

(事後評価)「エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業」
電力不安定地域における太陽光発電装置用蓄電インバータの優位性についての実証事業
(カナダ オンタリオ州 オシャワ市)

「電力不安定地域における太陽光発電装置用蓄電インバータの
優位性についての実証事業(カナダ オンタリオ州オシャワ市)」
(事後評価)

(2015年度～2017年度 3年間)

実証テーマ概要 (公開)

NEDO スマートコミュニティ部
田淵電機株式会社

2018年8月3日

1. 事業の位置付け・必要性 (NEDO)

- ・社会的背景、意義、政策的必要性

2. 実証事業マネジメント (NEDO)

- ・相手国との関係構築、実施体制、計画

3. 実証事業成果 (田淵電機)

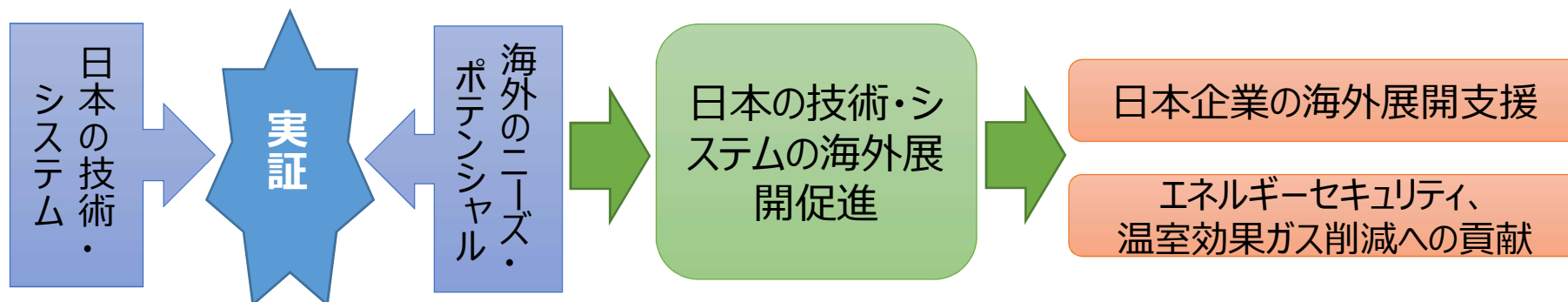
4. 成果の普及可能性 (田淵電機)

1. 事業の位置付け・必要性

目的

- 我が国が強みを有するエネルギー技術・システムを対象に、相手国政府・公的機関等との協力の下、海外の環境下において技術・システムの有効性を実証し、民間企業による普及につなげる。
- これにより、海外のエネルギー消費の抑制を通じた我が国のエネルギー安全保障の確保に資するとともに、温室効果ガスの排出削減を通じた地球温暖化問題の解決に寄与する。

国際エネルギー実証のイメージ



1. 事業の位置付け・必要性

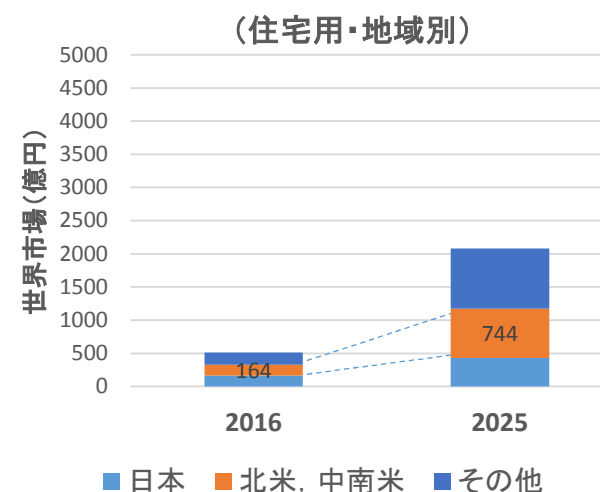
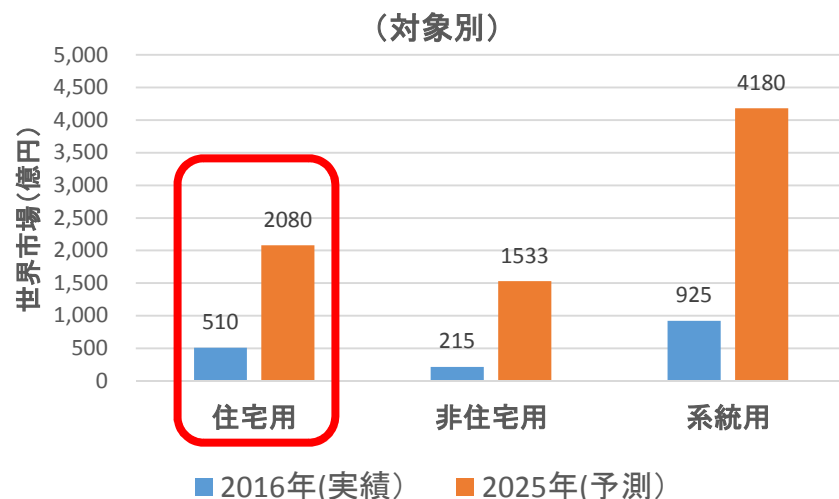
社会的背景・位置付け

事業検討時の状況は以下の通り。

- カナダでは州単位での独自のエネルギー政策が進んでいる。オンタリオ州は、再生可能エネルギー導入に力を入れており、2009年に北米で初めて固定買い取り制度(FIT)を導入する等、積極的。また、20TWh分の原子力エネルギーを再生可能エネルギーに置き換える計画有。再生可能エネルギー導入による系統負荷を軽減し、安定的にシステムを運用するための対応が、電力会社にとって課題。
- オンタリオ州オシャワ市では、年間通じて204回の停電が発生（2013年実績）現地電力会社オシャワ電力（OPUC）にとって、この対策が大きな課題。

市場規模（電力貯蔵システム市場）

住宅用蓄電池市場は2016→2025年で**4倍**に拡大する見込み。



1. 事業の位置付け・必要性

オシャワでの実証の意義・必要性

- **オンタリオ州は**、2009年に北米で初めて固定買い取り制度(FIT)を導入する等、再生可能エネルギーの導入に積極的。今後、20TWh分の原子力エネルギーを再生可能エネルギーに置き換える計画がある。
⇒自治体や電力会社にとって、太陽光発電等の**再生可能エネルギー導入量増加による系統安定化等への対応が、中長期的な課題。**
- **オシャワ市、オシャワ電力は**、凍害等による停電対策が課題。
⇒**停電時の自立運転は解決策の一つ**
⇒**「停電に強い」住宅という差別化により住宅の付加価値を向上させる。**

