

Ⅲ. 他の再生可能エネルギー利用の可能性の検討

1. 対象とする再生可能エネルギー

福島市地域エネルギー事業における需給バランスから、廃棄物発電と連携する再生可能エネルギーは、昼間の電力需要ピークに対応できる電源が適していると考えられる。福島市再生可能エネルギー導入推進計画（平成 27 年 2 月）では、福島市の太陽光発電の期待可採量¹を調査した上で、災害時に避難所としての機能を保持すべき公共施設へ太陽光発電と蓄電池を率先して導入することとしており、太陽光発電は市内の公共施設において最も導入拡大が期待される再生可能エネルギーといえる。

本調査では、廃棄物発電と連携する他の再生可能エネルギーとして、太陽光発電を対象とし、廃棄物発電とのネットワーク形成の可能性と課題を整理する。

2. 導入シナリオの検討

(1) 導入シナリオ

福島市の小中学校では、既に 6 校に太陽光発電設備が導入されており、今後も小中学校を対象に自家消費型の太陽光発電設備の導入が進むと予想される（福島市再生可能エネルギー導入推進計画）。既設 6 校の設置状況は表Ⅲ-1 のとおりであり、補助金支給条件との関係から、20 kW 程度の設備が導入されている。

表Ⅲ-1 福島市小中学校の太陽光発電設備設置状況

No.	施設名	導入年度	発電出力
1	福島第三中学校	平成 21 年度	20kW
2	水保小学校	平成 23 年度	2.98kW
3	野田小学校	平成 25 年度	20kW
4	岳陽中学校	平成 25 年度	20kW
5	御山小学校	平成 26 年度	21kW
6	南向台小学校	平成 26 年度	21kW

本調査では、太陽光発電の導入シナリオとして、小中学校全 71 校に太陽光発電設備が設置されるケースを想定し、需要側の昼間のピークを補うことで、地域エネルギー事業の需給バランスや地域エネルギー利用率等の改善効果を検討する。また、全校の需要電力について、平成 28 年度には、平成 27 年 12 月現在で 25 校に導入済みのエアコンが、全 71 校に導入されることとなっており、需要電力量は大幅に増加し、自家消費型の太陽光発電だけでは、昼間

¹期待可採量とは、発電設備等の設置可能なスペースの有無などのエネルギーの採取上の制約や現在から将来にわたる利用技術上の利用条件などを考慮した上で、活用が期待されるエネルギー資源量。発電コスト、エネルギー回収コストなどの経済性に関する制約は考慮されていない。太陽光発電の場合、住宅系の期待可採量として、戸建て住宅全ての屋根に 4kW の太陽光パネルを設置すると仮定し算定。また非住宅系の期待可採量は、公共施設や事業所の屋根にも屋根の面積に応じた太陽光パネルを設置することを仮定し算定。さらに、未利用地、耕作放棄地の全てに太陽光パネルを設置した場合も計算に含めている。（福島市再生可能エネルギー導入推進計画（平成 27 年 2 月））

のピークカット効果を十分発揮できないおそれがある。そこで、ケース 3 として、供給側にメガソーラーを導入したケースを設定する。

廃棄物発電と太陽光発電の連携による需給バランス等の改善効果を検討するにあたって、現状ベースと導入完了時ベースとして表Ⅲ-2 のケースを設定し、ケース間の比較を行った。

表Ⅲ-2 ケース設定

	需要側	供給側
ケース 1 (現状)	全校の需要電力 (現状ベース) *1	廃棄物発電
ケース 2	全校の需要電力 (H28 以降想定) *2	廃棄物発電+太陽光発電 (65 校)
ケース 3	全校の需要電力 (H28 以降想定) *2	廃棄物発電+太陽光発電 (65 校) +大規模太陽光発電

*1 25 校にエアコン導入済み、6 校は太陽光発電電力を自家消費

*2 全 71 校にエアコン導入、6 校は太陽光発電電力を自家消費

メガソーラーの導入については、市内の未利用地等への設置が想定されるが、同じ廃棄物部門における検討が可能な処分場跡地への導入も一つの選択肢として有効である。市内には 2 つの最終処分場 (金沢埋立処分場、金沢第二埋立処分場) があり、前者は 4.4ha で既に埋立終了、後者は 5ha で平成 29 年度埋立終了予定とされている。

この処分場跡地にメガソーラーを設置した場合の需給バランスの改善効果等を検討する。

ケース間の比較項目は、次の 4 項目とする。

- ①需給バランス
- ②地域エネルギー利用率
- ③地域エネルギーの事業性 (導入コスト)
(⇒事業としての経済性 (事業収支) は V 章参照)
- ④低炭素性 (太陽光発電導入に伴う CO2 削減率) ⇒VI 章参照

(2) シミュレーション条件

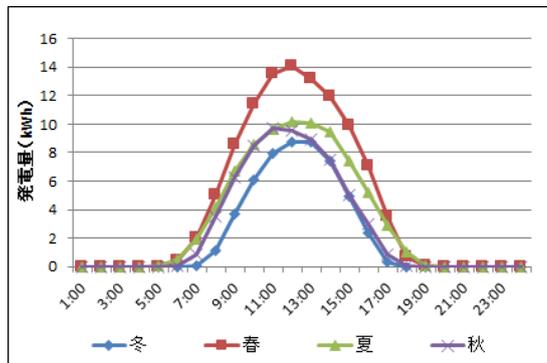
1) 学校太陽光発電の導入 (ケース 2)

太陽光発電設備の容量については、校舎と体育館の屋根の面積や形状、方角から設置推定面積を調査した結果、設備容量 20 kW であれば、ほぼすべての小中学校に太陽光発電を設置できると推定されたことから、ここでは 20kW の太陽光設備を設置するケースを想定する。

①太陽光発電電力量の設定

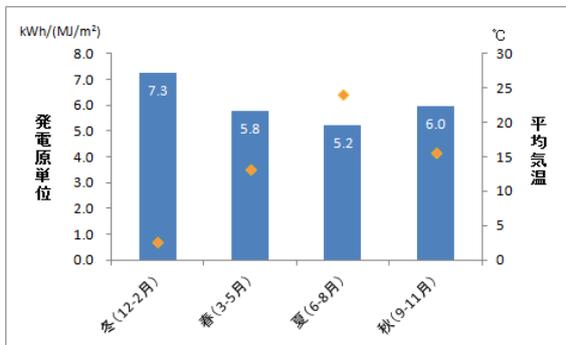
学校太陽光発電は、学校側が地域エネルギー事業者に屋根貸しを行い、地域エネルギー事

業者が廃棄物発電とともに供給電源として利用する場合を想定する。廃棄物発電とネットワークする際の太陽光発電の発電量データは、実績値ベースで季節ごとに標準化した発電パターンを用いることとした。(図Ⅲ-1)

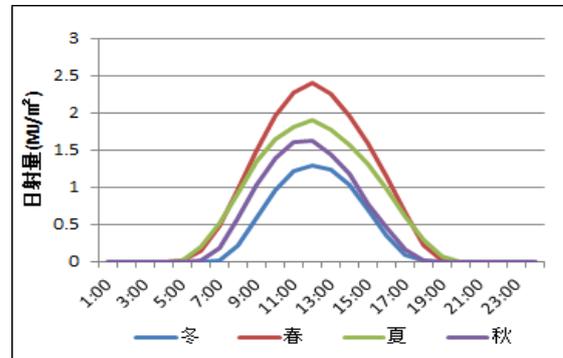


図Ⅲ-1 太陽光発電パターン（設備容量 20 kW）

季節ごとに標準化したのは、太陽光発電電力量が日射量（日照時間）に左右され、また、気温によって発電効率が変化するためである。福島市に設置されている太陽光発電の実績値から、日射量に対する発電量原単位と気温について季節別（春：3～5月、夏：6～8月、秋：9～11月、冬12月～2月）で整理してみたところ、図Ⅲ-2のように気温が低いほど発電効率が低いことが示唆された。一方、春に発電量が最も多いのは、日射量が春に最も多いことによると考えられる（図Ⅲ-3）。



図Ⅲ-2 季節ごとの日射量に対する発電原単位と平均気温※1



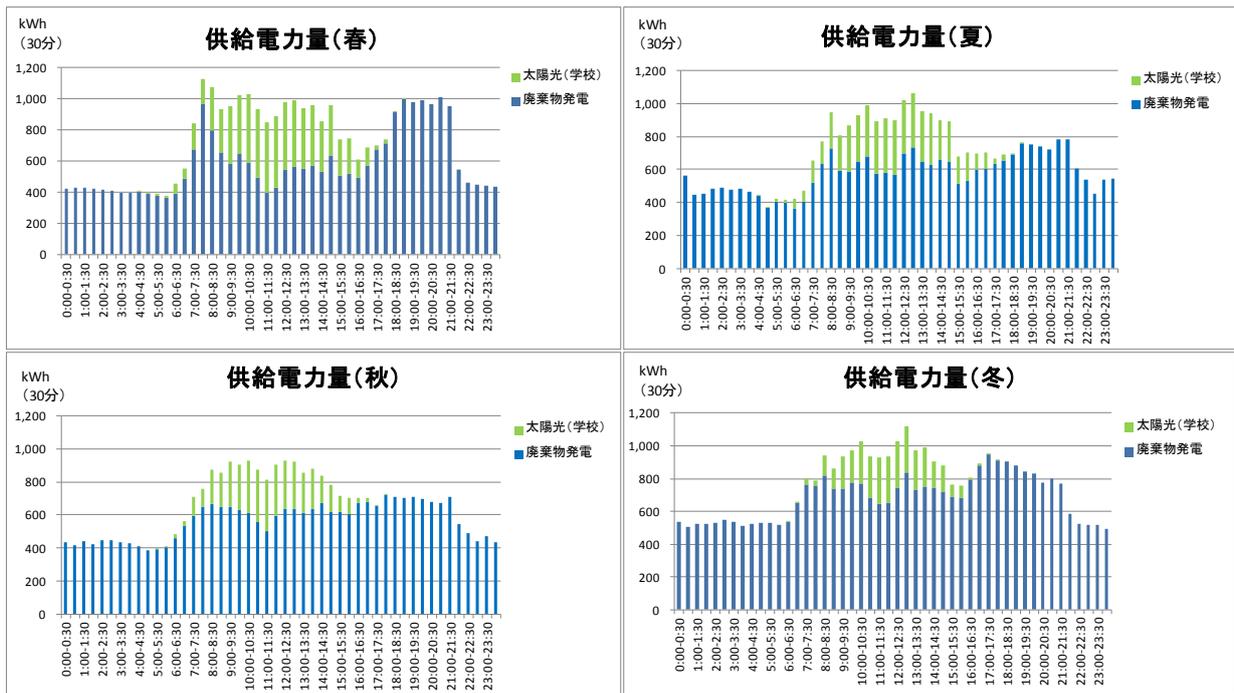
図Ⅲ-3 福島市の季節ごとの日射量※1
平均

※1 気象庁 HP 過去の気象データより

ケース2の供給電力量には、上記の発電パターンから65校の学校太陽光発電量を算出し、廃棄物発電と合わせることで供給電力カーブを作成することとする。

② 予測供給電力量

学校太陽光発電を組み合わせた予測供給電力量を図Ⅲ-4に示す。廃棄物発電の供給量は、平成27年度の運転状況をもとに、2炉稼働している月を各季節（春：3～5月、夏：6～8月、秋：9月～11月、冬：12月～2月）から選択し、その1カ月分のデータの平均を用いた。



図Ⅲ-4 ケース2における供給電力量

2) 需要電力量の増加と大規模太陽光発電の導入（ケース3）

① 予測需要電力量

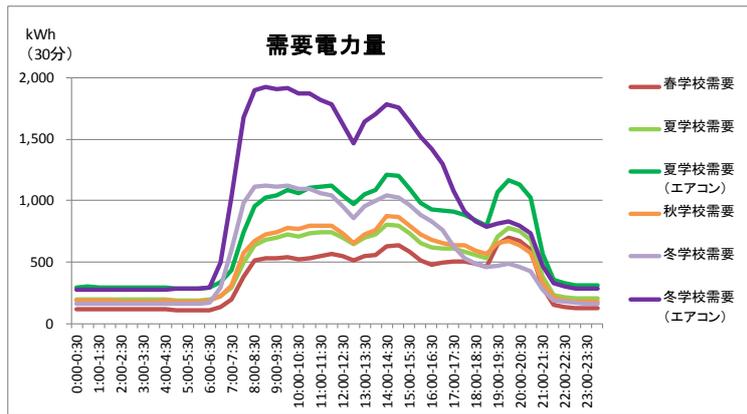
需要電力量は、小中学校のエアコン導入による増加が見込まれており、エアコン導入後の需要電力量の条件を表Ⅲ-3に示す。

表Ⅲ-3 エアコン導入による需要電力量の試算条件*

	エアコン使用期間	増加率（導入前比）
暖房	冬季（10/28～4/14）	171%
冷房	夏季（6/2～9/21）	150%

*福島市小中学校の消費電力量実績から算出（参考：省エネ性能カタログ2015冬版（資源エネルギー庁））

平成27年度の需要電力量実績値をもとに、表Ⅲ-3の試算条件を用いてエアコンを導入した場合の需要電力量を予測した（図Ⅲ-5）。エアコンの使用は夏季及び冬季に限ることと仮定した。また、需要電力量は平日の空調や照明需要が主であるため、平日のみ抽出することとした。



図Ⅲ-5 各季節のエアコン導入前及び導入後の需要電力量

②予測供給電力量

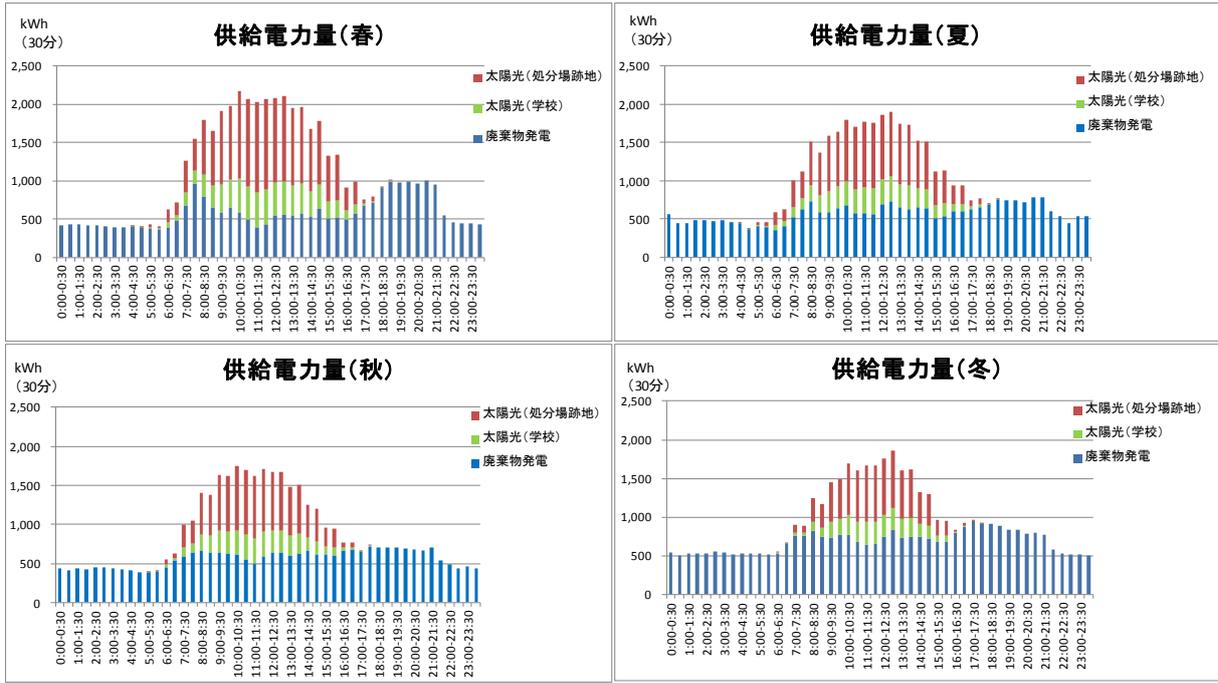
ケース3では供給側の電源として、ケース2の供給側（廃棄物発電と学校設置の太陽光発電）に、市内の埋立処分場跡地にメガソーラー設置した場合を想定し、3箇所の電源を学校の需要に充てる場合をシミュレーションする。市内の埋立処分場跡地の面積及び状況は表Ⅲ-4のとおりである。

表Ⅲ-4 埋立て処分場跡地の面積及び設置可能容量の設定*

	金沢埋立処分場	金沢第二埋立処分場
面積	4.4 ha	5 ha
状況	埋立終了	平成29年度埋立終了予定
PVシステム	単結晶	薄膜
設備容量	3.36 MW	2.15 MW
総発電量 (年間)	3173 MWh	1953 MWh

*設定条件 地域：東北地方、シミュレーション地点：福島県福島市、方位：真南、設置角度：6.25度 レール架台（周辺の影響や積雪の影響は考慮していない）

本検討では、既に埋立てが完了している金沢埋立処分場跡地を想定し、ケース2と同様に図Ⅲ-1の太陽光発電パターンを用いて、メガソーラーの予測供給電力量を求めた結果を図Ⅲ-6に示す。



