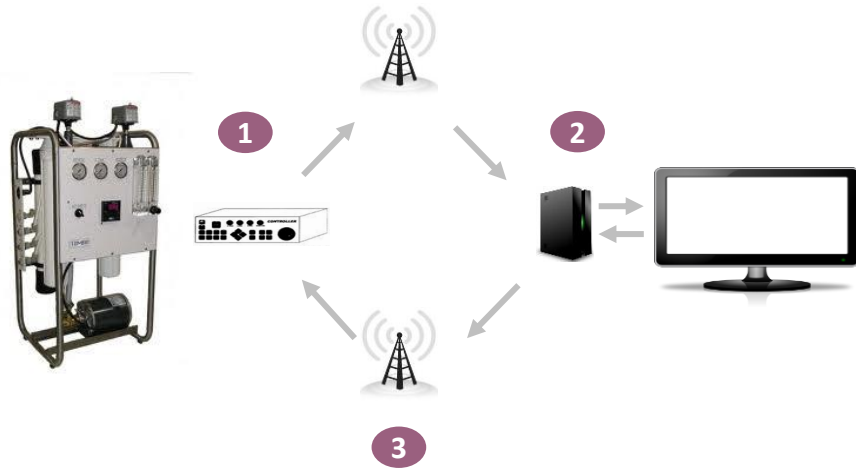


(1) 毎時1000リットル、3000 ppmのROシステムに要する1ヶ月の平均運営費 (2) RO膜と膜を収納する容器 (3) プログラマブル論理制御装置 (programmable logic controller : PLC)

出典：Dalberg analysis based on interviews and secondary research

# 実現技術：遠隔監視システムによりコミュニティの運用者はキオスク間の水質を一定に保ち、稼働時間を最大化

## 遠隔監視と水トラッキングシステム



## 概要

- 遠隔監視システムにより、給水サービス提供者は、複数の拠点にわたり水の生産、水質、機械の状態、社会的影響をリアルタイムで測定できるようになる
- 遠隔監視システムは、クラウド接続された双方向の装置で、既存の携帯電話ネットワークを利用してリアルタイム情報をセントラルサーバーに送信する。各装置は月に約1,000件のテキストメッセージを送信している
- BoP向けの給水サービス提供者のニーズを満たすためには、遠隔監視システムは、手頃な価格で、堅固かつ柔軟な設計でなければならない

## 運用プロセス

- ① 浄水プロセスの異なる段階に従って、複数のデータ収集センサーが、様々な測定基準からリアルタイムデータを伝達する。
- ② プロセスの流れ、蒸発残留物(Total Dissolved Solids : TDS)レベル、メンテナンスの問題を本社スタッフがほぼリアルタイムで監視することができるよう、上記データを携帯電話技術を利用して発信する。
- ③ 浄水システム内のメンテナンスの問題が発生し始めた場合、修理担当者は積極的に関与し、現場を訪れる前に、どの部品を在庫から持っていくべきかに関する情報を得ることができる。深刻な問題（TDSレベルが非常に高いなど）発生の際、警告が出された場合、修理担当者が問題を解決するまで、浄水システムは自動的に停止する。

## プラス面とマイナス面

- + フランチャイズ加盟店に稼働停止を余儀なくする前に、メンテナンス上の問題を未然に防ぐ能力が向上
- + フランチャイズによる売り上げの報告を確かなものとし、プリペイドのフランチャイズ決済システムを可能とする
- + 人的ミスを抑制することにより、異なる拠点間の配水において一定の水質を保証
- + 人件費と輸送費を削減し、機械の寿命を延ばす
- 給水サービス提供者にかかる初期費用と開発努力の負担
- 多様なフランチャイズ店のニーズにもかかわらず、標準化されたソリューションが必要

# 目次

---

## 1. 背景とアプローチ法

### 2.1. クリーンな水

### 2.2. クリーンな電気照明

#### 2.2.A. 問題および既存技術の検証

#### 2.2.B. 技術比較

#### 2.2.C. ビジネスモデルと主要プレイヤーの検証

#### 2.2.D. 有望な技術と構成要素の特定

### 2.3. クリーンな調理

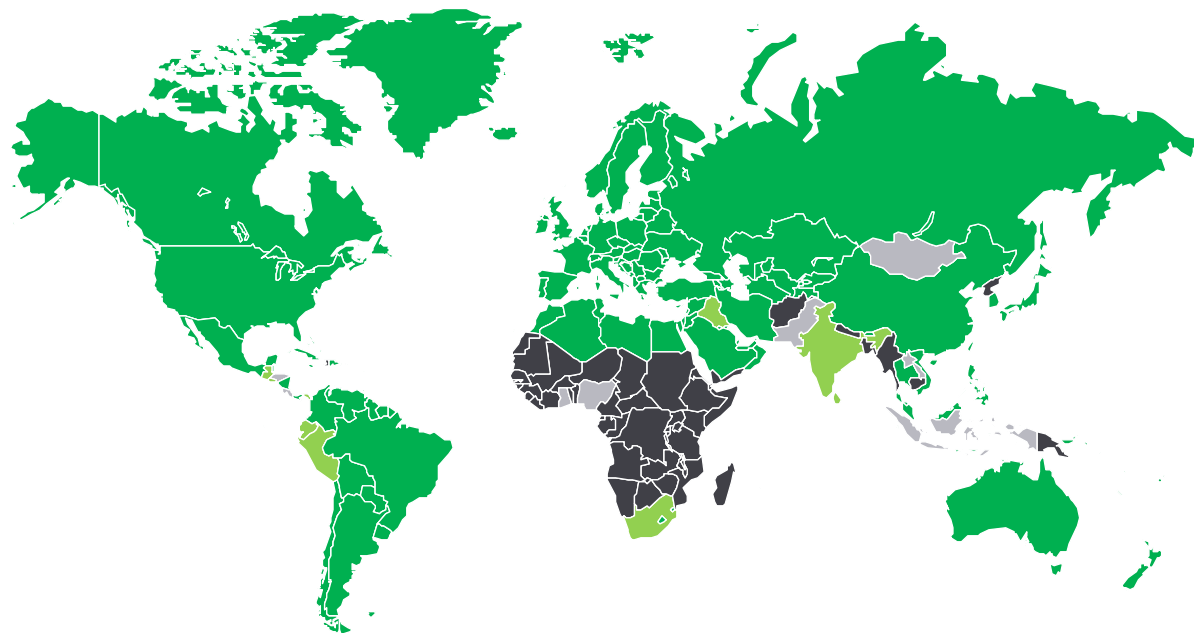
## 3. 日本の関与に対する提言

### 参考資料

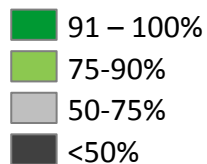


# BoP層向けの電気ソリューションは、世界で14億人以上が電力供給網へのアクセスを持たないことを考慮に入れる必要がある

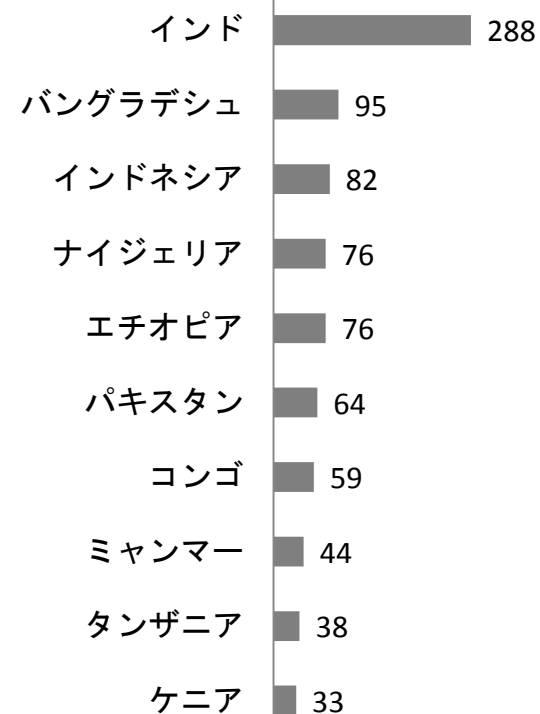
世界の電化率(2009年)



凡例



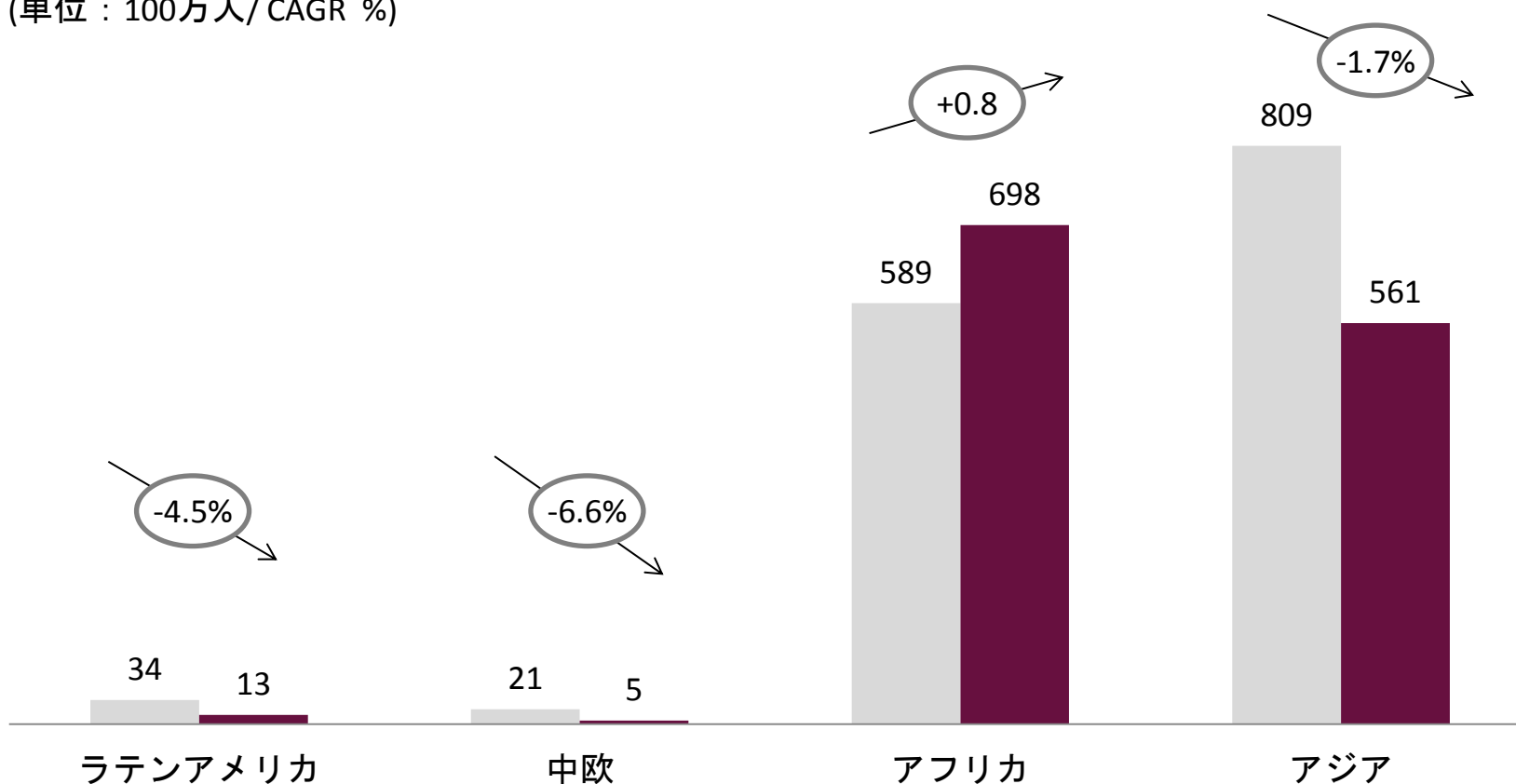
電気へのアクセスを欠く人口の最も多い10ヶ国  
(単位：100万人)



# 送電線へのアクセスを持たない人口はアフリカで今後数十年間増加が続くと見込まれる一方、他の地域では減少していくものと予想される

■ 2009 ■ 2030 ○ 年複利成長率 (CAGR)

2009-2030年のグローバル未電化人口の推移  
(単位：100万人/ CAGR %)



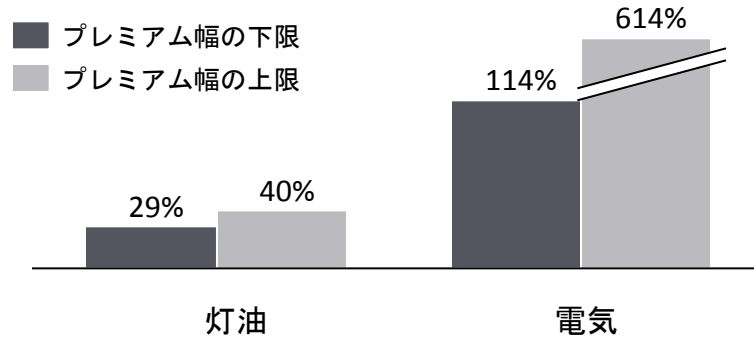
# 伝統的な電力技術は、経済、社会、環境に大きな代償を要求する

## 経済的影響

- 非効率的な燃料への依存の結果、回避可能な支出であるにもかかわらず、電気代は家計支出の大きな割合を占める
- 燃料の収集に時間が費やされるため、所得創出機会が失われる

### BoP世帯が灯油および電気に支払う割増価格<sup>1</sup>

BoP層の消費者が通常の価格を超えて支払う幅



## 社会的影響

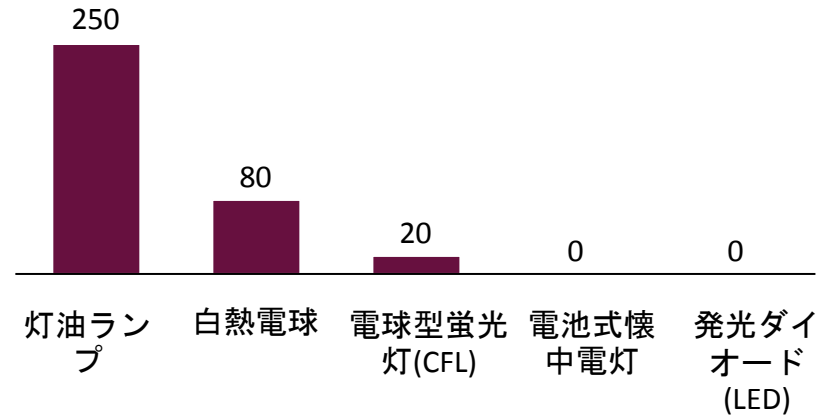
- 急性下気道感染症、慢性閉塞性肺疾患、虚血性心疾患、脳卒中など、室内空気汚染(indoor air pollution : IAP)に関連する様々な健康被害
- 灯油ランプの転倒により家庭で発生するやけど

## 環境的影響

- 非効率的な燃料の生産と消費の結果発生する大量の温室効果ガス
- 環境に悪影響を及ぼす燃料への依存により、黒色炭素(black carbon : BC)が触媒的にもたらず温暖化効果

### 様々なオフグリッド照明による年間CO<sub>2</sub>排出量

(単位 : CO<sub>2</sub>キログラム)



(1) 灯油は1リットルあたり、電力はメガワット/時(MWh)あたり

# BoP層のニーズを満たす幅広い新たなオフグリッドソリューションが登場しつつある




	従来型ソリューション	先進的ソリューション
オフグリッド・エネルギー	<ul style="list-style-type: none"><li>ガソリンやディーゼルなどの石油派生燃料</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>風力、省水力、太陽光、バイオマス</li><li>燃料効率の向上は僅かに留まるが、健康および環境に与える影響は従来型の燃料源に比べ優れている</li></ul>
+		
照明	<ul style="list-style-type: none"><li>白熱電球</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>電球型蛍光灯(CFL)と発光ダイオード(LED)(CFLは、より効率的なLEDを用いた照明器具に取って代われつつある)</li><li>白熱電球に比べ高価だが、ワットあたりのルーメン値が大きく、他の照明器具に比べ寿命が長い</li></ul>
統合技術	<ul style="list-style-type: none"><li>ろうそく、灯油ランプ、バイオマス</li><li>有害な粒子状物質を放出しながら非効率的に燃焼</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>電池式懐中電灯と、ソーラーランタンや住宅用太陽光発電システムなど再生可能エネルギーを用いた電気器具</li><li>従来型ソリューションに比べ高価だが、より安全</li></ul>

# 統合技術：BoP層を対象としたオフグリッド技術の現状

	ろうそく	バイオマス	灯油ランプ	電池式懐中電灯	ソーラーランタン (SPL)
説明	 <p>ろうそくは、芯の埋め込まれた蠟の固形のかたまりである。ろうそくが燃えている間、溶けて液体となった蠟が芯に染み込み、芯を伝わって上昇する。</p>	 <p>バイオマスは、生きた植物、または直前まで生息していた植物から得られる、電力、燃料、熱に変換することのできる生物由来物質である。</p>	 <p>灯油が芯またはマンツルに吸収され、透明で明るい黄みがかかった炎とともに燃焼する。</p>	 <p>懐中電灯は、電池に蓄えられた電気エネルギーにより光を発する。</p>	 <p>ランタンの動力は、太陽光を電力に変換する太陽光発電パネルである。</p>
構成要素	蠟、芯	薪、動物の排泄物、植物廃棄物、農作物残	芯またはマンツル、燃料タンク	電池、電球	太陽光発電パネル、電池、LED電球もしくはCFL電球
欠点	燃焼は非効率的で、室内空気汚染を引き起こし、また健康上の問題の原因となる有害なガスを放出	有害な粒状物質を生じ、燃焼は非効率的	大量のCO <sub>2</sub> を発生させ、生命と財産を危険にさらす火事の原因となる可能性	使用済み電池が適切に処理されなかった場合、有害となる可能性	高額な初期費用



# 発電：BoP層を対象としたオフグリッド技術の現状

	ディーゼル	バイオディーゼル	バイオガス	バイオマスガス	太陽光	風力	省水力
説明	 <p>ディーゼルは、力学的エネルギーを電気エネルギーへ変換する発電機に用いられる。</p>	 <p>バイオディーゼルは、植物油または動物性油脂由来の燃料で、ディーゼルと混合されるか、そのまま燃料として、通常のディーゼル発電機に使用される。</p>	 <p>バイオガスダイジェスターは、有機物質の自然な嫌気性分解を通してバイオガスを生産するシステムである。</p>	 <p>バイオマスガス化装置は、木材や木炭、もみ殻などのバイオマス材を、熱化学プロセスを通してガス燃料に変換する化学反応炉である。</p>	 <p>太陽光発電パネルは、薄層状半導体を利用し太陽光を電気に変換する。</p>	 <p>風力タービンは、風力エネルギーを力学的エネルギーへと転換する。タービンに繋がれている発電機がその後、力学的エネルギーを電力へと変換する。</p>	 <p>水力タービンは流水の潜在的エネルギーを力学的エネルギーに変換する。タービンに繋がれた発電機がその後、力学エネルギーを電力へと変換する。</p>
構成要素	エンジン、発電機、電池	エンジン、発電機、電池	タンク、チューブ	供給ホッパー、ブロー、反応炉、ガスバーナー、チャー(炭素含有残留物)分離機	太陽電池、フレーム、発電機、電池	ローター、タワー、発電機、電池	ローター、発電機、電池
欠点	音がうるさく、健康および環境に被害を及ぼす有害なガスを放出。遠隔地では、燃料の入手しにくさがコストを押し上げる可能性	バイオディーゼルの寿命はあまり長くない、音がうるさい	限られたエネルギー量しか生産できず、エネルギーの利用者との距離に左右される	高額な資本コスト、非効率に燃焼し、高いタール含有量を生み出すバイオマスの性質上、絶えず清掃が必要	広大な土地が必要、断続的な電力生産	タービンの音が騒音となる可能性、風速・風量が一定せず予測困難	流水源へのアクセスが可能な地域のみに適する。出力量は、季節により変動

# 照明：BoP層を対象としたオフグリッド技術の現状

	白熱電球	電球型蛍光灯 (CFL)	発光ダイオード(LED)
説明	 <p>電流を通すと高温となるフィラメントワイヤにより作られた電灯である。</p>	 <p>標準仕様の白熱電球のサイズまで小型化された蛍光性の電球である。</p>	 <p>発光ダイオードに電流を流すと、電子は、光子の形でエネルギーを放出しながら、装置内の電子ホールと再結合する(電子正孔対が生じる)。</p>
構成要素	フィラメント、ガラス球、充填ガス	蛍光体コーティング、水銀ガス、ベース、安定器格納部とカバー	ケーシング、半導体チップ、ダイオード、アノードとカソード
欠点	寿命が短く、他の照明器具に比べ多くのエネルギーを必要とする。	蛍光体と特に水銀(蛍光チューブ内に封入されている)は適切に処理されなかった場合、環境に悪影響を及ぼす。	初期費用が高額で、熱に弱く、温度が上昇するにつれ性能が低下する。

# 目次

---

## 1. 背景とアプローチ法

### 2.1. クリーンな水

### 2.2. クリーンな電気照明

#### 2.2.A. 問題および既存技術の検証

#### 2.2.B. 技術比較

#### 2.2.C. ビジネスモデルと主要プレイヤーの検証

#### 2.2.D. 有望な技術と構成要素の特定

### 2.3. クリーンな調理

## 3. 日本の関与に対する提言

### 参考資料

# 統合技術：ソーラーランタン(SPL)は他の機器の充電に用いることができ、電池交換の頻度も低いが、アフターサービスが必要

○ 低い ● 高い

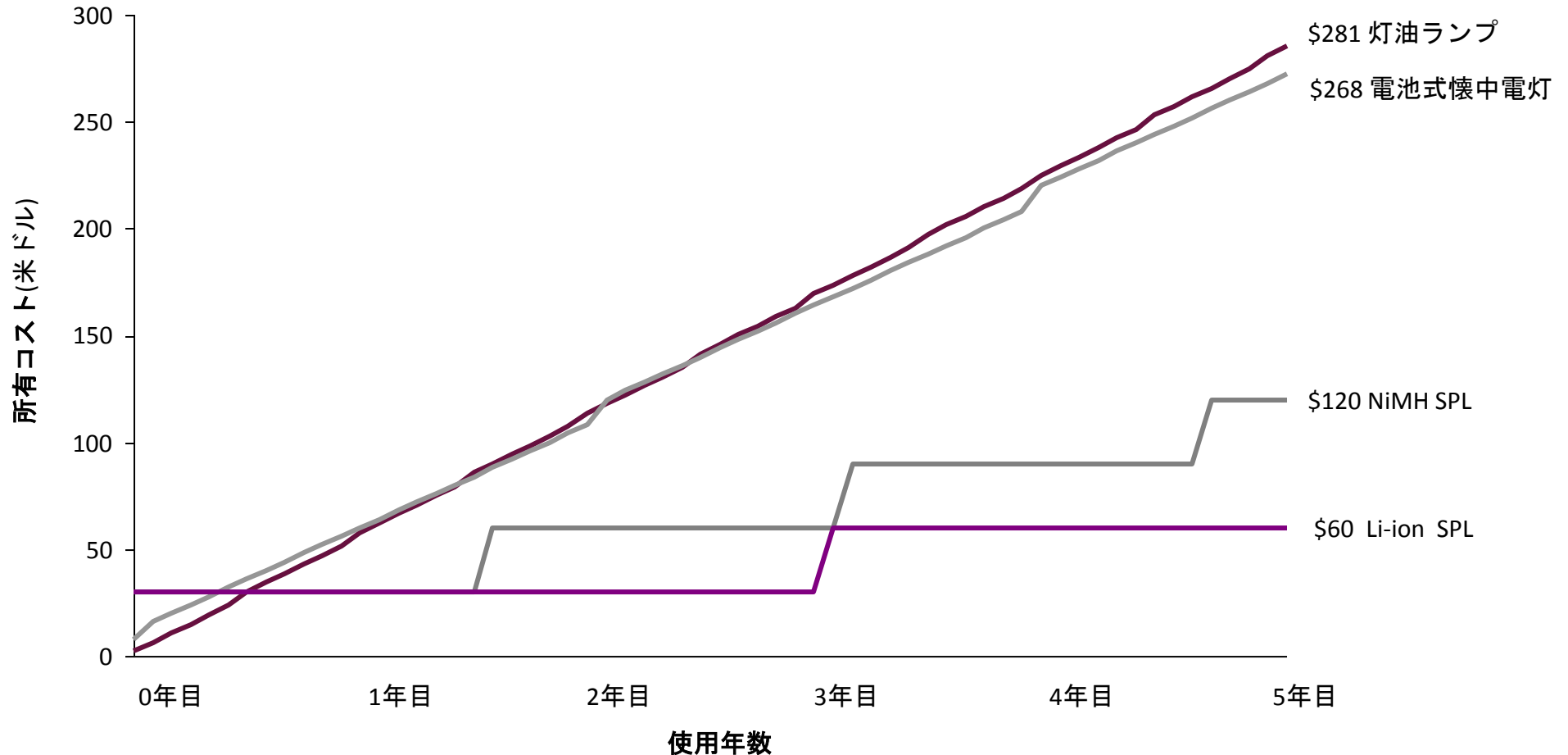
技術の種類	追加的な装置を充電する能力	アフターサービスの利用可能性	主要部品の交換頻度の低さ
灯油ランプ	○ 該当せず	● 現地での修理や交換が容易	● 2、3日おきに灯油の補充、定期的な芯の交換
電池式懐中電灯	○ 該当せず	● 電池は容易に交換可能だが、破損した電球の修理は困難	● 3日おきに電池の交換が必要
NiMH ソーラーランタン <sup>1</sup>	● 携帯電話の充電と、ワット数の低い送風機の稼働が可能	○ 破損した部品に関するサポートサービスの利用可能性は限定的	● 13か月ごとに電池の交換が必要
Li-ion ソーラーランタン <sup>2</sup>	● 携帯電話の充電と、ワット数の低い送風機の稼働が可能	○ 破損した部品に関するサポートサービスの利用可能性は限定的	● 電池の交換が必要なのは、27ヶ月に1度のみ

