

第 8 章 付加価値事業の実現可能性について

従来の火力発電所（石炭・石油）は、 NO_x （窒素酸化物）や SO_x （硫黄酸化物）や粉じんの 3 つが主要な大気汚染物質として放出される。一方、天然ガス発電所は温室効果ガスである CO_2 や、酸性雨・大気汚染を増加させる NO_x の排出量も石炭や石油に比べてごく少量であり、小型の発電機であればビルの地下にも設置できるほど環境影響が低い設備である。

天然ガス発電所を都内に立地させ、エネルギーの地産地消を進めるためには、その優れた環境特性の PR のみならず、従来の発電所に対するイメージの払拭が必要となる。ガスタービンコンバインドサイクルからは排熱が生じるため、エネルギーのさらなる有効活用の観点から、本章では付加価値事業の一例として植物工場の実現可能性を検討する。

8 - 1 付加価値事業の概要

今般は排熱を利用した付加価値事業の一例として、タワー型植物工場について検討を行う。

タワー型植物工場とは、煙突部分の排熱を利用するため、煙突区画を中心に地表から 60 m までを囲むように建物を建設するものである。タワー型植物工場は発電所敷地内に新たな別のスペースを必要としない。また、景観に配慮したデザインであり、排熱利用の先進的な取り組みである。

図 8 - 1 はコロンビア大学 Despommier 教授の提唱している垂直農場（Vertical Farm：VF）である。タワー型の構築物の床面・内壁を野菜工場として利用し、都市生活者の市民農園として利用するプランである。VF は灌液システムを垂直配置した野菜工場だけの構築物であるが、こうした構築物を火力発電所の煙突外周に設置すれば、発電所が「電気と一緒に野菜を作る」場所となり、景観向上に役立つばかりでなく、新たなランドマークとしても売り込むことが可能になる。

地産地消エネルギーとして都民にとって親しみやすい発電所のコンセプトの下で、以下のような煙突外周植物工場のレイアウトイメージを作成した（図 8 - 3・4）。

建物は 10 階建てであるが、地表から 12m までは煙道及び煙道と煙突の接続部があることから、3 階から 10 階を植物工場として利用する。構造は鉄骨造、建築面積は約 900 m^2 、有効栽培面積は 4,760 m^2 となる（エレベーター、煙突部分等の非栽培エリアは各フロア 200 m^2 、有効栽培面積率 85% として有効栽培面積を算出）。

外壁の一部は採光のためにアクリル板で覆い、太陽光併用型の植物工場とする。灌水・灌液、除湿、加温、細霧冷房、天窓開閉等を自動調節できるようにし、階層毎に温度・湿度管理を行う。昼間の排熱を温水ボイラー等に蓄熱し、夜間の室内加温は温水を熱源としたヒートポンプによって行う。

8 - 2 他地区の植物工場の事例

他地区の直近の植物工場の事例を見ると、「病院内に植物工場を導入し患者へのサービスの向上に活用している事例」や「当初より百貨店等とサプライチェーンを構築している事例」等があり、ビジネスプラン上の工夫を行なっていることがわかる。一方、生産コストの高騰、収穫量の不足、販売価格の下落等の課題から事業の採算性が悪化し撤退するケースも見られる。