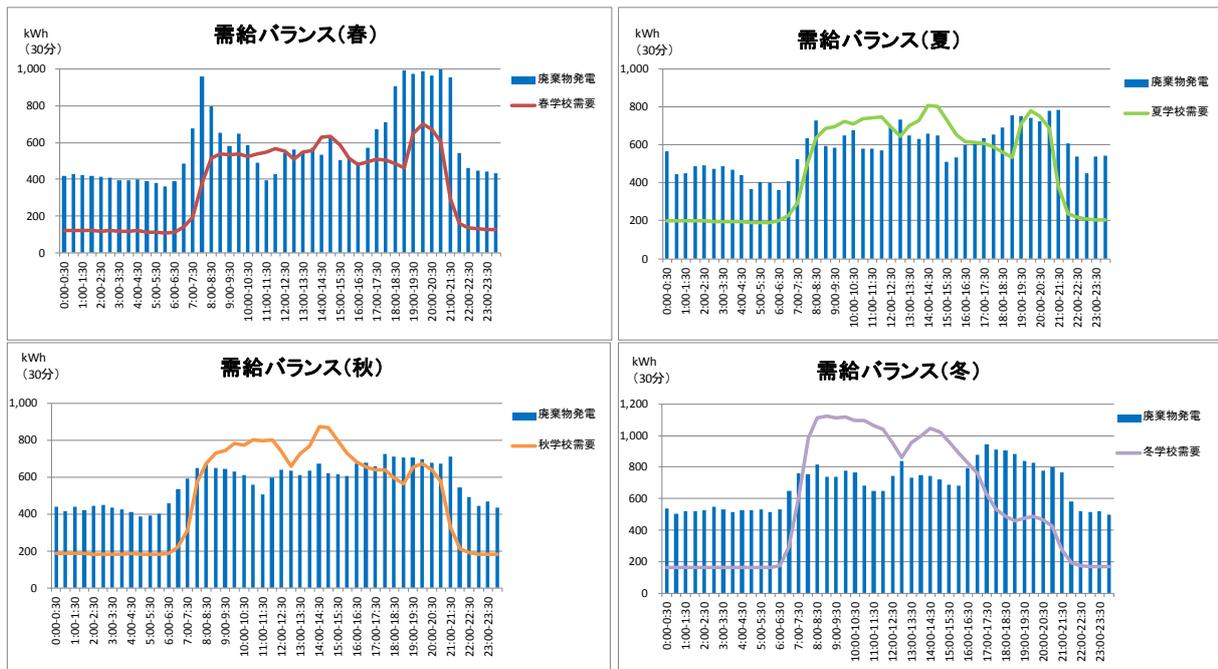
図Ⅲ-6 ケース3における供給電力量

(3) 連携の効果

1) 需給バランス

ア. ケース1 (現状) の場合

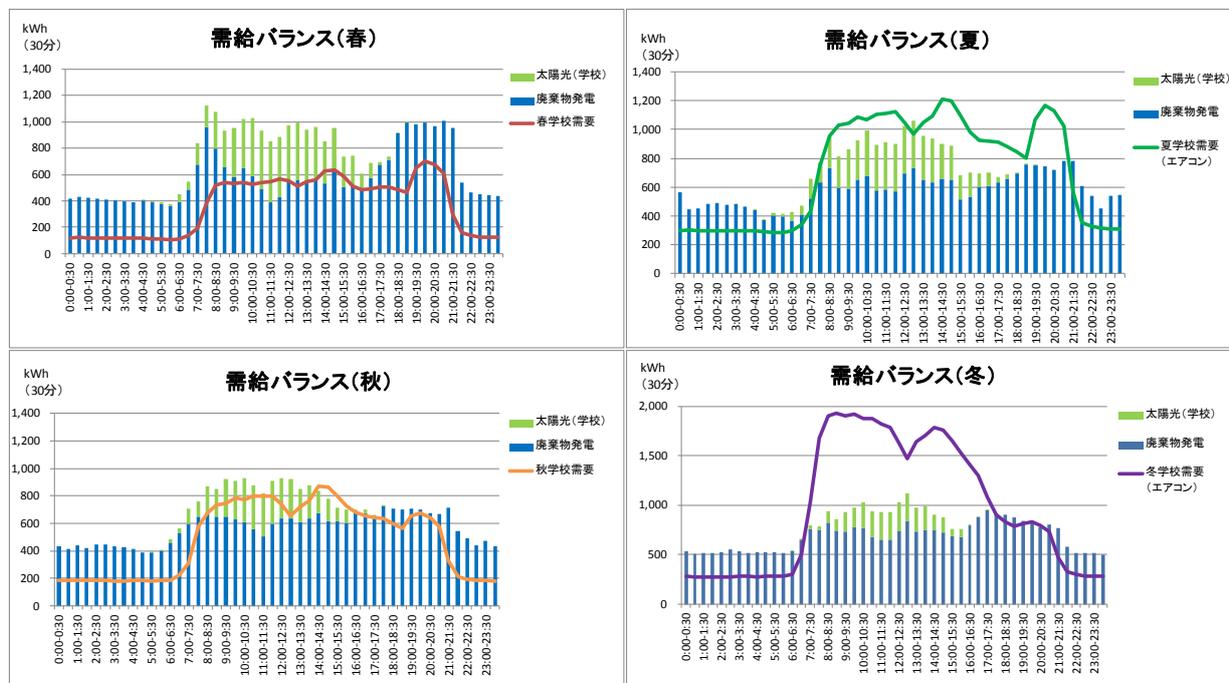
現状では、廃棄物発電からの供給電力量では日中の需要ピーク時に不足が発生する。



図Ⅲ-7 現状 (ケース1) における需給バランス

イ. ケース2の場合

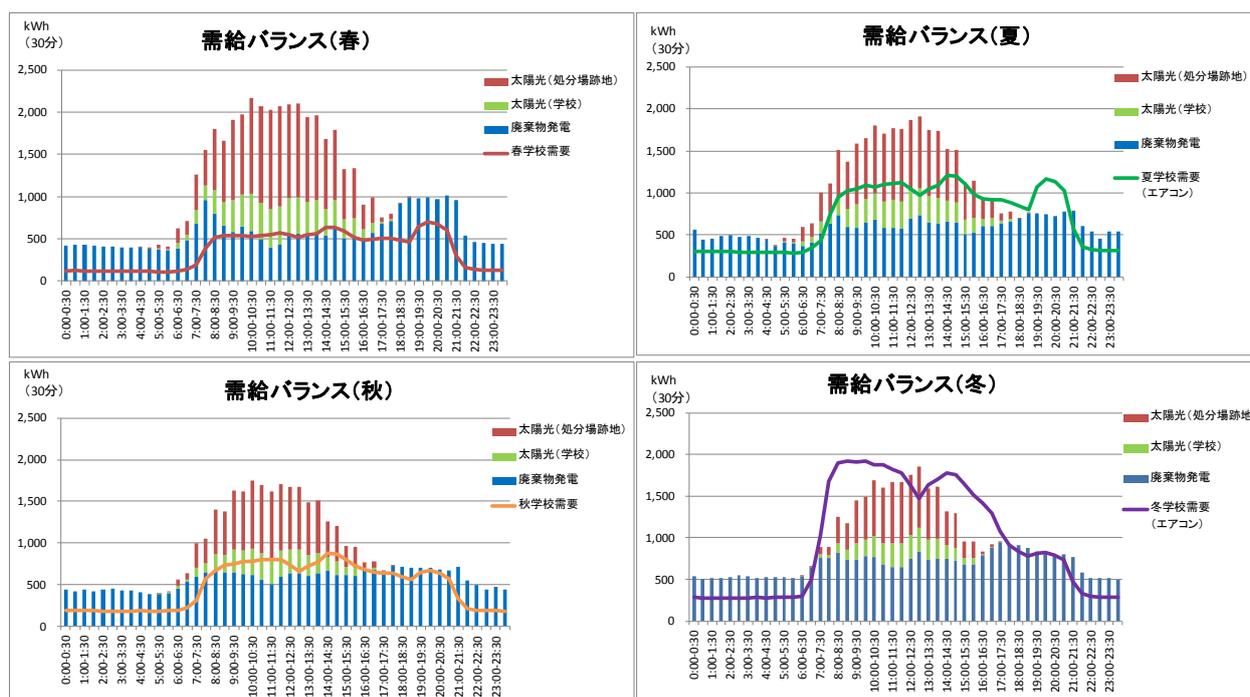
春と秋においては、学校太陽光発電によって昼間の需要ピークを補うことが可能である。一方、エアコン導入による需要量の増加を想定した夏及び冬においては、廃棄物発電+学校太陽光発電では供給電力量が不足する。



図Ⅲ-8 ケース2における需給バランス

ウ. ケース3の場合

メガソーラー (3.36MW) を導入することにより、エアコンの使用がないと仮定した春及び秋の全需要電力を地域の再生可能エネルギーで賄うことが可能である。一方、エアコン導入を仮定した夏及び冬であっても、需要電力のほとんどを地域の再生可能エネルギーで賄うことが可能になる。



図Ⅲ-9 ケース3における需給バランス

2) 地域エネルギー利用率

各ケースにおける需要側（小中学校）の地域エネルギー利用率（需要側において地域の電力を使うことができた割合）は、表Ⅲ-6 に示す通りである。

表Ⅲ-6 ケース別の地域エネルギー利用率※1

	ケース 1	ケース 2	ケース 3
春	97%	100%	100%
夏	62%	85%	95%
秋	90%	99%	100%
冬	48%	67%	70%

※1 地域エネルギー利用率 = $\frac{\text{地域電源からの供給電力量 (kWh)}}{\text{需要電力量 (kWh)}}$

3) 事業性について

太陽光発電の導入コストについて、試算結果を以下に示す。

なお、当該コストを事業収支に反映したシミュレーション結果は、V章に示す。

ア. 学校太陽光発電（地域エネルギー事業者）

学校太陽光については、20kW 容量のパネル 1 基に対して設備費 1,180 千円(税込)の試算となり、地域エネルギー事業者の初期投資額となる。

表Ⅲ-7 学校太陽光発電の導入コスト試算結果

設置容量	設備費用 (千円)
20.24kW	1,180

※市自らが設置する場合は、太陽光発電の導入に関する補助事業「【公立学校】太陽光発電等導入事業」(文部科学省)の活用も考えられる。

イ. 処分場跡地のメガソーラー設備

処分場太陽光については、3.36MW 容量のパネル 1 基に対して設備費 1,227,089 千円(税込)、補助金を活用できた場合には、3分の2補助で393百万円の初期投資額となる。これに対し、年間収入額(売電単価:FIT無し14.8円、FITあり24円で設定)と維持管理費を考慮した投資回収年数は、いずれも20年以内で回収可能と試算された。

表Ⅲ-8 処分場跡地のメガソーラー設備の導入コスト試算結果

	補助率	設置容量	設備費用 (千円)	補助金額 (千円)	維持管理費 (20年間) (千円)	投資回収 期間 (年)
FIT無	3分の2*	3.36 MW	1,227,089	809,879	245,418	12
FIT	—			245,418	19	

※公共施設等先進的CO2排出削減対策モデル事業(環境省)を適用した場合

なお、処分場跡地に設置することに伴う架台・支持装置及びその基礎(不均一な地盤沈下の可能性がある処分場等への設置確保、腐食性ガスへの耐用等)等については、廃棄物埋立処分場等への太陽光発電導入促進事業(環境省)により補助を受ける選択肢もある。

IV. 需要家への省エネルギー行動支援

1. 学校における需要電力量の削減と再生可能エネルギー利用の啓蒙の必要性

本事業の需要側である福島市内の小中学校では、平成 27 年度中にエアコンの導入が進められ、平成 28 年度から全ての小中学校でエアコンの使用が可能となる。現状では、発電側のあらかわクリーンセンターの定格稼働時に、ほぼ全小中学校の需要を満たせる程度の需給バランスとなっており、全校でエアコンが利用された場合は、需要過多になると想定される。

福島市では、従来から学校生活での省エネルギー活動に取り組んでおり、休憩時の消灯、不要時の消灯等を徹底しており、さらなる省エネルギーの余地は必ずしも大きくないのが現状である。

一方、小中学校で使っている電気が、ごみ発電由来のものであることは児童生徒に十分周知されておらず、自分たちが使う電気の由来や仕組みを学ぶことは、児童生徒のエネルギーに対する理解を深め、供給された電力を大事に使うというよりよい生活者・消費者としての行動につなげるために有効と考えられる。

そこで、地域のエネルギー消費者としての行動支援に資することを目的として、電力使用量の見える化や、再生可能エネルギーの地産地消評価指標の見える化を含む、電力の地産地消学習支援のプログラムを検討し、実際にモデル校において試行実施を行った。

2. ごみ発電の地産地消学習支援プログラムの検討

(1) ごみ発電の地産地消を学ぶにあたってのポイント

ごみ発電の地産地消を学ぶにあたって、ポイントとなる事項を整理した。

1) ごみ発電の特性に対する理解

ごみ発電は、地域で発生した可燃ごみを焼却処理する際に発生する余熱を利用した発電である。可燃ごみは、児童生徒の日常生活や学校生活から排出される一般廃棄物等で構成されており、児童生徒の生活から出たごみが発電の熱源となるという特徴を有している。

特に、ごみを排出する際に行う分別は、3R の推進や可燃ごみ処理の安定性等に加えて、ごみ発電電力の安定性にも関連性があるため、その仕組みを理解し、適切な分別行為によって地域エネルギーの安定供給に協力できることを理解することは重要である。さらに、福島市のごみ発電を行う施設（あらかわクリーンセンター）は、同施設の運営管理に特化した特別目的会社が運営を担っており、地域で暮らす職員が多数従事している。こうした地域の人材が地域エネルギーの安定供給に尽力していることを知り、自らの分別行動と相互連携することによって地域のエネルギーが安定して作られていることに気付くことも、地域の生活者・消費者として重要な要素と考えられる。

また可燃ごみはバイオマス分と言われる有機性ごみが半分以上を占めていることから、ごみ発電は低炭素電源としての一面もある。こうしたごみ発電の環境性も理解することで、よ

り大事にごみ発電電力を使おうという消費者意識の醸成につなげることができると考えられる。

2) 需給バランスの理解

ごみ発電電力の供給量は、ごみ質の変動や付帯施設の稼働状況等に加えて、施設の定期点検等による操炉計画、稼働炉数の変化によっても影響を受ける。また需要側の小中学校での消費電力も、児童生徒の学校での活動を反映して変動する。

ごみ発電電力供給量と学校での消費電力量の各々の特性を知り、双方のバランスを認識することは、エネルギーをより賢く、大事に使う意識を醸成するための第一歩といえる。

電力の需給バランスは、一日の中でも刻一刻と変化していることから、一日の需給バランスの状況をリアルタイムで見える化し、日常的にその変化を目にすることで、電力需給バランスに対する意識が進むものと考えられる。

3) 電力需給の仕組みの理解

電力の需給バランスを理解したうえで、次にバランスが取れない場合はどのような仕組みで需給調整が行われるのかを理解することが重要である。

需要電力量に対して、ごみ発電の供給電力量が不足する場合は、他の電源等からの電力を調達するか、あるいは、省エネ行動等によって需要電力量を削減するかの対応となるが、児童自らがこうした需給バランスのとり方を考えることは、電力需給の仕組みの実感的な理解につながる。

改正電気事業法下では、需給バランスの調整は、計画値同時同量を達成する発電事業者又は小売電気事業者と、系統全体の需給調整（個別のインバランス時の調整供給を含む。）を行う送配電事業者によって行われるが、仮想的に、自らの消費場面において不足電力の調達あるいは消費電力の抑制を考える体験をすることで、発電の熱源となるごみの分別排出の大切さと併せて、供給された電力のよりよい使い方、ひいては地域のエネルギー（ごみ発電電力）を大事に使うことに対する理解が深まると考えられる。

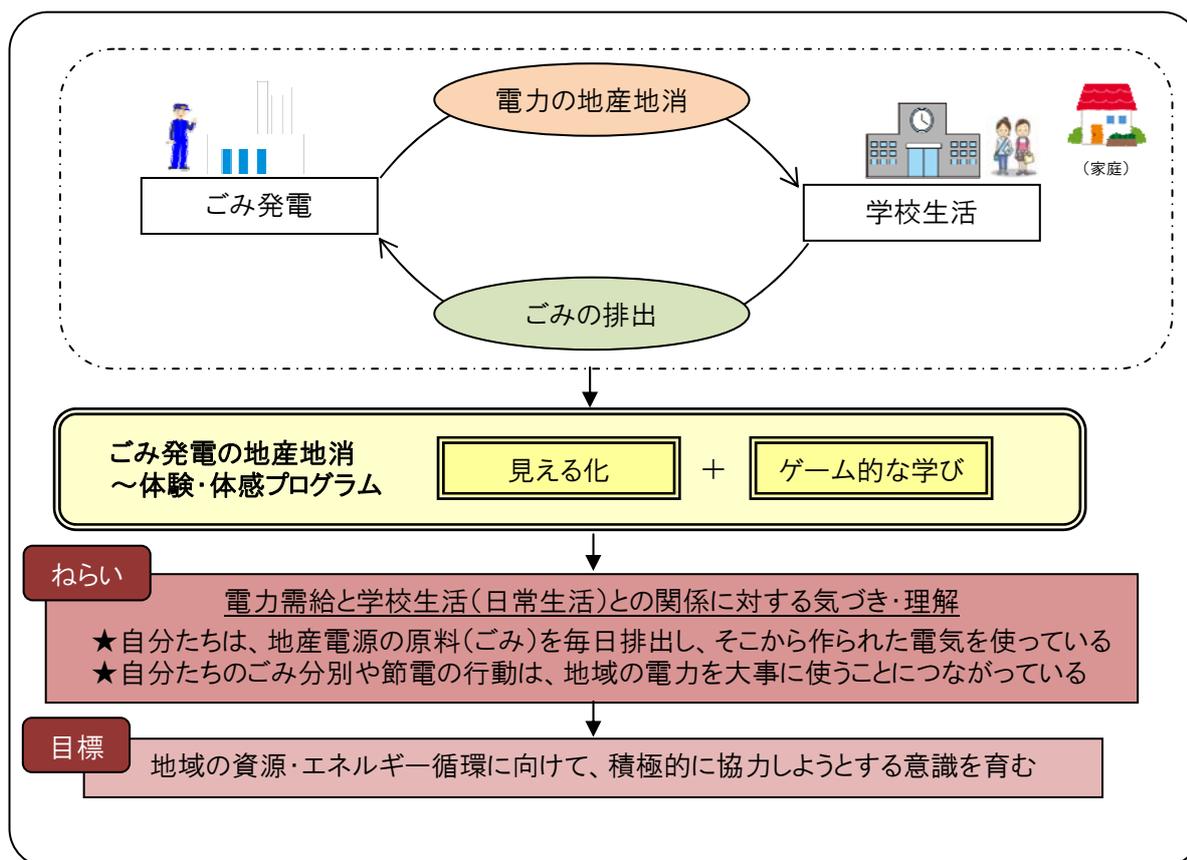
(2) ごみ発電の地産地消学習支援プログラムの考案

前項で整理した要素を盛り込み、本調査における地産地消の学習支援のプログラムを以下のように考案した。

<ごみ発電の地産地消を学ぶ学習支援プログラム>

◆プログラムのねらいと目標

- ▶ ごみ発電は、地域の静脈資源を有効に活用した電力であるとともに、児童の生活とのつながりも深いという特徴を有している。
- ▶ ごみの焼却処理による発電～電力供給の仕組みを学び、自らの生活と発電との関係を認識することは、日頃の“ごみの分別”や“節電行動”の意義の再認識につながるるとともに、自分たちが地域の資源・エネルギー循環をつくる一員であるとの認識の下、積極的に地域の資源・エネルギー循環（＝環境にやさしい生活）に協力しようとする意識を育むことにつながる。
- ▶ “地産電源であるごみ発電の仕組みを理解し、ごみ発電電力を大事に使う”をテーマに、児童生徒の地産地消学習を促進するためのプログラムを試行的に導入し、プログラムの導入が児童生徒の意識や行動に与える効果を検証する。