(1)ニッケル水素電池技術を用いたSPL、(2)：リチウムイオン電池技術を利用したSPL

出典：Dalberg analysis based on interviews and secondary research

# 統合技術：SPLは、灯油ランプや懐中電灯に比べ初期費用が高額であるものの、長期的にはより経済的である

統合技術の5年間の累積所有コスト  
(単位：米ドル現在価値)



注：総所有コストには、装置の初期費用と5年分の維持管理費およびエネルギーコストを含み、平均的BoP世帯は5人家族で1日5時間照明を使用するという仮定に基づき試算。本試算においてインフレーションは考慮されていない。

出典：Dalberg analysis



# 発電：再生可能技術の中では、太陽光とバイオマスガス、バイオガスを利用したシステムが地域の枠を超えて幅広い適用性をもつ

○ 低い ● 高い

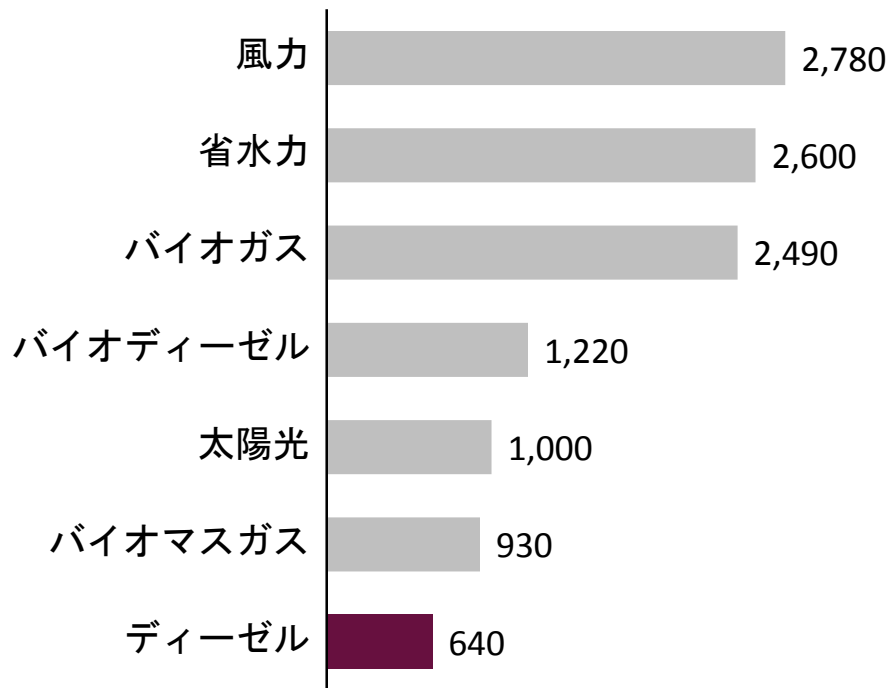
小規模発電の種類	エネルギー資源の利用可能性	最小限必要な土地面積	運用に必要なスキルレベル
風力	● 地域特有、沿岸地域や丘陵地帯での利用可能性が高い	● タービンはスペースを取らないため、農業活動の妨げにはならない	● 中程度の教育が必要
省水力	● 地域特有、沿岸地域や丘陵地帯での利用可能性が高い	● 河川流水型の発電プラントが一般的で、土地スペースはさほど必要としない	● 中程度の教育が必要
バイオガス	● 種類は異なるが、あらゆる地域で利用可能	● パイプラインによる移送中のガス流出を防ぐため、居住地の近くに設置	● 原料管理および運用管理のため高度な教育が必要
バイオディーゼル	● バイオディーゼルの生産に適した植物種は限られている	● 必要となる土地面積は限られている	● 原料管理および運用管理のため高度な教育が必要
太陽光	● 日射強度はばらつきがあるものの、発展途上世界の大半の地域で利用可能	● 発電パネルは通常、大規模な土地スペースに設置される	● 中程度の教育が必要
バイオマスガス	● 種類は異なるが、広範囲にわたり利用可能	● 必要となる土地面積は限られている	● 原料管理および運用管理のため高度な教育が必要
ディーゼル	● 価格帯はさまざまだが、一般的に広範囲にわたり利用可能	● 必要となる土地スペースは限られているが、大量の温室効果ガスを排出するためコミュニティから離れた場所に設置する必要がある	● 基本的な教育が必要

# 発電：再生可能オフグリッド発電ソリューションは従来型ソリューションに比べ、初期費用が高額だが、運用費はより経済的な傾向を持つ

■ 再生可能 ■ 伝統的なエネルギー資源

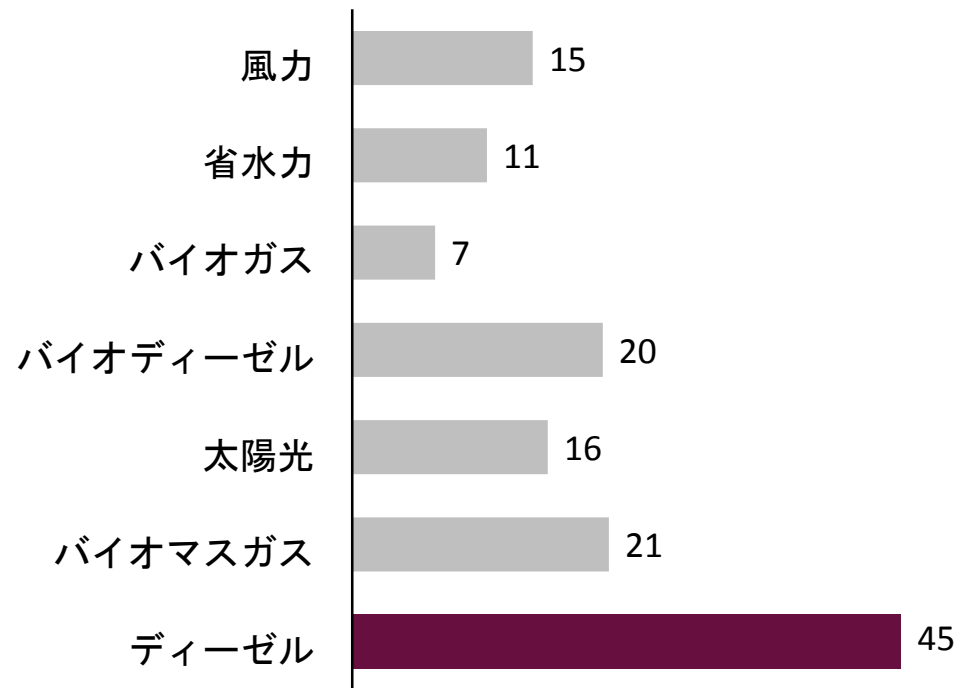
エネルギー源ごとにみたオフグリッド利用の平均的  
資本コスト

(単位：米ドル/プラント設備能力(kW))



エネルギー源ごとにみたオフグリッド利用の平均的  
発電コスト<sup>1</sup>

(単位：セント/kWh (償却資本コストを含む))



(1) 発電コストとは、資本コストと平準化した単位当たり原価(米ドル/kWh)で表わされる運営コストの合計である。なお平準化は、設備の耐用年数にわたり行われる。エネルギーの発電コストは、エネルギー源の平均的能力を50~250kWの間で想定している。

注：バイオガス、バイオマス、バイオディーゼルは、熱電併給器具(CHP)に使用することができ、そのようなシステムの稼働の経済性を著しく高める。

出典：Biogas and Micro hydro data sourced from "Technical and Economic Assessment of Off-grid, Mini-grid and Grid Electrification Technologies", ESMAP, 2007; Wind, Biodiesel and Diesel data sourced from The Economics of Renewable Energy Expansion in Rural Sub-Saharan Africa, World Bank, 2010; Solar and Diesel data from Dalberg reports

# 照明：照明技術の中では、LEDがワットあたりの光出力が最も高く、寿命も最長



白熱電球



CFL



LED

ワット数  
(電力消費量)

40 - 100 ワット

9 - 50 ワット

4 - 10 ワット

ルーメン/ワット  
(効率性)

2 - 20 ルーメン/ワット

25 - 75 ルーメン/ワット

10 - 100 ルーメン/ワット

寿命

750 - 2,000 時間

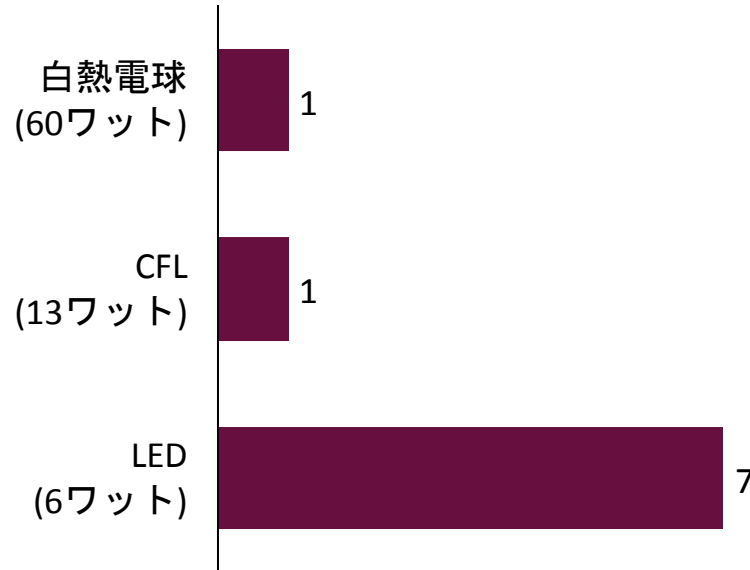
6000 - 10,000 時間

20,000 - 100,000 時間

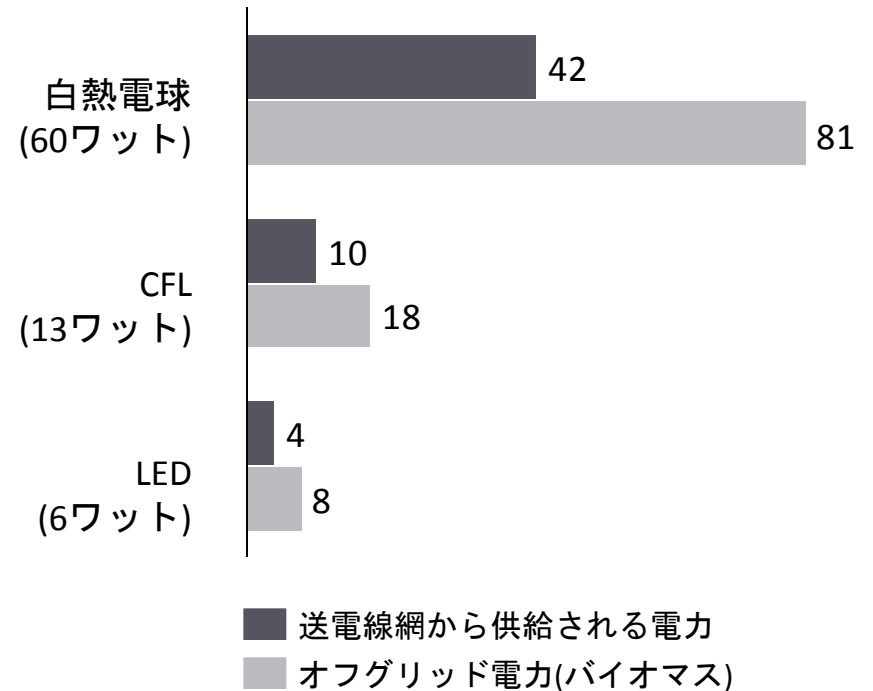
# 照明：LEDの初期費用は高額だが、ランニングコストは安く、そのため長期的にはLED技術が最も経済的である

## 照明技術の初期費用および5年間のランニングコスト(グリッドvs. オフグリッド)

初期費用平均  
(単位：米ドル)



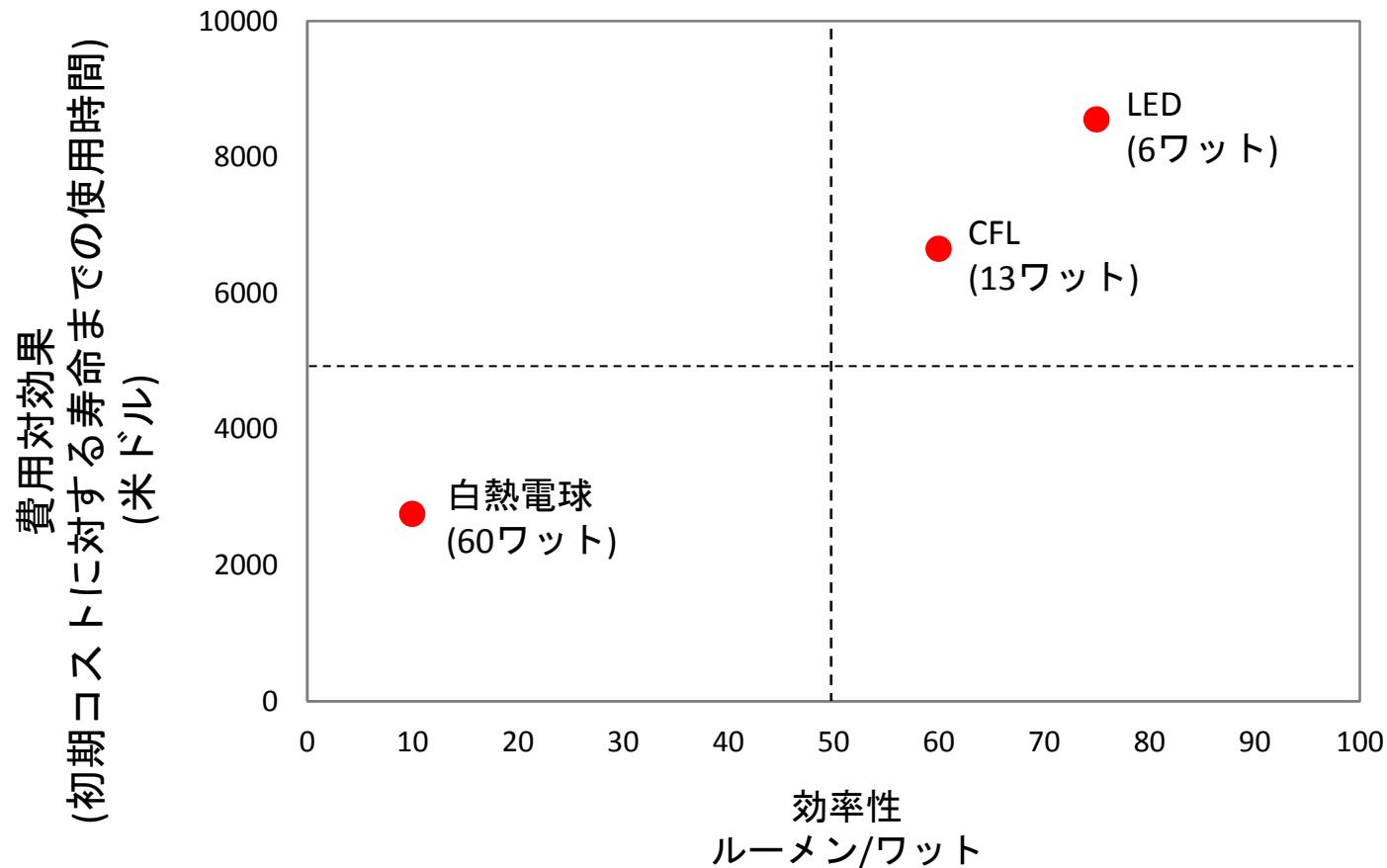
5年間の維持管理費平均<sup>1</sup>  
(単位：米ドル)



(1) 非従来型照明として、60ワットの白熱電球に相当するCFLとLEDが用いられた。5年間の維持管理費には、その間に想定される器具の交換が含まれる。電力コストはRs. 3/kWh、バイオマスコストはRs. 6/kWh。

# 照明：総合的にみてLEDが、費用対効果が最も高いだけでなく、最も効率的な照明技術として浮上している

照明技術の費用対効果および効率性の比較  
(単位：時間/米ドル、ルーメン/ワット)



# 目次

---

## 1. 背景とアプローチ法

## 2. 詳細なセクター検証

### 2.1. クリーンな水

### 2.2. クリーンな電気照明

#### 2.2.A. 問題および既存技術の検証

#### 2.2.B. 技術比較

#### 2.2.C. ビジネスモデルと主要プレイヤーの検証

#### 2.2.D. 有望な技術と構成要素の特定

### 2.3. クリーンな調理

## 3. 日本への関与に対する提言

## 参考資料



# 地球規模でオフグリッド電気の生態系に関わり活動する主要プレイヤー



# 多くのソリューション提供組織がオフグリッド電気の分野においてBoPユーザー向けに商業的な提案を展開

● 次ページ以降にケーススタディを紹介

組織	種類	ソリューションの性質	地理的範囲	発電	照明	統合
Husk Power Systems	社会事業	バイオマスを利用したミニグリッドの設置と運営	インド	✓		
Desi Power	社会事業	バイオマスを利用したミニグリッドの設置	インド	✓		
Trony	企業	太陽光発電パネルの製造	グローバル	✓		
Tata Power Solar	企業	太陽光発電ミニグリッドの設置と管理	インド	✓		✓
Hitachi	企業	太陽光発電パネルの製造	アジア	✓	✓	
d.light	社会事業	ソーラーランタンの設計、製造、販売	南アジア、アフリカ			✓
Greenlight Planet	社会事業	ソーラーランタンの設計、製造、販売	南アジア、アフリカ			✓
Azuri Technologies	社会事業	住宅用太陽光発電システムを、使用分だけを支払う「Pay-as-you-go」サービスの利用を可能とするメーター制とあわせて販売	アフリカ			✓
OMC	企業	太陽光、風力、バイオマスを利用したミニグリッドの設置および運営、ソーラーランタンと電源ボックスのレンタル	インド	✓		
Selco	社会事業	住宅用太陽光発電システムの販売	インド			✓
Technosol	社会事業	住宅用太陽光発電システムの販売	ニカラグア			✓
Schneider Electric	企業	住宅用太陽光発電システム、ランタン、太陽光発電DCマイクログリッドの販売	南アジア、アフリカ	✓	✓	✓
Philips	企業	ソーラーランタンの設計と製造	アフリカ		✓	✓

# ハスク・パワー・システムズは、バイオマスガス/もみ殻を利用した発電所の稼働のために地元コミュニティの住民に教育を実施



## モデル

発電所は、米のもみ殻を確実に入手できる地から10キロ以内に設置される。ハスク・パワー・システムズ (Husk Power Systems : HPS)社員が発電所の稼働に適しているかを評価するために村落を訪れ、どのように事業が進められるのかを説明する。400世帯以上が月々の電力料金の支払いを約束した場合、HPSは発電所を設置し、契約書を取り交わした家庭および中小企業に電力供給を行う。

## 消費者のコスト

電力料金は、月々の基本料金が100インドルピー(2.20米ドル)となっている。HPSと電力供給の契約を交す際に、顧客は1ヶ月分の保証金の支払いを求められる。契約条件に基づき、HPSは毎月最低27日間サービスを提供することに同意しており、この合意基準が満たされなかった場合、料金は日割り計算となる。

## 規模

2011年3月末までに、65の発電施設が完全稼働しており、さらに10ヶ所が建設中または稼働開始直前の段階にある。48の発電所は、HPSが完全に所有および運営しており、他の17拠点はある種のフランチャイズまたはパートナーシップの下で運営されている。発電所の平均顧客数は500であることから、約3万2,500世帯へ電力供給が行われている計算となる。1世帯が5~6名の家族から構成されているとすると、約18万人の人々がHPSのサービスを享受していることになる。

## 採用されている技術

大量のもみ殻もしくはその他の農業残渣を30~45分おきにガス化装置ホッパーに投入する。バイオマスは、空気量の制限された中で燃焼し、高エネルギーの発生炉ガスを発生させる。ガスは一連のフィルターによりろ過・精製され、発電機を稼働するエンジンに使用される。電気は絶縁の高架線を通して供給される。

## 革新性

HPSはガス化装置の設計を著しく改善し、現在は製造の大半を自ら手掛けている。ガス化装置は米のもみ殻(ガス化が困難な原料)の利用に最適化されているが、他の種類の農業残渣や木材にも使用可能である。HPSの価値提案は、運営と維持管理の容易な発電所を実現し、高校を卒業した村落出身者が研修を受け管理・稼働に携われるようにすることにある。

## 課題

事業拡大の主要課題は、HPSが2014年末までに稼働を目指す2,000の発電施設の運営に必要な9,000人またはそれ以上の人々に研修を実施することである。

# グリーンライト・プラネットは、価格帯12~30米ドルの製品を開発し、革新的な直販網を通じて販売



## モデル

グリーンライト・プラネット(Greenlight Planet)は、太陽光発電を用いたランタンを設計し、地元のパートナーや農村部の小規模起業家との間に構築した直販網を通して、インドおよびアフリカの未電化の村落へ販売をしている。

## 消費者のコスト

製品は、12米ドルのベーシックなソーラーランタン「Sun Grid Eco」から、小売価格30米ドルのより明るく堅牢で、電源としても使用できる「Sun King Grid」まで幅がある。

## 規模

グリーンライト・プラネットの製品は、アジアとアフリカの20ヶ国で販売されている。同社はこれまでに、230人の従業員および1,000人の販売者を通して、100万人の顧客に製品を販売してきた。同社は2015年までに、1万人の販売者を通し、1,000万人の顧客獲得を計画している。

## 採用されている技術

同社の標準的高出力ラインである、5ボルトの高品質なリチウム鉄リン酸塩電池は、携帯電話を1時間で充電することができ、さらにオーディオシステムや電子蚊取り器のような製品の電源として使用できる。同電池は、第三者の開発者に対し、未電化の村落の住民がプラグを差し込むことができる信頼性ある電子装置を開発するための基盤を提供する。

## 革新性

グリーンライトのソーラーランタンは、顧客が電池交換が必要となるまで電灯を5年間使用することのできるリチウム鉄リン酸塩電池技術を使用している。既存の販売チャネルの使用に関わる高コストを理由の一部として、グリーンライト・プラネットは、BoP層の住民に直接サービスを提供する革新的な分散型の供給ネットワークを作り出した。「Sun King Saathis」と呼ばれる村落単位の起業家が募集・採用され、グリーンライトの地区担当マネージャーやチームリーダーによって研修が実施される。

## 課題

顧客側に高額な初期投資が必要であることが、需要を抑制してきた。グリーンライトは、マイクロファイナンス機関(MFI)とある種のパートナーシップを結び、利用回数に応じて支払いを行うモデルの構築を図っている。同社はまた、在庫品を保有するための手頃な地元の運転資本の調達ができずにいる。

# アズーリ社のインディゴ携帯電話決済システムは、使用分のみを支払う照明システムの使用を可能とし、顧客のロックインリスクを軽減



## モデル

アズーリ・テクノロジー社(Azuri Technologies)のインディゴシステムは、携帯電話技術と太陽光発電技術を組み合わせ、顧客がエネルギー使用の支払いにスクラッチカードを購入することを可能とした。顧客は、携帯電話の充電をすることができる他、2部屋に8時間分のクリーンな電気を得ることができる。

## 消費者のコスト

インディゴシステムの利用者は、初期費用として約10米ドルを前払いする。その後、最低1米ドルから購入できるスクラッチカードを入手し、カード上の数字をテキストメッセージで中央サーバーに送信する。中央サーバーから返信されたアクセスコードをインディゴ端末に入力すると、電気が購入時間分供給される。個々の支払いは全て上記システムの購入に使われ、一般的な家族であれば、18ヶ月の使用で採算が取れる仕組みである。

## 規模

ケニア、ザンビア、マラウィ、南スーダンで6,000世帯にサービスを提供する。

## 採用されている技術

技術基盤は、クラウド技術を用いた洗練されたソフトウェアに支えられた非常に安価なプリペイド式のメーターから成る。インディゴ・スクラッチカードは、携帯電話からテキストを送信することで有効となる。その結果生成される一度限り有効なパスワードをインディゴ端末に入力すると、一定時間の作動が開始する。

## 革新性

高額な購入コストを必要としない太陽光発電をサービスとして提供することにより、利用者は、灯油への支出より少額でクリーンな電気へのアクセスを得ることができる。

同社は、より多くの電力へのアクセスを得るために、また最終的には住まいの完全電力化を実現するために、利用者が徐々に大型のシステムへアップグレードすることを奨励する「インディゴ・エネルギー・エスカレーター(Indigo Energy Escalator)」というモデルを生み出した。利用者は、世の中とのつながりを断たれた農村の農業従事者から出発し、電気の恩恵を受け、時間とともに知識を得て、世の中と接続されることになる。利用者は、どの地点でもサービスの利用を停止することができ、長期的な債務に縛られることはない。

## 課題

決済関連技術に要する高額な資本投資と、確実な返済の困難さなどが課題である。より大きな課題としては、規模の拡大を達成するための、包括的な販売モデルの構築が挙げられる。



# OMC社の比類ないビジネスモデルは、中核顧客への電力供給と、近隣コミュニティへのレンタルでの電気ソリューション提供による



## モデル

OMC社は、太陽光、風力、バイオガスからクリーンエネルギーを生産する小型発電施設を建設、運営、所有している。電力は通信基地局に電送されるか、ソーラーランタン、電源ボックス、その他の電力装置に充電され、レンタル形式で要求に応じコミュニティ内の顧客に販売される。