表 8 - 1 他地区の植物工場の事例⁷⁴

事例の区分	企業名	事業内容
参入事例	リバネス 下北沢病院	医療法人社団清泉会下北沢病院は、株式会社リバネスと協力し、病院内に植物工場を導入。平成 24 年 4 月より運用を開始。病院への導入事例は初となる。患者へのサービスとして、好きな野菜を栽培できるスペースを無料で貸し出し、患者は個別に栽培を楽しむことができる。緑による癒しやコミュニケーションの創出の場として活用する。日本給食サービス株式会社との連携により病院食に植物工場で栽培した野菜を取り入れていく予定である。
	高島屋柏店 千葉大学	高島屋柏店は平成 24 年 4 月下旬より、千葉大学が独自に栽培した生花や植物工場で作るトマトやレタスの販売を開始する。高島屋柏店によると東日本大震災を契機に「東京まで出ていた人が地元で買い物するケースが増えている」とのことで、地場産品の強化で地元回帰の流れを定着させる考えである。
失敗事例	シーシーエス	ジャスダック上場のシーシーエスは、平成 24 年 3 月に植物育成プラント事業を廃止し、子会社「フェアリープラントテクノロジー(FPT)」を解散。FPT は収穫量が予定を下回るなど赤字が続いていて、債務超過に陥った。福井、京都、千葉の 3 工場の売却に伴う損失額は 6 億 1 千万円にのぼる。
	コスモファーム・フロンティア江刺	岩手県や奥州市から補助金約 5 0 0 0 万円を受けて 2 0 0 5 年に設立されたものの、操業開始からわずか約 1.5 ヶ年経過後の 2 0 0 7 年春に操業を停止した。赤色発光ダイオード(LED)照射による野菜栽培(葉物が中心)を行なってきたが、電気料金等のエネルギーコストが高止まりする一方、葉物を中心した商品の卸価格が低く推移した結果、キャッシュフローが悪化し、最終的には電気料金の不払いから送電が停止され植物工場は閉鎖されることとなった。

⁷⁴ 各社プレスリリースを基に作成



図 8 - 1 タワー型植物工場建物外観⁷⁵

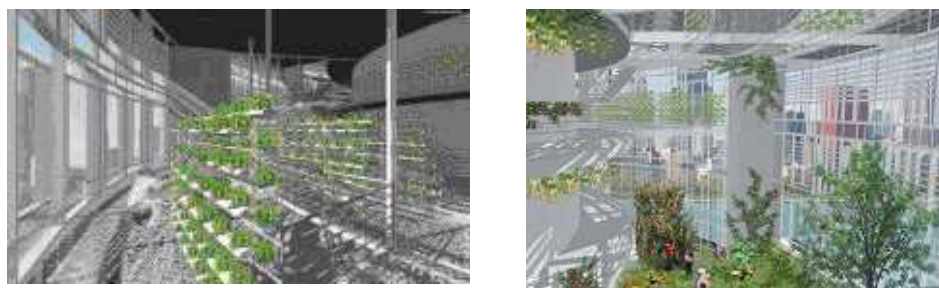


図 8 - 2 タワー型植物工場建物内イメージ

⁷⁵ The Vertical Farm 社 (<http://www.verticalfarm.com/>)