上記課題解決の為、オシャワ電力自ら、実施者（田淵電機）に対して、共同実証を提案。

日本が保有する下記の技術を用い、実証を実施する地域として、オンタリオ州オシャワ市は最適な場所と考える。

【要素技術】 蓄電池と制御（停電時自立運転、一括制御）、太陽光発電

【ショーケース化】 停電時自立運転を備えた住宅エネルギーマネジメント、一括制御、中堅企業の海外進出モデルケース。

1. 事業の位置付け・必要性

事業の概要・目的

凍害等による電力不安定地域であるオシャワ市で、蓄電池付太陽光インバータを住宅30戸に導入。

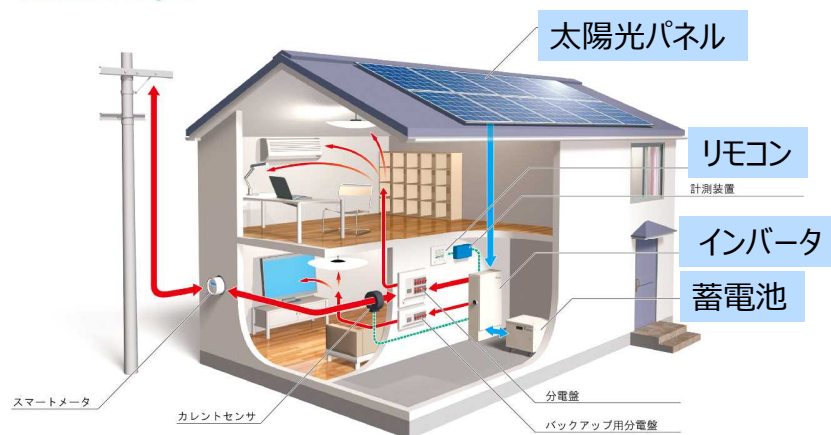
〔実施項目1〕システム有効性検証（自立運転制御、及び一括制御の導入）

1年間システムを連続運転しデータ収集。システムを遠隔監視制御し、平常時の系統安定化、及び、停電時の非常用電源としての機能を実証。

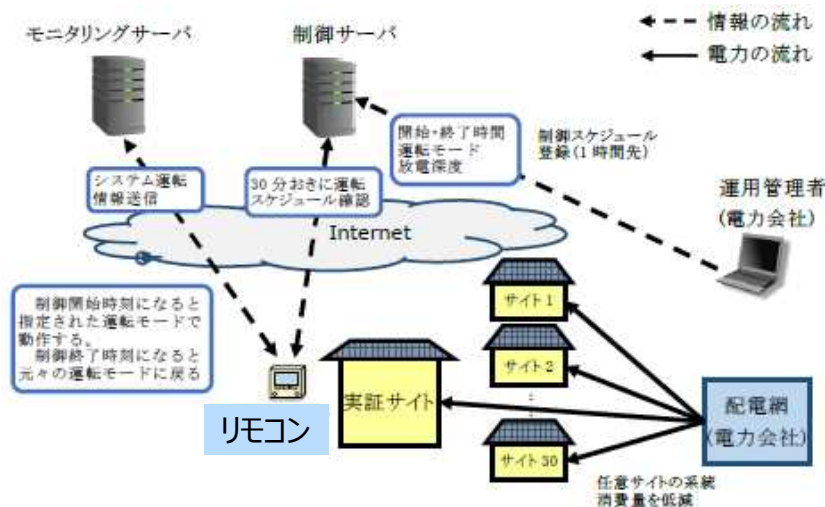
〔実施項目2〕ビジネスモデルの検討

電力会社がシステムを保有する場合を想定し、住民への設備リース、もしくは住民が電力会社から屋根貸料を受け取り、太陽光発電分を電力会社の収入とする等、ビジネスモデル検討を実施。

設置・接続イメージ
Installation Diagram



実証システム構成図
(蓄電池、インバータは宅内設置)



一括制御システム概略図

1. 事業の位置付け・必要性

オンタリオ州オシャワ市の概要

● 位置・地理的特徴：

トロント市（オンタリオ州都）から、約60km東に位置し、Greater Toronto Areaと呼ばれる大都市圏の一角。市の区画は長方形で、南はオンタリオ湖に面している。

● 人口： 16.2万人（2017年時点）

● オンタリオ州の電力構成(2017年時点)

原子力	63%
水力	26%
火力	4%
風力	6%
他（太陽光、バイオマス等）	1%



**再エネ電源導入に一層の
努力が求められる。**

● 停電発生

- ✓ 当該地域では年間通じて停電が発生。2013年は204回の停電が発生した。
- ✓ アイスストームと呼ばれる過冷却雨氷により、倒木が電線を切断するなどの冷害の被害が発生する場合の影響は深刻。
- ✓ 電力安定供給や停電対策がオシャワ電力(OPUC)の大きな課題。

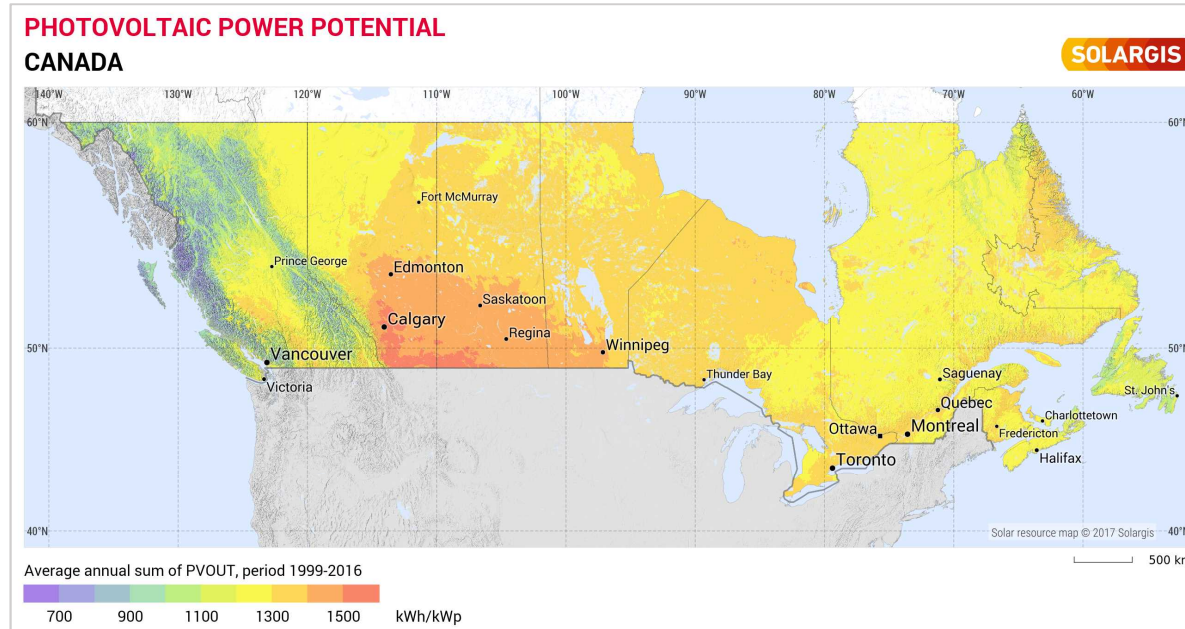
トロント近郊地図



1. 事業の位置付け・必要性

● 日射条件

オンタリオ州オシャワ市の日射条件は日本の南東北～関東と同等である。かつ、軽井沢よりも低い気温であり、太陽光発電の条件は日本以上に適している。ドイツよりもはるかに日射条件がよく、南フランスやイタリアと同程度である。



都市名	太陽電池 1kW当りの年 間発電量
Cairo, Egypt	1635
Capetown, South Africa	1538
New Delhi, India	1523
Los Angeles, U.S.A	1485
Mexico City, Mexico	1425
Regina, Saskatchewan	1361
Sydney, Australia	1343
Rome, Italy	1283
Rio de Janeiro, Brazil	1253
Ottawa, Canada	1198
Beijing, China	1148
Washington, D.C., U.S.A.	1133
Paris, France	938
St. John's, Newfoundland/Labrador	933
Tokyo, Japan	885
Berlin, Germany	848
Moscow, Russia	803
London, England	728

カナダ天然資源エネルギー庁の統計より

● 気候

オンタリオ湖の北に位置するため、湖に起因する大雪は少ないが、冬季数回は大雪があり、20cmを超える積雪となる。11-12月は気温が零度以上になり雪は融けてしまうが、1-2月は根雪になることがある。