## 消費者のコスト

保証金、固定費ともに不要で、購入者は使用に応じて支払いを行う。電気ランタン1つ分の使用量は、1日米ドル10セントもしくは毎月3ドルである。電源ボックスの料金は、1ヶ月あたり5~10米ドルと幅がある。

## 規模

OMCは、インドにおいて10万人を超える人々に電気を供給しており、2013年末までには35万人への電力供給達成を目標としている。

## 採用されている技術

小型発電施設では、太陽光、風力、バイオガスからクリーンエネルギーを生産する。同発電施設はまた、バックアップのために蓄電池とディーゼル発電機のほか、最適なエネルギー効率と遠隔アクセスのための管理システムを有している。

## 革新性

OMCの電源ボックス「Bijli Box」は、複数の電球、送風機、LEDテレビの消費電力を賄うことができる。同社は、村落の若者を雇用し、明け方に使用済みの電源ボックスを充電済みのものへと交換する。毎日夕方6時に、OMCの社員は発電施設からこれらの電源ボックスを受け取り、近隣農村部の購入者に配達する。

## 課題

小型発電施設の運営に携わる地元住民のための研修の拡大、ソーラーランタンおよび電源ボックスの近隣農村部への配達の管理などが課題である。



# シュナイダー社は、BoP向けのコミュニティ/家庭用の高品質なソリューションを提供するものの、BoP住民の多くにとって法外な価格を設定



## モデル

シュナイダーエレクトリック社(Schneider Electric)は、同社のBipBoPプログラムを通して再生可能なオフグリッド発電から、家庭用の照明システムまで完結したソリューションを提供している。「In-Diya」として知られる同社の照明システムは、バングラデシュのグラミン銀行(Grameen bank)など、流通と資金調達の両方を支援する既存の地元パートナーを通して販売される。

## 採用されている技術

住宅用照明システム「In-Diya」は、日常生活に十分な明るさを12平方フィートの部屋に均一に提供することができる。未電化地域では、「In-Diya」を12ボルト10ワットピーク(Wp)の太陽光発電パネルと12ボルト5アンペア時(Ah)の電池とともに使用することができる。

## 消費者のコスト

「In-Diya」住宅システムは、最高1,300米ドルで、分割払いプログラムを利用した場合、月20米ドルで利用可能である。

## 革新性

シュナイダー社は、太陽光発電を利用したDCマイクログリッドシステムを開始し、現在試験プロジェクトを通してテストを行っている。マイクログリッドは、変換機を必要とせず、メンテナンスが容易で、電力使用量を抑制すればBoP世帯が必要とするエネルギー量を賄うことが可能である。同社はまた、より効率的に電気を電送する充電コントローラーを開発した。

## 規模

アジアおよびアフリカにおいて、オフグリッドの小規模発電から、ソーラーランタンに至るBoP層向けソリューションを提供している。

## 課題

住宅用および持ち運び可能な製品の展開を拡大するうえでの深刻な課題は、幅広く市場に食い込み、地域の特性に関する深い知識を有するマイクロファイナンス機関、NGO、協同組合、地元企業との専心的なパートナーシップの構築が挙げられる。

# 家庭向けソリューション：統合ソリューションと照明ソリューションを提供する既存組織の検証から特定された、成功の主な要因

## 成功を収めるソリューションの主な特徴

### 安価な初期費用

## 検証結果

品質面で妥協することなく、製品の電気の光出力を抑制することで初期費用の低減を行うこと、そして資金調達の選択肢を提供することが、利用者の導入促進において重要である。

## 示唆

- 製品の品質面で妥協することなく、光出力を抑制
- 価格戦略を確定する前に、売れるだろう価格帯について検証を実施
- マイクロファイナンス機関(MFI)や地元金融機関との協業

### 地域マーケティングと販売戦略

MFIや協同組合、NGO、地元企業など既に確立されている現地チャネルを通じた製品のマーケティングや販売は、コスト管理や市場での普及拡大に役立つ。

- 販売チームに対する定期的な研修と評価
- MFI、NGO、協同組合との協業
- 地元企業チームを発展させ、支援するような革新的な普及戦略の構築

### 実現技術の拡張性への期待

電気の使用パターンのモニタリング、携帯電話を利用した支払い、分散したマーケティングおよび販売チームの管理を可能にする技術は、業務プロセスの合理化とともに、利用者の導入促進を後押しする。

- 電気のバリューチェーン全体のプロセスを合理化する技術の検証と導入
- 新技術に関する顧客ならびに従業員の教育

### 追加的な機器に対する電力サポート

送風機、携帯電話、低電圧テレビなどの機器の使用を支援する電気システムは、顧客の多様なエネルギーニーズを満たす。

- 送風機、携帯電話、省エネテレビなど他の機器に電力を供給することのできる電気システムの開発
- エネルギー消費量の少ない家電製品の製造企業や販売業者との協業

# 家庭向けソリューション：インタビューで強調されたポイント

## 安価な初期費用

「品質面で妥協することなく製品の出力を抑制することによって、BoP層の100世帯のうち80世帯が手の届く価格帯の製品を開発することができた」 – Anish Thakkar, CEO, Greenlight Planet

## 地域マーケティングと販売戦略

「地域に強力なネットワークを持つ組織との協力は、マーケットリーチの拡大に役立ち、我々の強みに集中することができた」 – Abhimanyu Sahu, Director – Offer Creation, BipBop, Schneider Electric

## 実現技術の拡張性への期待

「現在、広い地域に分散する販売員「saathis」の業績を把握する営業部隊の管理システムを検証しているところである」 – Anish Thakkar, CEO, Greenlight Planet

## 追加的な機器に対する電力サポート

「わが社の販売員「saathis」を通して、顧客は送風機や携帯電話の充電にも使用できる電気ソリューションを求めていることがわかった」 – T.Patrick Walsh, CTO, Greenlight Planet

# コミュニティ向けソリューション：統合ソリューションと照明ソリューションを提供する既存組織の検証から特定された、成功の主な要因

## 成功を収めるソリューションの主な特徴

## 検証結果

## 示唆

### 安価な初期費用

高額な初期費用は、地元企業やフランチャイズ加盟店に対して深刻な経済的リスクをつきつける。また、資金調達に対するアクセスの欠如は、ソリューション導入への重大な障害となる。

- 成熟した技術を低コストで調達
- 地元の事業者やフランチャイズ加盟店に対する資金調達スキームの構築で地域の金融機関と協業

### 従業員研修の重視

従業員の業績追跡システムと組み合わせた質を高めるための研修は、社員のモチベーションと仕事の効率性向上を後押しする。

- チームに対し定期的に研修と評価を実施
- チームのモチベーションを高めるためのインセンティブ戦略を策定
- 従業員の業績把握を容易にする技術の検証と導入

### 実現技術の拡張性への期待

電気使用パターンのモニタリング、携帯電話を利用した支払、顧客サービスチームの管理を可能にする技術は、業務プロセスの合理化および利用者によるソリューション導入の促進に寄与する

- 電力使用量の計量と決済システムを合理化する技術の検証と導入
- 新たな技術に関する顧客および従業員の教育

### 「製品」ではなく「ソリューション」を提供

高いユーザー導入率は、複数の製品とサービスを組み合わせたソリューションを消費者に提供することにより達成される(例えば、単にミニグリッドへの接続を売るのではなく、ミニグリッドとともに電球を販売するなど)。

- 様々なソリューションの組み合わせの検証
- 補完的な製品を製造する企業や販売業者との協力
- MFIや地域金融機関との連携

# コミュニティ向けソリューション：インタビューで強調されたポイント

## 安価な初期費用

「融資の利用可能性なくしては、地元の事業家はミニグリッドの構築に伴うリスクを負担したがらないだろう」 – Gyanesh Pandey, CEO, Husk Power Systems

## 従業員教育の重視

「我々は絶えず、従業員教育を改善する方法、インセンティブ制度を発展させる方法を模索している」 – Pär Almquist, Chief Marketing Officer, OMC Power

## 実現技術の拡張性への期待

「分割払いの仕組みは、顧客から製品リスクを切り離すことにより、BoP世帯のよりクリーンなおフグリッドソリューションの導入を可能とする」 – Michael MacHarg, Co-Founder, Simpa Networks

## 「製品」ではなく「ソリューション」を提供

「複合的な電化製品または関連する製品群から成るソリューションパッケージの販売は、BoP市場で製品を個々に販売するよりも、より成功率の高い戦略である。 – Abhimanyu Sahu, Director – Offer Creation, BipBop, Schneider Electric

# 供給モデルを問わず、実現技術は、ソリューションの普及拡大において極めて重要な役割を果たす

## 主要イノベーション

## 説明

### メーター制

- 技術基盤は、クラウド技術を用いた洗練されたソフトウェアに支えられた非常に安価なプリペイド式のメーターから構成される。
- システムは、極めて柔軟な電力メーターとして、また顧客管理および収益管理のソリューションとして、住宅用太陽光設備やミニグリッドシステムのような単独型の製品に組み込むことができる。
- メーター制は、顧客のコンプライアンスを強化し、より優れた計画立案とモニタリングを可能とする。

### 決済方法に関するソリューション

- 革新的な決済ソリューションにより、顧客はスクラッチカードを購入し携帯電話経由でエネルギー料金の支払いをすることができる。
- 利用者は、希望する使用量分を前払いし、各支払いは電気システムの購入に充てられる。
- ロックインリスク(一度購入すると移行が困難となるリスク)の軽減により、試し易さが向上した。

### 販売員管理システム

- 販売員管理システムにより組織は広範に分散する営業・販売チームメンバーの業績を把握することができる。
- クラウド技術を利用した洗練されたソフトウェアに支えられた技術基盤が誕生しつつある。



# 目次

---

## 1. 背景とアプローチ法

## 2. 詳細なセクター検証

### 2.1. クリーンな水

### 2.2. クリーンな電気照明

#### 2.2.A. 問題および既存技術の検証

#### 2.2.B. 技術比較

#### 2.2.C. ビジネスモデルと主要プレイヤーの検証

#### 2.2.D. 有望な技術と構成要素の特定

### 2.3. クリーンな調理

## 3. 日本への関与に対する提言

## 参考資料

# 統合技術：BoP層の家庭にとってはソーラーランタンが最も魅力的な選択肢

○ 低い ● 高い

カテゴリー	基準	灯油ラン プ	電池式 懐中電灯	ソーラー ランタン
潜在的な市場規模	幅広い適用性/ 特定の材料に対する依存度の低さ	●	●	◐
経済、環境、社会的 影響	高い燃料効率	◐	◐	●
	低排出量	○	◐	●
	高い安全性	○	◐	●
	光出力の持続時間 <sup>1</sup>	◐	◐	●
	光出力の質	◐	●	●
運用とメンテナンスの 容易さ	アフターサービスに必要なスキルの低さ	●	◐	◐
	軽量/低容量/可搬性	◐	●	●
	メンテナンスと部品交換の頻度の少なさ	◐	◐	●
値ごろ感	初期費用の安さ	●	◐	◐
	維持管理費の安さ	◐	◐	●
マーケティングと流通 の容易さ	デザインの適応性の高さ/追加的な機器を充電する能力	◐	◐	●
	現行の習慣との高い調和性	◐	◐	◐

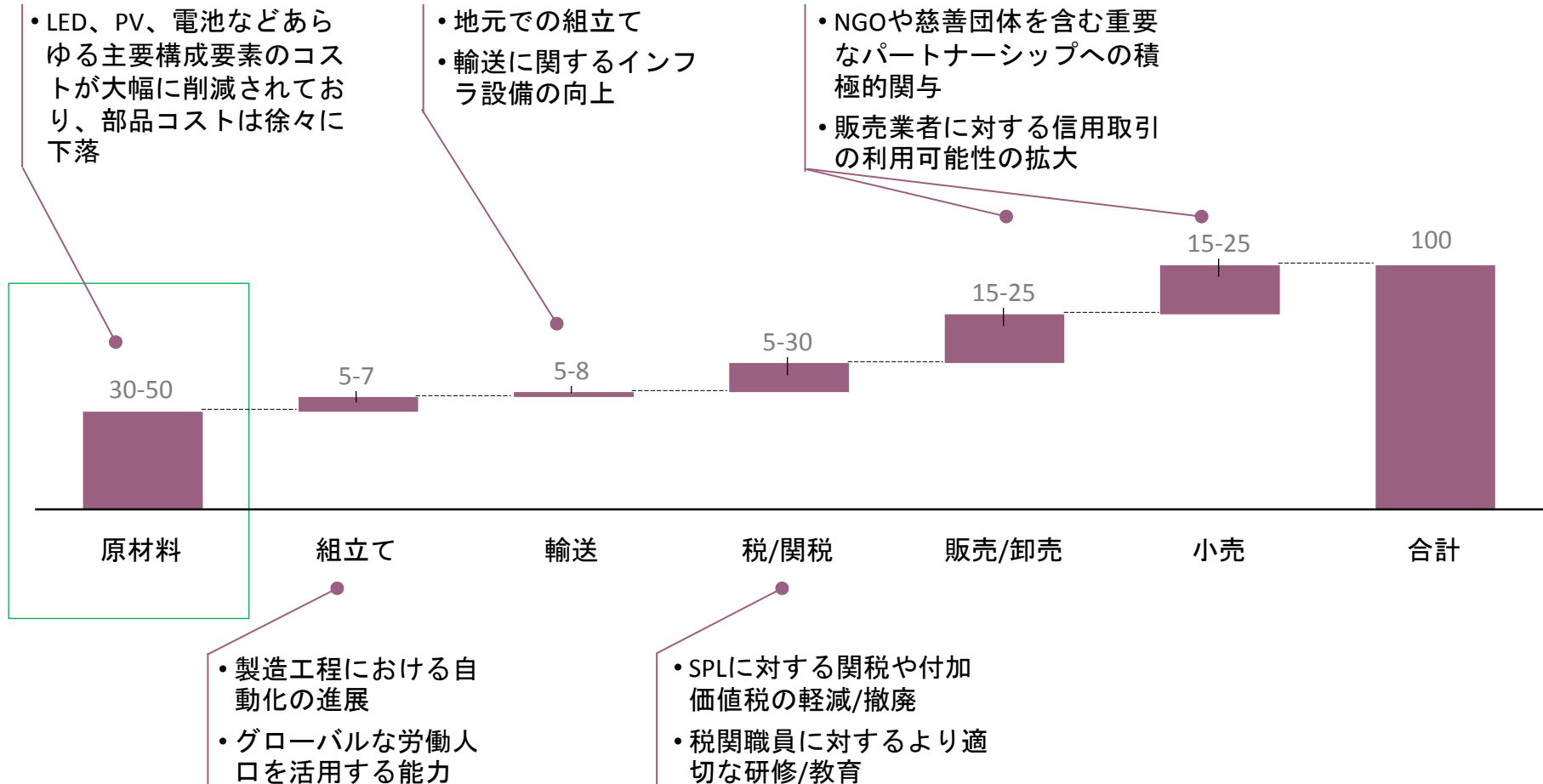
(1)光出力の持続時間は、同額の総経費のもとで比較

注：技術は、様々な基準を基に高度な見地から順位付けされている。個々の基準の重要性については、それぞれの地域の状況、習慣、ターゲット市場の社会経済的特徴、製品/ソリューションの厳密な特質によって異なってくるが、これらの要因に関しては、今後プロジェクトの2年目、3年目において研究する予定である。いくつかの当てはまらない基準については、統合的電気ソリューションの今回の分析においては除外されている。

# ソーラーランタン(SPL)：SPLの主要構成要素であるLED、PV、電池が、バリューチェーン全体の総コストに最大の貢献

## SPL バリューチェーン

(SPLバリューチェーン全体の総コストに占める割合)



# ソーラーランタン：製造コストは、主要部品次第。 製造に要するコストは、2020年までに最大50%下落すると予想される

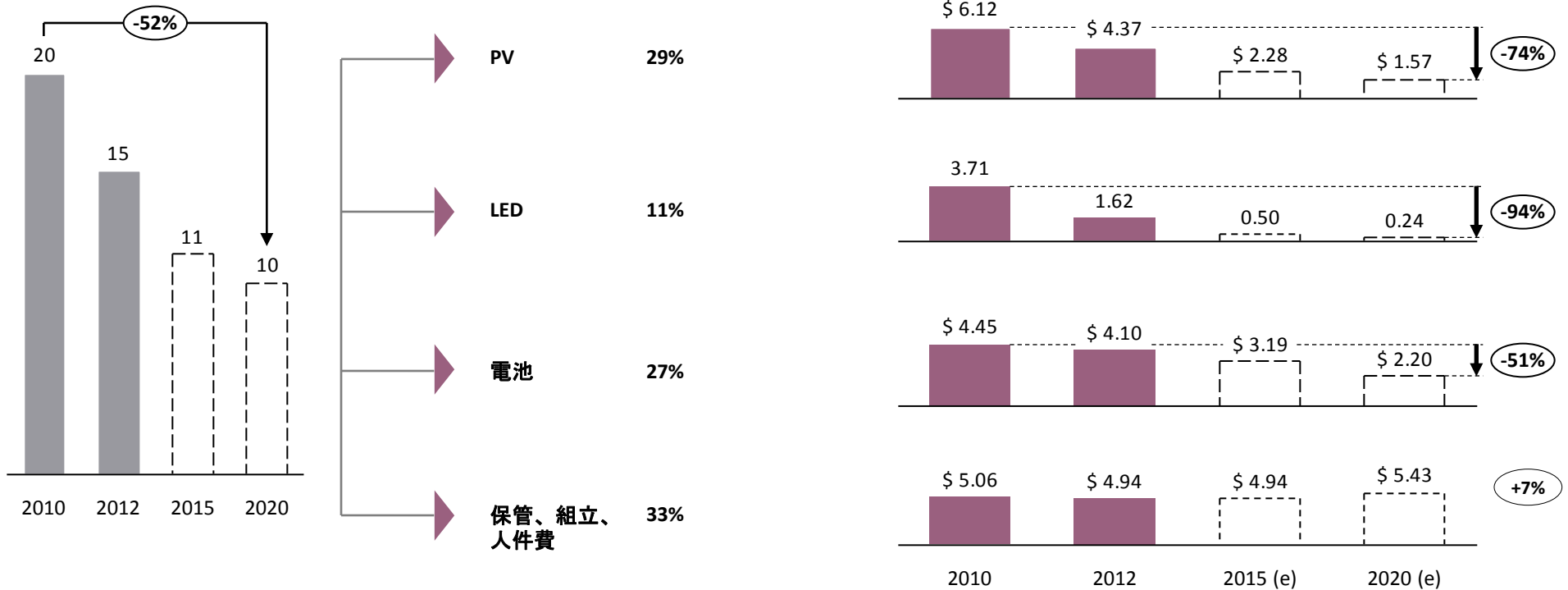
中程度のランタンの部品コストに関する予測と内訳(2010～2020年)

(単位：米ドル)

総製造コスト

総コストに占める割合(%)**(2012)**

構成要素のコストの傾向



# 電池：再充電可能な電池は、SPLや懐中電灯ならびに発電技術の主要構成要素である

	シール鉛蓄電池 (SLA)	ニッケル・カドミウム電池(NiCd)	ニッケル水素蓄電池 (NiMH)	リチウムイオン電池 (Li-ion)
説明	 <p>アノードの活物質に二酸化鉛を採用</p>	 <p>金属アノード(ニッケル・カドミウム)とともに水酸化ニッケルを用いたカソードを採用</p>	 <p>水素吸蔵合金アノード(ニッケル・金属水素)とともに水酸化ニッケルを用いたカソードを採用</p>	 <p>有機電解質とともに、リチウム金属酸化物をカソードに、アノードにはカーボンを使用</p>
用途	送電網のエネルギー貯蔵のためのバックアップから、従来型の燃焼機関自動車のスターティング、ライティング、イグニッション(SLI)まで、非常に数多くの用途に利用される	送受信兼用無線機、緊急用の医療機器、電動工具	電気自動車、ソーラーランタン、航空機	電気自動車、携帯電話、ソーラーランタン、航空機
欠点	低エネルギー密度、比較的耐久性が低い	限られた耐用年数、メンテナンスがかなり必要	限られた耐用年数、メンテナンスがかなり必要	高額な初期費用。過熱、過充電が起こった場合、セルの破裂が発生する可能性があり、極端な場合には発火につながることもある

# 電池：リチウムイオン電池は、エネルギー密度が最も高く、メンテナンスが最も容易

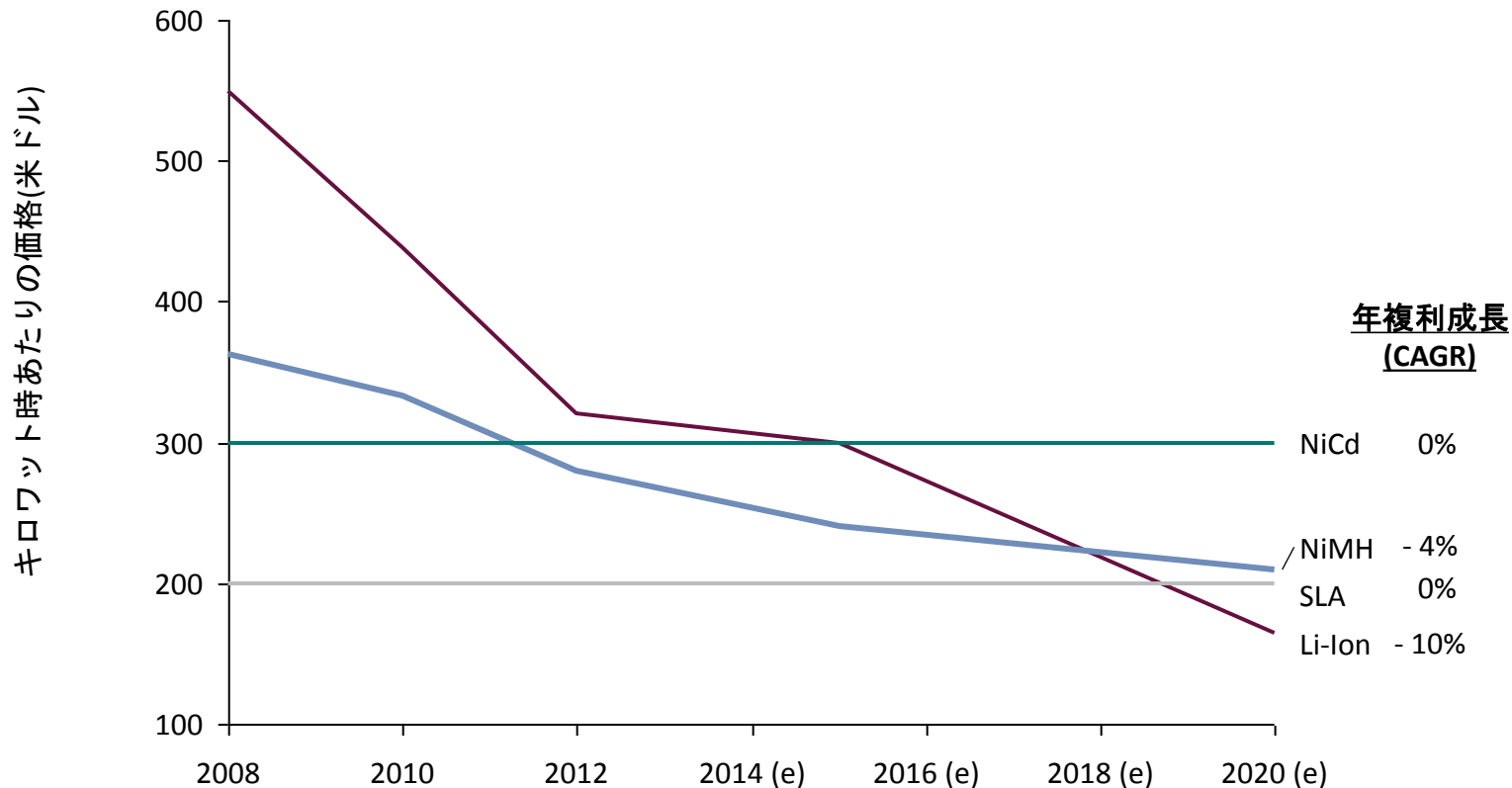
技術	シール鉛蓄電池(SLA)	ニッケル・カドミウム電池(NiCd)	ニッケル水素蓄電池(NiMH)	リチウムイオン電池(Li-ion)
エネルギー密度	30-50 Wh/kg	45-80 Wh/kg	60-120 Wh/kg	90-190 Wh/kg
再充電サイクル	200-300	1500	300-500	300-1000
耐久性	最低	高い	高い	高い
毒性	有毒	極めて有毒	低い	低い
利用者による充電の必要性	常に充電された状態に保つ必要	電池が使用ごとに完全に放電されるとより長く持続	電池が使用ごとに完全に放電されるとより長く持続	完全に放電されるよりも、部分的に放電される方が長く持続
メンテナンス	6ヶ月ごとに補充充電を実施	メモリー効果を回避するため、3ヶ月ごとに1Vまで放電	ニッケル・カドミウム電池に比べ、メモリー効果は生じにくい	メンテナンスは不要。使用に関わらず、老朽化により容量が減少