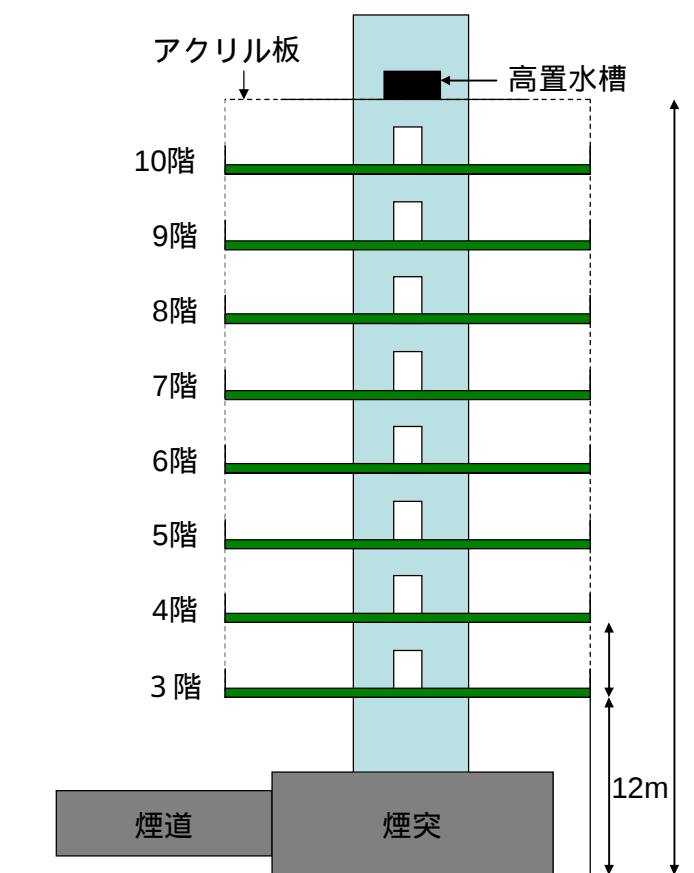


図 8 - 3 タワー型植物工場建物立面図

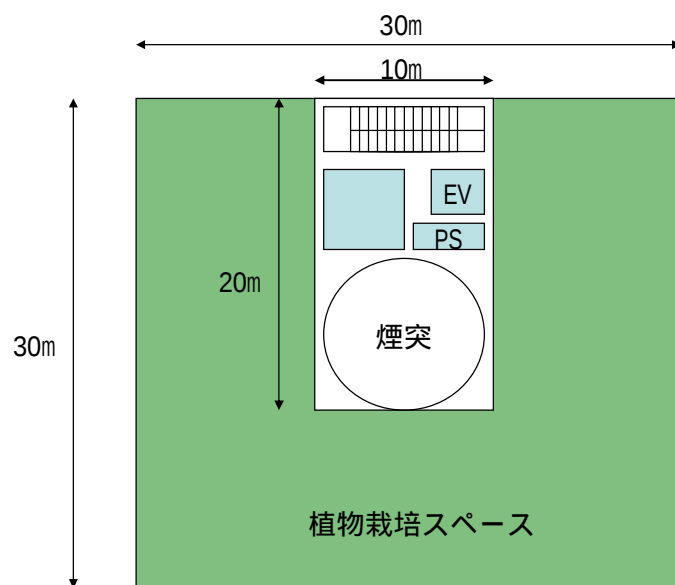


図 8 - 4 タワー型植物工場建物平面図

8 - 3 タワー型植物工場の建設費用

建設費は、材料費、施工費、杭・基礎費用、アクリル費用、設備費用の合計額となる。
煙突の建設費用は含んでおらず、発電所本体の建設費用に計上している。

タワー型植物工場の建設費は総額約 18 億円となる。

表 8-2 タワー型植物工場建設費用内訳

費用項目	金額（千円）	積算根拠
材料費	180,000	床：39kg/m ² ×900 m ² ×10 階 = 350 柱：106kg/m×60m×16 本 = 100t 補強：50t 合計：500t 建築単価 360 千円/t×500t = 180,000 千円
施工費用	1,080,000	120 千円/m ² ×9,000 m ²
杭・基礎費用	180,000	180 千円/m ² ×1,000 m ²
アクリル費用	180,000	25 千円/m ² ×7,200 m ²
設備費用	180,000	栽培設備・配管・空調・照明・電気設備、エレベーター等
合計	1,800,000	—

8 - 4 タワー型植物工場の採算性評価

タワー型植物工場については、発電所設置事業者自身が運営するケースだけでなく、他の事業者へ賃貸するケースも考えられる。この場合、年度単位の賃貸借契約が想定されるため、1年単位での事業性について評価した。また作物については、植物工場で栽培実績のある作物で、レタス（卸価格⁷⁶140 円/kg、160 円/kg）、イチゴ（卸価格 1300 円/kg、1,500 円/kg）の4ケースについて試算した。