気温	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
日平均(°C)	-4.8	-3.6	0.4	6.6	12.3	17.6	20.6	20	15.9	9.5	4.2	-1.2
最高気温(°C)	-1.1	0.1	4.2	10.8	16.9	22.3	25.1	24.3	20.2	13.3	7.4	2.1
最低気温(°C)	-8.5	-7.3	-3.5	2.5	7.7	12.9	15.9	15.6	11.7	5.6	1	-4.4
降水量	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
降雨(mm)	30	31.7	40.7	70.6	78.9	73.9	73.1	77.4	94	70	80	45.8
降雪(cm)	35.6	24.9	13.5	2	0	0	0	0	0	0.1	4.7	24.9
降水量(mm)	65.6	56.6	54.2	72.7	78.9	73.9	73.1	77.4	94	70.1	84.8	70.7
月末積雪(cm)	9	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
降雪量	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
>= 0.2 cm	8.7	6.3	3.8	0.85	0	0	0	0	0	0.08	1.8	5.9
>= 5 cm	2.9	1.9	1.2	0.08	0	0	0	0	0	0	0.27	1.7
>= 10 cm	0.77	0.65	0.15	0.04	0	0	0	0	0	0	0.08	0.81
>= 25 cm	0.08	0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04
統計記録	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
一日積雪記録(cm)	51	38	25	9	0	0	0	0	0	2	12	43
記録年	1981年	1985年	1984年	1994年						1992年	1991年	1992年

1. 事業の位置付け・必要性

日本技術の海外展開

日本の持つ先進技術を海外展開

日本は太陽光発電制御、蓄エネ、省エネ等の分野における、技術的優位性を活用して、積極的に海外へ売り込んでいくことが重要。

現地国のニーズに合わせた要件での売り込みが必要

技術の売り込みにおいては、現地国の法令・規制や地理・環境的要件、技術的要件などのリスクがあり、様々な要件を考慮したカスタマイズが必要であり、実証をしながら現地国のニーズに合わせた売込みが必要。

システム技術等をパッケージ化して海外へ展開

単なる機器の売り込みではなく、最適化したシステム技術として展開していくことが重要。カナダ実証をショーケース化し、システム技術を海外の他地域等へも展開。

2. 実証事業マネジメント

相手国との関係構築



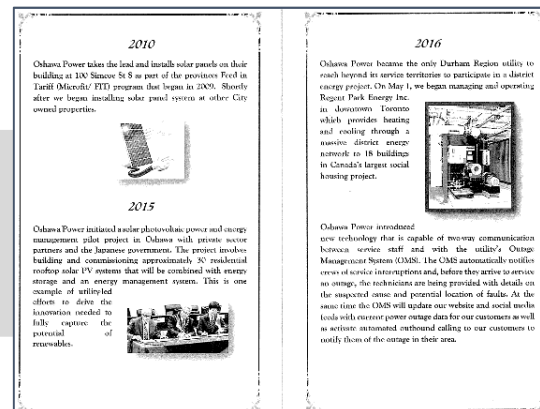
【2015年7月】
NEDOとオシャワ市とOPUCとの
間で実証事業に関するMOUを締
結。実証事業を開始。



【2015年11月20日】
運転開始式をオシャワ市で開催。実証に参加する住民の方々にもご参加頂
き、実証への期待と喜びの意を表していただきました。



【2017年10月】カナダ天然資源エネ
ルギー庁次官補に事業の紹介を行いました。



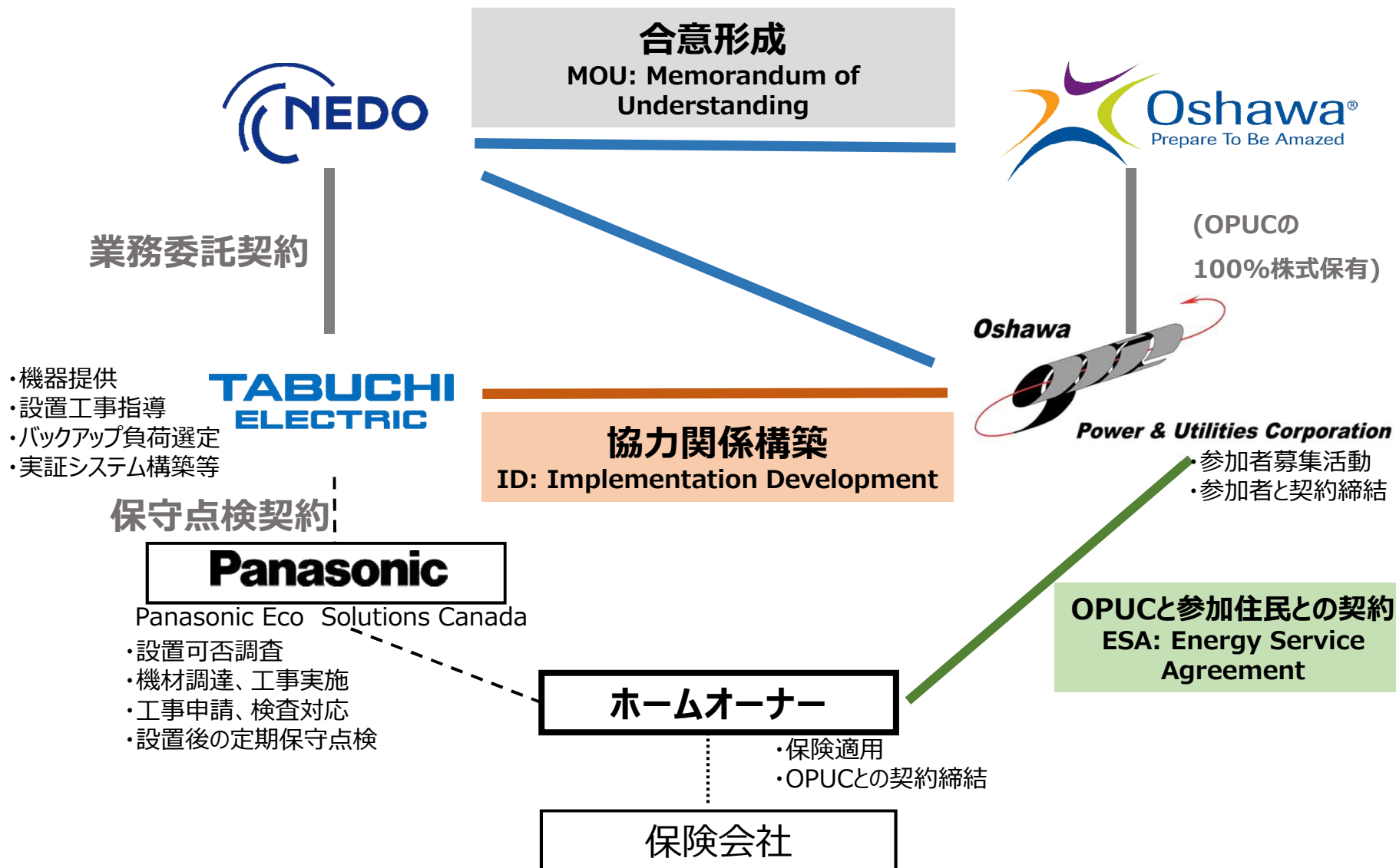
【2017年】オシャワ電力の創業130
周年記念誌で、日本との協力が紹介
されました。