# 電池：リチウムイオン電池の価格は2020年までに大幅に下落すると予測

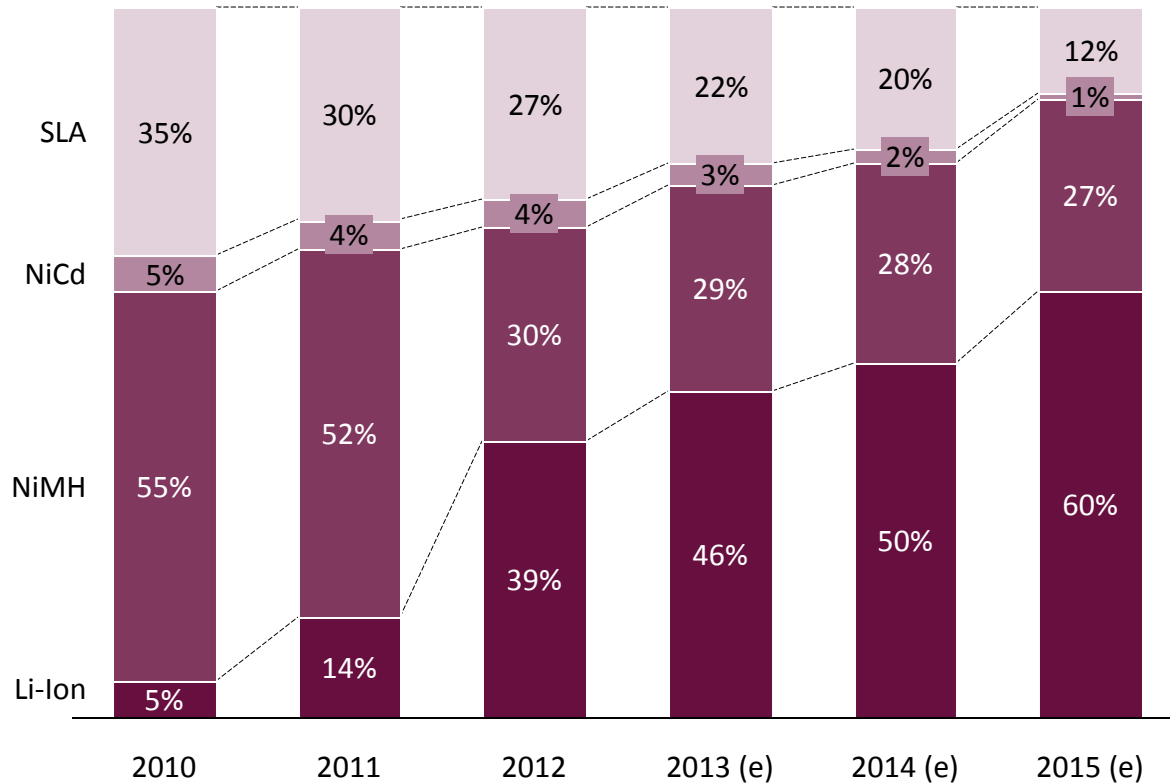
## 電池価格の推移(2008～2020年)

(単位： 米ドル/kWh)



# 電池：多くのソーラーランタン製造業者は、リチウムイオン技術へ移行。リチウムイオン市場は、今後数年間成長が続く見込み

電池技術ごとにみたSPL市場シェア予測(2010～2020年)  
(単位：%)



電池化学分野のイノベーションが、能力向上を促進し続ける

リチウムイオン技術を用いている製品の半数以上が、コバルト酸リチウム技術から、酸化鉄リチウム(LFP)へと切り替えている。LFP技術は、コバルト酸リチウムに比べ、軽量さや耐用年数の長さなど、重要な利点を持つ。

# 電池：リチウムイオン電池技術としては、LFP技術が他の技術に対して重要な優位性を持つ



性能基準	コバルト酸リチウム	酸化鉄リチウム(LFP)	
比出力	~250 – 340 W/kg	>300 W/kg	✓
エネルギー密度	250-730 Wh/l	220 Wh/l	✗
公称セル電圧	3.2 V	3.3 V	✓
サイクル耐久性	400-1200 cycles	2,000 cycles	✓
環境上の安全性	コバルトの適切な処理を行う限り、安全性は高い	最も高い – コバルトの廃棄なし	✓
人体への安全性	高い、ただし誤用された場合は危険	最も高い – 高温時にも分解が生じない	✓

# 発電：幅広い適応性、安価な生涯コスト、運用の容易さを理由に、太陽光発電ミニグリッドが、未電化のBoPコミュニティにとって特に魅力的

○ 低い ● 高い

カテゴリー	基準	風力	省水力	バイオガス	バイオディーゼル	太陽光	バイオマスガス	ディーゼル
潜在的な市場規模	幅広い適応性/ 特定の材料に対する依存度の低さ	●	○	●	○	●	●	●
経済、環境、社会的影響	高い燃料効率	○	●	○	●	○	○	●
	低排出量/艇廃棄物量	●	●	●	●	●	●	○
	高い安全性	●	●	●	●	●	●	○
運用とメンテナンスの容易さ	運用に必要なスキルの低さ	○	○	○	○	○	○	●
	メンテナンスと部品交換の頻度の少なさ	●	●	○	○	●	○	○
	最低限必要な面積	○	○	○	●	○	○	○
値ごろ感	初期費用の安さ	○	○	○	○	○	○	●
	維持管理費の安さ	○	○	●	○	○	○	○
マーケティングと流通の容易さ	デザインの適応性の高さ	○	○	○	○	●	○	○
	施設の寿命の長さ	●	○	○	○	●	○	○

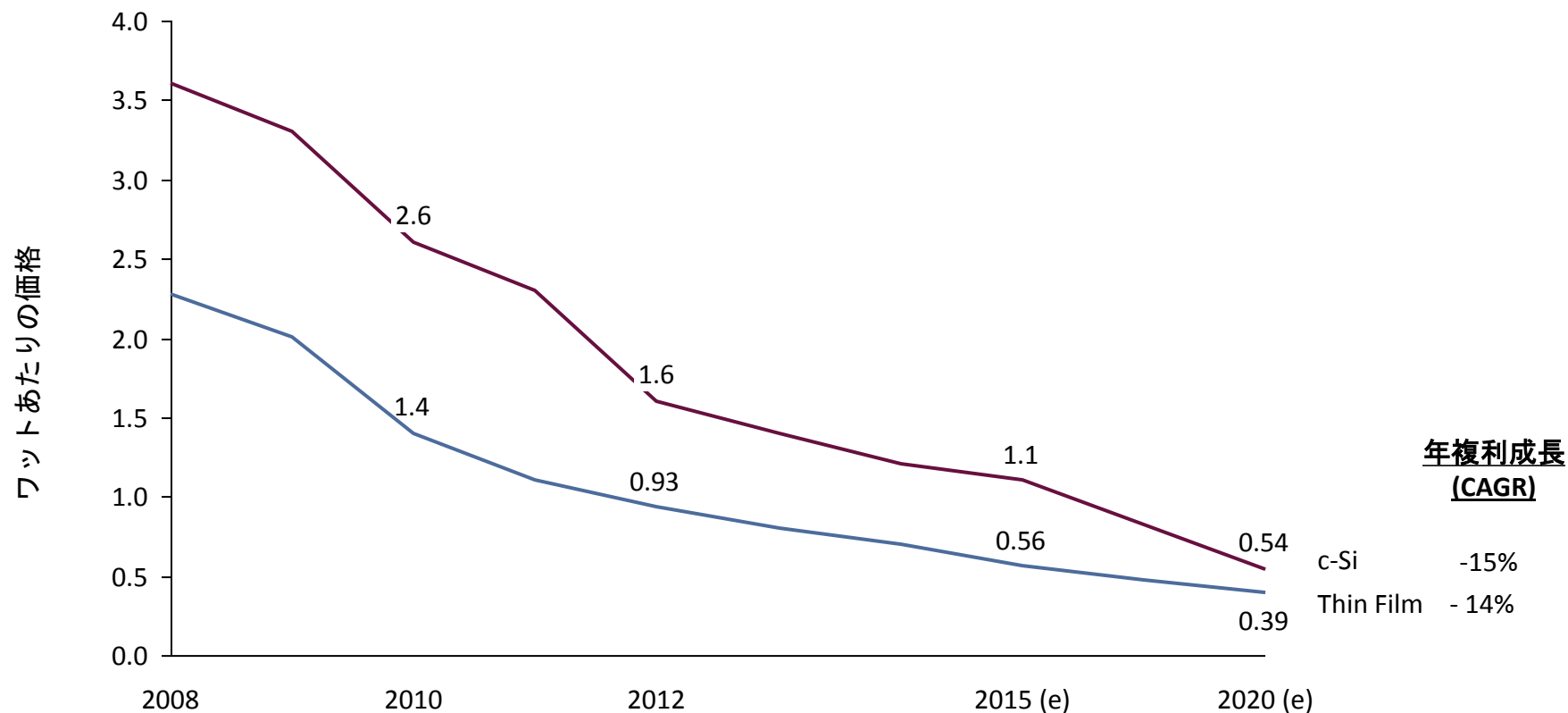
注：上記技術は、様々な基準を基に高度な見地から順位付けされている。個々の基準の重要性については、それぞれの地域の状況、習慣、ターゲット市場の社会経済的特徴、製品/ソリューションの厳密な特質によって異なってくるが、これらの要因に関しては、今後プロジェクトの2年目、3年目において研究する予定である。いくつかの当てはまらない基準については、発電技術の今回の分析においては除外されている。

出典：Interviews with industry experts; Dalberg analysis

# 太陽光発電：結晶シリコン(c-Si)価格、薄膜太陽発電技術価格ともに、2008年以降著しく低下しており、今後も下落傾向が続く見通し

太陽光発電(PV)の価格傾向(2008～2020年)

(単位：米ドル/ワット)

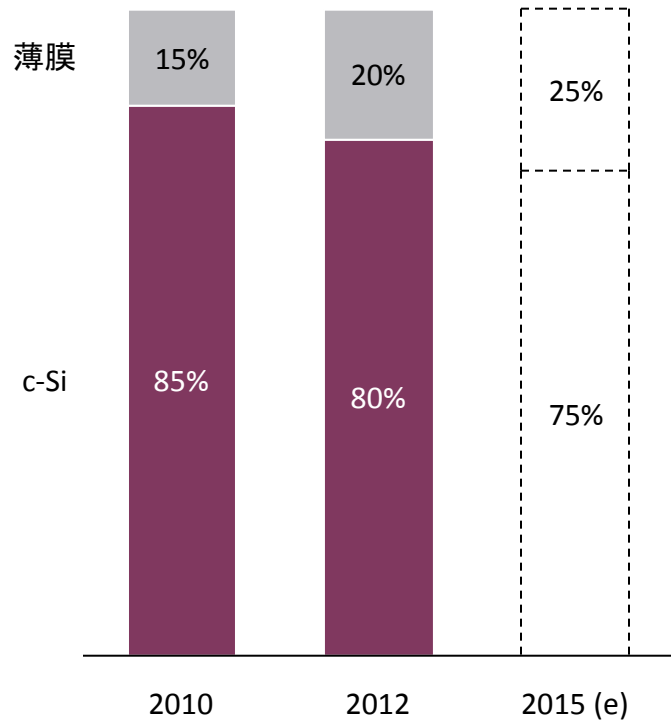


注：結晶シリコン(Crystalline silicon : c-Si)

出典: GTM Research; IRENA; Dalberg analysis

# 太陽光発電：より高価であるにもかかわらず、結晶シリコンはソーラーランタンに使用される太陽電池の中心であり続ける

PV技術ごとにみたSPL市場シェア予測(2010～2015年)  
(単位：%)



## なぜ薄膜が結晶シリコンを抜き去らなかったのか？

- 薄膜に期待されていた効率性が実現しなかった
- 結晶シリコンモジュールの競争優位性が、薄膜のコスト下落の期待を上回った
- 期待に応えられなかったことで、薄膜技術への信頼が損われた
- 世界的な景気低迷により、太陽光発電関連企業は利益幅を縮小せざるを得ず、新規企業などの生き残りが困難となった
- 薄膜業界は概して、太陽電池に対する多くの期待に基づき開発されたCdTe(テルル化カドミウム)パネルの製造業者であるファースト・ソーラー社(First Solar)の成功を模倣することができなかった



# 照明：光出力の質の高さと必要な交換の頻度の低さを理由に、LEDが最も魅力的な照明技術となっている

○ 低い ● 高い

カテゴリー	基準	白熱電球	CFL	LED
潜在的な市場規模	幅広い適応性/ 特定の材料に対する依存度の低さ	●	●	●
経済、環境、社会的影響	高い燃料効率	○	●	●
	廃棄後に環境に与える影響の低さ	●	●	●
	光出力の持続時間 <sup>t1</sup>	○	●	●
	光出力の質	○	●	●
運用とメンテナンスの容易さ	交換の頻度の少なさ	○	●	●
値ごろ感	初期費用の安さ	●	●	○
	維持管理費の安さ	○	●	●
マーケティングと流通の容易さ	デザインの適応性の高さ	○	●	●

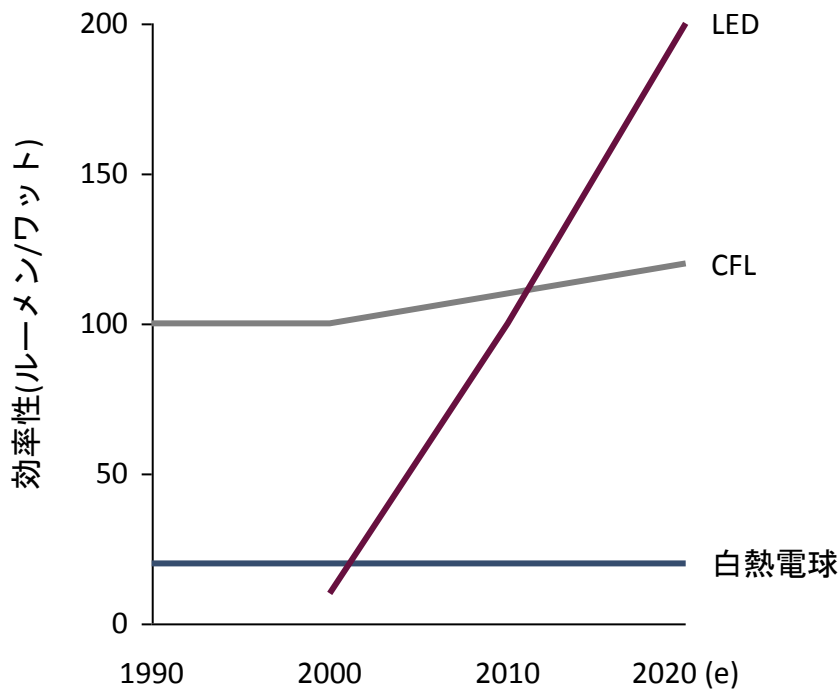
(1)光出力の持続時間は、同額の総経費のもとで比較

注：上記技術は、様々な基準を基に高度な見地から順位付けされている。個々の基準の重要性については、それぞれの地域の状況、習慣、ターゲット市場の社会経済的特徴、製品/ソリューションの厳密な特質によって異なってくるが、これらの要因に関しては、今後プロジェクトの2年目、3年目において研究する予定である。いくつかの当てはまらない基準については、照明技術の分析において除外されている。

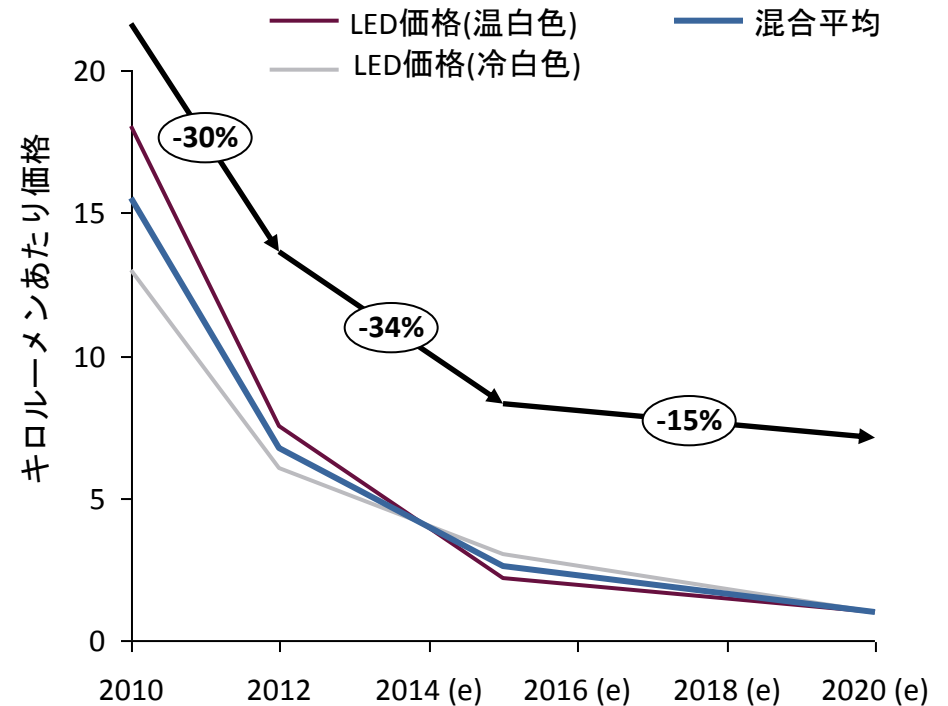
出典：Interviews with industry experts; Dalberg analysis

# LED技術：将来的なコストおよび性能の傾向からも、LEDは最もエネルギー効率と費用対効果に優れた照明ソリューションとなっている

照明技術の性能予測(1990~2020年)  
(効率性：ルーメン/ワット)

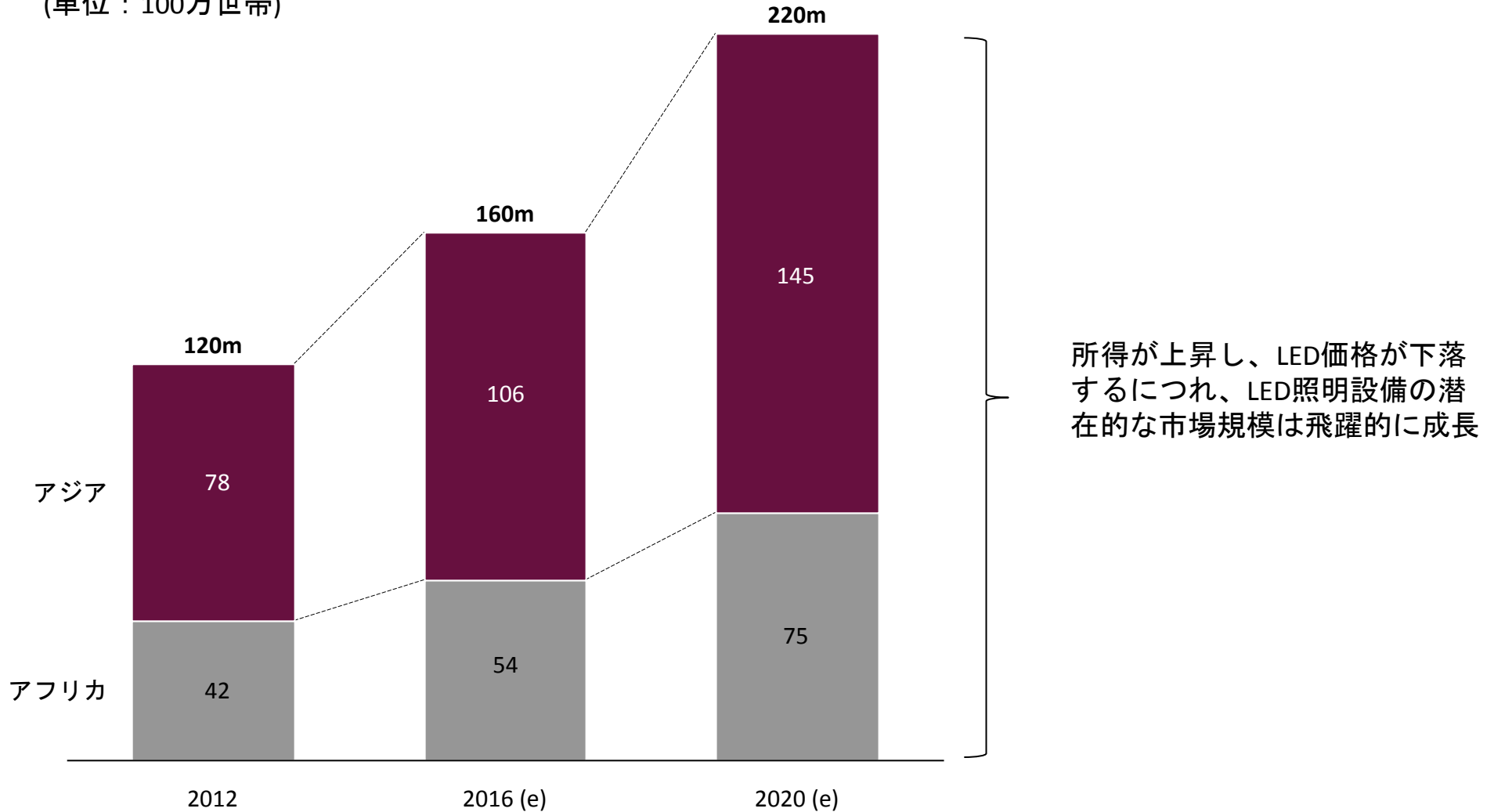


LED価格の推移(2010~2020年)  
(単位：米ドル/キロルーメン)

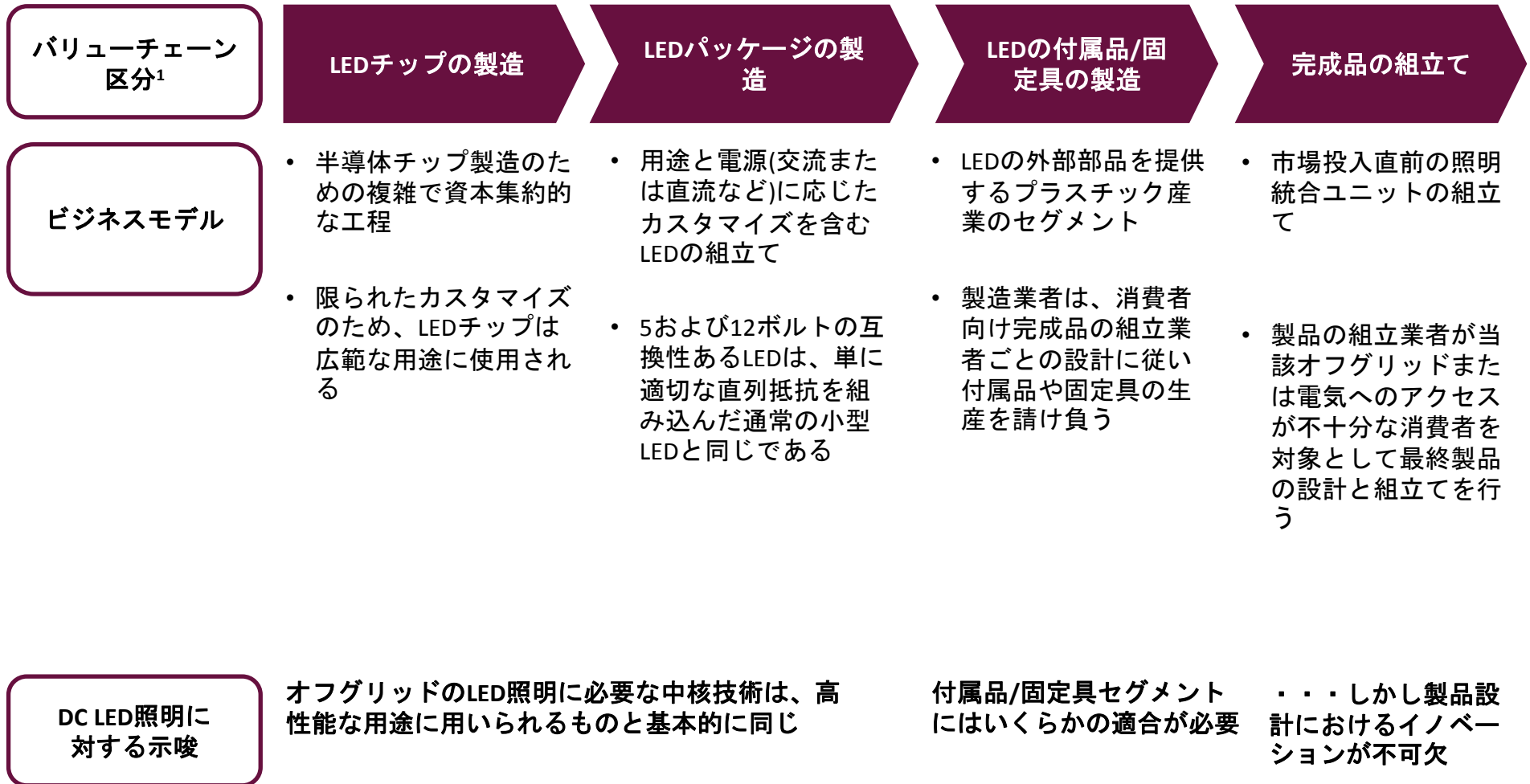


# LED技術：消費者の人口統計データおよび価格の低下により、LED照明設備の潜在的市場は引き続き拡大

潜在的市場の成長予測(2012～2020年)  
(単位：100万世帯)