表 8-3 レタスを栽培した場合の事業性（卸価格 140 円/kg）

費目	金額（千円）	積算根拠
売上高	194,802	卸値 140 円/kg×収穫量 406kg/m ² ×4760 m ² ×収穫率 80% ⁷⁷ ×販売歩留まり 90% ⁷⁸ （促成栽培により年間 26 回収穫）
費用	233,270	
人件費	58,000	正社員 6,000 千円（3 名）、アルバイト 4,000 千円（10 名）
電気代	58,361	照明、ポンプ、エレベーター、空調に係る電気料金の合計
照明電気料金	40,715	3,701,376kWh×11 円/kWh ⁷⁹ （1 日 24 時間照射。葉物については 1 日 24 時間照射することで成長を促進させることができる。）
ポンプ電気料金	12,165	16kWh×8 台×8,640h×11 円/kWh
エレベーター電気料金	1,440	130,909kWh×11 円/kWh
空調電気料金	4,041	7,346kWh×11 円/kWh×50 台 昼夜空調を稼働
熱費用	0	煙突の排熱を活用
水道・養液費	17,304	電気料金×0.85
種苗費	7,722	1,622 円/m ² ×4,760 m ²
減価償却費（定額法）	90,000	定額法（20 年）
設備管理費	1,884	設備メンテナンス 900,000 円/年、エレベータメンテナンス 984,000 円/年
営業利益	▲38,468	売上高-費用

⁷⁶ 卸価格については東京卸売市場の価格変動を参考に日本総研にて設定した。

⁷⁷ みらいと日本 GE のプレスリリースによると収穫率を 90%としているが、タワー型の植物工場については前例がないことから日本総研にて 80%を設定した。

⁷⁸ 植物工場を経営する事業者ヒアリングによる。

⁷⁹ 山形県「緑の分権改革」推進事業委託業務調査報告書にて、高圧一括受電をする場合の電力価格について、夏季料金11.65円/kWh、その他季10.70円/kWhで試算されている。本検討では中間値をとり、電力価格を11円/kWhとして試算した。