図IV-1 ごみ発電の地産地消学習支援プログラムのねらいと目標（イメージ）

◆プログラムの構成

- ・ステップ1～3の3段階で構成する。
- ・ステップ1では、本プログラムの導入として、ごみ発電の仕組みと需給バランスについて講義形式で説明し、知識レベルでの認識を促すこととした。
- ・ステップ2では、ごみ発電電力と消費電力の見える化により、日常的な需給バランスの変化に対する気付きを促すこととした。
- ・ステップ3では、ごみの分別～ごみの焼却・発電～電力の調達・消費の一連の流れをゲーム形式で体験し、ごみ発電の仕組みの実感的な理解と、今後の行動に向けた気付きを促すこととした。
- ・各ステップの詳細は以下のとおり。

1) ステップ1：導入

◎ねらい

- ア. 発電の仕組みを学ぶことにより、いろいろな発電の方法、及び、ごみ発電の特性（他の発電電力との違い）を理解する。
- イ. ごみ発電電力が小中学校に送られてきていることを知り、ごみ発電の供給電力量と小中学校での消費電力量との需給バランスを知る。
- ウ. ごみ発電電力を大事に使う（＝できるだけ需給バランスを取れた状態を目指す）ために自分たちでできることは何かを考える。⇒次のステップへ続く。

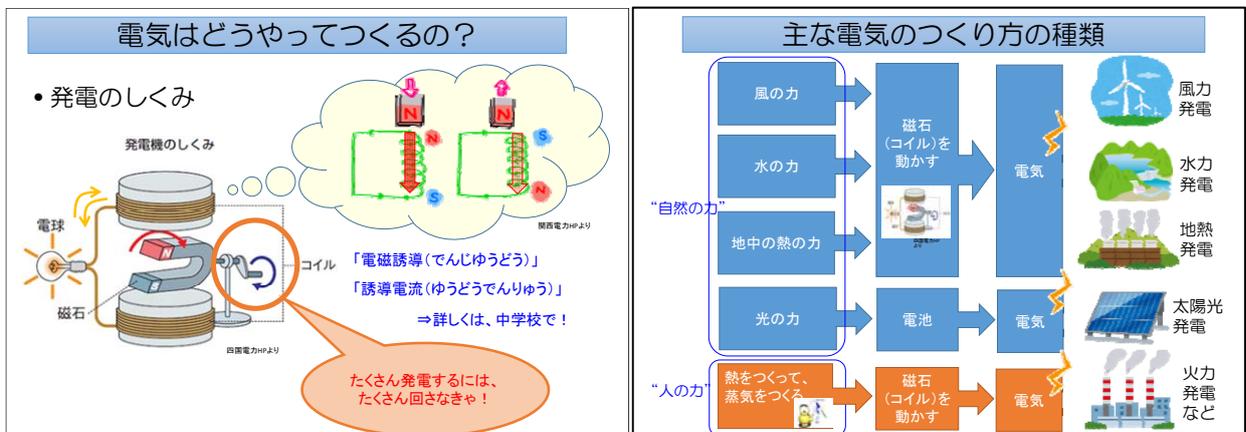
◎形式：説明用スライドを中心とした講義形式

◎所要時間：1校時（45分間）

◎進行の流れ：以下のとおり。

①発電の仕組みの理解

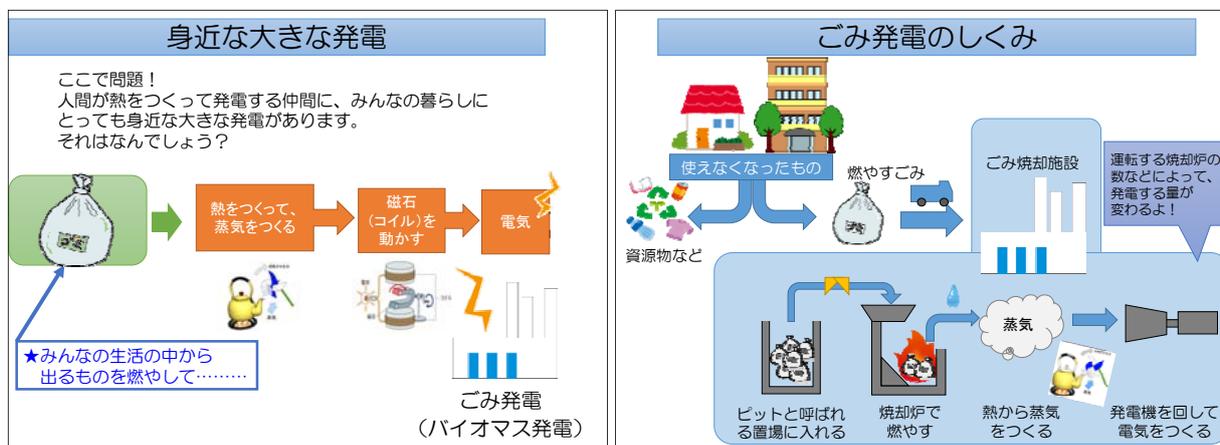
- ・多くの発電は、磁石とコイルによる発電方式を取っていることを知る。
- ・自然の力を利用して磁石とコイルを動かす発電と、人が様々な工夫をして磁石とコイルを動かす発電があることを知る。



図IV-2 発電の仕組みの理解に係るスライド

②ごみ発電の仕組みの理解

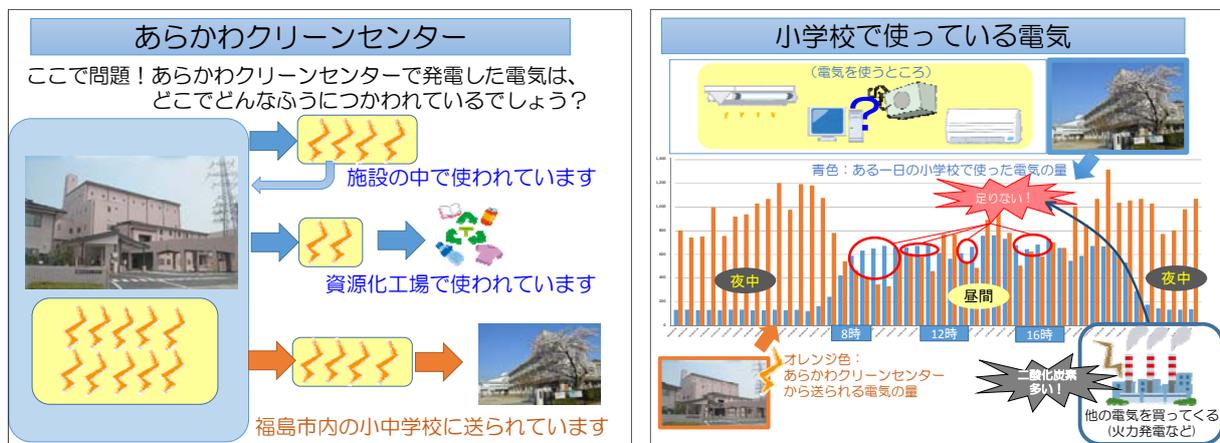
- ・自分たちが出したごみが電気に変わる仕組みを知る。
- ・家庭や学校で使えなくなったもののうち、資源物などを除く燃やすごみが、ごみ焼却施設に運ばれて、焼却され、蒸気として熱を回収し、その蒸気を使って発電機を回して電気を作るというごみ発電の仕組みを知る。



図IV-3 ごみ発電の仕組みの理解に係るスライド

③ごみ発電の供給と需給バランスの理解

- ・学校にごみ発電の電気が送られてきていることを知る。
- ・学校に送られてきた電気が、学校のどんなところで使われているかを認識し、時間帯によって電気を使う量が異なることを知る。
- ・学校に送られてくるごみ発電の電気も、時間帯によって変動していることを知り、時間帯によってごみ発電電力が不足する場合は、他の電源で補填していることを知る。
- ・他の電源＝例えば火力発電などは、可燃ごみの半分以上はバイオマス分であるごみ発電と比較して、発電時の二酸化炭素の排出量が大きい電気であることを知り、ごみ発電を大事に使うことの大切さを考える。



図IV-4 ごみ発電の供給と需給バランスの理解に係るスライド

④まとめ

- ・上記①～③の内容を振り返り、いろいろな発電の仕組みと、その中での身近な発電であるごみ発電の仕組みと特徴を再確認する。
- ・ごみ発電を大事に使っていくためにできることは何かを考える。(⇒次のステップへ)

今日のまとめ①

- 電気を作るのに必要なのは・・・
・・・コイルと磁石
- コイルと磁石を動かすいろいろな種類の発電
“自然の力”
“人の力”
※人が何かの変化を起こして得られる力

身近な大きな発電 = ごみ発電

- ごみ発電は、二酸化炭素の排出量が少なく、環境にいい。
- ごみ発電は、みんなが使い終わった物を、ムダなく使える

今日のまとめ②

- 小学校で使っている電気は、ごみ発電の電気。
- でも、学校で使う電気の全部がごみ発電ではなくて、足りない時には、二酸化炭素の多い火力発電などの電気を使っている。

■ 青色：ある一日の小学校で使った電気の量
■ オレンジ色：あらかわクリーンセンターから送られる電気の量

● ごみ発電を、もっと大事に使っていくためにみんなができることは何だろう？

これから一週間をかけて、みんなで学んでいきます

図IV-5 ステップ1：導入のまとめスライド

2) ステップ2：日常チェック

◎ねらい

ごみ発電供給電力量と学校での消費電力量との需給バランスを日常的に観察することにより、電力を意識して生活することへの気づきを促す。

◎形式

発電電力量と消費電力量を見える化するタブレット端末を設置し、朝の会等でチェックする。

◎所要時間：一日当たり 3分程度 …1週間継続

◎タブレット端末（イメージ）：図IV-6のとおり。



図IV-6 電力見える化タブレット端末の画面イメージ

3) ステップ3：ごみ発電デンキのしくみ体験ゲーム

◎ねらい

ごみの分別排出～焼却・発電～電気の調達・消費のながれを、ゲームを通して学ぶことにより、日常生活とごみ発電との関係性を理解し、地域のエネルギーを大事に使うために自分たちができることを考える。

◎形式

複数のチームに分かれてのワークショップ形式

◎所要時間：2校時（90分間）

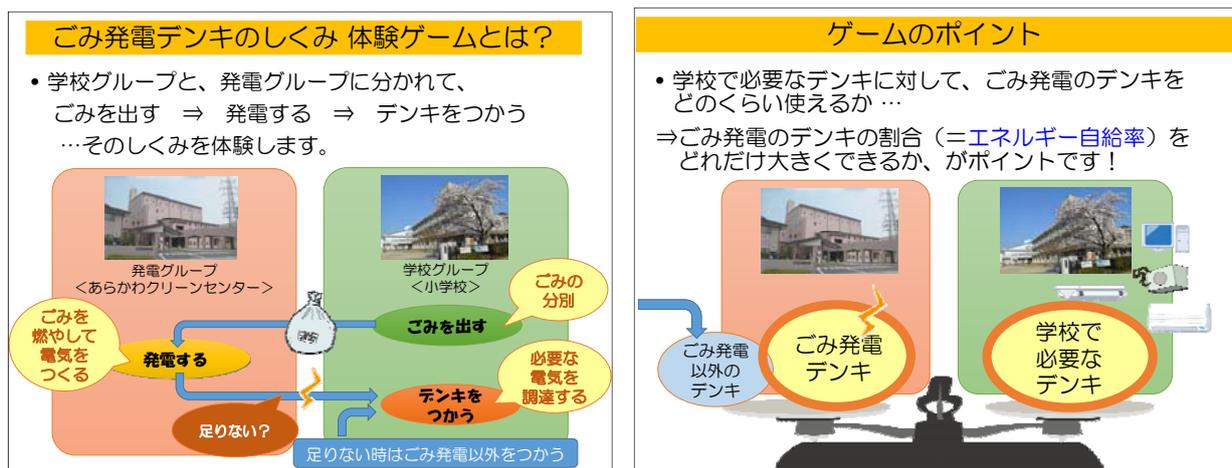
◎進行の流れ：次のとおり。

①導入

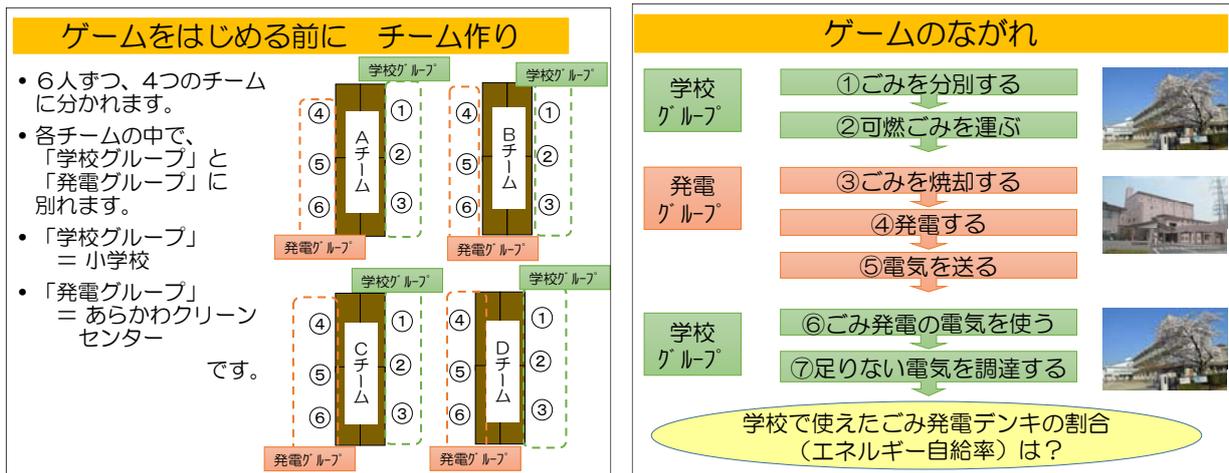
- ・ステップ1の内容を振り返り、いろいろな発電の仕組みと、その中での身近な発電であるごみ発電の仕組みと特徴を再確認する。
- ・ステップ2の内容を振り返り、日によって、時間帯によって、ごみ発電の供給量と、学校内の電力消費量に変化があったことを再確認する。

②ゲームの説明

- ・ゲームの趣旨と流れを確認する。
- ・ゲームのポイントは、学校で使った電力量に対して、地域のごみ発電電力をどの程度使えたか（＝エネルギー自給率）であることを理解する。
- ・チーム分け、グループ分けについて理解し、自分の役割を認識する。