# LED技術：オフグリッドに使用するLEDチップのカスタマイズにより、市場を変革する力を持つLEDの影響はさらに強まる

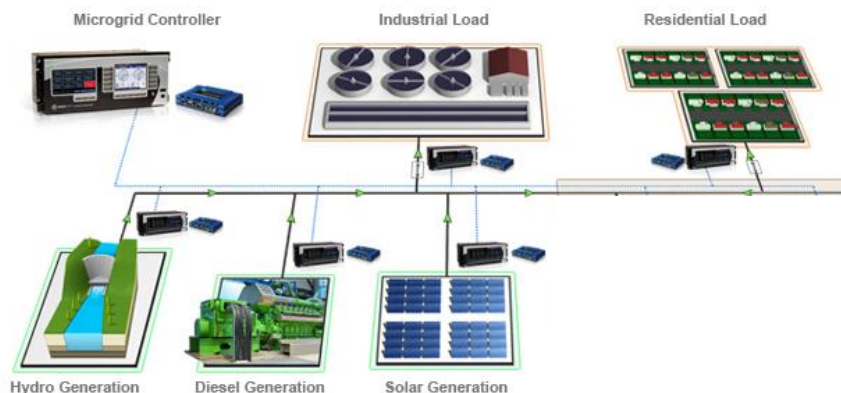


(1) 上記バリューチェーンは本調査研究の目的のために単純化されており、包括的なものではない。

出典：Expert interviews; Bardsley Consulting et al 2010; Dalberg analysis

# ソリューションを実現する技術：エネルギー管理システムは、電力の需要と供給をコントロールし、全体的なエネルギー効率の向上を実現

## エネルギー管理システム (Energy management system : EMS)



## 概要

- システムは、ミニグリッドを監視および制御し、性能を最適化するコンピューターを利用したツールから構成される。
- ミニグリッドのためのエネルギー管理の必要性は、突然の負荷変動を制御する必要のある、風力、太陽光など非常に不安定な再生可能エネルギー源の使用に伴い、一層妥当なものとなってきている。

## 処理プロセス

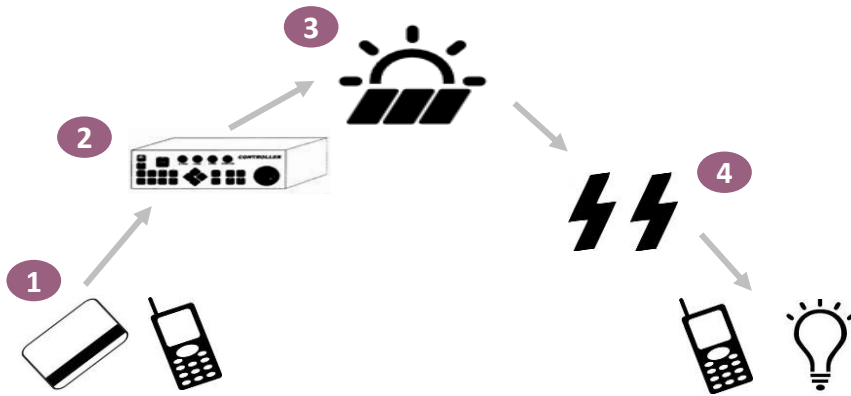
- ① 中央の自動プログラムが、エネルギー管理システム(EMS)への入力データを決定するためにミニグリッドの関連情報を収集する。
- ② すべての入力変数がEMSに集約されると、電力装置の最適な効率を決定するため、定義されたコスト関数に従い、前もって規定された時間内で多段最適化が実行される。
- ③ EMSは、送電網内の電力使用における変動を吸収し電力供給を制御する。
- ④ EMSに集約された電力使用に関する詳細データは、ミニグリッドの運用者へ伝送される。

## プラス面とマイナス面

- + EMSは、送電網内の電力使用における変動を吸収し、これらの変動が電力ネットワークに与える影響を最小化するなど電気の需給を制御することで総合的なエネルギーの効率性を向上させる。
- + EMSは、ビルや住宅内の電力消費に関するデータを収集し、電力事業会社に電送する。
- ミニグリッドの運営者にとっては高額な初期費用となる。

# ソリューションの実現技術：使った分だけ支払いを行う「Pay-as-you-go」モデルは、BoP層が導入をためらう主要因である高額な初期費用を軽減/撤廃

## 使用分のみの支払い(Pay-as-you go model)



## 概要

- 同モデルは、携帯電話技術と太陽光発電技術を組み合わせたもので、顧客は、携帯電話の支払いと同じように、エネルギーの支払いにスクラッチカードを購入することができる。
- もともとの装置分のコストの支払いを終えた顧客は、高まるエネルギーニーズを満たすサービスを受けるためにより大規模なシステムにアップグレードすることができる。
- 安価な初期費用の支払いで、あらゆるハードウェア(パネル、電灯、配線、制御装置)が提供される。

## 処理プロセス

- 1 顧客は、地元の店でスクラッチカード(通常は1米ドル前後)を購入する。スクラッチカードはテキストメッセージを送信することで有効となる。
- 2 返送されてきた一度限りのアクセスコードを制御装置に入力すると、一定量のエネルギー使用(通常は、1週間分の消費量に相当)のための SPL/SHSが解除される。
- 3 太陽光パネルが稼働し、電力が生産される。
- 4 顧客は、購入分を使い果たすまで、家の中の灯りをつけ、携帯電話の充電を行う。それからまた新しいスクラッチカードを購入する。

## プラス面とマイナス面

- + 高額な初期投資の撤廃と<sup>1</sup>、リスクを負わずに試すことが容易であることから、潜在的な市場規模が大幅に拡大
- + 最貧困層の顧客に、質の高い安全な電気を提供し、健康と経済的な便益をもたらす
- + 新規利用者は、毎週の照明と携帯電話の充電への支出を50%節約
- SPL運営者へ対する高額な初期費用
- 規模の実現のためには、包括的な流通モデルが必要

(1)国際金融公社(International Finance Corporation : IFC)は2012年の報告書「格差から機会へ("From Gap to Opportunity")にて、20~50米ドルの価格帯の太陽光照明製品に関し、初期費用が20%減少した場合、潜在的市場規模が同等の20%拡大すると試算している。

# 目次

---

## 1. 背景とアプローチ法

## 2. 詳細なセクター検証

### 2.1. クリーンな水

### 2.2. クリーンな電気照明

### 2.3. クリーンな調理

#### 2.2.A. 課題および既存技術の検証

#### 2.2.B. 技術比較

#### 2.2.C. ビジネスモデルと主要プレイヤーの検証

#### 2.2.D. 有望な技術と構成要素の特定

## 3. 日本への関与に対する提言

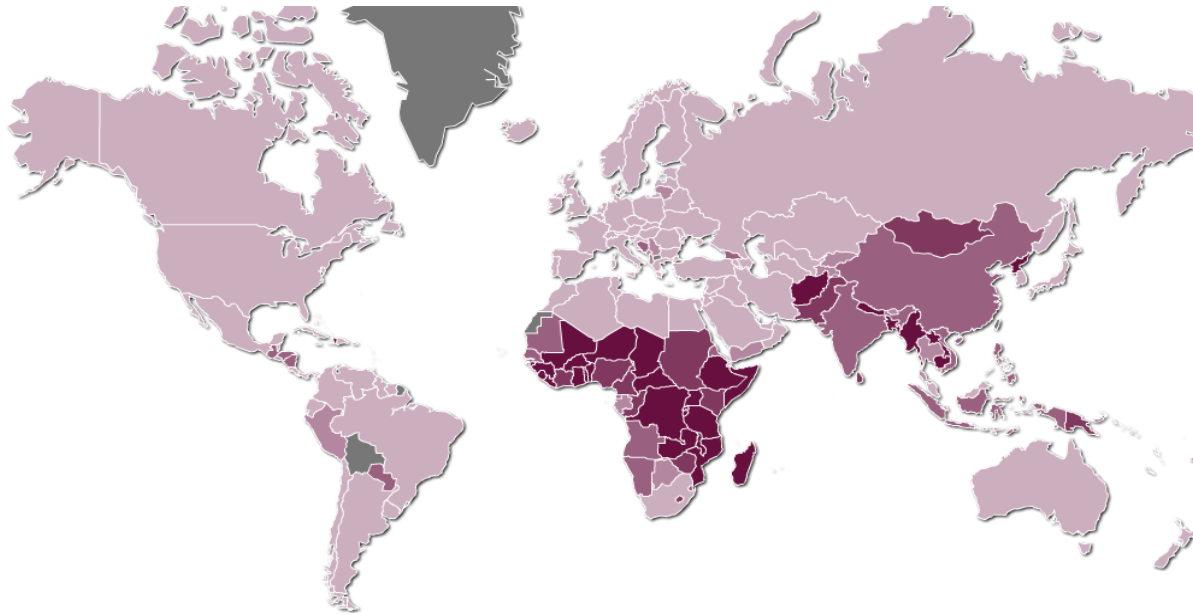
## 参考資料



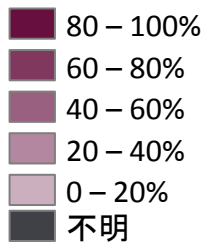
# 世界で31億人以上の人々が、調理のための主要燃料として、薪、バイオマス、木炭、石炭などの固形燃料に依存している

## 世界の固形燃料使用

国の総人口に占める固形燃料を使用する人々の割合(%)

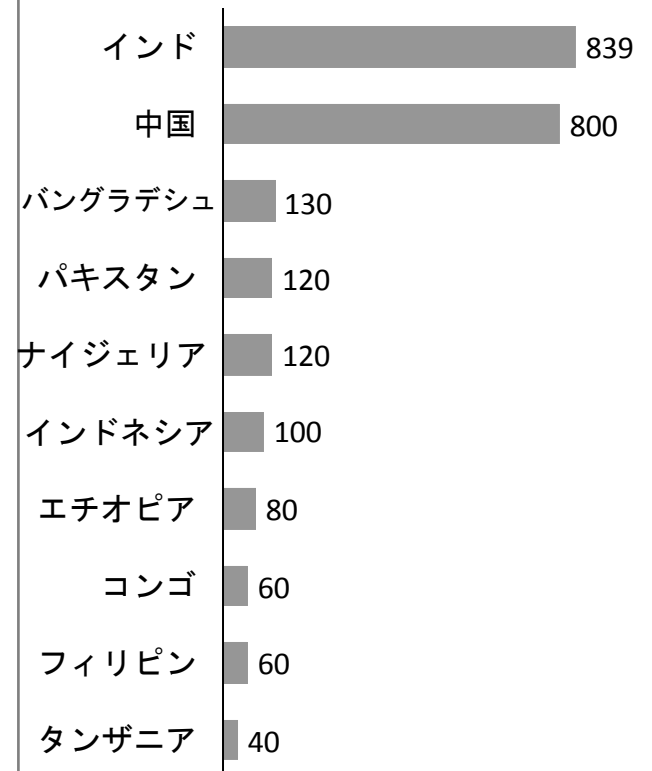


### 凡例



## 調理のための主要燃料として 固形燃料に依存する人口の多い 上位10ヶ国

(単位：100万人)

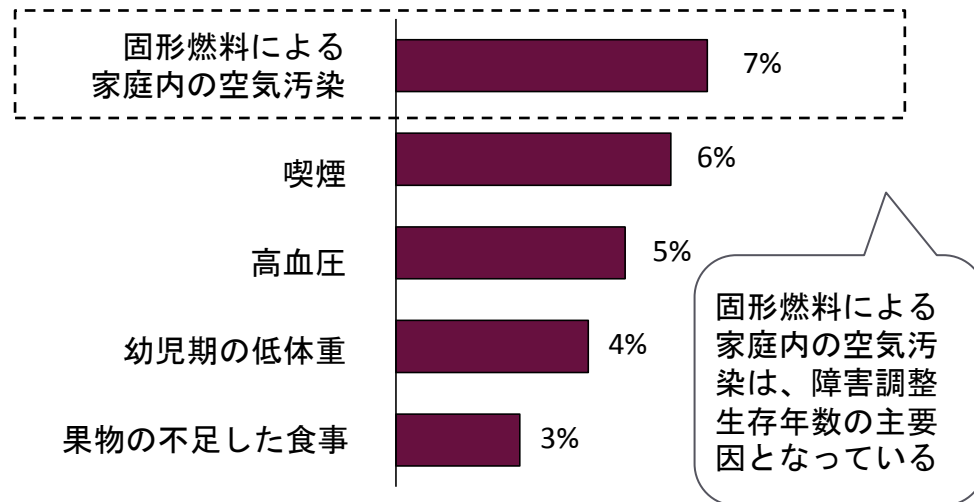


# 燃料効率の悪い固形燃料の使用により累積する家庭、経済、そしてグローバル環境に対する負の影響は甚大で、分野横断的である

## 社会的影響

- 室内空気汚染(indoor air pollution : IAP)に関連する広範な健康被害
- 調理中の過程で発生するやけど
- 薪の収集による慢性および急性の身体の怪我/病気と薪の収集中に被る暴力
- 特に女性と女兒に被害が偏ること

南アジアにおける障害調整生存年数の主な原因(2010年)  
(単位：合計障害調整生存年数(DALY)における割合(%))



## 環境的影響

- 非効率的な燃料の生産と消費の結果発生する回避可能な温室効果ガス
- 黒色炭素(black carbon : BC)が触媒的にもたらず温暖化効果
- 森林の劣化と破壊
- 生息環境悪化と、燃料としての糞便の燃焼による当然の帰結としての農業生産性

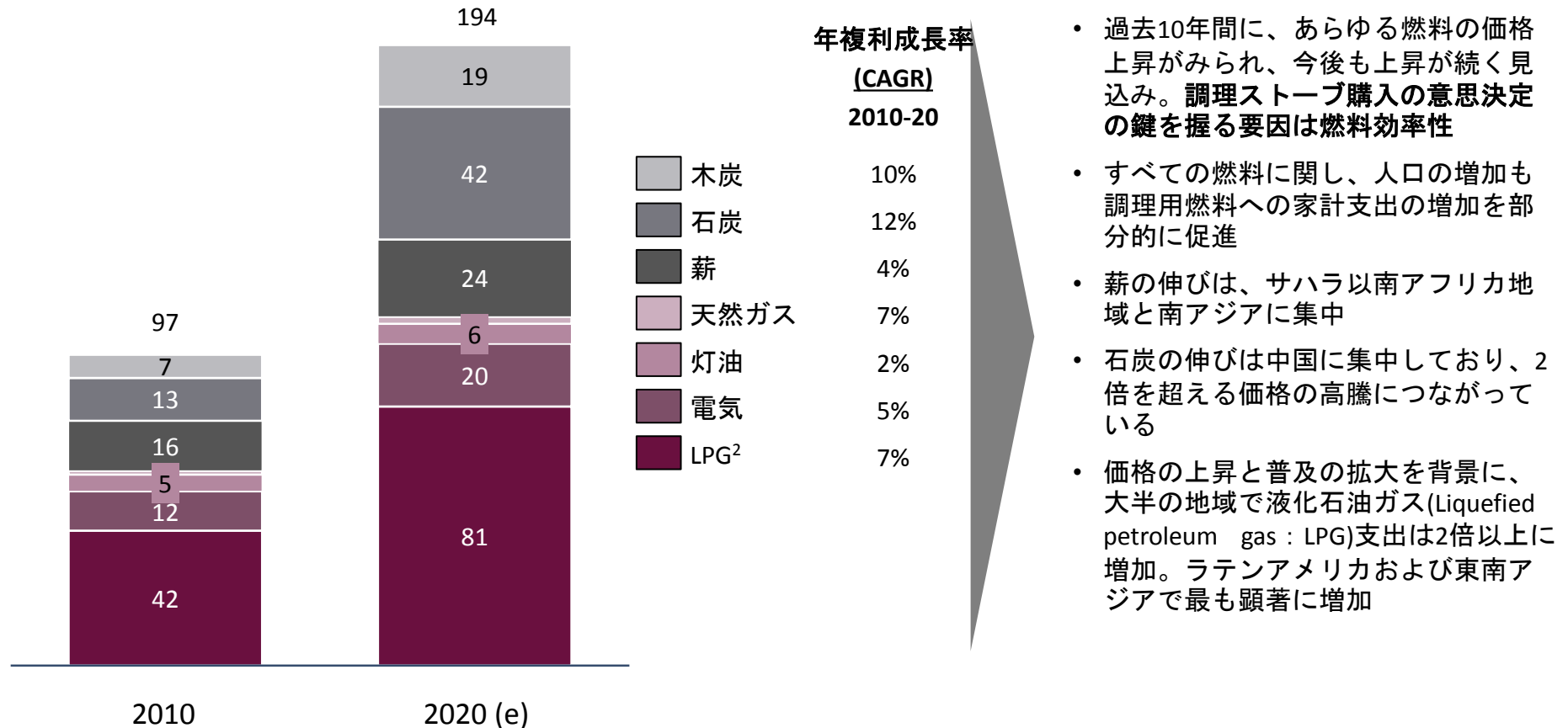
## 経済的影響

- より効率的な燃料とストーブへの依存で回避可能であろう、特に都市部の貧困層世帯に顕著な、家計の相当な割合を成す調理用の燃料への支出
- 燃料の収集と調理に費やされる時間による、所得創出機会の損失

# 発展途上国における調理用燃料への年間支出は1,110億米ドル。石炭、木炭、そしてLPGなどの現代的燃料への支出は急速に拡大する見込み

## 発展途上国における調理用燃料への家計支出<sup>1</sup>

(単位：10億米ドル)



- 過去10年間に、あらゆる燃料の価格上昇がみられ、今後も上昇が続く見込み。調理ストーブ購入の意思決定の鍵を握る要因は燃料効率性
- すべての燃料に関し、人口の増加も調理用燃料への家計支出の増加を部分的に促進
- 薪の伸びは、サハラ以南アフリカ地域と南アジアに集中
- 石炭の伸びは中国に集中しており、2倍を超える価格の高騰につながっている
- 価格の上昇と普及の拡大を背景に、大半の地域で液化石油ガス(Liquefied petroleum gas : LPG)支出は2倍以上に増加。ラテンアメリカおよび東南アジアで最も顕著に増加

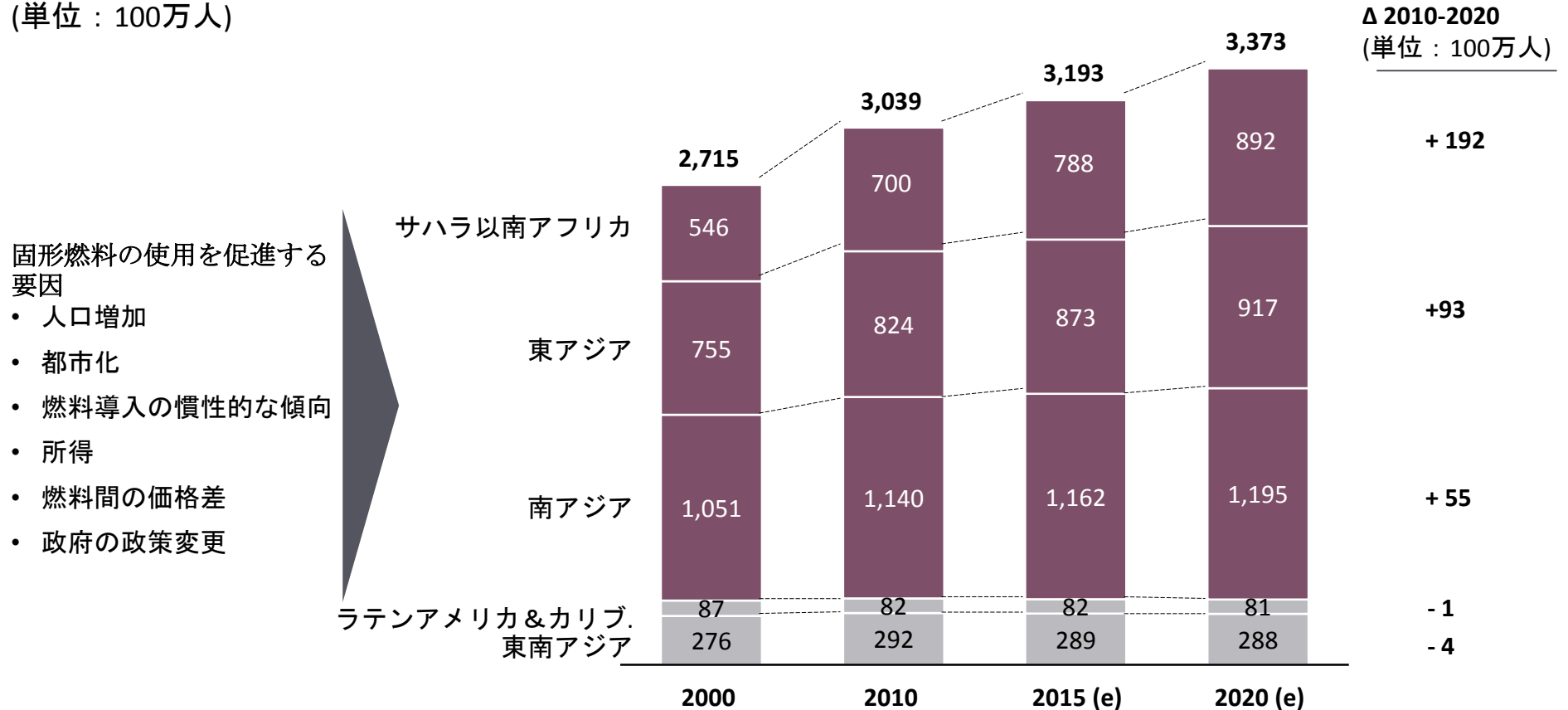
(1) 発展途上国72ヶ国を含む (2) 液化石油ガス(Liquefied petroleum gas : LPG)

注：燃料使用パターンにおける現代的燃料または再生可能燃料への大幅な移行はないと仮定した慣性シナリオである。調理目的以外の燃料使用(室内暖房など)は対象外とし、また非居住用の燃料使用(小規模産業や商業セクターでの木炭使用など)は除外した。一義的に家事に要する燃料を説明するものである。

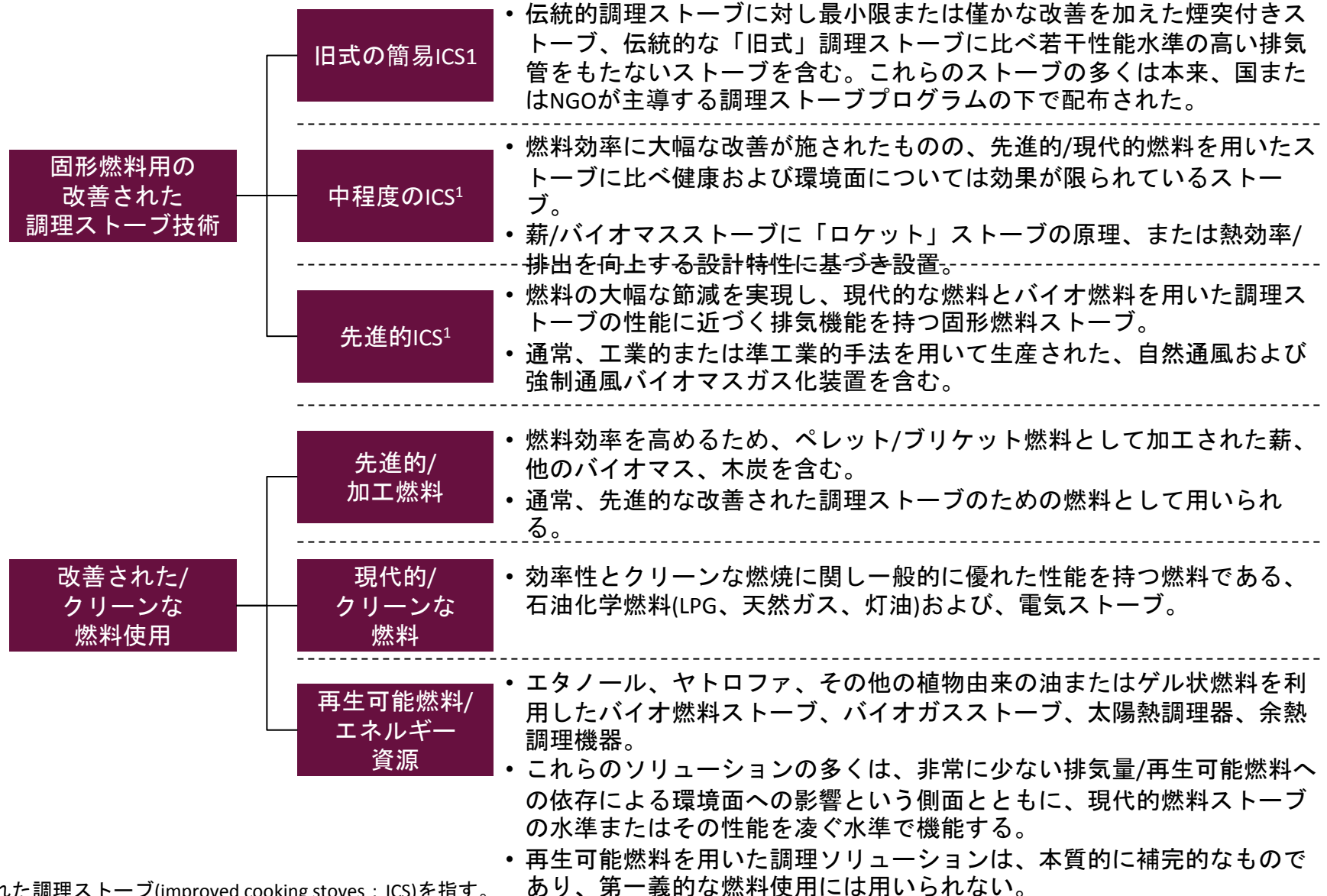
出典：Dalberg SSA cooking fuel market-sizing and forecast model

# 固形燃料への依存は数年間は持続すると見られるが、長期的には改善された固形燃料ストーブやクリーンな代替燃料への需要を後押し

主要燃料として固形燃料を利用する世帯に属する人々の数  
(単位：100万人)