【2017年9月】
ダーラム地域のイベント
Energy Door Openで、実証
サイトが紹介されるなど、地
域に根付いた普及啓蒙活動と
も連携しました

2. 実証事業マネジメント

実証体制



2. 実証事業マネジメント

事業システム設置

- 実証サイトをオシャワ電力と契約しているユーザーに対して公募をおこなった。
- サイトが、オシャワ電力管内の各エリアにバランスよく分布するよう選定した

主たる募集要件（住宅設備等に関するもの）

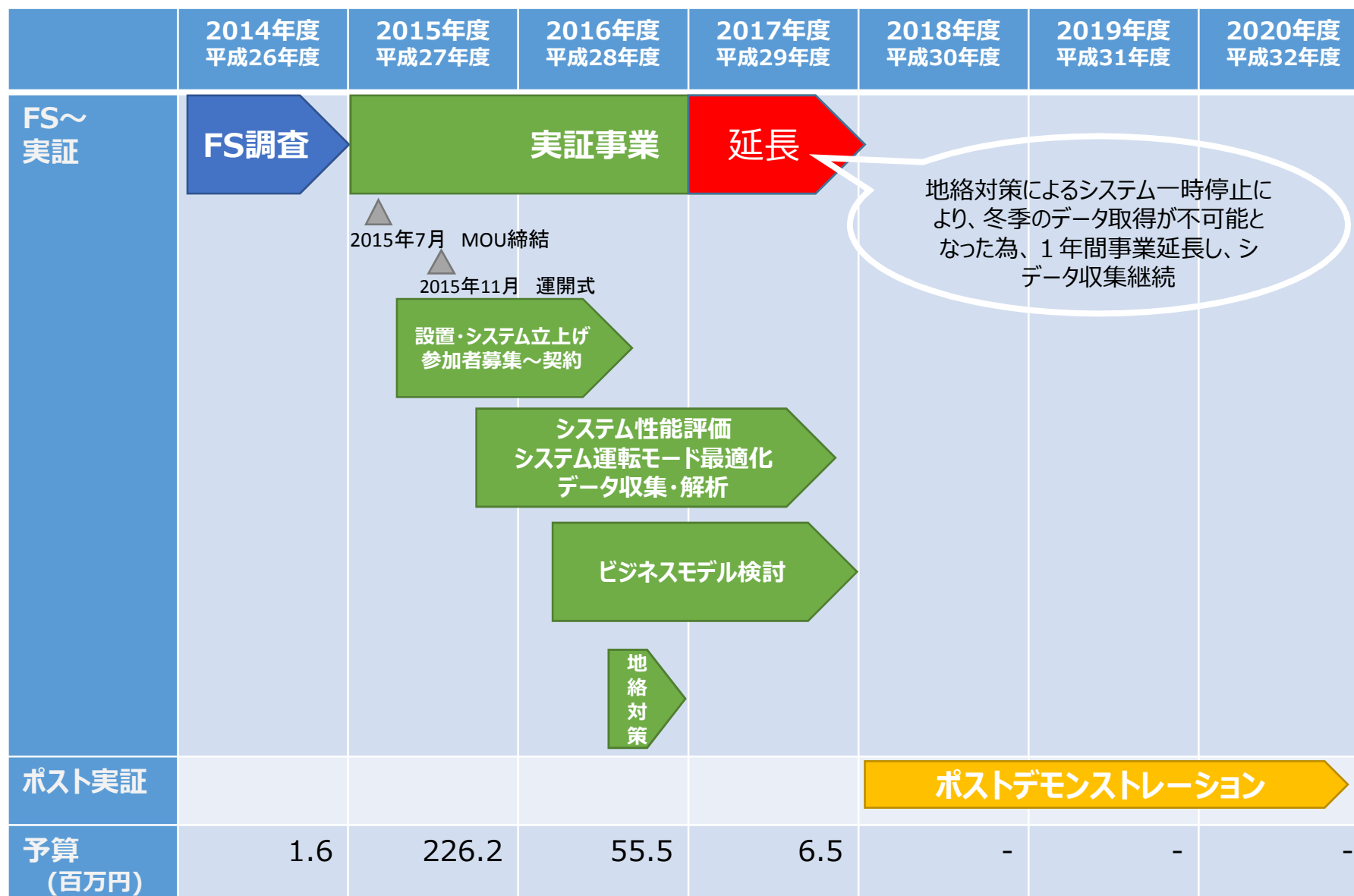
構成機器	選定条件
太陽電池 モジュール	21枚以上敷設できること。インバータまでの配線ルートが確保できること。
ハイブリッド インバータ	屋内(地下室)に設置スペースがあること
蓄電ユニット	屋内(地下室)に設置スペースがあること
モニタリング	高速インターネット環境が使用可能であること



サイトの分布図

2. 実証事業マネジメント

事業内容・計画



2. 実証事業マネジメント

事業の成果・達成状況

	目標	成果	達成度	残った課題
項目1. システムの 有効性検 証	30戸設置、 1年間連続運転	一年間連続運転	○	—
	通常時有効性検証	運転モード検証 データ収集確認	○	系統への影響評価
	停電時有効性検証	停電時バックアップ動作確認	○	コスト（バリュー）評価
	一括制御有効性検証	リモート試験実施	△	全住宅試験、ピークシフト 評価
項目2. ビジネス モデル検討	住民ヒアリング調査	30戸対象に実施し、コスト意 識等調査	○	実ビジネス運用適用評価
	ビジネスモデル評価	リースモデルや、PPAモデルを電 力会社、住民評価	△	コスト評価 （キャッシュフロー等）
	システム普及活動	カナダ別荘向け、米国ハワイ拡 販、プエルトリコ支援他、 外部発表（IRED等）	△	オシャワ住民向け報告会 （計画推進中）

◎:大幅達成 ○:達成 △:達成見込み ×:未達

2. 実証事業マネジメント

課題の認識と分析（NEDOの役割）

	課題	アプローチ	結果
項目1. システムの 有効性検証	<ul style="list-style-type: none">・一年間連続運転の達成・一括制御の仕様決定	<ul style="list-style-type: none">・地絡対策においてNEDOがステアリングコミティ等を開催し、主体的に工程管理し、システム再稼働につなげた。・一括制御での作業遅延に対して、OPCUエンジニアとの会議を設定し、OPUCの要求仕様に関する双方の認識相違を解消させた。	<ul style="list-style-type: none">・1年間連続運転データ計測を達成した。・一括制御の仕様を確定し、実証期間中に遠隔制御機能の動作確認を完了した。
項目2. ビジネス モデル検討	<ul style="list-style-type: none">・ビジネスモデルの協議方法策定。	<ul style="list-style-type: none">・各国政策、支援制度等を調査を前提にして、ビジネスモデル策定を円滑に進めるよう場の設定等を行った。・アンケート結果分析を用いて、ビジネス成立性を議論するようリードした。	<ul style="list-style-type: none">・複数のビジネスモデル表現方法が採用され、OPUC、住民への説明に活用された。・ビジネス成立性については、引き続きポストデモンストレーション期間に議論する。

2. 実証事業マネジメント

広報活動（抜粋）

講演実績		発表者
2016年10月	IRED2016 (於：カナダ・ナイアガラ) Ontario-NEDO Smart Grid Showcase 2016	NEDO、田淵電機 オシャワ電力
2018年1月	VerdeXchange 2018 (於：米国・ロスアンゼルス) Shooting the "Duck" : A Battery-Powered World	Tabuchi America
2018年3月	Maui-NEDO Advanced Energy System Symposium 2018 (於：米国ハワイ州マウイ島)	Tabuchi America