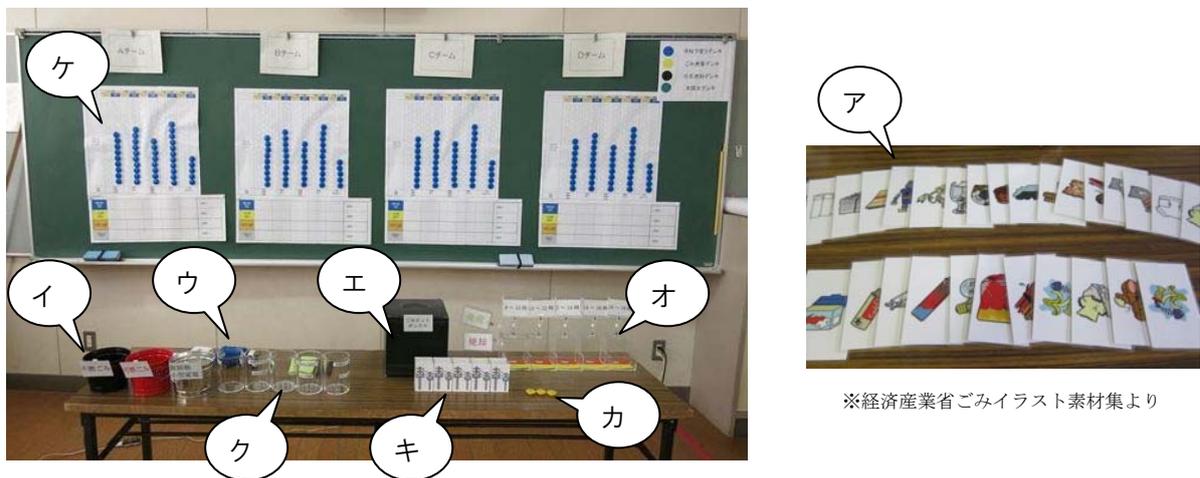
図IV-7 ゲームの説明に係るスライド1



図IV-8 ゲームの説明に係るスライド2

③道具の確認

- ゲームの道具の名称と役割を確認する。



図IV-9 ゲーム学習の道具

ア：ごみカード=30枚程の可燃ごみ、不燃ごみ、資源物で構成。可燃ごみの裏面には焼却に伴って得られる電力量の多寡を示すシール貼付。

イ：ごみ分別ボックス=可燃ごみ、不燃ごみ、資源物の3種類に分けるためのボックス。

ウ：ごみ収集車=可燃ごみに分別されたごみカードを焼却施設へ運搬する模型。

エ：ごみピットボックス=可燃ごみに分別されたごみカードを受け入れるボックス。

オ：焼却・発電ボックス=時間帯毎にごみカードを焼却・発電するためのボックス。

カ：デンキマグネット=ごみの焼却によって得られる電力を仮想的に可視化したもの。

マグネット1つにつき、「1デンキ」と定義

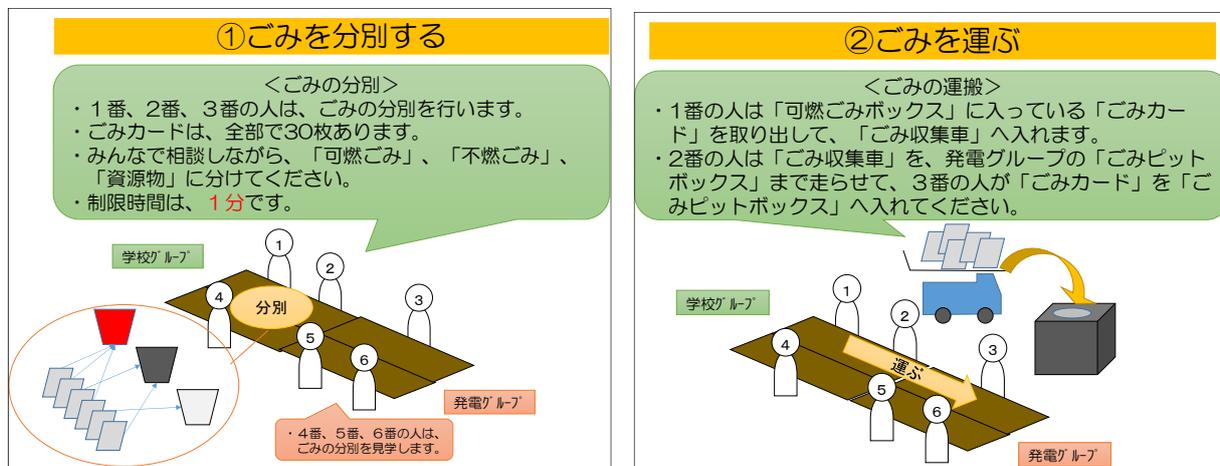
キ：送電線ボックス=電力（デンキマグネット）を需要側へ送るための入れ物。

ク：受電ボックス=発電側から送られてきた電力（デンキマグネット）の受け皿。

ケ：デンキバランスシート=学校で使う電力量と、ごみ発電等から供給された電力量を、時間帯毎に可視化したシート。

④ごみの分別・運搬

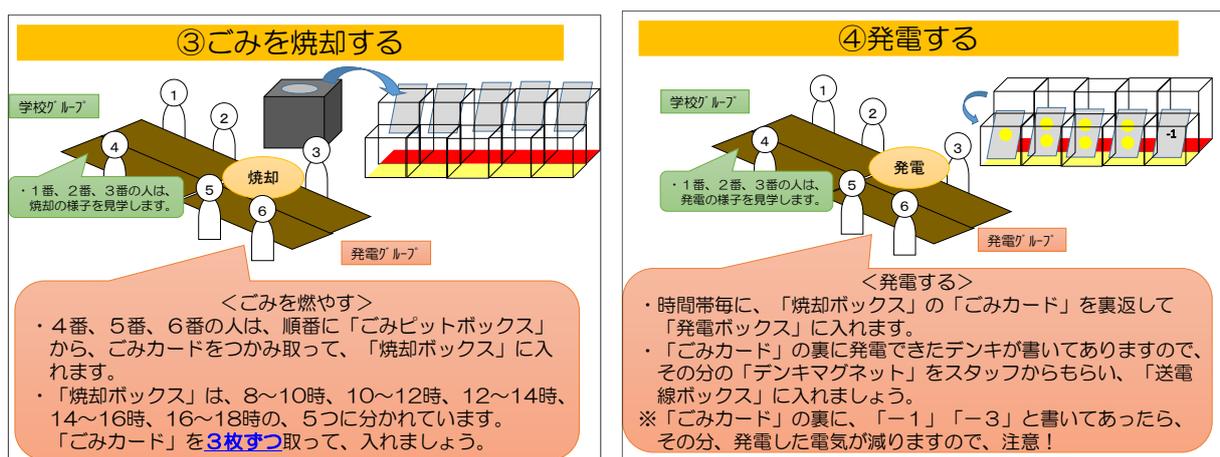
- ・制限時間内にごみカードを分別し、可燃ごみに分別したごみカードをごみ収集車に乗せて発電グループへ運び、ごみピットボックスに投入する。



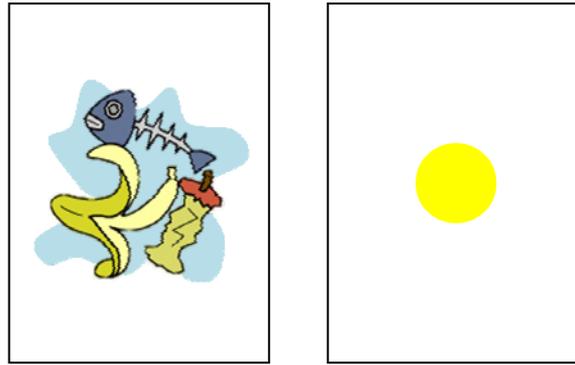
図IV-10 ごみの分別・運搬の説明スライド

⑤ごみの焼却・発電・送電

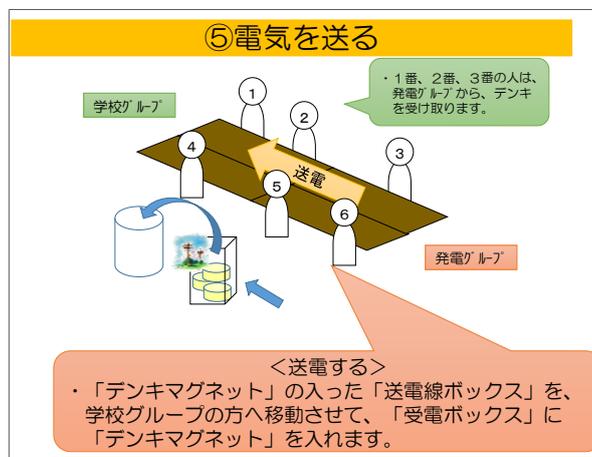
- ・時間帯ごとに、ごみカードを3枚ずつ引き焼却ボックスに入れる。
- ・ごみカードを裏返して発電ボックスに入れ、裏面に表示された発電できる電力分のデンキマグネットを受け取り、送電線ボックスに入れる。
- ・送電線ボックスに入れたデンキマグネットを学校グループへ送り、受電ボックスへ入れる。



図IV-11 ごみの焼却・発電の説明スライド



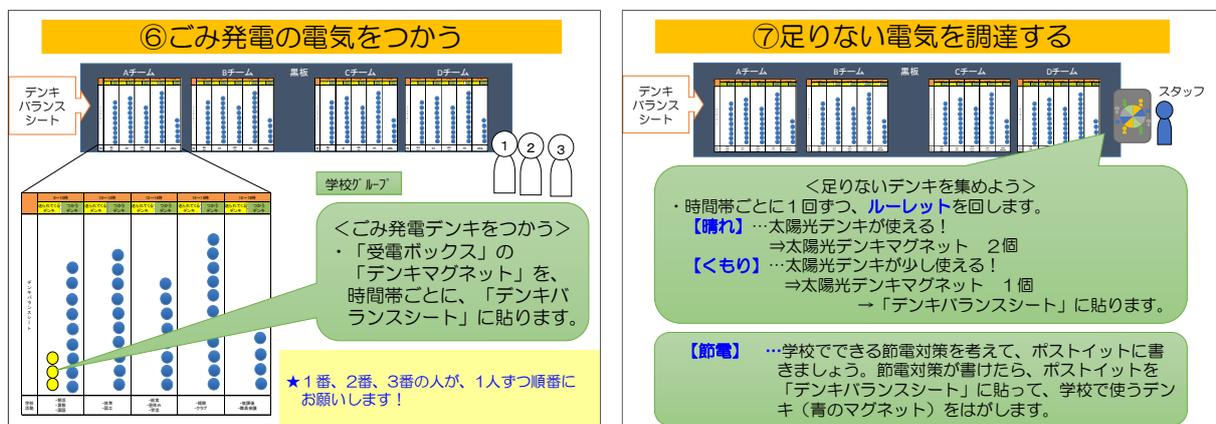
(表) (裏)
○の数：デンキの数
図IV-12 ごみカード (例)



図IV-13 送電の説明スライド

⑥電気を使う・電気を調達する

- ・デンキバランスシート上で、時間帯ごとに学校で使う電力量に対するごみ発電の電力量をマグネットで対比させる。
- ・ルーレットを回し、不足電力を調達又は使用電力量の低減（節電）を行う。
- ・最終的に不足する分は、化石燃料デンキのマグネットを埋め、需給をバランスさせる。



図IV-14 電力調達の説明スライド 1

⑦足りないデンキを調達する

それでは、時間帯毎にルーレットを回して、足りないデンキを調達しましょう。

⑦足りない電気を調達する

・ルーレットを回しても足りない分は、「カセキネンリョウデンキ」のマグネット（黒色）をスタッフからもらって、「デンキバランスシート」に貼ります。

★各チーム 6番の人
⇒ スタッフから化石燃料デンキのマグネット（黒色）をもらって、「デンキバランスシート」に貼ってください。

図IV-15 電力調達の説明スライド2

⑦1 回目の結果の確認と考察

- ・学校で使う電力量に対するごみ発電の電力量（エネルギー自給率）を計算する。
- ・二酸化炭素に相当する量として、化石燃料由来の電気の数を計算する。
- ・チームごとのエネルギー自給率と、二酸化炭素の量を比較する。
- ・同じごみカードを使っても、チームによってエネルギー自給率に差が出た理由を考える。
- ・ごみの分別を誤ると得られるはずの電気が得られなくなること、同じ可燃ごみでも出し方を誤ると焼却・発電に影響があること、時間帯に関係なく無作為にごみを焼却すると、必要な時間帯に必要な電気が得られなくなることがあること、に気付く。

計算しよう

(例)

チーム	1番の人	2番の人	3番の人	4番の人	5番の人	6番の人	合計
←学校で使うデンキ	9	10	8	11	5		43
←ごみ発電デンキ	6	6	3	9	3		27
←ごみ発電デンキの割合	67%	60%	38%	82%	60%		63%
←化石燃料デンキ	2	2	3	1	1		9

- ・デンキバランスシートを見て、学校で使ったデンキのうち、ごみ発電デンキの割合（エネルギー自給率）を計算しよう
- ・二酸化炭素の量も計算しよう

- ★1番の人 ⇒ 8時～10時
- ★2番の人 ⇒ 10時～12時
- ★3番の人 ⇒ 12時～14時
- ★4番の人 ⇒ 14時～16時
- ★5番の人 ⇒ 16時～18時
- ★6番の人 ⇒ 合計

ゲームの結果

ここでクエスチョン！

各チームで、ごみ発電デンキの割合（エネルギー自給率）が違ったのはなぜでしょう？

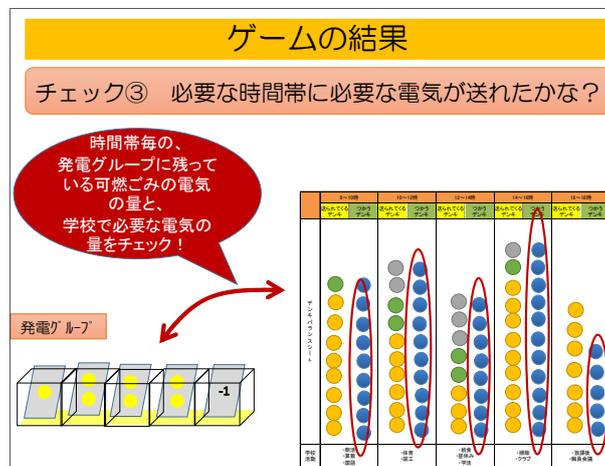
各グループで話し合ってみよう！

出てきた意見を、ポストイットにメモしよう。

図IV-16 結果の考察に関する説明スライド1



図IV-17 結果の考察に関する説明スライド2



図IV-18 結果の考察に関する説明スライド3

⑧ゲーム2回目の実施

- ・1回目と以下の点を変更して、2回目を実施する。

(変更点) ・ ごみカードを入れ替え、より適切な状態のカード (水切りされた生ごみ、分別基準の長さに合わせた木くず類、不燃部分を切り分けた電気カーペット) に変更する。

- ・ 分別表を見ながら時間に気を取られずに分別作業を行う。
- ・ 焼却・発電は、時間帯ごとに燃やすごみカードを選ぶ。

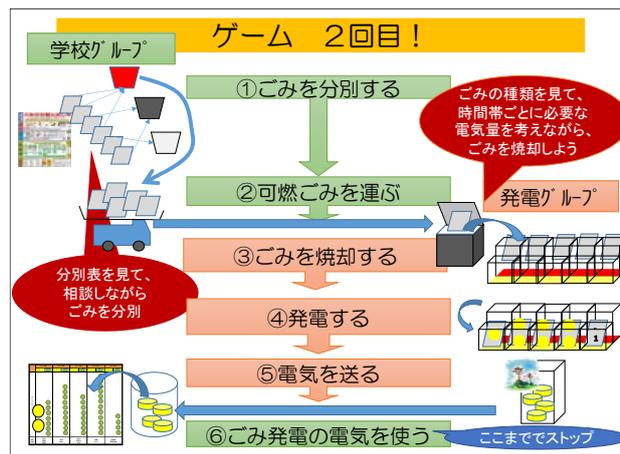
- ・ 以上の変更による2回目実施の結果、1回目よりもエネルギー自給率が改善されることを体験する。

それでは、ゲーム2回目をやってみよう！

＜1回目との変更＞

- 各チームとも、学校グループ、発電グループを交代します。
※スタッフは、黒板のデンキマグネットの入れ替えをしてください。
- ごみカードを入れ替えます。
- ごみの分別を「分別表」を見ながら行います。
- ごみピットボックスのふたを開けて、中を見ながら燃やすごみを選びます。

＜トイレ休憩＞
トイレに行きたい人は、この間に行ってください



図IV-19 ゲーム2回目の説明スライド

計算しよう（2回目）

(例)

班	1班	2班	3班	4班	5班	6班	合計
学校で使うデンキ	9	10	8	11	5		43
ごみ発電デンキ	8	9	6	9	5		37
ごみ発電デンキの割合	89%	90%	60%	82%	100%		86%
化石燃料デンキ	0	0	1	0	0		1

- 「デンキバランスシート」を見て、使ったデンキのうち、ごみ発電デンキの割合（エネルギー自給率）を計算しよう
- 二酸化炭素の量も計算しよう

★1番の人 ⇒ 8時～10時
★2番の人 ⇒ 10時～12時
★3番の人 ⇒ 12時～14時
★4番の人 ⇒ 14時～16時
★5番の人 ⇒ 16時～18時
★6番の人 ⇒ 合計

ゲームの結果のまとめ

＜1回目＞

- 急いであわてて分別した！
- よくないごみが入ってた！
- 時間を考えずに発電した！

ごみ発電デンキが少なく、学校で上手に使えなかった

＜2回目＞

- 分別表を見てきちんと分別した！
- 燃やしやすくなったごみを出した！
- 使う時間を考えて発電した！

ごみ発電デンキが増えて、学校で上手に使えた！

図IV-20 ゲーム2回目の結果の考察に関する説明スライド

⑨まとめ

- ・ゲーム体験を通して理解したごみ発電を大事に使うためにできることを確認する。
- ・日常生活におけるごみの分別がエネルギーにつながっていることを理解するとともに、地域のごみ発電と協力して、ごみ発電を大事に使うことの重要性を認識する。

今日のまとめ

- ごみ発電を大事に使うためには・・・

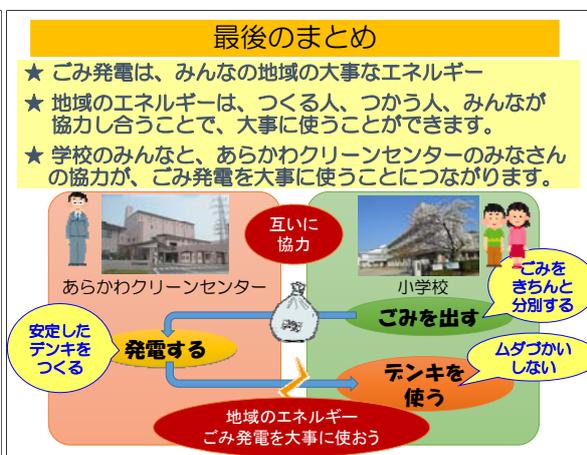
＜学校や家庭で＞

①ごみを出すときの、分別ルールを守る。

- ★資源化できる物は資源化
- ★不燃ごみを焼却施設に入ると、トラブルの原因
- ★可燃ごみも、燃やしやすいかたちで出す。

＜クリーンセンターで＞

②ごみを焼却・発電する際に、使う量を考えながら、安定した発電を行う。



図IV-21 ゲーム学習のまとめスライド

3. ごみ発電の地産地消学習支援プログラムの試行実施と結果

福島市の協力を得て、市内の小学校一校において、ごみ発電の地産地消学習支援プログラムを試行をした。

<試行実施概要>

1 目的

子どもたちが、環境に優しい電力が身近な生活の中から生まれていることを知り、自分たちができることへの気づきをとおして、ごみ発電を大事に使うことの意義（地域電源の地産地消と低炭素社会の実現）について学ぶことを目的とします。