# 伝統的な固形燃料を用いた調理習慣の改善は、改善された調理ストーブ技術と改善された燃料使用という2つの大きなカテゴリーに分けられる



(1) 改善された調理ストーブ(improved cooking stoves : ICS)を指す。

# 調理ストーブ技術の現状(1/2)

## 伝統的調理ストーブ



煙突も断熱機能もないベーシックな技術。石などの、すぐに利用可能な材料により作られるのが一般的

## 旧式および簡易ICS



閉ざされた火室や断熱などベーシックな技術に若干の機能面での改善。現地で手に入る素材を利用し、地元の職人やオーナーにより作られるのが一般的

## 中程度ICS



燃料の燃焼効率と排出ガスに改善。通常、ロケットストーブの原理と(しばしば)高性能素材が用いられる

## 先進的ICS



燃焼効率に大幅な改善。自然通風の原理もしくは送風機を用いたガス化バイオマスストーブ、バイオ炭の生産、最新の熱電発電器 (thermoelectric generator : TEG)/充電機能

説明

ストーブの種類

欠点

- 石を3つ置いただけのストーブ
- 伝統的バイオマスストーブ
- 伝統的な石炭/木炭ストーブ

有害な粒子物質/非常に多くの煤煙を発生させる非効率的な燃焼

- 旧式ストーブ
- 最低限の効率性の木炭
- 最低限の効率性の薪

環境面でのメリットはごく僅かで、健康面への意味ある好ましい効果はほとんどない。ストーブは定期的なメンテナンスが必要

- 可搬式薪ロケットストーブ
- はめ込み型ロケットストーブ煙突
- 高性能木炭ストーブ
- 中程度の石炭ストーブ

性能は石工の技術に大いに依存。多くのストーブは継続的なメンテナンスが必要

- 自然通風ガス化装置 TLUD(Top Lit Up Draft )またはサイドロード
- TLUD炭(Tchar)ストーブ
- ファン・ガシファイアー

一部は、前もって処理された燃料を必要とする。ファン・ガシファイアーは、先端材料/設計により製造されるため高額



# 調理ストーブ技術の現状(2/2)

説明

ストーブの種類

欠点

## 加工燃料ストーブ



燃料の効率性を高めるため、高密度の固形状に加工された薪、バイオマス、または木材。先端ICSに使用されるのが一般的。

- バイオマスブリケット/ペレット
- 木炭ブリケット/ペレット

ペレットの供給チェーンに依存することから価格高騰の影響を受ける。生産には入念な品質管理と技術的知識が必要

## 現代的燃料ストーブ



液体、ガス、化石燃料、または電気を用いた、非バイオマスストーブ。効率的な燃焼と、粒子排出量の削減。

- LPGストーブ
- 天然ガスストーブ
- 電気ストーブ
- 灯油ストーブ

燃料供給チェーン/送電網に依存。燃料の高コスト、燃料の高い可燃性

## 再生可能燃料ストーブ



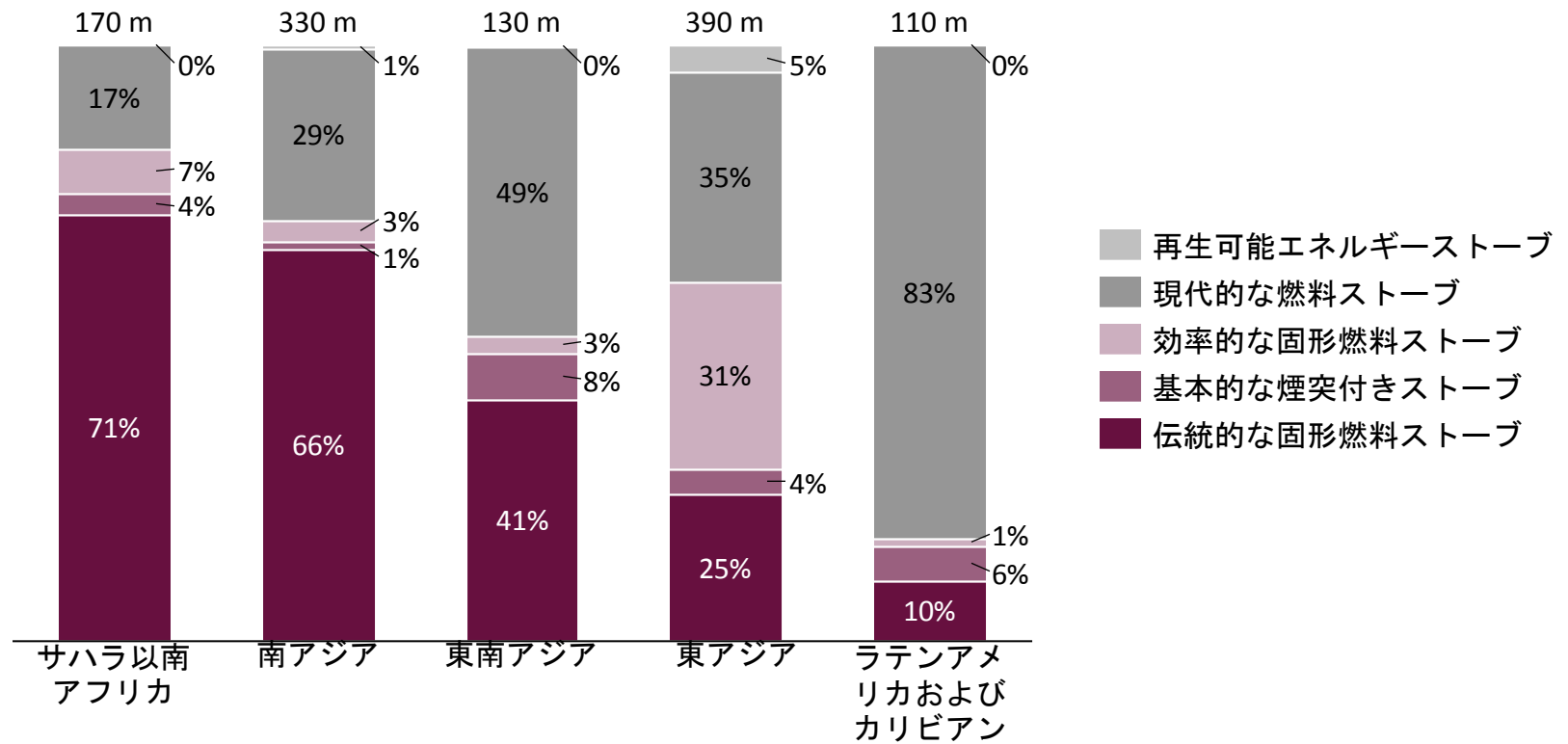
再生可能エネルギー源に依存する持続可能なストーブソリューション。ストーブ/燃料システムの一部を成すことが多い。

- バイオガス・ダイジェスター/ストーブ
- バイオ燃料/エタノールストーブ
- 太陽光/余熱調理機器

燃料の供給チェーンまたは太陽光への依存。燃料の高コスト、伝統的な調理習慣との適合の欠如、高いレベルでのメンテナンスを必要とするバイオマス・ダイジェスター

# アフリカおよび南アジアの大半の世帯は依然として伝統的な固形燃料ストーブに依存しており、より効率的なストーブの浸透率は今なお低い

地域別に見たクリーンな調理技術の組み合わせ  
(単位：世帯に占める割合(%)と世帯数100万)



# 低コストな生産および設計、利用者の多様なニーズにあわせたカスタマイズ、追加的機能のバンドリングを含む技術傾向

## 産業全体の主要傾向

主要な傾向としては、調理用燃料と技術の全領域で加速する技術イノベーション、改善された調理機器のコストを低減するための簡素なデザインの増加、現地での製造と国内での組立て、農村部の消費者の取込みにより有望な新たな販売・資金調達モデルの出現、クリーンな燃料と改善されたストーブのバリューチェーンのあらゆるセグメントにおいて増加する起業家数が挙げられる。

### 作り付けの簡易・中程度のバイオマスICS

- 燃料を追加することなくパンと他の食べ物を同時に調理できるようにするなど、設計上のカスタマイズ
- 燃焼室の内部に既成の焼成粘土で作られた一定のライナーを用いるなど、品質のより高い材料の活用
- 作付けストーブへのロケットストーブの設計原理の応用

### 持ち運び可能なバイオマス調理ストーブ

- 必要最低限のものだけを装備した構造による低コスト設計
- 風や砂ぼこりの強い気候に耐えるよう設計された先細の風よけなど、風土に適したデザイン
- 加圧調理器、付属グリル、沸騰ポット、2口コンロなど、付属の調理器具モジュール
- 電力生産やLED照明、内蔵データロギングなど、調理以外の機能
- より安価な、自己組立てキットから成るストーブ

### 強制通風・自然通風ガス化装置

- 燃料の準備および追加をより容易にするサイドロード設計
- 質素なデザインと製造イノベーションにより実現する低コストな選択肢
- 調理ストーブと電源のバンドリング。熱から電気への変換により、送風機の自律的な動作が実現し、また余剰電力は携帯電話の充電などに利用可能
- ヤトロファなど、再生可能燃料の投入燃料としての利用

### 現代的燃料・再生可能燃料を用いた調理ストーブ

- LPGおよび灯油：コンロが組み込まれたより小さなシリンダーによりストーブの別途購入の必要性がなくなり、より安価な部品の補充が可能となる
- バイオガス・ダイジェスター：コスト削減と、自己組立てキットモデルの増加
- 太陽熱調理機器：調理ストーブと、ヒーターおよび発電機のバンドリング
- エタノール：熱電併給設備として設計された小型蒸留所
- ブリケット：低コスト、現地で製造された電動式機器

# 目次

---

## 1. 背景とアプローチ法

## 2. 詳細なセクター検証

### 2.1. クリーンな水

### 2.2. クリーンな電気照明

### 2.3. クリーンな調理

#### 2.2.A. 問題および既存技術の検証

#### 2.2.B. 技術比較

#### 2.2.C. ビジネスモデルと主要プレイヤーの検証

#### 2.2.D. 有望な技術と構成要素の特定

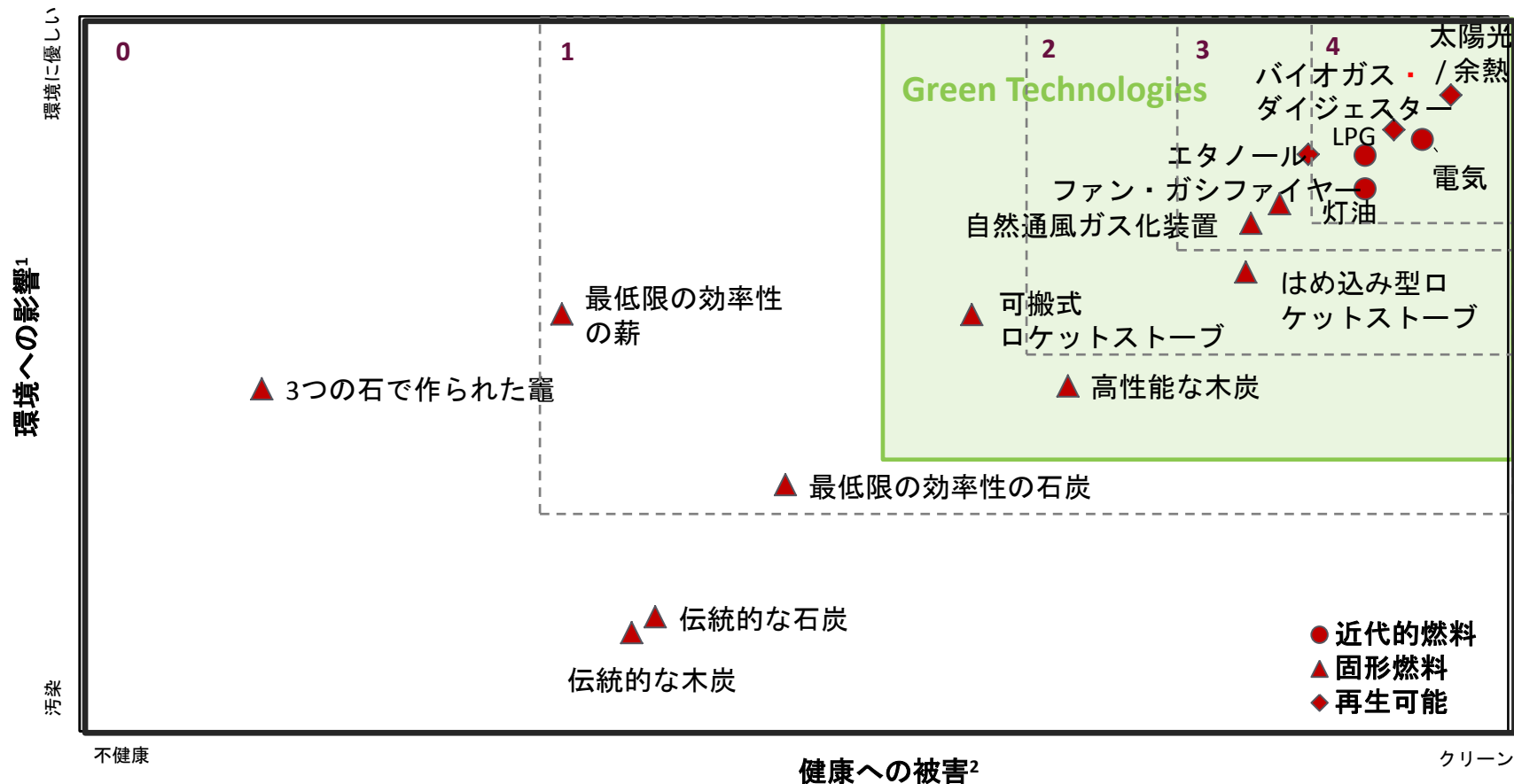
## 3. 日本への関与に対する提言

## 参考資料

# 健康と環境に与える影響のマッピング：最も伝統的で効率性が最低限の技術は、有害および/または不健康なカテゴリーに入る

調理ストーブ種類別、健康と環境への影響の指標

方向性のみ



(1)  $GWC_{100}$ (重量含水率Gravimetric water content)に重付けし、燃料の燃焼と木炭の生産で発生するあらゆる粒子物質を含むストーブの温室効果ガスを  $CO_2$  トン相当量の排出量に基づき1~10段階で示す。非再生可能バイオマス割合(fraction of non-renewable biomass : fNRB)は0.5と仮定。

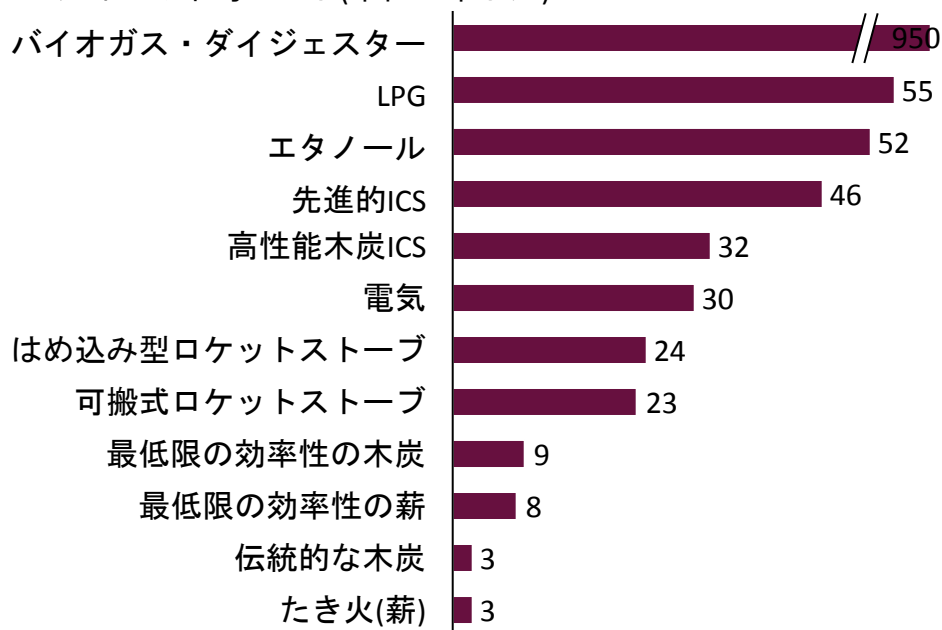
(2) 1人当たりの1日のPM2.5の吸入量と  $CO$   $mg/m^3$  濃度を1~10段階で示す。一酸化炭素と粒状物質の排出による健康への影響を両方把握するため、それぞれ50/50の割合で重付けした。

注：グラフ内の階層は単なる指標であり、正確なISO IWA(国際標準化機構の国際ワークショップ合意)の階層への合意に相当するものではない。技術が与える健康および環境への影響は、用途に応じて技術間で大幅に変動する影響を加味した平均値に基づく。

# クリーンな調理ソリューションの初期費用には幅があるが、大半は55米ドル以下。調理コストは概して燃料コスト次第である

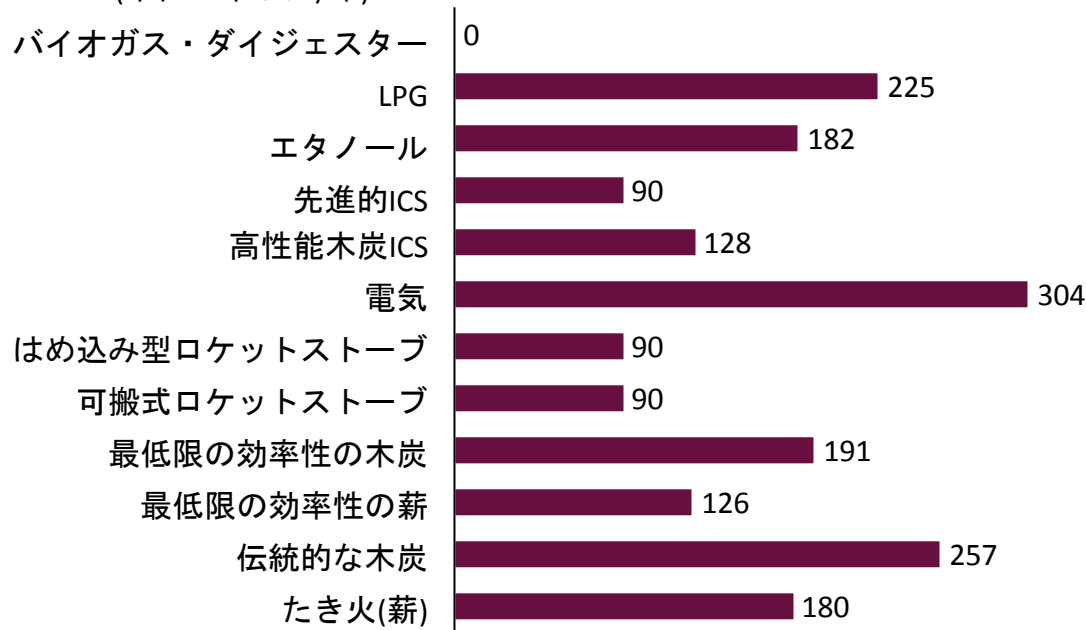
## 初期費用

サハラ以南アフリカ地域における助成を除外した調理ソリューションの平均コスト(単位：米ドル)



## 年間維持管理費

サハラ以南アフリカ地域における調理用燃料の年間コスト(単位：米ドル/年)



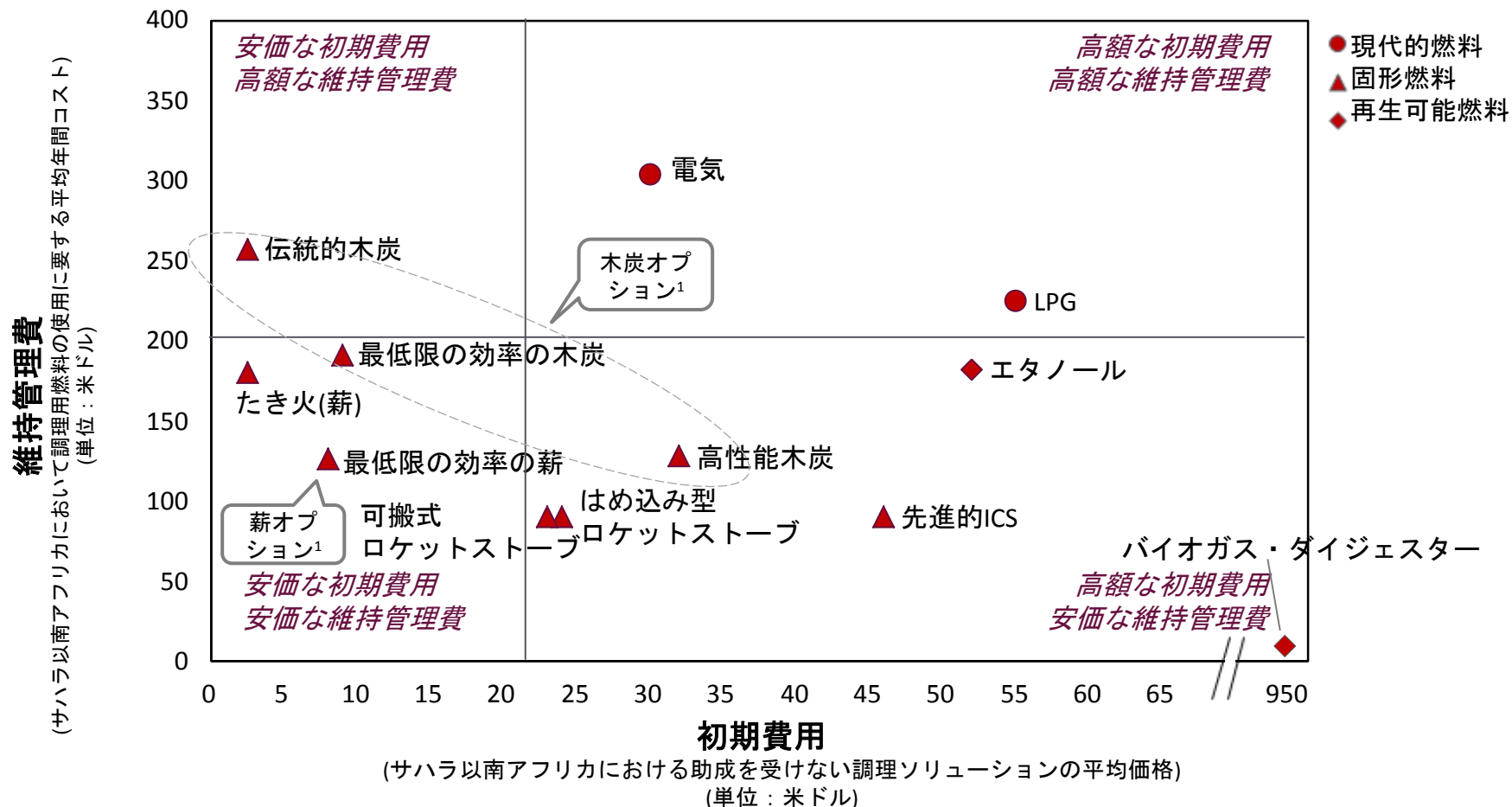
- 調理ソリューションの価格は、ほとんどの場合において年間の燃料コスト以下であることから、**総所有コストは、燃料コストに左右される。**
- 改善された調理ストーブ(ICS)は、伝統的なストーブに比べ、初期費用がより高額となる傾向がある。しかし、**中程度および先進的ICSの大半は、1年以内に採算が取れる。**例えば、高性能な木炭ストーブは平均でたった30米ドルであり、燃料コストは伝統的な木炭ストーブに比べ年間で約125ドルの節約できる。
- 現在燃料として薪を集めている世帯にとっては、いかなる代替的な燃料の購入も新たなコストが大幅に発生することを意味する。**

注：一部のストーブは、価格と年間コストに大きな開きがある。燃料使用量は、320メガジュール(MJ)(1日に2.5食)を満たすのに必要な燃料消費量に基づく。電気やLPGなど、あまり一般的ではない燃料の平均コストに関しては、当該燃料の使用が顕著な国についてのみ計算した。バイオガス・ダイジェスターのコストには、ストーブ価格も含まれている。

出典：Dalberg cookstove analysis; Manufacturer interviews; Press searches

# 中程度および先進的ICSの高額な初期費用は、安価な維持管理費につながる。一方、電気、LPG、エタノールは高額なままである

初期費用対維持管理費



- 南アジアおよびサハラ以南アフリカ地域のBoP世帯の大半は、安価な初期費用の非効率な伝統的・最低限の調理ストーブを使用。
- これらの世帯の多くは、中程度または先進的ICSへ切り替えることで総所有コスト削減が実現可能

(1) 常に木炭と薪に限られているわけではないが、これらの燃料が最も一般的に使用されている。

注：一部のストーブは、価格と年間コストに大きな開きがある。燃料使用量は、320メガジュール(MJ)(1日に2.5食)を満たすのに必要な燃料消費量に基づく。電気やLPGなど、あまり一般的ではない燃料の平均コストに関しては、当該燃料の使用が顕著な国についてのみ計算した。