Maui-NEDO Advanced Energy System Symposium 2018



VerdeXchange 2018

メディア掲載

2016年6月	日刊工業新聞
2017年6月	日刊工業新聞

その他

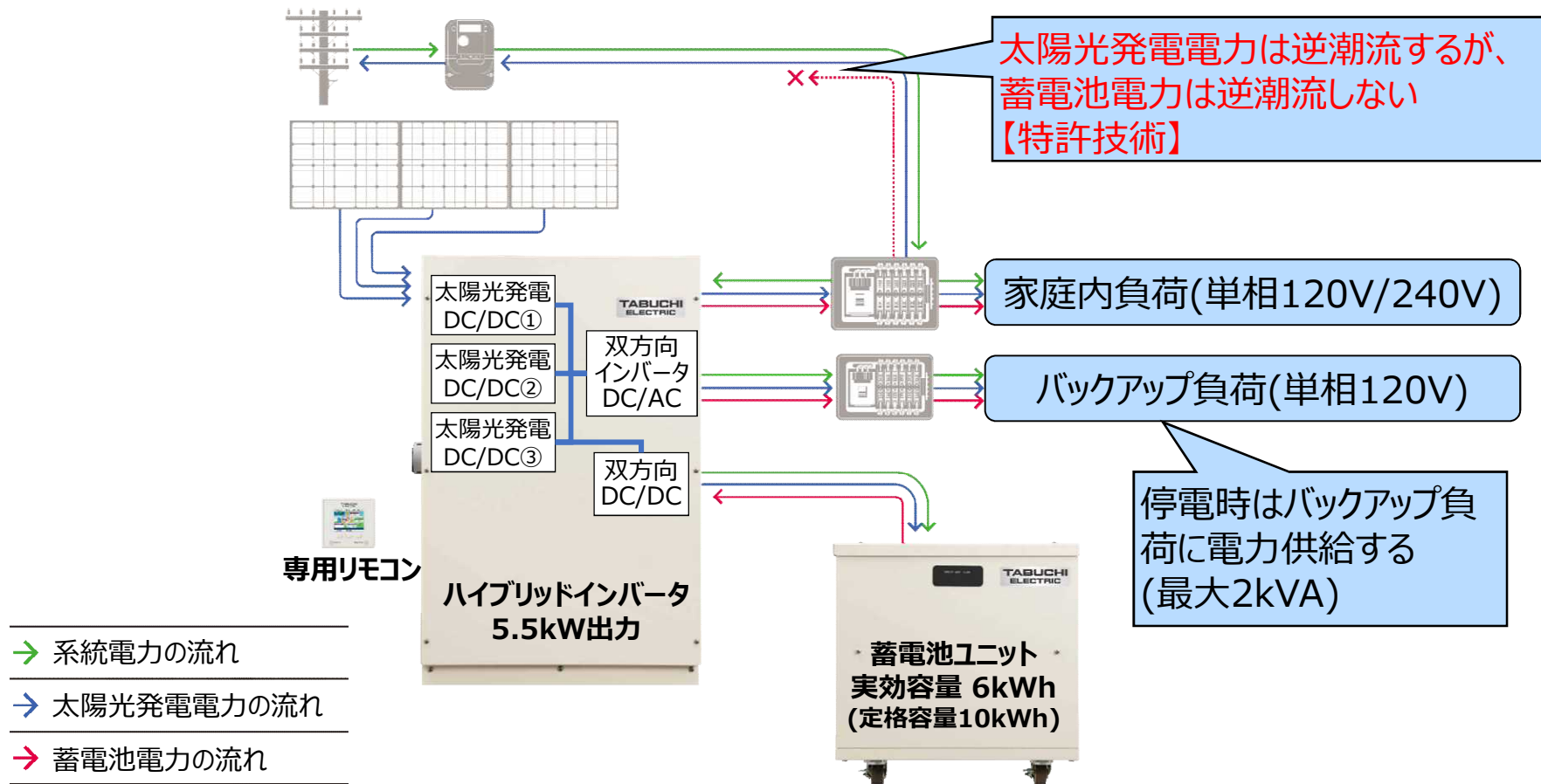
2015年	運転開始メディアリリース発表 (在カナダ日本国大使館、NEDO、オシャワ電力、田淵電機、田淵アメリカなど、公式サイトにて紹介)
2016年6月	日加科学技術協力合同委員会にて事業紹介 (於：カナダ外務省)
2016年	オシャワ電力 YoutubeでPR用動画公開

1. 事業の位置付け・必要性 (NEDO)
 - ・社会的背景、意義、政策的必要性
2. 実証事業マネジメント (NEDO)
 - ・相手国との関係構築、実施体制、計画
3. 実証事業成果 (田淵電機)
4. 成果の普及可能性 (田淵電機)

3. 実証事業成果

システム仕様と制御の特徴

- 実証システムは太陽光発電 + 蓄電池 + ハイブリッドインバータで構成
- 蓄電池電力の**系統逆潮流防止制御**（特許取得済）を用い、OPUC社の**既存の**配電系統に連系。



3. 実証事業成果

運転モード

- ・3つのシステム運転モードで、異なる**充放電制御**を設定。
- ・サイト住民が**自由に**運転モードを設定可能な状態。
(本実証では30軒中20軒がノーマルモードを設定)

1. ノーマルモード (経済性優先)

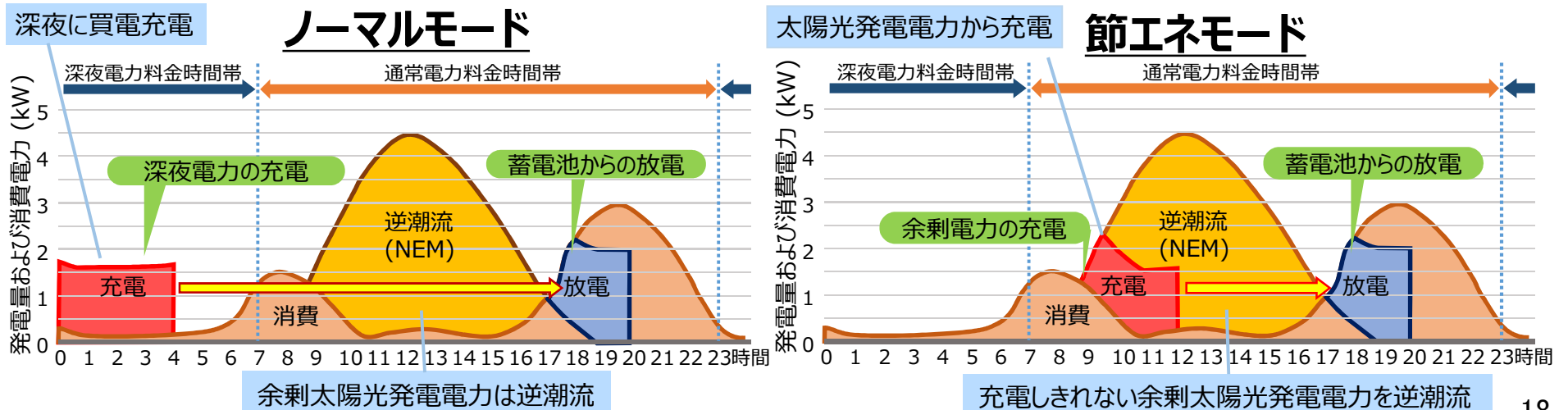
設定した時間に充放電。太陽光発電中は充電せず、優先的に売電を行う。
安価な深夜電力を買って充電し、昼間に宅内で消費する。
ピーク電力抑制、買電料金の抑制が狙い。

2. 節エネモード (自給率重視)

日中に太陽光発電電力を充電し、夕方・夜間など発電しない時間帯に電気を使用
(放電)。太陽光発電を蓄電し買電量を抑え、電力自給率を向上させる狙い。

3. 蓄電モード (停電待機)