レタスを栽培して卸価格 140 円/kg で販売する場合、利益を出すための購入する電気料金を算出すると約 3 . 7 円/kWh 以下となる。

売上高・費用

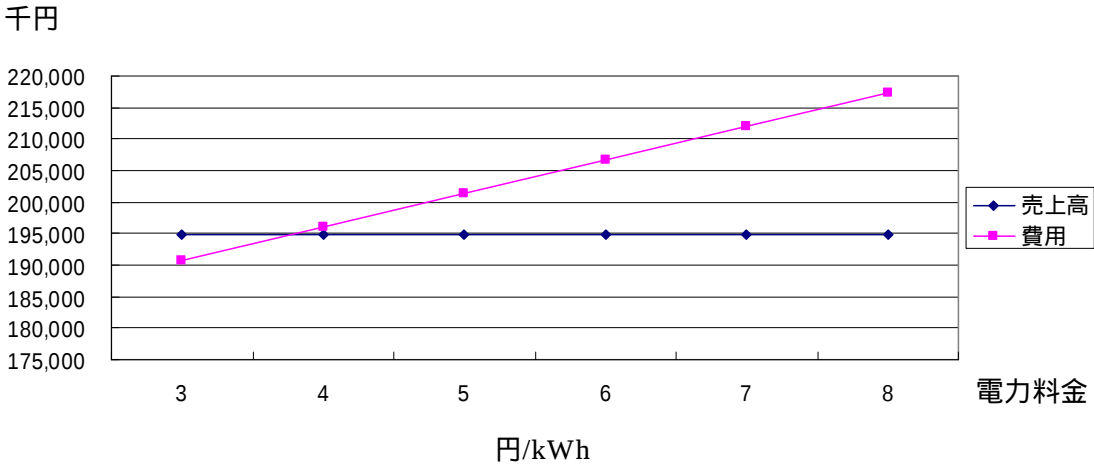


図 8 - 5 レタス（卸価格 140 円/kg）を黒字化するための電気料金

表 8-4 レタスを栽培した場合の事業性（卸価格 160 円/kg）⁸⁰

費目	金額（千円）	積算根拠
売上高	222,631	卸値 160 円/kg×収穫量 406kg/m ² ×4760 m ² ×収穫率 80%×販売歩留まり 90%（促成栽培により年間 26 回収穫）
費用	233,270	
人件費	58,000	正社員 6,000 千円（3 名）、アルバイト 4,000 千円（10 名）
電気代	58,361	照明、ポンプ、エレベーター、空調に係る電気料金の合計
照明電気料金	40,715	3,701,376kWh×11 円/kWh ⁸¹ （1 日 24 時間照射。葉物については 1 日 24 時間照射することで成長を促進させることができる。）
ポンプ電気料金	12,165	16kWh×8 台×8,640h×11 円/kWh
エレベーター電気料金	1,440	130,909kWh×11 円/kWh
空調電気料金	4,041	7,346kWh×11 円/kWh×50 台 昼夜空調を稼働
熱費用	0	煙突の排熱を活用
水道・養液費	17,304	電気料金×0.85
種苗費	7,722	1,622 円/m ² ×4,760 m ²
減価償却費（定額法）	90,000	定額法（20 年）
設備管理費	1,884	設備メンテナンス 900,000 円/年、エレベータメンテナンス 984,000 円/年
営業利益	▲ 10,640	売上高-費用

⁸⁰ 事業者ヒアリングに基づき作成

⁸¹ 山形県「緑の分権改革」推進事業委託業務調査報告書にて、高圧一括受電をする場合の電力価格について、夏季料金 11.65 円/kWh、その他季 10.70 円/kWh で試算されている。本検討では中間値をとり、電力価格を 11 円/kWh として試算した。

レタスを栽培して卸価格 160 円/kg で販売する場合、利益を出すための購入する電気料金を算出すると約 9 . 0 円/kWh 以下となる。

売上高・費用
千円

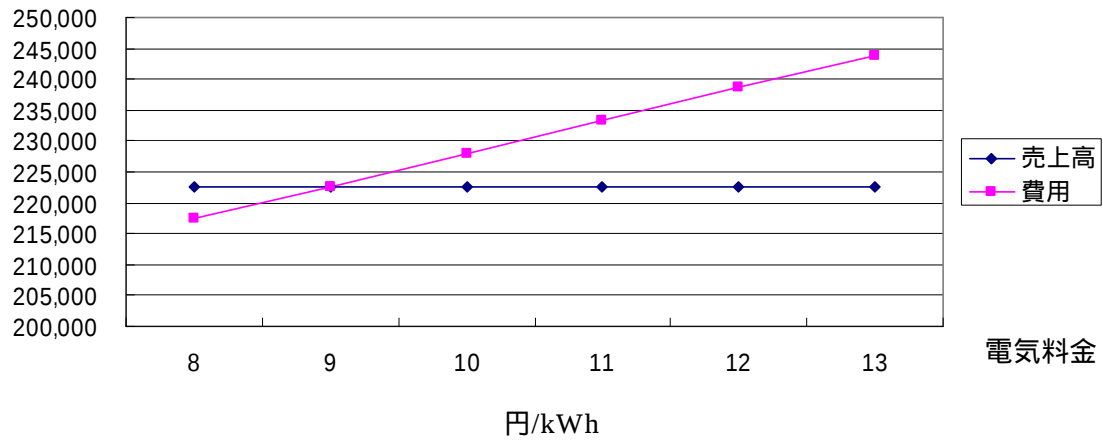


図 8 - 6 レタス (卸価格 160 円/kg) を黒字化するための電気料金

表 8-5 イチゴを栽培した場合の事業性（卸価格 1,300 円/kg）⁸²

費目	金額（千円）	積算根拠
売上高	200,491	1,300 円/kg×45kg/m ² ×4760 m ² ×収穫率 80%×販売歩留まり 90% （栽培ラックを 1 フロア 3 層重ねて栽培）
費用	222,159	
人件費	58,000	正社員 6,000 千円（3 名）、アルバイト 4,000 千円（10 名）
電気代	22,735	照明、ポンプ、エレベーター、空調に係る電気料金の合計
照明電気料金	5,089	462,672kWh×11 円/kWh（1 日 3 時間照射。イチゴについては生育上光を受けない時間が必要であるため夜間の照射は行わない。短い日照時間を補うため年間平均 1 日 3 時間程度照射する。）
ポンプ電気料金	12,165	16kWh×8 台×8,640h×11 円/kWh
エレベーター電気料金	1,440	130,909kWh×11 円/kWh
空調電気料金	4,041	7,346kWh×11 円/kWh×50 台 昼夜空調を稼働
熱費用	0	煙突の排熱を活用
水道・養液費	15,268	電気料金×0.75
種苗費	34,272	7,200 円/m ² ×4,760 m ²
減価償却費（定額法）	90,000	定額法（20 年）
設備管理費	1,884	設備メンテナンス 900,000 円/年、エレベーターメンテナンス 984,000 円/年
営業利益	▲ 21,668	売上高-費用