出典：Dalberg cookstove analysis; Manufacturer interviews; Press searches



# Table of Contents

---

## 1. 背景とアプローチ法

## 2. 詳細なセクター検証

### 2.1. クリーンな水

### 2.2. クリーンな電気照明

### 2.3. クリーンな調理

#### 2.2.A. 問題および既存技術の検証

#### 2.2.B. 技術比較

#### 2.2.C. ビジネスモデルと主要プレイヤーの検証

#### 2.2.D. 有望な技術と構成要素の特定

## 3. 日本への関与に対する提言

## 参考資料

# 地球規模でクリーンで改善された調理エネルギーの生態系に関わり活動する主要プレイヤー



# BoP向けのクリーンな調理ソリューションに重点を置く多国籍企業はほとんど存在せず、同分野は現地企業と社会事業の独占状態となっている

● 次ページ以降にケーススタディを紹介

組織	種類	ソリューションの特徴	地理的範囲
Awamu Biomass	社会事業	バイオマスを用いたTLUD(Top-Lit Up Draft)ガス化ストーブの設計・製造・流通	ウガンダ
Biolite	社会事業	余熱エネルギーを電気に変換するロケットストーブの設計・製造・販売	グローバル
Clean Star Mozambique	社会事業	エタノール由来の燃料を用いた再生可能燃料調理ストーブの製造と販売	モザンビーク
CookClean	社会事業	最低限の性能のICSの設計・製造・流通	ガーナ
Envirofit	社会事業	中程度および先進的ICSの設計・製造・流通	グローバル
First Energy	社会事業	バイオマス・ペレットを用いたガス化技術に基づく先進的な「オールジャ(Oorja)」ICSの設計・製造・流通	南アジア
GreenTech	社会事業	バイオマス廃棄物を利用したブリケットの製造と流通	ガンビア
Greenway Grameen Infra	社会事業	あらゆる固形燃料で動作する可搬式ロケットストーブの設計・製造・流通	インド
Living Goods	社会事業	戸別訪問販売員のネットワークを通じた、改善された調理ストーブの流通と販売	ウガンダ
Philips	企業	薪を燃料とする改善された調理ストーブの設計と製造	グローバル
Project Gaia	NGO	エタノール由来燃料を利用した調理ストーブの設計と製造。エタノールの生産のため小規模な蒸留所を運営。	グローバル
Servals	社会事業	エネルギー効率のよい灯油ストーブと薪を燃料とするTLUDストーブの設計・製造・流通	インド
Solar Cookers International	NGO	太陽熱調理機器の調理キットの設計と製造	グローバル

# エンビロフィットは、自社製品設計の強みを組み入れ、世界中で50万個のストーブを販売



## モデル

米国の非課税法人として設立されたエンビロフィット社(Envirofit)は、製品開発と初期段階の商業化のための資金に寄付と起業支援を利用し、得られた営業利益を発展と拡大に充てている。ストーブは現代的で大規模な工場にて生産され、多くの場合、購入先の国へ輸出される。国際的または地元の第三者流通業者や組織のバイヤーなど、様々な流通チャネルを活用している。

## 消費者のコスト

同社の「G-330」の価格は、25～40米ドルである。シェル財団(Shell Foundation)のエンビロフィット炭素助成は、ストーブを手頃価格で販売・購入できるように個々の状況に応じたソリューションを提供している。炭素クレジットはストーブの価格の引き下げを可能とし、例えばインドでのストーブ価格を10米ドル低下させる。同社は、コロラド州のオークリッジ国立研究所(Oakridge National Research Lab)など、個々の設計/イノベーション要素について研究センターと協力しており、他にもシェル財団、米環境保護庁(Environmental Protection Agency : EPA)、ドイツ国際協力公社(Gesellschaft für Internationale. Zusammenarbeit : GIZ)、ワールドビジョン(World Vision)、エコ・セキュリティーズ(Eco Securities)などとパートナーを組む。

## 規模

これまでに50万を超えるストーブを販売してきている。この数字は、累積で800万米ドル以上の燃料の節減と、36万メガトン以上のCO<sup>2</sup>排出量の回避に相当する。

## 採用されている技術

様々な調理内容にあわせて設計された薪および木炭ストーブを幅広く揃える。主要製品は、「G-3300 (薪)」(左の写真)、「CH-2200 (木炭)」、「HM-1000 Plancha (薪)」、「EFI-100L (施設用)」である。提供されているストーブの種類には、薪ロケットストーブ、はめ込み型薪ストーブ、高性能木炭ストーブがある。いずれのストーブも、煤煙と有毒ガス、燃料使用と調理時間を削減する。

## 革新性

エンビロフィットは、標準化されたデザインを開発しているが、最小限の追加機能によって地域ごとにカスタマイズすることができ、異なる機能と価格帯を実現している。加圧調理器、付属グリル、沸騰ポット、煙突付の2口コンロなど、様々な追加的製品も提供している。同社は、ストーブの耐久性を向上させる新合金の試作を(CH4400などで)行ってきた。2012年にはケニア国内で、現地の生産設備の稼働を開始し、西アフリカでの設備稼働を計画している。

## 課題

製品価格が高く、多くの場合制度的チャネルを通して助成を受けた価格で販売されている。標準的なデザインのストーブは、必ずしも現地の状況にあわせたカスタマイズが可能とは限らない。

# グラミン・インフラは、利用者のニーズを特定し ストーブの設計に取り込む共創のプロセスを提唱

## モデル

若手起業家たちに率いられた営利目的の社会事業。グリーンウェイ（Greenway）は、販売用のICSを製造し、貧困ラインを上回るインド農村部の住民をターゲットグループとする。ストーブは、デリー市近郊の中央倉庫で生産され、地元の小売業者へ卸されている。



## 消費者のコスト

ストーブの価格は、~30米ドルである。より伝統的なストーブに比べ効率性が向上しており、燃料の節約が見込まれている。主なコスト推進要因は原材料費であり、バリューチェーンにおけるあらゆる中間コストは既に薄利で利益率が低いことから、更なる価格の引き下げは困難。グリーンウェイは、炭素排出権取引制度を利用した販売を展開する目的でインドの新・再生可能エネルギー省(Ministry of New and Renewable Energy : MNRE)と協業しているが、炭素市場の未来は依然不透明である。

## 規模

2013年2月現在で、約2万5,000個の調理ストーブが販売されており、現在の売上げは、1ヶ月に8,000~1万個である。インドの農村部に焦点を当てており、南部のカーナタカで最もよく売れている。

## 採用されている技術

グリーンウェイのスマート・ストーブは、あらゆる固形燃料によって動作する、持ち運び可能なロケットストーブである。伝統的な土かまどの調理ストーブに比べ同社ストーブは、燃料使用量が最高で65%少なく、排出される煤煙は最高で80%少ない設計である。同社のストーブは、燃料を前面から投入することができ、利用者はこれまでの調理習慣を変える必要がない。可動部がないため、非常に耐久性が高い。

## 革新性

製品は、低コスト生産、高い利便性、様々な未加工の固形燃料を利用して機能する能力を持ち、特に農村部のBoP層のニーズに合致するように設計されている。設計および生産のプロセスは、顧客との共創、顧客による試作品の試験、繰り返されるフィードバックのサイクルに依存している。チームは、熱から電気への変換機のためのパイプラインやガス化装置扇モデルのプロジェクトなどを含め、潜在的な将来のイノベーションとともに現在進められているイノベーションの計画を立てている。

## 課題

比較的裕福な地域であり、家事に関する意思決定に女性が比較的多く関与するカーナタカでは、ストーブに対する需要が大きい。その一方ストーブはもともとインド北部に適した設計となっているにもかかわらず、そしてグリーンウェイ関連の業者や見本市への出展にもかかわらず、北部ではまだ需要達成に至っていない。



# 炭素排出権取引を利用した資金調達と複数の流通チャネルを活用し、クッククリーン社は、他のBoP製品とともに改善された木炭ストーブを販売



## モデル

クッククリーン（CookClean）は、ガーナの低所得世帯の置かれた状況の改善に重点的に取り組む社会事業である。ガーナ国内で産業調査が実施され、また製品の検証がオックスフォード大学によって行われている。同社は、ガーナ国内の3製造施設とともに、社内開発製造モデルを有する。独自の流通、戸別訪問販売、制度を利用した流通業者など、多様な流通モデルが取られている。助成および小売業者へのマージンは、炭素クレジットを通じた資金調達が行われている。調理ストーブに加え、同社は水ろ過器の開発も行ってきた。

## 消費者のコスト

価格は概ね～15米ドルである。炭素クレジットにより、低価格での調理ストーブ販売が可能となっている。環境保護団体クライメート・ケア（ClimateCare）はガーナおよび西アフリカにおけるクッククリーン社のプロジェクトの炭素アセットの開発と管理を目的とした協力に関し、クッククリーン・ガーナと合意。

## 規模

クッククリーンは2012年に1万5,000個、2013年に3万個、2014年には4万5,000個の調理用ストーブの販売を目指している。100万世帯に届くまで、そして3,000人の雇用（水ろ過およびクリーンな調理ストーブ、両方の技術）を創出するまでに7年間を設定している。次の段階としては、保温性のある調理ストーブと小規模なバイオガスユニットの普及と、農作物残から作られコミュニティ内の設備で生産される「グリーン・ブリケット」などの再生可能燃料の開発を目指している。

## 採用されている技術

最低限の効率性を持つ木炭ストーブである「Cookmate」は、現地のガーナ人のニーズにあわせてカスタマイズされている。独立した第三者機関による検査では、ガーナで使用されている「coal pot」と呼ばれる伝統的な木炭ストーブに比べ、調理時間の短縮と、50%の燃料の節減が実現したことが明らかとなった。

## 革新性

同社は、伝統的な調理ストーブの燃料使用量を削減するとともに健康への負の影響を軽減し、同時に利用者にとって魅力的で、軽量かつ耐久性あるストーブの開発を行ってきた。初期投資の回収期間は3ヶ月未満。女性販売員は、生計を増加させ、さらに、クッククリーンによるジェンダーへの影響ももたらしている。

## 課題

売上げから得られた収益は、持続可能なモデルには十分でない。競合他社は、相当な額の助成を受けたストーブを販売しており、他方、伝統的なストーブの生産者は非常に安価な価格（1～5米ドル）で販売していることから、特に流動性に制約のある貧困層の潜在的顧客に対して、より高価格なクッククリーン社製品を販売することは困難である。また、将来の炭素価格の不確実性が主要な懸念点である。

# バイオマス・ペレットの限られた流通チャネルが、ファースト・エネルギー社のBoP市場におけるストーブと燃料供給の管理に負担を課す



## モデル

ファースト・エネルギー社（First Energy）は、家庭内でも商業用の調理場でも使用することのできる、クリーンで改善された調理ストーブを設計し、流通している。同社は、2,500人以上のディーラーに製品を提供する35を超える流通業者のネットワークを通じて、調理ストーブの販売を行っている。サービスセンターのネットワークも持ち、小都市および遠隔地のサービスエンジニアがアフターサービスを提供している。

## 消費者のコスト

「オールジャ(Oorja)」ストーブの価格は25～30米ドルで、燃料ペレットは1kgあたり米ドル30～40セントである。

## 規模

ファースト・エネルギー社は、これまでに45万個を超えるストーブを販売してきた（商業向けおよび住宅用）。同社の収入は～300万米ドルであり、今後数年で2,000万米ドルへ拡大する計画である。同社は、スリランカやバングラデシュ、インドネシア、ベトナム、ラテンアメリカ、アフリカ諸国など、他国への展開を目指している。

## 採用されている技術

「オールジャ(Oorja)」ストーブは、強制通風ガス化技術を用いた先進的なICSである。農業バイオマス残渣から作られるペレットが燃料として使用され、小さな送風機が燃焼するペレットに空気を送る。

## 革新性

ストーブに使用されるペレットは、通常の薪に比べ燃焼効率が3倍高く、煤煙の排出量はより少ない。

ファースト・エネルギー社の販売および流通チームは、それぞれのコミュニティ内でストーブの実演と販売を行う「jyoti」と呼ばれる2,500人以上の女性起業家から構成されている。

## 課題

サプライチェーンおよびバイオマス・ペレット燃料に用いられる原材料価格の上昇が、利用者のオールジャストーブ導入に対する最大の障壁である。オールジャストーブに使用されるペレットは、現地の市場では広く普及しておらず、同社の燃料とストーブの供給管理への負担となっている。



# リビンググッズは、ストーブの導入強化に、コミュニティ参加型モデルと効果的なマーケティングを活用する持続可能な流通基盤である

## モデル

リビンググッズ(Living Goods)は米国を拠点とする非営利組織で、現在ウガンダで活動を展開している。同組織は、戸別訪問による製品の販売で生計を立てる独立した起業家から成るネットワークを運営している。リビンググッズは、小規模なフランチャイズモデルを有し、広範な貧困層向けの製品のための持続可能な流通基盤を主な強みとしている。



## 消費者へのコスト

既実績のある直接販売モデルを貧困層向けに用い、リビング・グッズは中間業者を省き、規模によって購買力を作り出すことで、価格の引き下げを図っており、市場価格を10~40%下回る小売価格を実現している。販売員は、幅広い製品を扱う。特に重要な健康商品に対しては、他の商品で利益を上げながら、重要な影響を持つ商品の価格を引き下げよう、内部補助が奨励されている

## 規模

リビング・グッズは年間に、Ugastovesを~1万1,280個、JikoPoaストーブを120個、エンビロフィット社製ストーブを420個販売している。同組織は、ウガンダ国内の改善された調理ストーブの50%を流通しており、ウガンダ全域に600人の販売員から成るネットワークを持つ、現在の市場浸透規模を持つ唯一の流通業者である。

## 採用されている技術

リビング・グッズは、ストーブの生産は行っておらず、エンビロフィット社製ストーブ、Jiko Poa社製ストーブ、Ugastoves社製のストーブをウガンダ市場で販売している。扱うストーブの種類は、薪ロケットストーブと、最低限の効率性の木炭ストーブである。

## 革新性

同組織は、栄養補給食品や医薬品からソーラーランタンや調理ストーブまで、70に及ぶ製品を販売しており、幅広い顧客への商品提供を実現しながら、製品の内部補助を可能としている。流通コストは低く、戸別訪問販売モデルにより、市場を下回る価格での製品の販売を実現している。同組織は、P&G社やエイボン社(Avon)などのマーケティング戦略のベストプラクティスを採用している。販売員が女性であることから、調理ストーブを購入する女性の顧客と容易に関係を築くことができる。

## 課題

遠隔地への移送が困難であり、生産力も劣っている。遅れや重複した注文を回避するうえで重要な、運転資本の面で製造業者を支援するプログラムが存在しない。

# 成功している調理ストーブソリューションは、高価格、意識の低さ、不便さという障害の克服を後押しする特性を持つ

成功を収めるソリューションの主な特徴	検証結果	示唆
手頃な初期費用の価格帯と資金調達の選択肢	クリーンな調理ストーブの製品群全体に関して、より一層の導入を達成するうえで、値ごろ感の欠如が一貫して主な障害となっている。資金調達の選択肢とともに、手頃な初期費用の価格帯が、販売促進において重要である。	<ul style="list-style-type: none"><li>低技術な「簡素なデザイン」イノベーションへの投資</li><li>海外の高コストおよび輸入関連コストの発生を回避するため、国内における生産を導入</li><li>品質を犠牲にすることなく、低コストの原材料を代用し、材料の使用を合理化</li><li>仕組みの整った資金調達の選択肢を提供</li></ul>
ユーザー中心の製品開発	顧客による購入決定の主な基準には、価格と性能以上に、利便性と耐久性が挙げられる。顧客との接触は、利用者の現行の習慣やニーズを理解するうえで不可欠である。加えて、燃料の種類ごとの制約に対して現実的な評価を行うことも重要である。	<ul style="list-style-type: none"><li>地元の製品の試作品を現地で採用</li><li>付属品でカスタマイズ可能な標準的ソリューションを提供</li><li>売れる価格帯を顧客とともに検証</li><li>市場ニーズを評価する一方、BoP層の消費者の固形燃料への依存という要因を織り込む</li></ul>
関連する地元のマーケティングおよび流通チャネル	流通、そして顧客の意識/需要の欠如がしばしば普及促進の主な障害である。達成すべきゴールは、顧客との接触の機会を最大化しながら、顧客へのアピールに要するコストを最小化することである。	<ul style="list-style-type: none"><li>消費者の特性に関する知識の形成</li><li>特にコミュニティ内の女性を取り込むことで、的を絞ったマーケティングキャンペーンとコミュニティの意識の向上に積極的に関与</li><li>地域の既存の流通チャネルを通じた製品提供とアフターサービスの提供</li></ul>
燃料のサプライチェーンへの注目	利用可能性や燃料供給(エタノールやペレットなど)の価格水準に纏わる不確実性が存在する場合、顧客は最初の購入を思い止まる可能性がある。	<ul style="list-style-type: none"><li>燃料がすぐに利用可能でない場合は、燃料供給のためのビジネスモデルを展開</li><li>予測可能な価格帯での確実な燃料供給</li><li>BoP関連イノベーションへの投資(コミュニティの小規模蒸留所、地元の低価格ブリケット機械、部分的に差し替え可能なより小型シリンダーなど)</li></ul>

# 調理ストーブ技術：インタビューで強調されたポイント

## 手頃な初期費用の価格帯と資金調達の方法

「品質面で妥協することなく、材料の代用と生産拠点をスロバキアから南アフリカへ移すことで、価格の引き下げに成功した。材料の代用をさらに進め、生産拠点のナイジェリアへの移転は、我々の製品の価格をより手頃なものとし、売り上げの拡大を後押しするだろう。製品間の内部補助による資金調達モデルも、売上の増加に貢献している。我々は調理ストーブを、大幅に割り引いた価格で提供するとともに、燃料を、コストを回収できるよう若干利益を乗せて販売している」 - Joe Obueh, Project Gaia

「原材料コストがコストの大半を占めているが、原材料コストの引き下げは困難である。しかしいくつかの選択肢がある。すなわち、人件費の削減、もしくは別の材料による代用である・・・融資が利用可能な場合、我々の製品は飛ぶように売れている」 - Ankit Mathur, Grameen Infra

## ユーザー中心の製品開発

「我々の最初の製品は、技術的には非常によく機能したものの顧客の評価は芳しくなく、成功を収めることができなかった」 - Ankit Mathur, Grameen Infra

「エンビロフィットに対し室内空気感染（IAP）の問題に大規模に取り組むよう求めた。エンジニアは素晴らしい製品を生産したが、それは消費者が求めるものではなかった。我々は常に、同社の取締役会に出席し、簡素さ、耐久性、外見、そして低コストに焦点を当てるよう訴え続けている」 - Pradeep Pursnani, Shell Foundation

## 関連する地域のマーケティングおよび流通チャネル

「Mwoto ストーブから得られた教訓は、ブリキ職人自身は、マーケティングを一手に引き受けることはできないという現実である。我々は現在、国際的な口コミ戦略を取っており、浸透能力の達成を目的として特定のコミュニティを訪ねている。ストーブを用いた調理方法に関する教育を、極めて重要な要素であると考えている」 - Paul Anderson, Awamu Mwoto Quad Stove

「顧客は既存の販売拠点に対しより信頼感を持っているため、我々は製品を地域の販売拠点に卸している。製品を求める感情を形成することが、規模を拡大するうえで最も重要な要因である」 - Ankit Mathur, Grameen Infra

## 燃料のサプライチェーンへの注目

「その地域で入手することのできる燃料源が利用可能であることは、新たな種類のストーブを製造するか否かの意思決定を行う上で絶対的に重要である」 - Ethan Kay, Biolite

「我々はナイジェリア国内に、ストーブとともにエタノール燃料を販売する統合的モデルを有している。燃料は、小規模蒸留所で生産されており、約1,000世帯へサービスを供給できる。非食用の原材料から作られるエタノールの価格が、時間とともに堅実に下落することを期待している」 - Joe Obueh, Project Gaia

「次のステップは、燃料効率の高いペレットを用いたストーブとなる。しかしながら顧客は、ペレット燃料に移行することで固定化され、ますます支出が増える可能性があるのではないかと恐れている。コミュニティに対し、独自にペレットを生産する方策を提供するというアイデアは興味深い」 - Ankit Mathur, Grameen Infra

# Table of Contents

---

## 1. 背景とアプローチ法

## 2. 詳細なセクター検証

### 2.1. クリーンな水

### 2.2. クリーンな電気照明

### 2.3. クリーンな調理

#### 2.2.A. 問題および既存技術の検証

#### 2.2.B. 技術比較

#### 2.2.C. ビジネスモデルと主要プレイヤーの検証

#### 2.2.D. 有望な技術と構成要素の特定

## 3. 日本の関与に対する提言

## 参考資料

# 幅広い適合性と高い社会文化的受容性をもつ中程度および先進的ICSは、一般的に最も魅力的な調理ストーブ技術

○ 低い ● 高い

カテゴリー	基準	はめ込み型ロケットストーブ	可搬式ロケットストーブ	高性能木炭	自然通風ガス化装置	送風機付ガス化装置	LPG	灯油	エタノール	バイオガス・ダイジェスター	太陽光
潜在的な市場規模	幅広い適用性/ 特定の材料に対する依存度の低さ	●	●	●	●	●	○	○	●	●	○
経済、環境、社会的影響	高い燃料効率	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	低排出量/廃棄物量	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	高い安全性	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	雇用創出の高い可能性	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
運用とメンテナンスの容易さ	運用に必要なスキルの制限	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	メンテナンスと部品交換の頻度の少なさ	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
値ごろ感	初期費用の安さ	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	維持管理費の安さ	●	●	●	●	●	○	○	●	●	●
マーケティングと流通の容易さ	デザインの適用性の高さ	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	現地生産および組立ての可能性の高さ	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	現行の習慣との調和	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

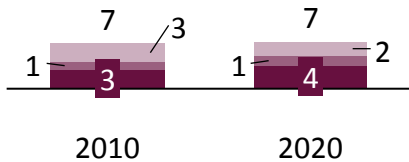
注：上記技術は、様々な基準を基に高度な見地から順位付けされている。個々の基準に重要性については、それぞれの地域の状況、習慣、ターゲット市場の社会経済的特徴、製品/ソリューションの厳密な特質によって異なってくるが、これらの要因に関しては、今後プロジェクトの2年目、3年目において研究する予定である。いくつかの当てはまらない基準については、調理ストーブ技術の今回の分析においては除外されている。送電線網に依存する電気ストーブは、大半のBoP世帯にとって関係のないソリューションであるため本調査研究においては対象外とした。

# 改善された調理ストーブのバリューチェーンでは、 原材料費と人件費が、ストーブのコストの30～55%に相当

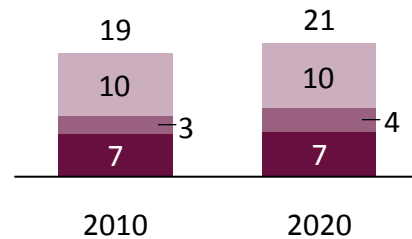
ストーブの種類ごとに見た価格とコストの見通し(2010～2020年)  
(サハラ以南アフリカ地域で購入されたストーブの平均予測  
(単位：実質米ドル価格)

■ その他 (流通コスト、運送費、  
現地での移送費、税金、利幅)  
■ 人件費  
■ 原材料費

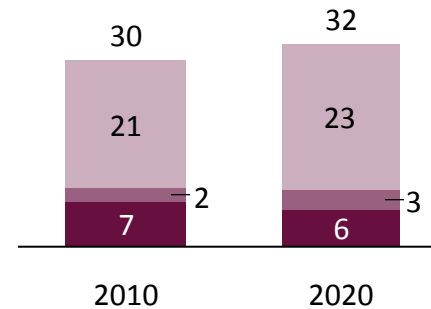
## 簡易なICS



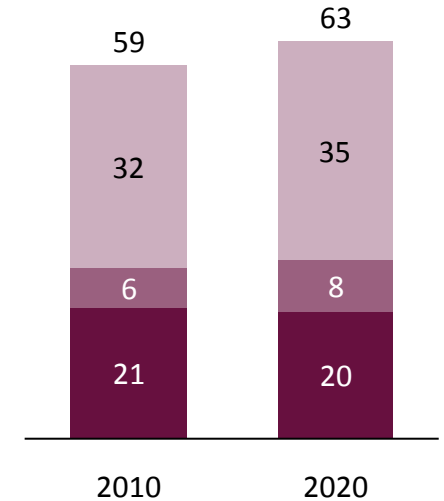
## 中程度のICS、 サハラ以南アフリカ 地域にて製造



## 中程度のICS サハラ以南アフリカ地域 への輸出



## 先進的ICS



- 大半のストーブの比較的簡素な設計を鑑みれば、達成可能なコスト削減の水準には上限がある。
- 将来的な燃料価格上昇における最も重要な要因は、人件費や原材料費などの準構成要素におけるインフレである。
- 準構成要素のコスト上昇を前に価格を手頃なままで維持することを目的として、供給業者は現在、より安価な製品を生産する方法を模索しており、市場にはコスト削減を実現するイノベーションに対する欲求が見られる。

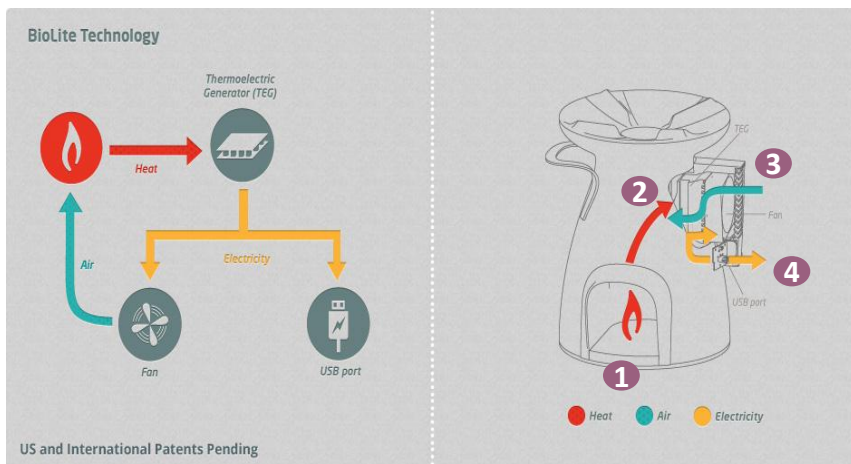
注：各生産手法ごとに2～10種類のストーブの平均コストデータを基に算出。見通しは、主なコスト要素(鉄鋼、セラミック、人件費など)の国際価格およびサハラ以南アフリカ地域における価格の予測される変化に基づく。