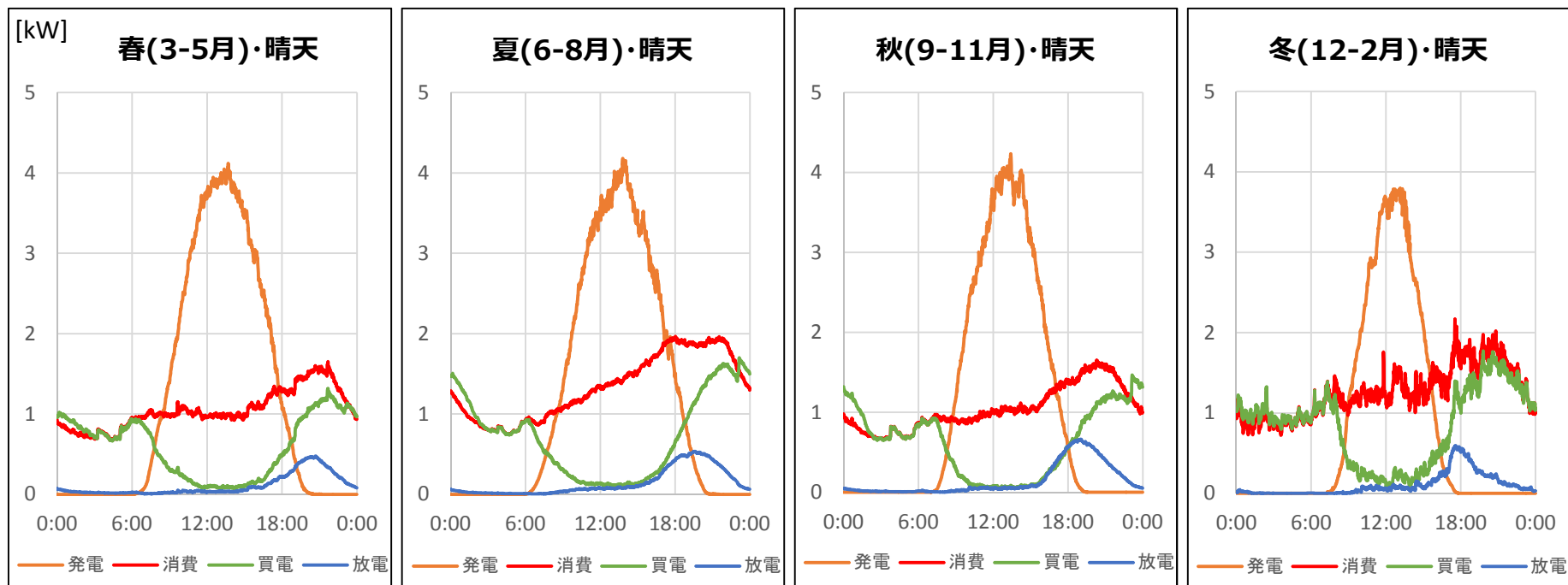
万一の災害や停電時に備え、常に充電電池を満充電状態を保つ。



3. 実証事業成果

運転実績

- 一戸あたりの、太陽光発電による買電削減量は、**6.28MWh/年** (2017年度実績)
- 一戸あたりで、**年間約470カナドル**を節約できる。
(OPUC社により、7.7¢/kWhを適用)
- サイト全体の平均電力自給率は**62%**。(2017年度実績)



季節・時間別の電力変動

※非公開資料にて、運転実績の分析結果を記載。

3. 実証事業成果

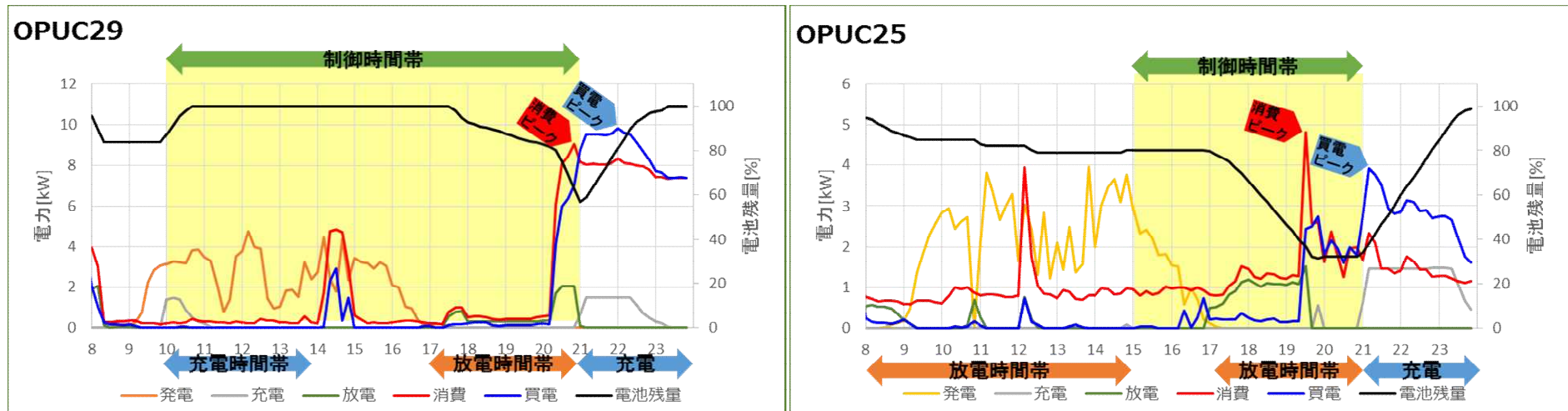
項目 1 : システム有効性検証 (一括制御)

- 2サイト共に設定通り動作し、**ピークシフト効果を確認できた。**
- 有効的に運用するためには、インターネット通信環境の安定性、ピーク帯を確実に抑える時刻設定、制御終了後の動作について考慮が必要である。

OPUC協力のもと、充放電時間帯を遠隔で変更し動作確認。

- サイト名: OPUC25, OPUC29 運転モード: ノーマルモード
- スケジュール

元の設定 充電時間帯: 9pm-8am 放電時間帯: 8am-9pm
一括制御設定 充電時間帯: 10am-2pm 時間帯: 5pm-9pm



※非公開資料にて一括制御の運転結果の詳細を記載。

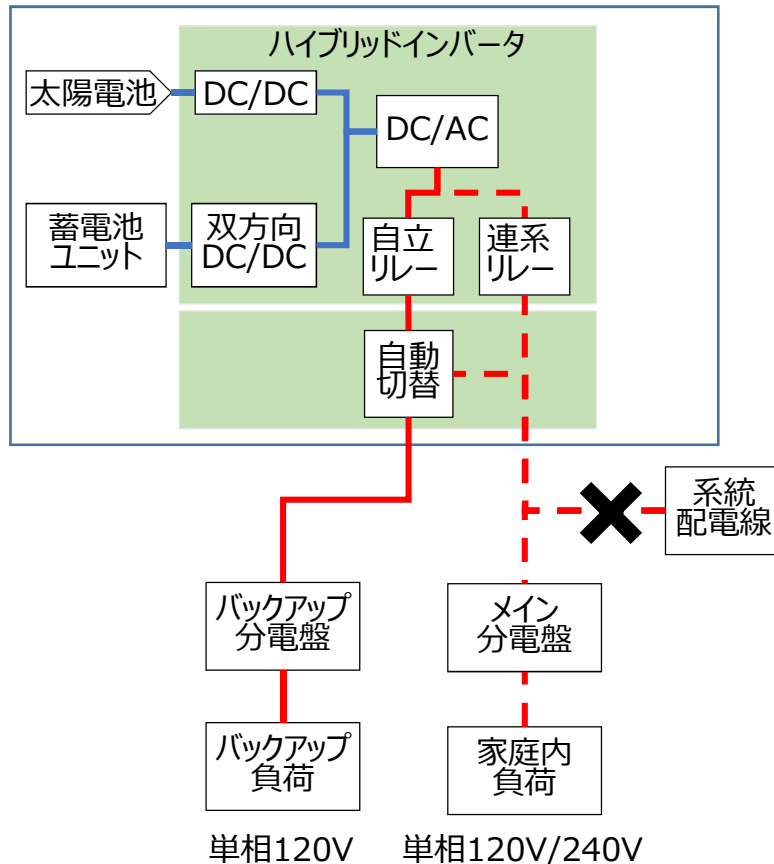
3. 実証事業成果

項目1：システム有効性検証（自立運転と負荷選定）

- ユーザのニーズに応え、自立運転時に接続する機器等を選定した

自立運転機能

- ・ 自立運転ではAC120V 2kVAを出力
- ・ 接続する機器等（バックアップ負荷）は選定作業後、専用のバックアップ分電盤に接続



自立運転時に接続する機器等の選定

- ・ 暖房、温水器のニーズが高い。
- ・ AC240V負荷は使用不可。

選定された機器等	サイト数
電気温水器 	23
暖房炉 	22
照明	22
冷蔵庫/冷凍庫	9
煙(CO)探知機	6
換気ファン	2
コンセント	23
計測装置、インターネット	30