⁸² 事業者ヒアリングを基に作成

イチゴを栽培して卸価格 1,300 円/kg で販売する場合は、利益を出すための購入する電気料金は、0.5 円/kWh 以下になる。

売上高・費用

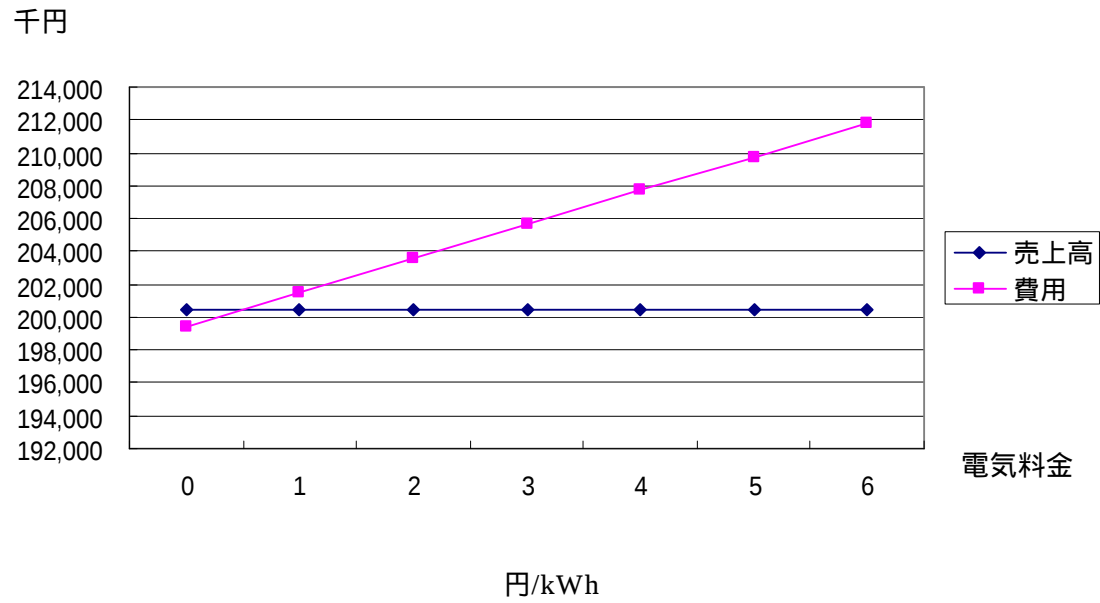


図 8 - 7 イチゴ (卸価格 1,300 円/kg) を黒字化するための電気料金

表 8-6 イチゴを栽培した場合の事業性（卸価格 1,500 円/kg）⁸³

費目	金額（千円）	積算根拠
売上高	231,336	1500 円/kg×45kg/m ² ×4760 m ² ×収穫率 80%× 販売歩留まり 90% （栽培ラックを 1 フロア 3 層重ねて栽培）
費用	222,159	
人件費	58,000	正社員 6,000 千円（3 名）、アルバイト 4,000 千円（10 名）
電気代	22,735	照明、ポンプ、エレベーター、空調に係る電 気料金の合計
照明電気料金	5,089	462,672kWh×11 円/kWh（1 日 3 時間照射。 イチゴについては生育上光を受けない時間が 必要であるため夜間の照射は行わない。短い 日照時間を補うため年間平均 1 日 3 時間程度 照射する。）
ポンプ電気料金	12,165	16kWh×8 台×8,640h×11 円/kWh
エレベーター電気 料金	1,440	130,909kWh×11 円/kWh
空調電気料金	4,041	7,346kWh×11 円/kWh×50 台 昼夜空調を稼働
熱費用	0	煙突の排熱を活用
水道・養液費	15,268	電気料金×0.75
種苗費	34,272	7,200 円/m ² ×4,760 m ²
減価償却費（定額法）	90,000	定額法（20 年）
設備管理費	1,884	設備メンテナンス 900,000 円/年、エレベータ メンテナンス 984,000 円/年
営業利益	9,177	売上高-費用