2 モデル授業の実施校と対象児童

福島市立吉井田小学校 5学年3クラス71名

3 実施日時と内容

- (1) 1回目 1月29日(金) 2時限(9:20~10:05)、5年2組24名
(場所:特別活動室) 3時限(10:30~11:15)、5年3組24名
4時限(11:20~12:05)、5年1組23名

《講義》 電気の仕組みと自分たちの生活との関わり	・電気の作り方のいろいろな方法 ・ごみ発電の仕組みと良いところ
------------------------------------	------------------------------------

- (2) 2月1日から8日まで、5学年各教室において始業時の数分間程度(土日除く)

《日常チェック》 学校に送られてくる電気と使われている電気の量	教室に配備したタブレット型端末を用いて、あらかじめクリーンセンターのごみ処理量と発電量、学校が消費した電力量を確認します。“電力が見える化”して電気を使うことへの気づきを促します。
---	--

- (3) 2回目 2月9日(火) 1~2時限(8:30~10:05)、5年1組23名
(場所:特別活動室) 3~4時限(10:30~12:05)、5年2組24名
5~6時限(13:45~15:30)、5年3組24名

《グループワーク》 ゲームで学ぶごみ発電	・ごみ発電の仕組み ・自分たちの生活との関わり ・電気を大事に使うこと、自分たちができること
--------------------------------	--

<実施の様子>

①ステップ1：導入



(映写したスライド資料を見ながら説明を聞く)

②ステップ3：ごみ発電デンキのしくみ体験ゲーム



(説明を聞く)



(ごみの分別)



(焼却・発電)



(需給バランス)

<実施の結果>

プログラムの実施後、児童から以下のような感想を得た。

◎ごみ発電と分別について

- ・きちんと分別をしなければ、私たちの電気（ごみ発電）はつくりえないと分かりました。
- ・ごみ発電は地球にやさしいし、たくさんの電気になるので、すごくいい発電だと思いました。

- ・ごみ発電デンキを大事に使っていくためには、きちんとごみを分別することが大事ということが分かりました。
- ・(これまで) ごみをあんまり分別しないでごみを出していたけど、この授業をして、分別の大切さが分かりました。
- ・今回の学習を通してごみをすてる方もきちんと分別をしないと、あらかわクリーンセンターも大変だということが分かりました。
- ・ごみをきちんと分別すると、きちょうなエネルギーになるということはこの学習をおして分かりました。

◎今後の行動について

- ・いろいろな発電のことがわかったし、小学校がいつもどれだけ電気を使っているかも分かったし、これからこまめに電気を消すようにしたいです。
- ・ごみの分別をしないと、発電も(うまく)できないし、自分でやったことが、そのまま自分にかえてくるようなので、自分も、分別してちゃんとやりたいです。
- ・ごみを正しく分別して、水を切ってから出したい。

◎学習教材について

- ・ごみ発電のゲームでは、最初は急いで分別したので発電が少なくなってしまったけど、2回目は分別の表を見ながらやったので、発電量がぐんと増えたので、分別をしっかりすればするほどごみ発電を大切にすることにつながるのかなと思いました。
- ・ゲームで楽しく大切なことが分った。
- ・このゲームでごみ発電のことがよく分かりました。

本プログラムのねらいは、ごみ発電の地産地消の仕組みを学ぶことにより、児童生徒の日常生活(ごみの分別・排出)とごみ発電とが相互に関連していること、地域のエネルギーであるごみ発電を大事に使っていくためには、需要側である自分たちと発電側であるごみ発電施設とが協力していくことが重要であることを理解し、今後の自分たちの生活を考える契機とすることであった。

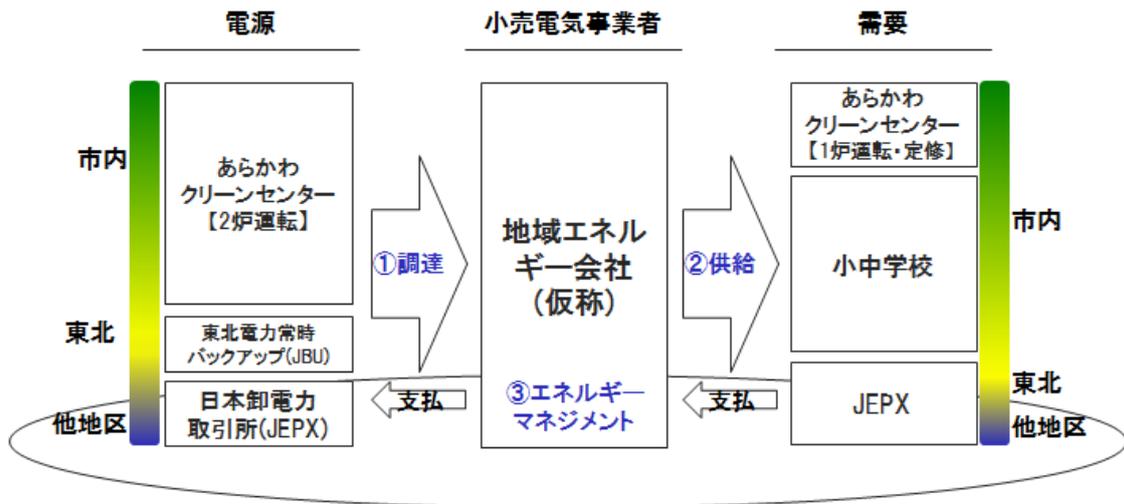
アンケートの結果から、プログラムを通して児童の理解が得られ、今後に向けた考え等の感想を得ることができた。特に、ステップ2の日常チェックの期間を設けたり、ステップ3でゲームを通した学習を取り入れることにより、頭で考えるだけでは分かりにくい電力の需給バランスの理解や、ごみの分別が電力と直接つながっていることを実感的な理解につながったのではないかと考えられる。

今回のような学習支援プログラムによって地域エネルギー事業への理解促進と、自ら地域エネルギー事業に参加する意識を醸成していくことが重要と考えられる。

V. ビジネスモデルとしての事業性評価に関する検討

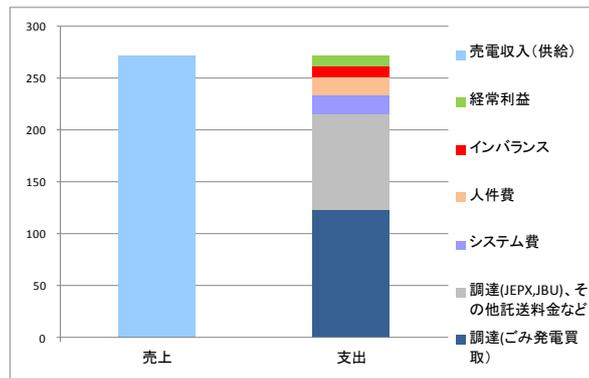
1. ビジネスモデルの概要

本調査において設定した現状のビジネスモデルは、図V-1 のとおり市のごみ焼却施設の発電電力を地域エネルギー会社を経由して小中学校へ供給するものである。発電電力が不足する場合は JBU、JEPX から補給・調達するとともに、余剰電力が生じた場合は JEPX へ売却することとしている。



図V-1 現状のビジネスモデル（再掲）

この場合、地域エネルギー会社の事業収支イメージは、図V-2 のとおりであり、電力の調達費が支出の8割を占めその他の2割で固定費や利益を確保するかたちとなる。



図V-2 現状のビジネスモデルにおける地域エネルギー会社の収支イメージ

現状のビジネスモデルの事業性については、平成27年度実績に基づいてI章で検討を行った結果、現状レベルの事業規模に対して、発生するインバランスコストが過大となり、単体の地域エネルギー事業としては成立が難しいと考えられた。

そこで、II章からIV章で検討した高度化方策を取り入れ、さらに市内の公共施設等を供給対象とする需要規模の拡大による事業モデルを設定し、事業性の評価を行うこととした。(表V-1)

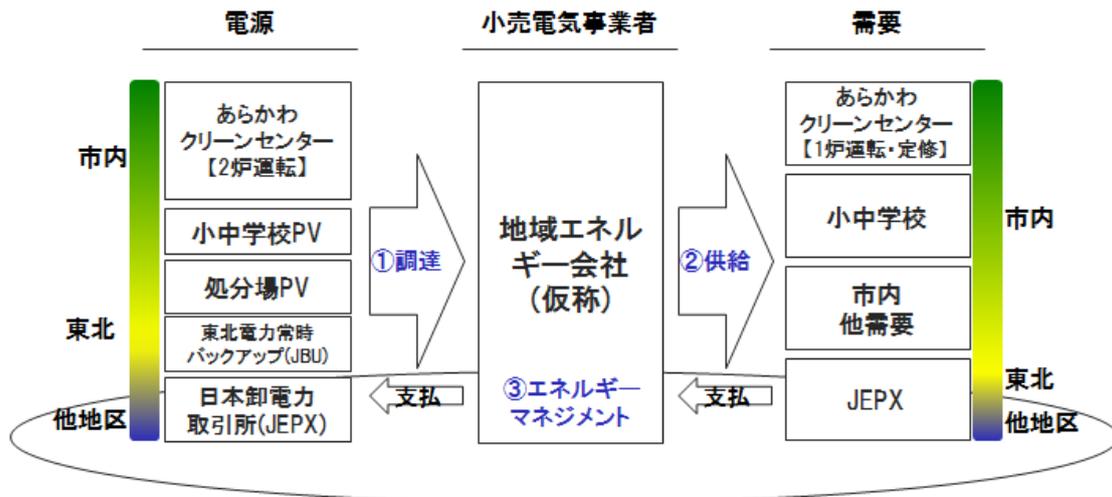
表V-1 事業性評価の事業モデル（ケース区分）

	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5
ケース概要	現状レベル	需要規模拡大 注1)	需要規模拡大 +小中学校全校に 太陽光発電導入 【高度化】 注2)	需要規模拡大 +小中学校全校及び 処分場跡地への 太陽光発電導入 【高度化】注2)	さらに需要規模拡大注3) +小中学校全校及び 処分場跡地へ太陽光 発電導入 【高度化】
需要 注5)	合計5.2MW 学校4.0+CC1.2	合計15.2MW 学校4.0+CC1.2 +公共施設等10.0	合計15.2MW 学校4.0+CC1.2 +公共施設等10.0	合計15.2MW 学校4.0+CC1.2 +公共施設等10.0	合計20.2MW 学校4.0+CC1.2 +公共施設等15.0
電源 注6)	合計2MW ごみ発電:2MW前後 (へゝス)	合計2MW ごみ発電:2MW前後 (へゝス)	合計4.3MW ごみ発電:2MW前後 (へゝス) PV:1.3MW(ヒゝク) 学校1.3	合計6.6MW ごみ発電:2MW前後(へゝス) PV:4.6MW(ヒゝク) 学校1.3+カゝ3.3	合計6.6MW ごみ発電:2MW前後(へゝス) PV:4.6MW(ヒゝク) 学校1.3+カゝ3.3
評価の観点	評価① 各ケースの事業規模の相違による事業収支の改善等を評価する。 評価② 各ケースにおいて、予測精度向上【高度化】による事業収支の改善を評価する。注4)				

注1)公共施設等10MWは、例えば、庁舎、体育館、行政施設5施設、その他の公共施設20施設程度の規模と相当される(他都市事例を参考)。
 注2)Ⅲ章で検討した高度化方策=他の再生可能エネルギーの導入効果を検証する。
 注3)公共施設等15MWは、例えば、庁舎、体育館、行政施設8施設、その他の公共施設35施設程度の規模と相当される(他都市事例を参考)。
 注4)Ⅱ章で検討した高度化方策=予測精度向上の効果を検証する。
 注5)最大電力需要で整理、各施設の契約電力合計を記載
 注6)ごみ発電は2炉運転時の送電端での期待容量、太陽光発電は定格出力を記載

なお、Ⅱ章で検討した蓄電池の導入による高度化（発電電力量のインバランス低減）については、蓄電池の導入に伴うインバランス削減効果と、初期投資及び維持管理費を含めた投資回収年数を評価するにとどめた。

現状レベルの事業モデルに対する、表V-1 ケース2～5の事業モデルのイメージを図V-3に示す。



図V-3 事業規模を拡大した地域エネルギー事業モデルのイメージ（ケース2～5）

各ケースの評価に当たっての前提となる、各電源、需要の諸元についてはⅡ～Ⅳ章の調査結果を踏まえ、以下のとおりの設定とする。

<電源の設定>

①あらかわクリーンセンター（表V-1での略表記 ゴミ発電）

一定格出力 5.1MW。2炉運転時、送電電力 2MW 相当。ベース電源として活用

—30分値での送電電力量 ～1MWh

—年間日数の内、84%が2炉運転と設定、2炉運転時の送電量カーブ（30分値）は以下の通り

（4月、7月、10月、12月の季節毎の安定運転時のカーブの平均値）



図V-4 あらかわクリーンセンター送電量（平均値）

②小中学校での屋根置き（表V-1での略表記 PV）

—太陽光発電未設置の65校に対して20kWずつ設置したとして、容量1.3MW

—30分値での発電量 ～0.3MWh

—発電カーブはⅣ章で設定された発電量に従う（昼間のピーク電源として活用）

③メガソーラー（表V-1の略表記 PV）

—容量 3.3MW

—30分値での発電量 ～0.9MWh

—発電カーブはⅣ章で設定された発電量に従う（昼間のピーク電源として活用）

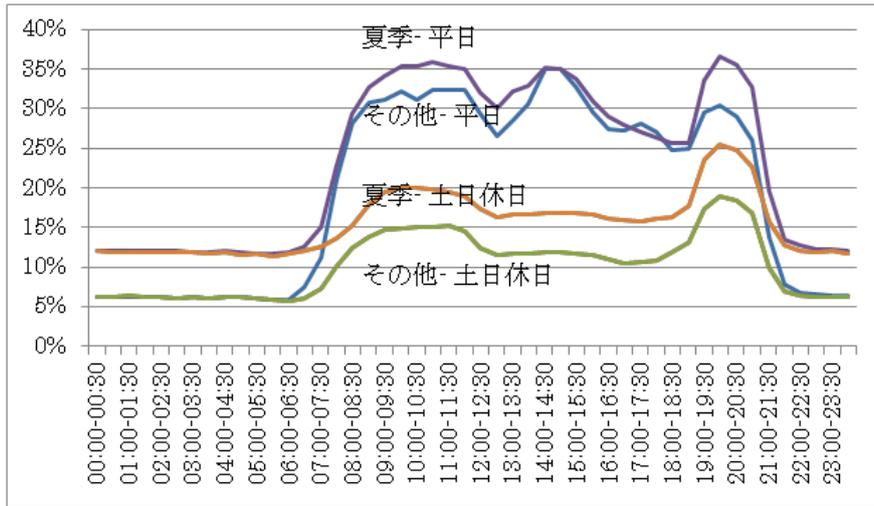
<需要側の設定>

①小中学校 71校（表V-1での略表記 学校）

—契約電力（最大需要）計4MW

—30分値での需要量については、平日で～0.8MWh、土日/休日で～0.4MWh

—小中学校の季節毎の需要カーブはⅠ章で整理した図V-5のとおり。



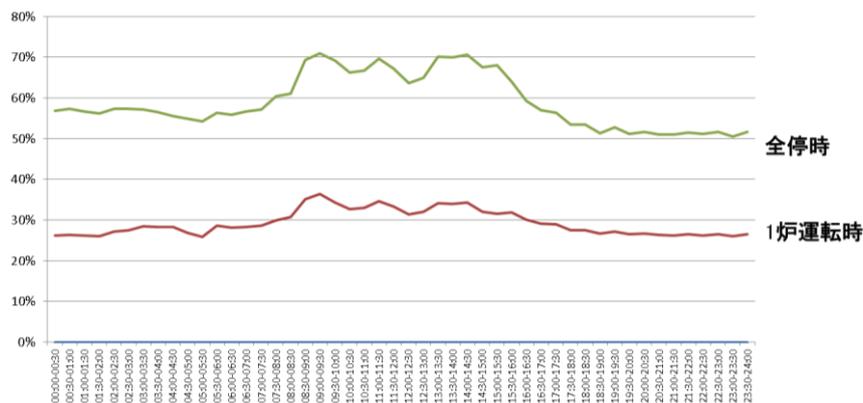
図V-5 学校需要カーブのモデル（再掲）

②あらかわクリーンセンター所内需要（表V-1での略表記 CC）

－契約電力（最大需要）1.2MW

－30分値での需要量については、全停時で～0.4MWh、1炉運転時～0.2MWh、2炉運転時0となる。

－1炉運転、全停時のデマンドカーブは以下の通りとなる。



図V-6 あらかわクリーンセンターの需要カーブ

③公共施設等その他需要（表V-1での略表記 公共施設等）

－契約電力（最大需要）計10MW、15MW*1の2パターン

－公共施設、その他需要について、学校と同様の需要カーブと仮設定*2

*1 各々の需要規模は、例えば、庁舎、体育館、行政施設5～8施設、その他の公共施設20～35施設程度の規模と相当される（他都市事例を参考）。

*2 土日、祝日等におけるごみ発電、PVの余剰電力等の有効利用の観点からは、文化レジャー施設等が供給先として有望と考えられるが、ここでは、学校と同様に通常の平日昼間需要のある庁舎などを供給先として設定した。