3. 実証事業成果

項目1：システム有効性検証（停電時の自立運転）

- 全てのサイト（30戸）で停電を経験し、**停電時には全てのサイトにおいて実証システムの自立運転が機能したことを確認した。**

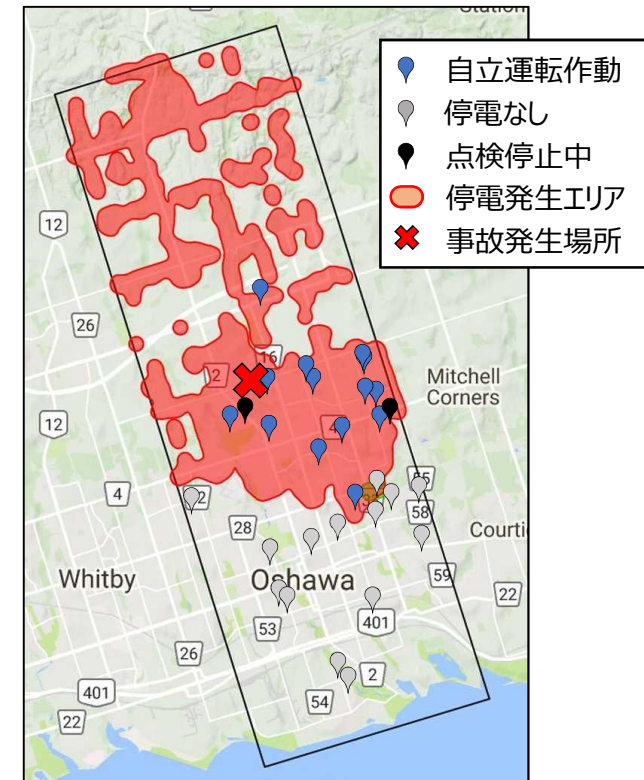
- **停電実績**

実証期間中、116回の停電が運転データに記録された。

停電時間	2016年度	2017年度	計
15分以下	25回	16回	41回
15分-60分未満	20回	5回	25回
1-3時間未満	14回	15回	29回
3時間以上	17回	4回	21回
総計	76回	40回	116回
1サイトでの最多発生回数	8回	6回	

- **事例**

2016年11月14日、OPUC管内変電所における変圧器焼損によりオシャワ市北部の広範囲にわたって停電した。**停電が発生したエリアのうち、14サイトで、3時間以上にわたって自立運転が作動し、停電中に電力供給を行った。**



2016年11月14日、停電発生時の実証システム・自立運転の作動状況

3. 実証事業成果

項目2：ビジネスモデル検討

- 参加住民が、妥当と考えるシステム価格について、**約200万円（2万カナダドル）の価値（バリュー）**がある、と認識していることがわかった。
- OPUC主導のもと、参加住民を対象に、43項目におよぶヒアリングをアンケート形式で実施。30軒中、24軒から回答を得た（有効回答率=80%）

システム価格想定 (カナダドル)	回答数
\$10,000	1
\$15,000	4
\$20,000	11
\$25,000	3
\$30,000	2
\$40,000	2

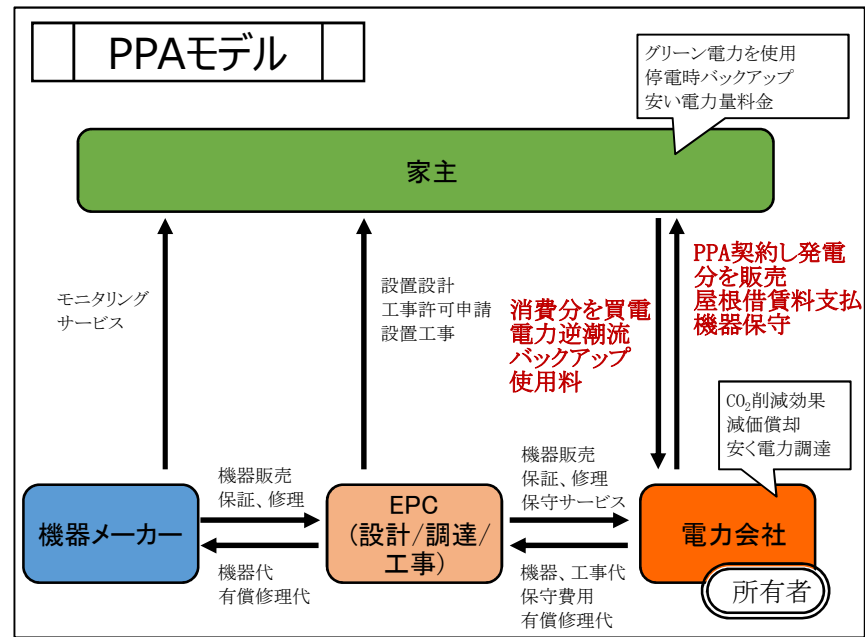
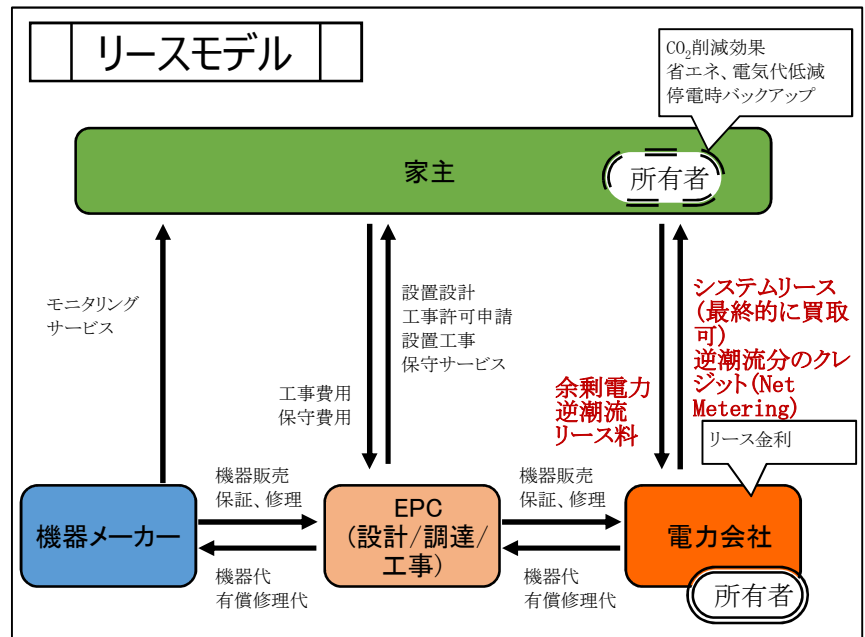
- 月々の支払可能額（負担感）、節電効果の意識（メリット享受感）についても調査を行った。

※非公開資料にてユーザアンケート結果の詳細を記載

3. 実証事業成果

項目2：ビジネスモデル検討

- OPUC社と、ビジネスモデルを協議するにあたって、リースモデルとPPAモデルを事業化の代表的なパターンとして取り上げ、比較検討を行った。



- ・システムを電力会社が保有し、機器設置を各家庭で行う。家主の導入費用負担を平坦化するモデル。
- ・本実証事業では電力会社がリースするものとして想定。
- ・システムによってもたらされる電力は家主のものとなるので電気代低減や逆潮流クレジット、停電時のバックアップを利用できる。
- ・リース金利分と満了後には売却か再リースをさせることで追加の収益も得ることができる。
- ・家主が保険加入。