出典：Dalberg stove price database



# 熱電技術が、内部の送風機や携帯電話、LED照明などに電力を供給する改善された調理ストーブを実現

## 熱電技術を用いたストーブ



## 概要

- 送風機付ガス化装置またはロケットストーブは、内部の送風機によって、煤煙を削減しながら炎に酸素を追加供給することで二次的な空気の流れを生み出し、燃料をほぼ完全な燃焼に導く
- 熱電気を動力とするロケットストーブは、燃料熱の電気への変換に熱電発電装置(thermoelectric generator BioLite : TEG)を利用するため、外部電源を必要としない
- 熱電技術により、ストーブは内部の送風機に対し自律的に電力を送ることと、携帯電話の充電やLED照明のための余剰電力を生産することの両方ができるようになる

## 処理プロセス

- 薪、バイオマス、木炭またはブリケットが燃料として燃やされる
- 余剰分の熱が、熱電発電装置(TEG)によって電気に変換される
- 電気は、火に酸素を送り込む送風機の電源として使用され、燃料効率を高める
- 余剰分の電気は、携帯電話の充電やLED照明の電源として利用される

## 長所と短所

- + たき火に比べ、燃料消費量を約50%削減し、排気量も最大95%削減する
- + 電化の進んでいない地域や未電化の地域において、携帯電話やLED照明など電気製品の充電ができる
- + 軽量素材を用いて作られているため、持ち運びが極めて容易
- 送風機/電子部品の価格の上昇(例えば、バイオリイト製品のエンドユーザー価格は45~100米ドル)と、耐久性の低下の可能性
- 電気製品の充電には相当な時間を要する
- 効率性の向上を実現するためには、取扱説明書の指示に厳密に従う必要がある



# 目次

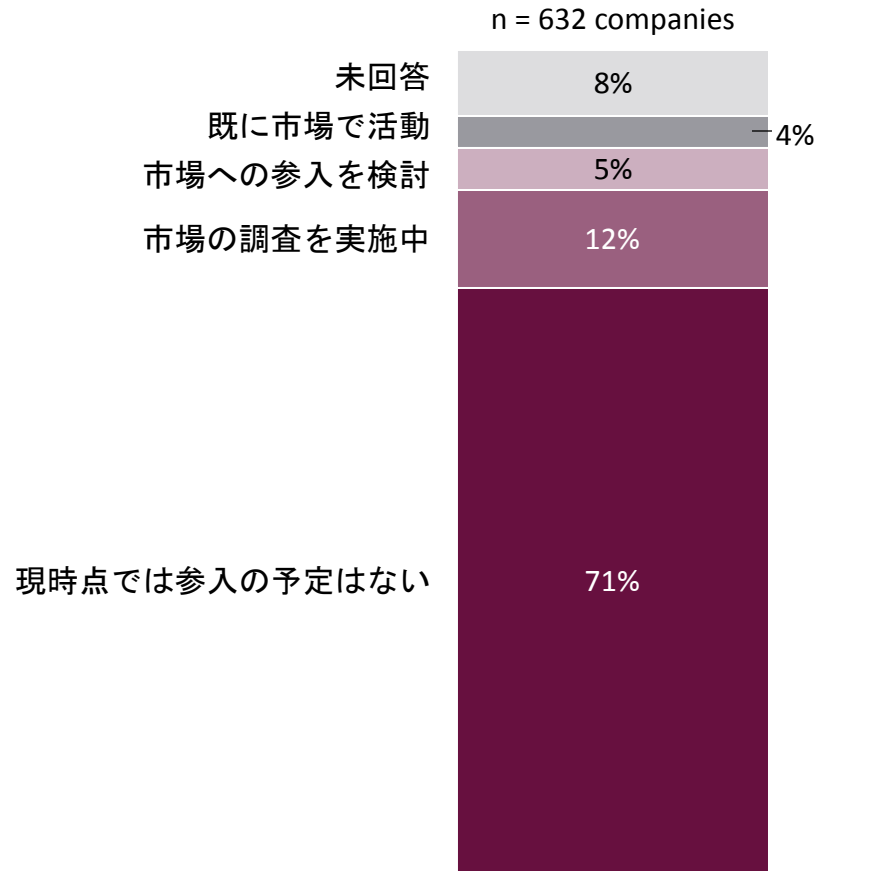
---

1. 背景とアプローチ法
2. 詳細なセクター検証
3. 日本の関与に対する提言

参考資料

# 十分なチャネルの不足とBoP市場のニーズに関する知識に限りがあることから、日本企業のBoP市場への参画の歴史は浅い

## BoP市場における日本企業の参加



## BoP市場への参加が限られている主な理由

### BoP市場への参加に十分なチャネルが不足

日本企業は、発展途上諸国のBoP市場との接点を持つために必要なチャネルを十分に持たない。なお、より多くの日本企業が、発展途上国のBoP市場をターゲットとして公的機関やNGOとの強力なパートナーシップの形成に取り組み始めたのは、ここ数年間のことである。

### 限られた知識と経験

BoP市場で事業を展開した経験を持つ日本の組織はほとんどなく、BoP層の世帯の制約、習慣、選好を理解するための日本の組織による調査はほとんど実施されてこなかった。

### ブランドに対する負の影響

日本の組織は質の高さに評判があり、自社のブランドが、多くの場合「低価格・低品質」な商品やサービスと捉えられているBoP製品と関連付けられることにより被るマイナスの影響を懸念している。

# 日本の民間セクターのプレイヤーのBoPへの関与は、 公的機関のイニシアティブに支えられ2009年以降増加

## 国際協力機構 (JICA)

- 民間企業がBoP市場において実施する、実行可能性に関する調査を支援。現在、主にアジアおよびアフリカで、65件のプロジェクトを支援中
- 民間の団体と、地元政府、NGO、そして他の開発パートナーとの引き合わせ
- 官民パートナーシップの法規制枠組み強化のための技術援助を提供
- 民間企業によるBoPに焦点を当てたプロジェクトに対し、債権や株式発行による資金調達を提供

## 経済産業省 (METI)

- 民間企業が発展途上国にて実施するBoP関連ビジネスの実行可能性調査に対して助成を実施
- 民間企業と、発展途上国内の地域の潜在的パートナーとの引き合わせ
- 官民パートナーシップという文脈においてBoP関連ビジネスの調査を実施
- フォーラム、シンポジウム、セミナーを通し、包括的ビジネス(inclusive business)の概念に関する意識を喚起

## 日本貿易振興機構 (JETRO)





- 自組織内のBoPコンサルティング・サービスデスクを通し、発展途上国における日本企業のBoPをターゲットとしたビジネスの構築を支援
- BoP層のライフスタイルやニーズを理解し、BoPに焦点を置いたビジネスモデル構築の可能性を調査する目的で、発展途上国にビジネス使節団を派遣
- 見込みのある地元のビジネスパートナーを民間企業に紹介
- BoP市場において、製品およびサービスのテストマーケティングや試験開発を支援

# 家庭向けおよびコミュニティ単位のクリーンな水ソリューションの構築に関し、増加する日本企業のBoP市場への参加




	組織	取り組みの概要	地域	公的機関	開始年
コミュニティ単位のソリューション	 Yamaha Motor Co.	物理的なろ過、バイオろ過、塩素消毒を用いた小規模な浄水システムと供給システム	インドネシア、ベトナム、スリランカ、ミャンマー、ラオス、カンボジア、セネガル	UNDP, METI, NEDO, JICA	2008
	 Toray Industries Innovation by Chemistry	太陽光発電システムを用いた携帯型水供給と小規模な淡水化ユニット	インドネシア	JICA	n/a
	 Shikoku Chemicals	安全な水のサプライチェーンの構築	インド	JICA	n/a
家庭単位のソリューション	 Nippon Basic Co.	自転車に取り付けられた、精密ろ過/カーボンろ過を用いた浄水システム	バングラデシュ	JICA	2011
	 Kanematsu Corporation, Nikken	浄水システム「POU」を利用した給水分野のBoPビジネスに関する予備的調査	ベトナム	JICA	2011
	 Poriguru International	凝集剤を用いた飲料水の供給のBoPビジネスに関する予備的調査	インド	JICA	2011
	 Yachiyo Engineering	自転車に取り付けられた浄水システムを利用した水プロジェクトの展開	バングラデシュ	JICA	n/a

# 家庭向けおよびコミュニティ単位の太陽光発電を利用した電気ソリューションの構築に関し、増加する日本企業のBoP市場への参加

コミュニティ単位のソリューション




組織	取り組みの概要	地域	公的機関	開始年
 Sony	小規模分散型の発電システム/電池貯蔵システム	インド	METI	2009
 Hitachi	太陽光発電施設	インドネシア	METI	2009
 Mitsui	太陽光発電システム	モザンビーク	UNDP, Growing Sustainable Business (GSB)	2009
 Nidec Corporation	小規模風力発電および発電システム	インドネシア	NEDO	2011

家庭単位のソリューション

 Sanyo	ソーラーランタン	インド、ウガンダ、ケニア	METI, MOE, UNDP, JICA	2009
 The Kaiteki Institute	柔軟性ある軽量な太陽光発電パネル	バングラデシュ	JICA	2011
 Mitsubishi Chemical Holdings	住宅用太陽光発電システムの柔軟性ある軽量な太陽光発電パネル	バングラデシュ	JICA	2011
Japan Jatropa Inc.	ヤトロフェを用いたバイオ燃料加工	タンザニア	JICA	2010

# 家庭向けおよびコミュニティ単位のクリーンな調理ストーブソリューションの構築に関し、増加する日本企業のBoP市場への参加

## 家庭単位のソリューション

組織	取り組みの概要	地域	公的機関	開始年
 ALCEDO Corporation	高エネルギー調理ストーブ	ネパール	JICA	2011
 Isolite, ALCEDO Corporation	耐火断熱れんが調理ストーブのBoPビジネスに関する予備的調査	ネパール	JICA	n/a
 Toshiba	クリーンな調理ストーブプロジェクトへの投資	ケニア	-	n/a

# これまでの日本の努力から得られた経験をもとに、既存の地元組織との協力が成功の鍵を握る要因であることが特定された

## 地域の既存組織との提携

企業は、市場ニーズを理解しているだけでなく、有効なビジネスエコシステムを既に確立している地元の既存組織と協力が求められる。ビジネスプランを効果的に実施に移し、リスク管理を支援し、市場への浸透を拡大できる地元の組織を選び出さねばならない。

## 地域の市場環境の理解

企業は、調査および試験的プログラムを通しBoP市場を理解し、得られた知識をビジネスモデルに組み込む必要がある。

## BoP独特の ビジネスモデルの構築

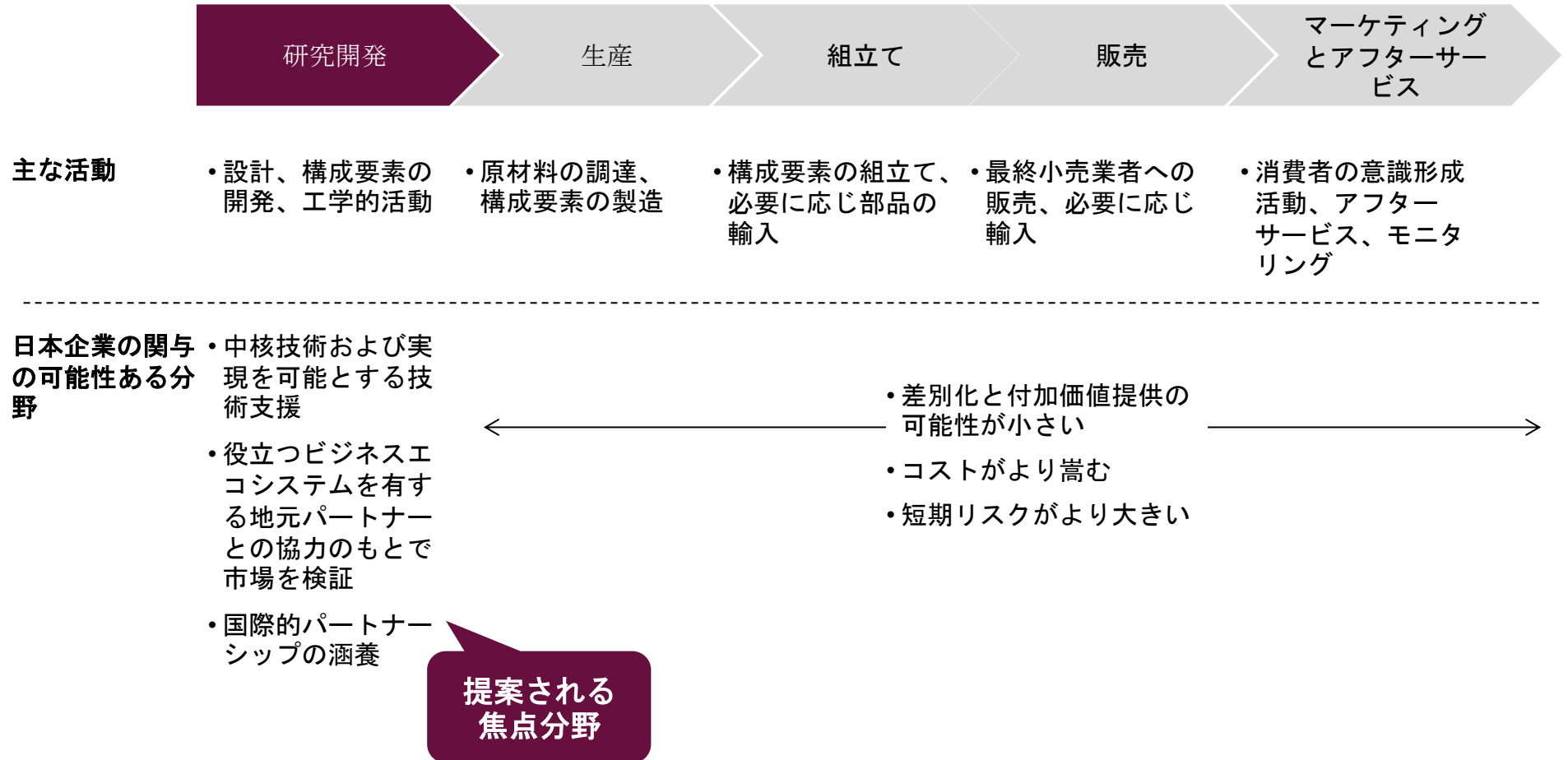
企業は、地域のニーズや市場環境を考慮に入れた、BoP市場をターゲットとした個別のビジネスモデルを構築することが求められる。

## 役立つ環境団体を活用

企業は、BoP市場における舵取りのため、既に確立されたネットワークと公的機関、NGO、多角的組織の知識を活用する必要がある。



# セクターを問わず、上流における活動とパートナーシップの構築が、日本の関与のための論理上のエントリーポイントとなる



# 各セクターにおいては、日本企業はそれぞれの分野における一握りの前途有望な技術に焦点を当てることができる

分野	焦点となる技術	論拠
安全な水	<ul style="list-style-type: none"> <li>逆浸透</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>BoP向けのコミュニティを対象とした水システムのうち、最も急速な成長を遂げている技術である。</li> </ul>
電気	<ul style="list-style-type: none"> <li>統合技術：ソーラーランタン(SPL)</li> <li>発電：太陽光</li> <li>照明：LED</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>太陽光は、費用対効果が高く、堅牢で、うまく適合する技術である。</li> <li>将来的なコストと性能の傾向から、LEDが最も効果的かつ効率的なBoP向けの照明ソリューションであると特定される。</li> <li>他の機器の充電に用いることができ、触媒的な開発の役割を果たすSPLに対する強い需要が存在する。</li> </ul>
調理	<ul style="list-style-type: none"> <li>中程度および先進的な改善された調理ストーブ(ICS)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>広範な適用性を持ち、価格が手頃である。</li> </ul>
ソリューションの実現を可能とする分野横断的技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>遠隔監視とメーター制</li> <li>決済ソリューション</li> <li>分散型発電ソリューション</li> <li>水検査</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>遠隔監視、メーターシステム、決済ソリューションは、分野を横断して必要とされており、潜在的な顧客には、公共事業会社や社会事業が挙げられる。</li> <li>分散型の発電ソリューションは、電気ソリューションと一部の水ソリューションの両方の実現を可能とする。</li> <li>水検査能力は、依然として重要だが、水ビジネスのエコシステムにおいてはまだ弱い分野である。</li> </ul>

# 安全な水：逆浸透(RO)が最も将来性ある技術であるという同定の下、有望な試験プロジェクトのための方向性が複数特定された

## 関連する日本企業

**TORAY**  
Innovation by Chemistry

日研株式会社  
NIKKEN Co.,Ltd.

 **Suido Kiko**  
SUIDO KIKO KAISHA, LTD.

 **SHIKOKU**

 **YAMAHA**

 Kisui Water Treatment  
Japan, Inc.

**yec**

**SHARP**

## 有望な試験プロジェクト

- より頑強で寿命が長く、また不適切なメンテナンス習慣にも耐え得る逆浸透膜の開発における水キオスク運営者とのパートナーシップ
- 遠隔での水質監視と自動化されたキオスク管理情報の実現に向けた水キオスク運営者とのパートナーシップ
- 太陽光発電を利用した配水および冷却ソリューションの開発における水キオスク運営者とのパートナーシップ
- 電力へのアクセスを持たないコミュニティのための太陽光発電ソリューションの開発における水キオスク運営者とのパートナーシップ

## BoP市場で活動する関係企業・組織

water health

 Naandi

 safe water network

 ehp  
E Health Point

 sarvajal  
affordable • accessible • pure

 GRUNDFOS  
GRUNDFOS LIFELINK

 1001FONTAINES

# クリーンな電気：高い可能性を持つSPL、LED、そして太陽光を利用したミニグリッド技術に基づき、有望な試験プロジェクトが特定された

## 関連する日本企業



## 有望な試験プロジェクト

- 酸化鉄リチウム(LFP)電池など、より耐久性があり、蓄電能力がより高い電池の開発におけるソーラーランタン(SPL)提供者とのパートナーシップ
- メーターシステムや決済システムなど、ソリューション技術を実現するビジネスの開発におけるソーラーランタン提供者とミニグリッド運営者とのパートナーシップ
- 直流電源準拠のLEDチップの開発におけるミニグリッド運営者とのパートナーシップ
- ミニグリッドの稼働と管理のためのスマートグリッド技術の開発におけるミニグリッド運営者とのパートナーシップ

## BoP市場で活動する関係企業・組織



# 調理：熱電発電装置と最適化されたストーブの設計を含む同分野のニーズと傾向に基づき、有望な試験プロジェクトが特定された

## 関連する日本企業



## 有望な試験プロジェクト

- 手頃な熱電発電装置とガス化調理ストーブに使用される低電力送風機の開発における改善された調理ストーブの製造業者とのパートナーシップ
- 耐久性と燃焼効率、低コストでの生産を目的としてストーブの設計を最適化するための改善された調理ストーブの製造業者とのパートナーシップ
- 効率的な生産に必要な機械(自動生産、改善された鉄鋼処理のための工作機械など)を提供する目的の下での、調理ストーブの製造業者とのパートナーシップ

## BoP市場で活動する関係企業・組織



# 目次

---

1. 背景とアプローチ法
2. 詳細なセクター検証
3. 日本の関与に対する提言

## 参考資料

# インタビュー対象者一覧

セクター	名前	タイトル	組織	主な活動
水	Subramanian	COO	Earth Water Group	水処理ソリューションを提供(インド)
水	Amit Jain	Founder	Healthpoint Solutions	コミュニティの浄水システムを運用(インド)
水	Mukund V.	MD - India	Pentair	水処理用の部品を供給(グローバル)
水	Ravi Sewak	Country Director	Safe Water Network	水処理ソリューションを提供(グローバル)
水	Anuj Sharma	CEO	Sarvajal	コミュニティの浄水システムを運用(インド)
水	Skand Saksena	Head – R&D Pureit	Unilever	家庭用の浄水システムを販売(グローバル)
電気	Anish Thakkar	CEO	Greenlight Planet	ソーラーランタンを販売(インド、アフリカ)
電気	Patrick Walsh	CTO	Greenlight Planet	ソーラーランタンを販売(インド、アフリカ)
電気	Gyanesh Pandey	CEO	Husk Power Systems	もみ殻を利用したミニグリッドを展開(インド)
電気	Par Almqvist	Chief Mktg. Officer	OMC Power	太陽光を利用したミニグリッドを展開(インド)
電気	Abhimanyu Sahu	Head-Strategy and Innovation	Schneider Electric	住宅用太陽光システムを販売(南アジア、アフリカ)
電気	Mark Macharg	Co-founder	Simpa Networks	住宅用太陽光システムを販売(インド)
調理器具	Ethan Kay	MD- Emerging Mkts	Biolite	先進的な調理ストーブを製造(グローバル)
調理器具	Ankit Mathur	Founder	Grameen Infra	改善されたロケットストーブを製造(インド)
調理器具	Paul Anderson	Professor	Illinois State Univ.	先進的な調理ストーブの専門家・普及者(アフリカ)
調理器具	Jonathan Otto	Co-founder	JetCityStoveworks	先進的なガス調理ストーブを製造(アフリカ)
調理器具	Joe Obueh	Head – West Africa	Project Gaia	再生可能エネルギーを利用した先進的な調理ストーブを製造(アフリカ)



## 参考文献一覽 (1/2)

---

- Aquaya, The Market for Water Treatment and Vending Enterprises in Kenya, 2011: IFC
- Bank of America Merrill Lynch, ESG & Sustainability Report, December 2012
- Berkeley Air Monitoring Group, Evaluation of Manufactured Wood-burning Stoves in Dadaab Refugee Camps, 2010: USAID
- Berkeley Air Monitoring, Stove Inventory Report, s.l., , 2012: Global Alliance for Clean Cookstoves
- Country Market Assessments, 2010 – 2012: Global Alliance for Clean Cookstoves
- ESMAP, Technical and Economic Assessment of Off-grid, Mini-grid and Grid Electrification Technologies, 2007
- Global Burden of Disease, Global and Indian Burdens of Disease from Household Air Pollution, 2010: WHO
- Hystra and Ashoka, Access to Energy for the Base of the Pyramid, 2009
- Hystra and Ashoka, Access to Safe Water for the Base of the Pyramid, 2011
- IEEE, A Centralized Optimal Energy Management System for Microgrids, 2011
- IFC and World Bank, Solar Lighting for the Base of the Pyramid - Overview of an Emerging Market, 2010
- IFC, From Gap to Opportunity: Business Models for Scaling Up Energy Access, 2012
- IFC, Lighting Asia: Solar Off-Grid Lighting, 2012
- IFC, Safe Water for All, 2009
- IMG Inc., Cambodia Community Water Program: Utilizing Japanese Water Purification Technologies, 2012: UNDP
- International Energy Agency, World Energy Outlook, 2011
- Japan Management Associations, Survey of Management Studies, 2010
- Kirk R. Smith, MPH, PhD, UC Berkeley, Global and Indian Burdens of Disease from Household Air Pollution: the GBD 2010 Study, 2013

## 参考文献一覽 (2/2)

---

- Lawrence Berkeley National Laboratory, Technical and Economic Performance Analysis of Kerosene Lamps and Alternative Approaches to Illumination in Developing Countries, 2003
- METI, Inclusive Business Support Measures and Specific Initiative from the Japanese Government, 2010
- Nomura Research Institute, Does BoP Business Approach Fit in the Japanese framework?: Developing BoP Business as the Principal Strategy in Emerging and Developing Economies, 2012
- UN Water, Making Water a Part of Economic Development, 2004 – 05: Stockholm International Water Institute
- UNICEF and WHO, Progress on Drinking Water and Sanitation, 2012
- United Nations, World Water Development Report 3 (WWDR3): Water in a Changing World, 2009: UNESCO
- University of Michigan, Water For All: Sustainable Solutions for Reducing and Utilizing Sarvajal's Reverse Osmosis Brine in Northwestern India, 2011
- World Bank, The Economics of Renewable Energy Expansion in Rural Sub-Saharan Africa, 2010
- WHO, Scaling Up Household Water Treatment: Looking Back, Seeing Forward, 2008
- WRI, The Next 4 Billion: Market Size and Business Strategy at the Base of the Pyramid, 2007

# 家庭向けの浄水技術のコストおよび質的特性の分析に用いた代理製品

世帯向けソリューション			
技術	製品	企業	展開地域
逆浸透	逆浸透システム	HUL (Pureit Marvella RO)	インド
		Eureka Forbes (AquaSure Nano RO)	インド
		Kent (Pearl)	インド
ナノフィルター	ナノ銀を用いた製品	Tata Swach (2 products: Smart and La Vita)	インド
		Living Guard filter	インド
紫外線ろ過	主要技術として、UFを用いた家庭用ろ過器	Advanced: Permionics (Pureflo)	インド
		Basic: Vestergaard Frandsen (LifeStraw Family)	アフリカ グローバル
紫外線	主要技術として、UVを用いた家庭用ろ過器	Philips (Pure Water UV)	グローバル
		HUL (Pureit Marvella UV)	インド
凝固剤/凝集剤+塩素消毒	凝固技術と塩素消毒を含む、袋入りの粉末/液体凝固剤	P&G (Pur)	グローバル
		Nippon (PolyGlu)	グローバル
塩素消毒	塩素ソリューション/錠剤	Antenna Water	アフリカ
		PSI Medentech Aquatabs	アフリカ
		PSI Waterguard	グローバル
セラミックろ過	家庭用セラミックフィルター	Hydrologic (Basic Tunsai)	カンボジア
		Potters for Peace	ラテンアメリカ