2. ビジネスモデルの事業性評価

(1) 事業性評価の条件

前項で設定した事業性評価のためのビジネスモデル（ケース1～5）について、

評価1 各ケースの事業規模の相違による事業収支の改善等

評価2 各ケースにおいて、予測精度向上【高度化】による事業収支の改善を評価するため、事業収支シミュレーションを行った。

事業収支シミュレーションの諸条件は以下の通りである。

なお、電源調達優先度は、ごみ発電→太陽光発電→JBU→JEPXの順とする。

表V-2 シミュレーション設定条件

項目	条件	備考
①バイオマス単価	<ul style="list-style-type: none"> バイオマス比率 60% として、FIT 分の回避可能費用を市場単価連動で設定 	<ul style="list-style-type: none"> ②JEPX 単価参照
②JEPX 単価	<ul style="list-style-type: none"> 2014 年 9 月 1 日から 2015 年 8 月 31 日までの約定入札決定実績を代入 	<ul style="list-style-type: none"> JEPX 過去実績より 震災の影響残る比較的高めの単価、今後の中長期的なトレンドとしては、更なる低値が予想される。
③託送料金	<p>対象施設毎に下記の通り</p> <ul style="list-style-type: none"> あらかわクリーンセンター：基本 390.0 円/kW 月、昼間 1.33 円/kWh、夜間 1.05 円/kWh 学校/公共施設等：基本 625.0 円/kWh 月、昼間 2.74 円/kWh、夜間 2.02 円/kWh 	<ul style="list-style-type: none"> 東北電力 接続供給料金メニュー 時間帯別接続送電サービス料金より 1 ヶ月を通して受電ゼロの無受電月は、託送料金の基本料を 50%OFF 単価は税抜
④売電単価	<p>対象施設毎に下記の通り</p> <ul style="list-style-type: none"> あらかわクリーンセンター：基本料金 1746 円/kW 月、夏季 13.97 円/kWh、その他季節 13.10 円/kWh 学校/公共施設等：基本料金 1464.7 円/kW 月、夏季 15.80 円/kWh、その他季節 14.75 円/kWh 	<ul style="list-style-type: none"> 東北電力平成 26 年 4 月 1 日実施の料金メニュー高圧電力、業務用電力を元に基本・従量ともに 割引率 3%で設定 1 ヶ月を通して受電ゼロの無受電月は、電気代の基本料を 50%OFF 燃料調整費 +1 円で設定 単価は税抜
⑤PV 単価	<ul style="list-style-type: none"> 14.8 円/kWh と設定 シミュレーションによる発電量全量を買取 	<ul style="list-style-type: none"> 非 FIT 売電 自家消費型ソーラーの IRR7.7%以上となる単価（イニシャル補助あり） 単価は税抜
⑥インバランス清算	<p>東北電力託送供給約款に基づく±3%幅での各々のインバランス清算単価を基準</p>	<ul style="list-style-type: none"> 計画値同時同量制度下でのインバランス単価設定が困難であることから、現制度（実同時同量制度）における清算ルールを適用し、東北電力託送供給約款に基づく±3%幅での各々のインバランス清算の金額に適用した。

⑦その他支出項目	その他、ランニング費用は下記の通り ・雇用/人件費： 3百万円/年の人員を6～10人（ケース1は6人、ケース2以降10人） ・高度化需給管理システム費用： 1.5百万円/月	・システム費用は、需給管理システムに加え、想定で高度化システムの費用含んだ値としている。
----------	--	--

なお、評価2の予測精度の向上に伴う事業改善効果の算出にあたっては、予測高度化前のインバランス絶対量に、所内需要の寄与度を考慮したうえで、表V-3の削減率を乗じて事業改善効果を算出した。

表V-3 高度化方策とインバランス削減効果

高度化手法	概要	インバランス削減効果	備考
所内需要予測の高度化	<ul style="list-style-type: none"> ・設備毎データ（実績、リアルタイム）を見える化し予測 ・ごみ処理量、熱量と相関関係のある設備について分析予測式を活用 ・運転計画の適宜共有等コミュニケーション量増加 	所内需要インバランス絶対値を30%削減 ^{注1)}	全体インバランス量に対する寄与度0.322 ^{注2)}

注1) II章における検討結果より

注2) 発電側インバランス全体量に対する所内需要に起因するインバランス量の割合を指す。

なお逆数の0.678がインバランス全体量に対する発電電力量（発電端電力量）の寄与度となる。

(2) 事業性評価の結果

1) ビジネスモデルのケース毎の事業規模の相違による事業収支の改善等の評価（評価①）事業規模の相違による事業収支の改善等の状況を評価するため、インバランスを0とした場合での事業収支シミュレーションを行った。

シミュレーションの結果を表V-4に記す。

表V-4 ビジネスモデルの事業規模に応じた事業採算性の評価結果

No.	ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5
ケース概要	・現状レベル	・需要規模拡大	・需要規模拡大 ・小中学校全校に太陽光発電導入 【高度化】	・需要規模拡大 ・小中学校全校及び処分場跡地への太陽光発電導入 【高度化】	・需要規模更に拡大 ・小中学校全校及び処分場跡地への太陽光発電導入 【高度化】
売上 (百万円/年)	271	625	627	636	825
支出 (百万円/年)	246	541	543	556	708
内インバ ランス	—	—	—	—	—
経常 利益 (百万円/年)	25	84	84	80	118
利益率	9.0%	13.4%	13.3%	12.7%	14.2%
分析	①事業規模が不足 ・夜間に電力が余剰 ・市場売却で採算悪化 ②リスク耐性に懸念 ・利益額≒予備費が小	①収益性の改善 ・事業拡大により夜間の余剰電力が減少 ②昼間電力が不足 ・逆に昼間が不足。JEPX 調達で対応。採算上は悪影響なし。 ③リスク耐性が改善	①PV が昼間需要にマッチ ・昼間の供給力として小学校 PV が適合。 ②収益性変化なし ・14.8円/kWh は市場調達と変わらず。影響なし。 ③地元 CO2 削減 ・FIT 電源と異なり、需要者(地元)の CO2 を直接削減	①昼間需要が不足 ・追加された PV による昼間供給力に対し、需要 15.2MW は不足 ②収益性の下振れ ・結果、余剰電力が発生し市場売却が発。採算性が若干悪化	①事業拡大が電源にマッチ ・余剰していたメガソーラの電力に対し、需要増が適合 ②収益性の改善需要と供給が収益的にバランスし、改善

ケース 1 からケース 5 までを比較すると、需要規模（PPS としての事業規模）が大きくなるにつれて、概ね経常利益、及び利益率が大きくなる傾向にあるといえる。

ケース 3, 4 においてやや経常利益及び利益率が抑制されているが、太陽光発電買取価格の設定によるものと考えられ、発電事業及び PPS 事業を含めた地域トータルでのメリットを考慮して事業設計する必要がある。

2) 予測精度向上【高度化】による事業収支の改善の評価（評価②）

発電側の所内需要の予測精度向上による事業収支の改善状況の評価するため、予測精度向上前後での事業収支シミュレーションを行った。

シミュレーションの結果を表V-5に示す。

表V-5 所内需要の予測精度向上前後での事業採算性評価

【予測精度向上前】

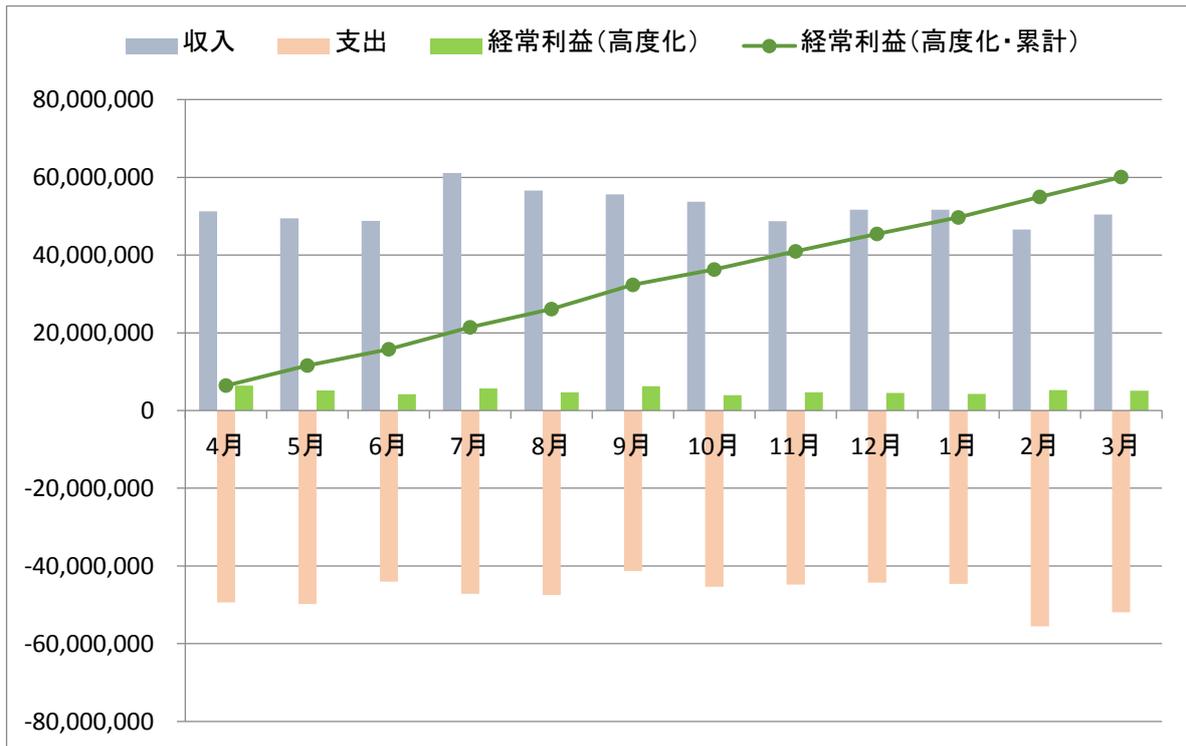
No.	ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5
売上（百万円/年）	271	625	627	636	825
支出（百万円/年）	296	567	569	582	728
内インバランス （百万円/年）	50	26	26	26	20
経常利益 （百万円/年）	▲25	58	58	54	97
利益率	▲9.2%	9.2%	9.2%	8.4%	11.7%

【予測精度向上後】

No.	ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5
売上（百万円/年）	271	625	627	636	825
支出（百万円/年）	291	565	567	580	726
内インバランス （百万円/年）	45	24	24	24	18
経常利益 （百万円/年）	▲20	60	60	56	99
利益率	▲7.4%	9.6%	9.6%	8.8%	12.0%

需要予測の高度化によるインバランスコスト削減効果としてはケース1で年間4.9百万円、ケース2-4で年間2.6百万円、ケース5で年間2.0百万円となり、各ケースでの収益性を改善する。

以下にケース2における事業収支結果、及び規模と収益性の関係を記す。



図V-7 ケース2における予測精度向上後の事業収支結果

3) 蓄電池導入による高度化について

発電側の計画値精度向上のためには、蓄電池等の物理的な変動抑制も期待される。

II章で整理した、インバランス量抑制効果から蓄電池導入によるメリットとインシヤルランニングコストの関係を表V-6に整理した。インバランス削減メリットのみで、単純な投資回収年数を計算すると約15年となる。これは最もインバランス削減効果が大きいと思われるケース1での検討であり、その他のケースでは、15年以上、もしくは回収不能となる。

一方で生活インフラ兼エネルギーセンターとしての機能の重要度を考慮すれば、経済面だけでなく防災観点、非常時、災害時のBCP（事業継続計画）機能として蓄電池を導入する事は大いに意義があると考えられる。

表V-6 蓄電池の導入メリット試算

項目	インシヤルコスト*1	ランニングコスト*1	発電起因のインバランス絶対値量改善効果*2	インバランス削減による年間メリット	投資回収年数*2
ケース1	220百万円	4百万円	55.7%	19百万円	14.8年

*1 指令値Ps制御方式、リチウムイオン電池（300kW蓄電システム）の場合のコスト。設置工事費含まず、メンテナンスコストは10年間単位での定期点検費用、交換部品、オーバーホール試運転作業費を年に換算。II章参照。

*2 指令値Ps制御方式、リチウムイオン電池（300kW蓄電システム）の場合のインバランス削減効果。II章参照。

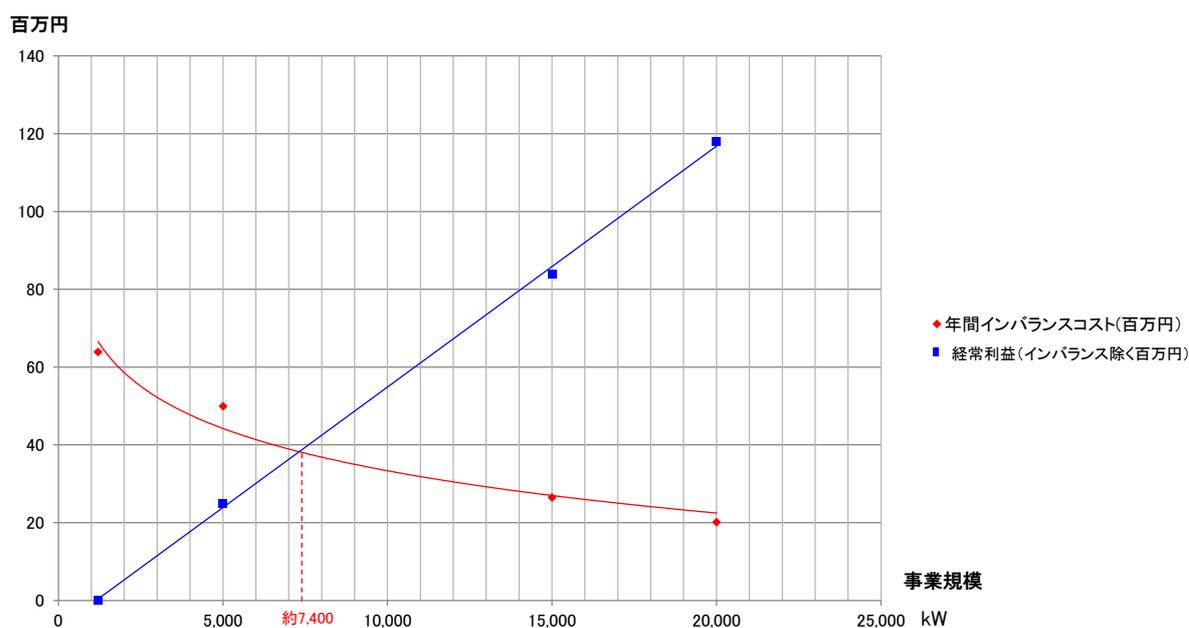
*3 設備に関わる減価償却及び固定資産税等は考慮せず

(3) 考察

地域エネルギー事業の事業性を確保するにあたって重要な要素となる事業規模とインバランスの関係性を考察し、さらなるインバランス低減に向けた対策を検討した。

1) 事業規模とインバランスコストの関係

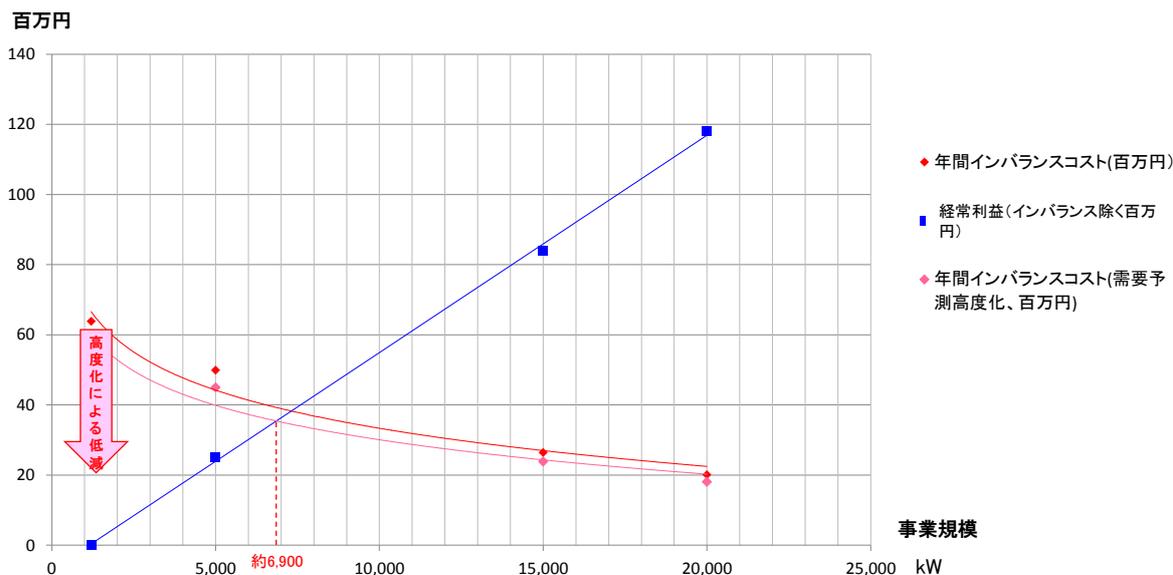
図V-8は、前項で評価したビジネスモデル（ケース2～4）の事業収支シミュレーションの結果をもとに、地域エネルギーの事業規模（需要規模）に対するインバランスコスト及び利益の関係（所内需要予測向上前）をプロットしたものである。



図V-8 地域エネルギー事業規模（需要規模）と収益性/インバランスコストの関係
（所内需要予測精度向上前）

規模の拡大に伴い、利益は線形で増大し、インバランスコストは低減する傾向にあるが、所内需要予測向上といった高度化方策を何も取らないこのケースでは、需要規模 7,400kW 前後がインバランスコストと営業利益の損益分岐点となり、事業性を確保するためには、これ以上の需要規模が必要であるとの結果となった。