⁸³ 事業者ヒアリングを基に作成

イチゴを栽培して卸価格 1,500 円/kg で販売する場合は、利益を出すための購入する電気料金を算出すると約 15.4 円/kWh 以下となる。

売上高・費用

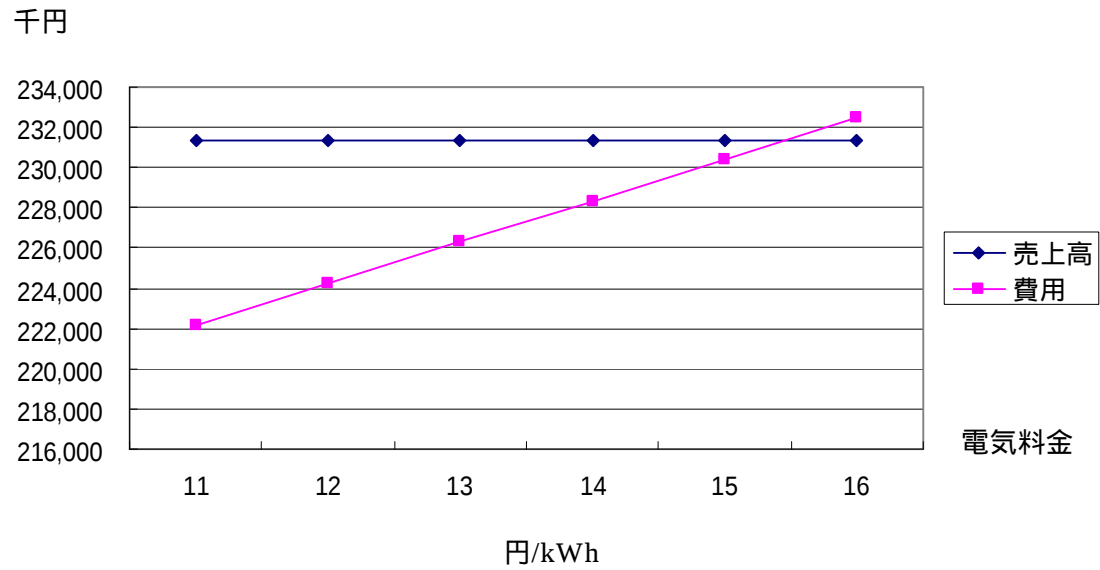


図 8 - 8 イチゴ (卸価格 1,500 円/kg) を黒字化するための電気料金

電力単価を 11 円/kWh に固定した試算の結果、レタスについては卸価格 140 円/kg、160 円/kg の両ケースともに営業利益は赤字となった。一方、イチゴについては卸価格 1,300 円/kg については営業利益が赤字となったが、卸価格 1,500 円/kg については営業利益が黒字となった。

なお、レタスを生産した場合に営業利益を黒字化するための電力価格は、140 円/kg の場合は 3.7 円/kWh、160 円/kg の場合は 9.0 円/kWh となる。イチゴについては 1,300 円/kg の場合は 0.5 円/kWh、1,500 円/kg の場合は 15.4 円/kWh まで営業利益の黒字を維持できる。

表 8 - 7 植物工場試算結果のまとめ⁸⁴

作物	卸価格	電力価格 11 円/kWh とした場合の営業利益	営業利益を黒字化するための電力単価
レタス	140 円/kg	▲ 38,468	3.7 円/kWh
	160 円/kg	▲ 10,640	9.0 円/kWh
イチゴ	1,300 円/kg	▲ 21,668	0.5 円/kWh
	1,500 円/kg	9,177	15.4 円/kWh

⁸⁴ 事業者ヒアリングを基に作成