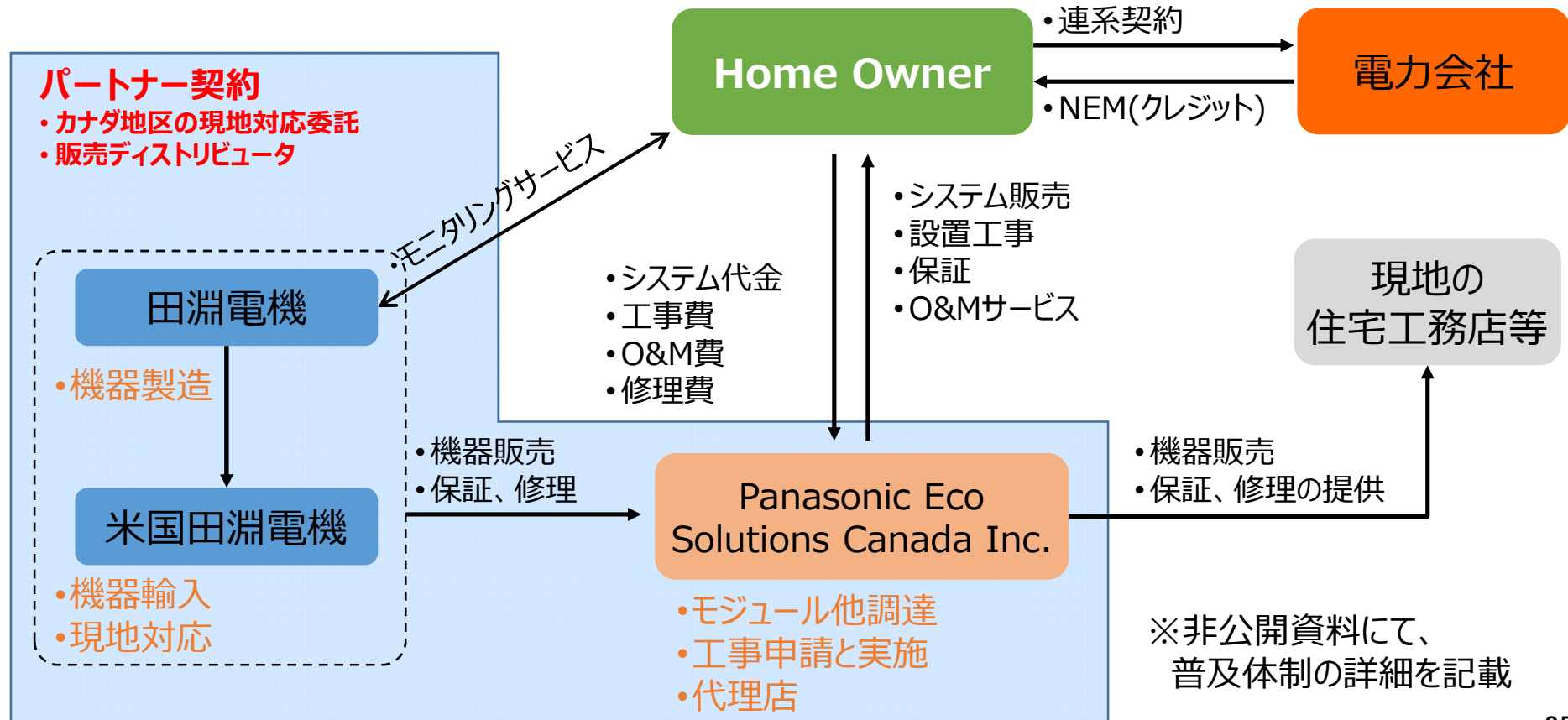
- ・システムを電力会社が保有し、機器設置を各家庭で行うモデル。
- ・電力会社は戸建住宅の屋根および敷地を借りて機器を設置し、対価として屋根賃料を支払う。
- ・太陽光発電電力は電力会社の所有物となり、これを家主に優先的に販売する。
- ・電力会社は電力以外にもCO₂削減効果を得る。
- ・機器は電力会社の資産となるので減価償却により導入コストを費用化することが可能。
- ・家主は屋根賃料が収入になるほか停電時のバックアップを利用することができる。
- ・電力会社が保険加入

※非公開資料にて、ビジネスモデル比較検討の詳細を記載

4. 成果の普及可能性

普及体制

- 実証事業を通じ、Panasonic ES Canadaとのパートナー連携確立
- 同社は住宅設置の工事部門を持ち、EPCの一貫提供を実現
- モニタリングサービスを通じ、インバータ・蓄電池の状態を監視し、適切なO&Mを提供

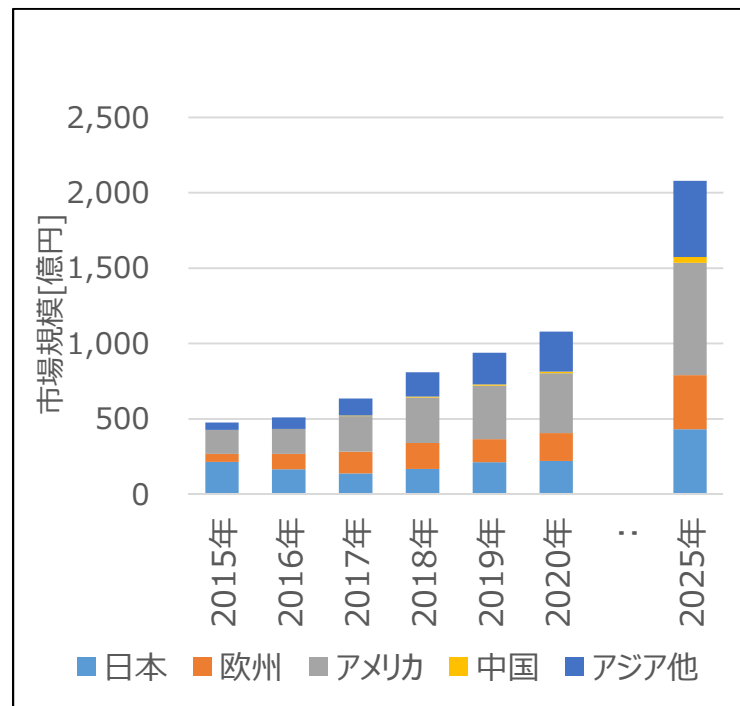


4. 成果の普及可能性

成果の競争力

- 実証システムの後継機にてカナダ、米国等に展開
- 住宅用蓄電市場は2025年に2,000億円に達する見込み

市場予測 住宅用蓄電分野：世界市場(地域別)



富士経済資料より作成

北米市場の競合

企業名	製品
米国 テスラ	テスラ社蓄電池ユニットとenphase社マイクロインバータとのセット販売。 強み：電池自社生産。プライスリーダーである。 ネット注文が可能。 弱み：供給が度々滞る。ACを介して充電
韓国 LG	LG社蓄電池ユニットとSolarEdge社インバータとセット販売 強み：電池自社生産。 弱み：太陽光発電は別会社製品。ACを介して充電
日本 田淵電機	システム一括提供。実証システムの後継機は米国最新の安全規格認証を取得、ハワイとカリフォルニア電力会社の要求仕様にも適合。 強み：太陽光発電機能もハイブリッド化されていて、調達性が良く、セット保証を提供できる。太陽光発電電力をDCのまま充電。 弱み：ブランド力が弱い。

※非公開資料にて普及可能性の見通しを記載