次に、所内需要予測を向上させた場合のインバランスコスト及び利益の関係を示す。（図V-9）



図V-9 地域エネルギー事業規模（需要規模）と収益性/インバランスコストの関係
（所内需要予測精度向上後）

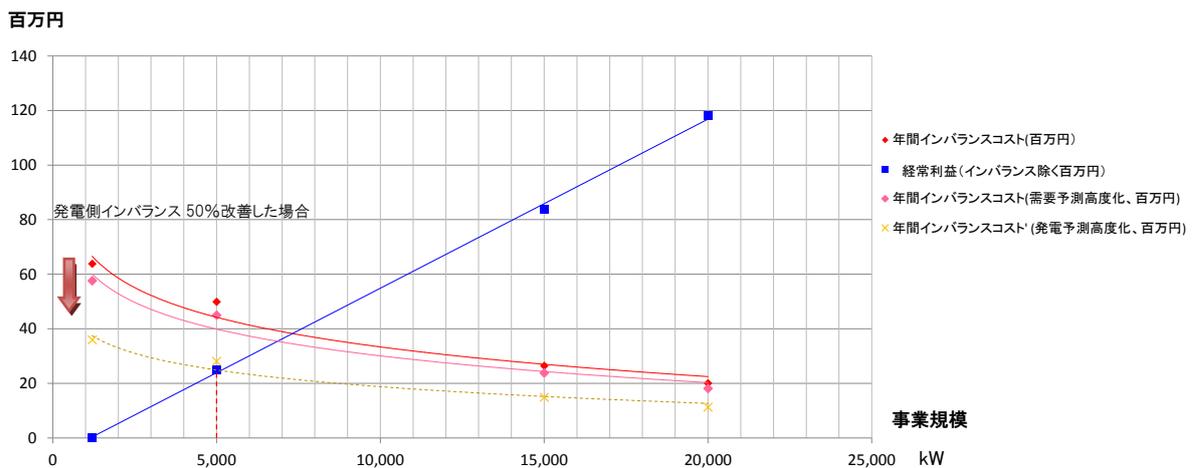
所内需要予測の高度化を行うことで、需要規模 6,900kW 前後まで採算ラインが下がる結果となり、さらなるインバランスの削減によって事業性確保に必要な需要家確保リスクを下げる可能性がある可能性が示唆された。

2) さらなるインバランス削減について

発電側の全体インバランス発生量に対して約 3 割が所内需要側起因、約 7 割が発電側起因となっており、高度化の更なる検討余地としては発電側の予測改善が重要と考えられる。

所内需要側への高度化アプローチでは、運用面での改善及び一部予測回帰式を用いたインバランス量の改善率 30%によって、ビジネスモデル（ケース 1）の収支改善は経常利益で約 5 百万円/年、約 3%の利益率改善という試算結果であった。

発電側については、現状、短期での上下変動が大きいため予測が難しく、リアルタイムのデータ共有とコミュニケーション、統計学的予測手法、システムの処理など複数種類の対策を総合的に導入することが必要と考えられるが、これらの対策を導入することにより、発電側の発電量起因のインバランス量の改善効果が 50%程度得られたと仮定すると、インバランスコストと収益性のグラフは図V-10のとおりとなり、本調査で検討した現状レベルのビジネスモデル（ケース 1）の場合でも事業として成立する可能性があるとの試算となった。



図V-10 地域エネルギー事業規模（需要規模）と収益性/インバランスコストの関係
（発電予測高度化による可能性；仮定試算）

需要規模に係る採算ラインを下げることで需要家確保リスクを低減させ、地域エネルギー事業の事業性確保を確実なものとしていくためには、さらなるインバランスの削減が必要であり、そのためには、ごみ焼却施設の送電電力特性を踏まえた管理システムの導入が考えられる。

この管理システムには、以下の機能を持たせることで、より効果的かつ汎用的なシステム構築ができると考えられる。

<ごみ発電電力管理の高度化に向けた管理システム機能案>

- ①発電、設備毎データなど各種リアルタイムデータの見える化・共有ツール
- ②発電、設備毎の電力予測システム、解析ツール
- ③コミュニケーションインタフェース（突発的な運転計画・変更を共有するコミュニケーションツール、PPS側における分析、予測、実績を現場とフィードバック・共有する仕組み）

このシステムを仮に“クラウド WEMS (Waste Energy Management System)”と位置づけ、メーカー毎のフォーマットの違いを吸収し、一定の規格・ルールに基づくインタフェースの普及を進めることにより、複数施設間での連携や、自治体間連携による廃棄物発電ネットワークにおける地域エネルギー事業の根幹システムとなり得る。また、これを管理する自治体等がシステムコストを抑えて利用できる汎用的なシステムとすることも可能である。ごみ発電の高度管理に向けて、システムの仕様検討、構築、及び普及展開体制を今後検討することが重要と考えられる。

VI. CO2 削減効果等の検討

1. CO2 削減効果

(1) CO2 削減効果の考え方

本調査における地域エネルギー事業モデルは、一つの地域エネルギー事業者（特定規模電気事業者）がごみ焼却施設から買い取った電気を、同じ地域の小中学校に供給するごみ発電電力の地産地消事業である。従来、一般電気事業者から購入していた小中学校の電気を、ごみ発電電力を買い取る地域エネルギー事業者から購入することに切り替えたことによって成立している。

従って、本事業を実施することによる CO2 排出量の削減効果は、需要側の電力の購入先を変更したことに伴う CO2 排出量の変化に着目して評価をすることになる。

この場合、需要側の新旧の電力購入先の電気事業者の温室効果ガス排出係数（温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度）が定められているため、この排出係数によって、需要側のエネルギー起源 CO2 排出量の変化を評価することが一般的な評価手法になると考えられる。（表VI-1）

表VI-1 電力購入先事業者の変更に伴う需要側の CO2 排出量削減効果の評価イメージ
【評価手法1】

		事業開始前	事業開始後
需要側消費電力量	kWh	A	A'
電力購入先事業者の 電気事業者別排出係数	t-CO2 /kWh	B	B'
需要側のエネルギー 起源 CO2 排出量	t-CO2	$A \times B$	$A' \times B'$
イメージ			

一方、新たな電力購入先事業者(地域エネルギー事業者)の排出係数は、当該事業者が取り扱う電力全体の CO2 排出量を反映した値となっており、どの需要家であっても、当該事業者から電力を購入する限り同じ CO2 排出量（原単位）となる。

しかし、本事業のように、地域の電源（ごみ発電）から電力の供給を受ける地産地消の関係が成立している場合は、需要側への供給電力は、まずは地域の電源からの電力が供給され、不足分について地域外の電力で補てんする考え方となる。従って、事業者の取扱電力全体の電源

構成とは異なり、相対的に地域の電源からの供給割合が高くなるとみなされるため、需要側で評価するエネルギー起源 CO2 排出量についても、地域の電源からの供給割合を考慮して評価をすることが望ましいと考えられる。

そこで、温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度とは別途、電力の地産地消の関係を適切に反映させ、より事業の効果を適切に評価できる手法として、表VI-2の手法を検討した。

表VI-2 廃棄物発電電力の地産地消事業におけるエネルギー起源 CO2 排出量削減効果の評価イメージ【評価手法2】

			事業開始前	事業開始後
需要側	廃棄物発電電力購入量	kWh	—	A'
	廃棄物発電に係る CO2 排出量原単位 <small>注1)</small>	t-CO2 /kWh	—	B'
	地域外電力購入量	kWh	C	C'
	地域外電力に係る CO2 排出量原単位 <small>注2)</small>	t-CO2 /kWh	D	D'
	需要側のエネルギー起源 CO2 排出量	t-CO2	$C \times D$	$A' \times B' + C' \times D'$
イメージ			<p>事業開始前: 一般電気事業者等から購入。外部購入電力に係るCO2排出量 = 外部購入電力量 × 発生原単位(排出係数)。地域外へ売電。</p> <p>事業開始後: 一般電気事業者等から不足分を購入。ごみ発電施設から電力供給。ごみ発電に伴うCO2排出量 = 発電電力量 × 発生原単位。外部購入電力に係るCO2排出量 = 外部購入電力量 × 発生原単位(排出係数)。</p>	

注1) 発電の用に供された燃料使用に伴う CO2 排出量を発電電力量で除して算出する。

注2) 地域外電力の供給元事業者等の CO2 排出係数とする。

この評価の考え方を採用した場合、地域内の廃棄物発電に係る CO2 排出量に変化しない限

り、実質的に、需要側の購入電力のうちの地域外から購入した電力における CO2 排出量の削減幅が評価される。

また、発電側の努力等によって、発電側の CO2 排出量が削減された場合は、事業全体における CO2 削減効果の一部として評価することができる。(発電側で発電した電力量のうち、地域内の需要側で消費しきれない部分については、地域外の需要家へ供給されるか又は市場売却されることになる。この場合、地域外の需要家等における他の電力からの代替による CO2 排出量削減効果が発生するが、ここでの評価の考え方からいえば、この効果は、供給先需要家の CO2 削減効果(表VI-2でいう「外部購入電力 CO2 排出係数」の低減)として位置づけられるため、本地域エネルギー事業の CO2 削減効果では評価対象外となる。)

なお、この評価の考え方では、地域の需要家の購入電力構成を反映した CO2 排出量が評価できる一方で、次の観点で課題がある。

課題① 廃棄物発電の用に供された燃料使用に伴う CO2 排出量の考え方

- ・ 廃棄物の焼却に伴う CO2 排出量については、温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度において、合成繊維、廃プラスチック類等の焼却に伴う CO2 排出係数や、助燃等で使用する燃料の使用に伴う CO2 排出係数が定められており、一定規模以上の特定事業所排出者は、各々の活動量に応じて計算し報告することとされている。
- ・ 廃棄物発電に伴う CO2 排出量については、廃棄物の焼却に伴う余熱を利用した発電であることから、前項のように別途評価されている廃棄物の焼却に伴う CO2 排出量とどのように切り分けるかを含め、考え方は明確にされていない。^{注)}

注) 廃棄物の焼却に伴う CO2 排出量を廃棄物発電に伴う CO2 排出量として捉えた場合、需要側で評価するエネルギー起源 CO2 排出量とのダブルカウントが発生する。従って、廃棄物発電の供給を受ける需要側でのエネルギー起源 CO2 排出量としては、廃棄物発電用途のために廃棄物の焼却処理に追加的な活動(例えば発電を目的とした燃料消費量の増加等)が生じた場合の CO2 排出量を評価することなどが考えられるが、現時点で考え方は明確にされていない。

課題② 地域外を含めた全体で見た場合の CO2 排出量の評価

- ・ 地域エネルギー事業の導入により、従来は地域外で消費されていた既存のごみ焼却施設の発電電力が地域内の需要家で消費されることとなるため、地域内の需要家にとっては、購入電力の変化に伴う CO2 排出量の削減効果を評価することが可能となる。
- ・ 一方、地域内、地域外を含めた全体で見た場合、既存のごみ焼却施設の発電電力の消費地が地域外(あるいは不特定)であったものが、地域内の特定の需要家に変化しただけであり、全体としての CO2 排出量に変化は起こらない。

これらの課題を考慮すると、地域エネルギー事業における CO2 排出量を評価するにあたっては、次の前提に立っての評価であることに留意する必要がある。

<地域エネルギー事業における CO2 排出量評価の前提条件>

- ア. 暫定的な評価の考え方として、廃棄物発電に伴う CO2 排出量を、廃棄物発電用途のために廃棄物の焼却処理に追加的な活動（例えば発電を目的とした燃料消費量の増加等）が生じた場合の CO2 排出量として評価するものであること。
- イ. 地域エネルギー事業によって需要側のエネルギー起源 CO2 が削減されたとしても、地域エネルギー事業によって廃棄物発電電力量が増強されるなどがない限り、事業導入に伴う地域内外全体での CO2 排出量の変化は生じないものであること。

(2) CO2 削減効果の評価

前項で検討した結果を踏まえ、評価手法 1（電気事業者別排出係数による評価）、評価手法 2（需要側への供給電力構成を反映した評価）の各々により、本調査における現状レベル及び高度化レベルにおける CO2 排出量削減効果の評価した。

まず、評価手法 1 で評価した結果、表 VI-3 のとおりとなった。

表 VI-3 電気事業者の CO2 排出係数に基づく CO2 排出量削減効果

【評価手法 1】

		事業開始前 現状規模	事業開始後 (ケース1) 現状規模
需要側消費電力量 注1)	MWh/年	9,040	9,040
電力購入先事業者の 温室効果ガス排出係数 注2)	t-CO2 /MWh	① 0.571 ② 0.573	① 0.266 ② 0.624
需要側のエネルギー 起源CO2排出量 注3)	t-CO2 /年	① 5,160 ② 5,180	① 2,400 ② 5,640

注 1) 平成 27 年 4 月～12 月の実績を基に、1～3 月は前月までの月次平均値として算出。

注 2) 東北電力㈱ ①実排出係数、②調整後排出係数（H27.11.30 公表）

注 3) 地域エネルギー事業者 ①実排出係数、②調整後排出係数（H27.11.30 公表）

※事業開始前後の評価を合わせるため、いずれも直近の数値とした。

評価手法 1 では、需要側の電力購入先事業者の排出係数をそのまま使用するため、需要側の消費電力量に変化がない限り、現状レベルも高度化レベルも同等となる。

本調査モデルにおける地域エネルギー事業者は、実排出係数は小さいものの、FIT 電源を比較的多く取り扱っていることの影響か、調整後の排出係数は開始前よりも大きくなっており、調整後排出係数での評価結果は、事業開始前よりも増加するという計算結果となった。

なお、高度化したケースにおいて太陽光発電電力と連携した場合は、事業開始後の事業者排出係数は変化すると想定されるが、今回試算では除外している。

評価手法 2 で評価した結果を次表に示す。

表VI-4 地域エネルギー事業におけるエネルギー起源 CO2 排出量の評価
【評価手法2】

【前提条件】			事業開始後					
			ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	
事業開始前			事業開始後					
現状規模			現状規模	需要規模拡大	需要規模拡大 学校太陽光導入	需要規模拡大 学校太陽光導入 メガソーラー導入	需要規模さらに拡大 学校太陽光導入 メガソーラー導入	
需要側	廃棄物発電電力購入量 ^{注1)}	MWh /年	—	6,110	8,090	8,090	8,090	8,620
	廃棄物発電に係るCO2排出量原単位 ^{注2)}	t-CO2 /MWh	—	注2)	注2)	注2)	注2)	注2)
	太陽光発電電力購入量 ^{注1)}	MWh /年	—	0	0	3,252	3,252	4,546
	太陽光発電に係るCO2排出量原単位	t-CO2 /kWh	—	0	0	0	0	0
	地域外電力購入量 ^{注1)}	MWh	9,040	2,930	15,310	12,060	12,060	18,560
	地域外電力に係るCO2排出量原単位 ^{注4)}	t-CO2 /MWh	0.571	0.502 (12%) 0.571 (10%) 0.505 (0.5%) 注3) (77%)				
	需要側のエネルギー起源CO2排出量	t-CO2	5,160	360	1,880	1,481	1,481	2,279

- 注1) 平成27年4月～平成28年2月実績を基に、3月分は前月までの月次平均値を代入して算出。
平成27年4月～12月の需要電力量(30分値)に対する廃棄物発電送電電力量の割合から、需要側での廃棄物発電電力量の需要家供給率を算定し、年間需要電力量に乗じて算出。
太陽光発電は、Ⅲ章で算出したエネルギー自給率から、季節別の学校需要電力量(30分値)に対する季節別太陽光発電電力量の需要家供給率を算定し、年間需要電力量に乗じて算出。
- 注2) 発電の用に供された燃料使用に伴うCO2排出量を、廃棄物発電用途のために廃棄物の焼却処理に追加的な活動(例えば発電を目的とした燃料消費量の増加等)が生じた場合のCO2排出量とし、ここでは実質ゼロ相当とした。
- 注3) 地域外のごみ発電電力についても、注2)と同様の考え方により実質ゼロ相当とした。
- 注4) 地域外の購入電力量に以下のCO2排出係数を乗じて算出
- ・事業開始前：0.571 t-CO2/MWh ※東北電力㈱ 実排出係数 (H27.11.30公表)
 - ・事業開始後：市場調達分＝ 0.502 t-CO2/MWh ※JEPX (H27年度)
 - JBU等＝ 0.571 t-CO2/MWh ※東北電力㈱ (H27.11.30公表)
 - 他の電力会社 0.505t-CO2/MWh ※東京電力㈱ (H27.11.30公表)

評価手法②による評価の結果、いずれのケースにおいても事業導入によるCO2排出量の削減効果は認められた。

ごみ発電の地産地消の実態を反映し、需要側への供給電力量の内訳構成を反映した評価手法②では、地域のごみ発電からの供給電力量が7割を占め、不足分の調達にも地域エネルギー事業者が取り扱う他の地域のごみ発電等からの電力が供給されることから、事業開始前と比較してCO2排出量は削減される(但し、地域外も含めた全体としてはCO2排出量に変化なし)と評価された。

< FIT 制度との関連 >

本地域エネルギー事業におけるごみ発電施設は、FIT 制度の設備認定を受けており、地域エネルギー事業者は FIT 価格によりごみ発電電力を調達している。従って、FIT 電源由来の電力の環境価値（低炭素性）は、FIT 制度の賦課金を負担する全需要家が公平に享受するものとされていることから、FIT 価格で取り扱われたごみ発電電力による CO2 削減効果を、全て本地域エネルギー事業で費やしたコストによって達成したものと評価することが適当かどうかは十分に検討する必要がある。

そこで、本地域エネルギー事業における CO2 削減量当たりのコストを算出するにあたっては、以下のとおり、ごみ発電電力における FIT 分（バイオマス分）については、地域エネルギー事業者の調整後排出係数を用いて評価を行った。

表VI-5 CO2削減量当たりのコスト

【前提条件】			事業開始後(高度化レベル:予測精度向上後)					
ア. 暫定的な評価の考え方として、廃棄物発電に伴うCO2排出量を、廃棄物発電用途のために廃棄物の焼却処理に追加的な活動(例えば発電を目的とした燃料消費量の増加等)が生じた場合のCO2排出量として評価するものであること。								
イ. 太陽光発電を新たに導入する場合を除き、地域エネルギー事業によって需要側のエネルギー起源CO2が削減されたとしても、地域エネルギー事業によって廃棄物発電電力量が増強されるなどがない限り、事業導入に伴う地域内外全体でのCO2排出量の変化は生じないものであること。								
		事業開始前 現状規模	事業開始後(高度化レベル:予測精度向上後)					
			ケース1 現状規模	ケース2 需要規模拡大	ケース3 需要規模拡大 大学校太陽光導入	ケース4 需要規模拡大 大学校太陽光導入 メガソーラー導入	ケース5 需要規模さらに拡大 大学校太陽光導入 メガソーラー導入	
需要側	廃棄物発電電力量 購入量 (非FIT分)注1)	MWh /年	—	2,440	3,240	3,240	3,240	3,450
	廃棄物発電に係るCO2排出量原単位 (非FIT分)注2)	t-CO2 /MWh	—	注2)	注2)	注2)	注2)	注2)
	廃棄物発電電力量 購入量 (FIT分)注1)	MWh /年	—	3,670	4,850	4,850	4,850	5,170
	廃棄物発電に係るCO2排出量原単位 (FIT分)注3)	t-CO2 /MWh	—	0.624	0.624	0.624	0.624	0.624
	太陽光発電電力量 購入量注1)	MWh /年	—	0	0	3,250	3,250	4,550
	太陽光発電に係るCO2排出量原単位	t-CO2 /kWh	—	0	0	0	0	0
	地域外電力購入量	MWh	9,040	2,930	15,310	12,060	12,060	18,560
	地域外電力に係るCO2排出量原単位注4)	t-CO2 /MWh	0.573	0.502 (12%) 0.573 (10%) 0.496 (0.5%) 注3) (77%)				
	需要側のエネルギー起源CO2排出量	t-CO2	5,180	2,650	4,909	4,509	4,509	5,508
	地域エネルギー事業コスト注5)	千円	—	20,000	0	0	0	0
CO2排出量当たりのコスト	千円/tCO2	—	8	0	0	0	0	

注1) バイオマス分を 60%、非バイオマス分を 40%として設定。

注2) 発電の用に供された燃料使用に伴う CO2 排出量を、廃棄物発電用途のために廃棄物の焼却処理に追加的な活動(例えば発電を目的とした燃料消費量の増加等)が生じた場合の CO2 排出量とし、ここでは実質ゼロ相当とする。

注3) 地域内の購入電力量のうち FIT 分に、以下の CO2 排出係数を乗じて算出
・地域エネルギー事業者の調整後排出係数 0.624t-CO2/MWh (H27.11.30 公表)

注4) 地域外の購入電力量に以下の CO2 排出係数を乗じて算出
・事業開始前: 0.571 t-CO2/MWh ※東北電力(株) 調整後排出係数 (H27.11.30 公表)
・事業開始後: 市場調達分= 0.502 t-CO2/MWh ※JEPX (H27 年度)

JBU等＝ 0.573 t-CO₂/MWh ※東北電力㈱ 調整後排出係数（H27.11.30公表）

他の電力会社 0.496t-CO₂/MWh ※東京電力㈱ 調整後排出係数（H27.11.30公表）

注5）地域エネルギー事業の収支差額（収入＞支出の場合はゼロと表示）

2. 地域の環境的効果等

（1）地域の環境的効果等の評価

地域エネルギー事業を導入することによって得られるCO₂排出量の削減効果は、地域の需要家の電力調達先を地域内の電源に変更し、電力の地産地消の形態を形作ることによって得られたものである。地域電源の低炭素性を活かし、電力の地産地消を進めることが、地域のCO₂排出量の削減につながることから、電力の地産地消がどの程度進められたかを評価することが重要である。

また、電力の地産地消は、CO₂排出量の削減といった環境的効果だけではなく、地域の活性化に資する効果も期待される。従来の一般電気事業者からの調達よりもコストが下がることによって得られる経済的効果や、地域エネルギー事業者が地域内に活動拠点を置く事業者である場合は、当該事業者の事業活動に伴う経済波及効果を見込むことも可能である。さらに、地域電源からの電力調達需要の拡大を見込める場合は、政策的に発電側の増強を図っていくことで、発電事業の成長と需要側メリットの双方を創出し、地域経済の拡大につなげることも可能である。

こうした電力の地産地消の導入による環境的効果等は、その特性を踏まえた評価指標を設定し、適切に評価していくことが重要である。

評価指標の考え方は、主として以下のように整理できる。

<地域エネルギー事業の評価の考え方>

- ①電力の地産地消の導入度…地域の電力需要を、地域の電源でどの程度賄えたかを評価
- ⇒ ②地域の低炭素化 …地域電源の活用による地域のCO₂排出量の削減を評価
- ⇒ ③地域の経済効果 …地域電源の活用による地域内の電力調達コスト削減を評価
…地域エネルギー事業者の事業活動による経済波及効果を評価

上記の考え方に基づき、地域エネルギー事業の評価を指標化して整理したものを表VI-6に示す。

これらの評価指標は、特に地域のエネルギー政策を推進する市町村等における政策評価の指標としても適用可能と考えられる。

表VI-6 地域エネルギー事業／政策の評価指標（例）

評価項目	評価内容	備考
①エネルギー自給率	地域需要の消費電力量に対する地域エネルギーの比率（地産率） ^{注1)} 【式】 地域内供給電力量／消費電力量	
	[補足指標] 発電側の送電電力量に対する地域内消費量の比率（地消率） ^{注1)} 【式】 地域内供給電力量／送電電力量	発電側でのエネルギー自給率向上努力の評価
②低炭素性	地域電源の活用による地域のCO2削減効果 【式】 事業導入後CO2排出量／従来CO2排出量 ≤ 1	
③経済性	電力調達コストの削減効果 【式】 事業導入後コスト／従来コスト ≤ 1	地域電源の売却を伴う場合は、事業実施に伴う売電収入の変化も考慮し、左記と併せた総合的な経済効果を評価する。
	地域エネルギー事業による経済波及効果（他産業への波及、雇用創出等）	地域エネルギー事業のスキームに応じて評価する。

注1) 電力の地産地消の評価については、平成26年度廃棄物発電の高度化支援事業業務報告書（平成27年3月）において、「地産率」、「地消率」という2つの評価指標が示されている。

地産率は、「需要電力量」に対する「供給電力量（＝廃棄物発電電力量）（再生可能エネルギー電力量（以下「再エネ電力量」とする。）」の割合である。供給電力が廃棄物発電だけでなく、他の再生可能エネルギーや化石燃料等で構成されている場合は再生可能エネルギー供給率に相当する。

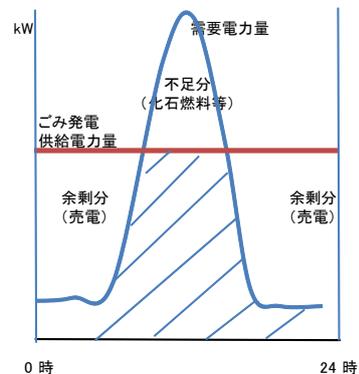
地消率は、「供給電力量（＝廃棄物発電電力量）（再エネ電力）」に対する「実際に利用した電力量（利用しなかった分を差し引いた電力）」の割合である。供給電力が廃棄物発電だけでなく、他の再生可能エネルギーや化石燃料等で構成されている場合は再生可能エネルギー利用率に相当する。

$$\text{地産率} = \frac{\text{供給電力量}}{\text{需要電力量}}$$

$$\left(\text{再生可能エネルギー供給率} = \frac{\text{再エネ電力量}}{\text{需要電力量}} \right)$$

$$\text{地消率} = \frac{\text{供給電力量} - \text{余剰分}}{\text{供給電力量}}$$

$$\left(\text{再生可能エネルギー利用率} = \frac{\text{再エネ電力量} - \text{余剰分}}{\text{再エネ電力量}} \right)$$



地産率、地消率

以上、平成26年度廃棄物発電の高度化支援事業業務報告書（平成27年3月）より

地産率、地消率いずれも、電力の地産地消の度合いを表す指標であるが、例えば、需要電力量が一定のまま供給電力量が増えると地産率は増加する一方で地消率は低下する、あるいは、供給電力量が一定のまま需要電力量が増えると地産率は低下する一方で地消率は増加する場合があるなど、条件によってはトレードオフの関係になる。

これは、地産率、地消率が需給のバランスによって決まってくるのが要因であり、電力の地産地消の全体を評価するには、双方をうまく組み合わせて見ていく必要がある。

そこで本調査では、地産率、地消率の定義に以下の要素を付加することで、何に対する評価かを明確にした上で評価を行うこととした。地域の電力需要に対する地域電源の電力量の割合（地産率）を最終的な評価指標＝エネルギー自給率とし、その補助的指標として発電電力の地域への供給率（地消率）を評価するという趣旨である。

- 地産率 = 需要側において地域の電力を使うことができた割合…需要側から見た評価
- 地消率 = 発電側において地域に電力を供給できた割合 …発電側から見た評価

これにより、さらに地産地消を向上させていくためには、例えば発電側においては需要パターンに合わせた送電に工夫する、あるいは、需要側において発電パターンに合わせた消費パターンを検討するなど、需給双方の施策を検討することが可能になる。

(2) 地域エネルギー事業の評価

前項の考え方に基づいて、本地域エネルギー事業の評価を行った結果を表VI-7に示す。

表VI-7 地域エネルギー事業の評価

評価項目	評価指標		事業開始前 現状規模	事業開始後(高度化レベル:予測精度向上)					
				ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	
				現状規模	需要規模拡大	需要規模拡大 学校太陽光導入	需要規模拡大 学校太陽光導入 メガソーラー導入	需要規模さらに拡大 学校太陽光導入 メガソーラー導入	
エネルギー 自給率	総需要電力量	MWh/年	9,040	9,040	23,400	23,400	23,400	31,720	
	地域内供給電力量	MWh/年	0	6,110	8,090	11,340	11,340	13,170	
	電力地産率	%	0%	68%	35%	48%	48%	42%	
	(補足) 発電側	送電電力量	MWh/年	11,240	11,240	11,240	12,640	17,140	17,140
	廃棄物発電 太陽光発電	地域内供給 電力量	MWh/年	0	6,110	8,090	11,340	11,340	13,170
	電力地消率	%	0%	54%	72%	90%	66%	77%	
低炭素性	CO2排出量 (評価手法2;再掲)	t-CO2	5,160	360	1,880	1,481	1,481	2,279	
経済性	需要側電力調達コスト								
	コスト削減率	%	—	3%	3%	3%	3%	3%	
	地域エネルギー事業費用 注1)	百万円 /年	—	151	425	427	440	586	
	経済波及効果(参考)注2)	百万円 /年	—	259	728	732	754	1004	

注1) 事業支出総額。

注2) 総務省 平成23年度産業連関表(確報)データに基づく簡易計算ツールにより算出した一般的な経済波及効果を参考として示す。

エネルギー自給率については、エネルギー地産率が 68%、エネルギー地消率が 49%との試算が得られた。廃棄物発電電力量の 5 割を地域内に供給することにより、需要家の総需要電力量の 7 割を賄うことができているといえる。

経済性については、電力会社の料金からの割引率により、需要側への電力調達コストが削減される。

経済波及効果については、総務省の平成 23 年度産業連関表（確報）データに基づく簡易計算ツールにより、「電気・ガス・熱供給業」の新規需要に応じた一般的な経済波及効果を参考として示した。地域エネルギー事業者が電気供給事業を行うにあたって年間 3～6 億円の需要が生じることにより、石油・石炭製品業、建設業、運輸・郵便業、情報通信業、対事業所サービス業等に間接的に需要が生じ、5～9 億円超の経済波及効果が生じるとの試算である。但し、本事業モデルの特色を加味した条件設定等はなされていないため、あくまで一般値として参考にするものである。

〔参考〕地域エネルギー事業者の評価

市町村等が、地域エネルギー事業の展開を図るとした際、自ら関与する地域エネルギー会社を中心となって実施する場合と、民間事業者への委託により実施する場合が考えられる。

民間事業者への委託による場合は、当該事業者の事業を適切に評価し、委託先を選定・継続していく必要がある。

上記で検討した地域エネルギー事業／政策の評価指標と連携した、地域エネルギー事業者の評価指標の例を表VI-8 に示す。

表VI-8 地域エネルギー事業者の評価指標（例）

評価項目	評価内容	備考
①地域エネルギー構成率	供給電力に対する地域エネルギーの比率(地産電源率) 【式】 地産電力量／供給電力量	
②低炭索性	供給電力に対する低炭素電力の割合 【式】 再エネ電源／全構成電源	
③経済性	電力供給単価 【式】 事業者単価／従来単価 ≤ 1	地域電源の買取を伴う場合は、当該買取単価を左記電力供給単価から差し引き、総合的な経済効果を評価する。
	地域エネルギー事業者の事業活動による地域内への経済波及効果 (事業収益の地域還元、雇用創出 等)	地域エネルギー事業のスキームに応じて評価する。
④地域貢献性	事業者の提案による地域貢献度、政策理解度等	

VII. 事業実施のための課題の抽出と解決策の検討

1. 事業性向上のための課題等

本調査を通して得られた地域エネルギー事業の事業性向上に関わる事項として、以下のとおり整理した。

①インバランスリスクの低減に向けて

- ▶ 発電側の所内需要予測の高度化をさらに推し進めるとともに、発電端電力の予測精度向上にも積極的に取り組む必要がある。
- ▶ 発電側の予測精度向上を含めたごみ発電電力の高度管理に向けた管理システムの検討が重要である。(詳細下記「ごみ発電電力の高度管理に向けて」)

②適正事業規模の確保に向けて

- ▶ 単体の地域エネルギー事業で成立させようとした場合、経常利益とインバランスコストとの関係から定められる事業採算分岐点を上回る程度の需要規模を確保する必要がある。
- ▶ 地域エネルギー事業の拡大及び継続的な運営確保のためにも、一定規模の需要家確保を検討していくことが重要である。

③需要家の地産地消行動の意識醸成について

- ▶ ごみ発電は地域の住民生活に密着したエネルギーであるという特性を活かし、エネルギーの地産地消に対する意識向上を図り、住民自らの地域エネルギー事業への積極的な参加を促すことが、地域エネルギー事業の定着のために重要である。

④事業収支の維持向上に向けて

- ▶ 需要規模を徐々に拡大し、市場への依存度を抑制しつつ、一定の経常利益を確保できる需要規模、需給バランスを見極めていくことが重要である。
- ▶ 特に、今後の施設更新が予定されるあぶくまクリーンセンターにおいて発電が導入された場合には、当該発電電力を含めた事業構築を検討する必要がある。

<ごみ発電電力の高度管理に向けて>

- ・ 発電側インバランスの低減により、より安定した電力供給を行える施設となることが、ごみ焼却施設の“地域のエネルギー拠点化”につながる。
- ・ より安定した電力供給を行うためには、ごみ焼却施設と地域エネルギー会社とが連携し、ごみ発電電力の特性を踏まえた管理システムの高度化が考えられる。
- ・ 高度化にあたっては、ICTネットワークの構築を行い、その中で施設稼働情報（設備情報や管理情報）が流通することにより、ごみ発電施設と地域エネルギー会社とのコミュニケーションを促進することが効率的である。特に、複数施設間での連携や、自治体間連携による廃棄物発電ネットワークにおける地域エネルギー事業にとっては有用なシステムとなる。

- ・高度化に必要なシステムは汎用性の高いシステムとするとともに、ICT ネットワークを面的に協調する形で構築する事が、ごみ発電電力の高度管理の普及に効果的である。また、ごみ発電電力の発電電力量の変動を吸収する為にも、複数施設で連携する廃棄物発電ネットワーク（balancing group）の形成が効果的である。
- ・そのようなごみ発電電力の高度管理のネットワークを構築するためには、地域エネルギー事業に行政が関与し、廃棄物エネルギーの利活用、地域低炭素化、地域活性化等の課題解決に寄与する視点をもって政策的にアプローチすることが重要である。

2. 地域エネルギー事業の展開に向けた課題等

本調査における事業モデルは、ごみ焼却施設を運営する SPC（特別目的会社）と関連のある事業者が地域エネルギー会社としてネットワークを構築する形態であり、一つの再生可能エネルギー電力を供給する場合に、需給一体となった適切な管理運営が可能である。しかし、自治体として、再生可能エネルギー施設（他のごみ焼却施設を含む）を複数にしてネットワーク規模を拡大する場合には、必ずしも同一の地域エネルギー会社で対応可能であるとは限らず、ネットワークによる地産地消の方法として、介在する地域エネルギー会社の位置づけや自治体としての何らかの関与等見直す必要がある。

福島市では、平成 27 年度からスタートした SPC と関連する地域エネルギー会社による廃棄物発電の地産地消事業が軌道に乗り、今後の他施設の更新等も見据えた地域エネルギー事業のあり方、行政関与のあり方について検討することが、次のステップとしての課題と考えられる。

特に地域エネルギー会社の運営は、事業規模の獲得に加え、長期に渡り地元との接点を持つ地域主体で実施することが、雇用面や資金循環、資源循環の観点だけでなく、事業継続面でも望ましいと考えられることから、行政関与のあり方や、地域エネルギー事業に関わる「ノウハウ面」、「システム面」、「投資面」の獲得方法（支援団体の活用等）も視野に入れつつ、地域に根差した地域エネルギー会社のあり方を検討していくことが重要である。