

調査検討業務委託（再生可能エネルギーを活用した農業活性化）

富山市「環境未来都市」構想

「再生可能エネルギーを活用した農業活性化」プロジェクト

調査報告書

平成 25 年 3 月

株式会社富士通総研



## — 目 次 —

I	はじめに .....	1
1.	本調査の主旨 .....	1
2.	富山市「環境未来都市」構想 .....	1
3.	「再生可能エネルギーを活用した農業活性化」プロジェクト .....	3
(1)	プロジェクトの位置付け .....	3
(2)	プロジェクトチーム参加団体 .....	3
(3)	プロジェクトチーム開催実績 .....	4
II	営農サポートセンターにおける再生可能エネルギー利用 .....	5
1.	コンセプト .....	5
2.	プロジェクトチームで検討している再生可能エネルギー等の内容（総括） .....	6
(1)	ハード施策 .....	6
(2)	ソフト施策 .....	7
3.	想定している再生可能エネルギーの内容（詳細） .....	7
(1)	小水力発電システム .....	7
(2)	太陽光発電システム .....	8
(3)	木質ストーブ .....	10
(4)	ヒートポンプ .....	11
(5)	エネルギー需給と現場農業の見える化 .....	15
III	集落営農における再生可能エネルギー利用 .....	19
1.	コンセプト .....	19
2.	集落営農の現況モデル .....	19
3.	集落営農の将来モデル（3年後） .....	21
4.	集落営農の将来モデル（5~10年後） .....	23
5.	費用計画 .....	25
(1)	現況モデル .....	25
(2)	将来モデル .....	26
IV	ヒアリング調査結果 .....	33
1.	ヒアリング調査概要 .....	33
2.	営農サポートセンターにおける再生可能エネルギー利用に関する調査結果 .....	33
(1)	企業の視点 .....	34
(2)	農業者の視点 .....	35
3.	集落営農における再生可能エネルギー利用に関する調査結果 .....	35
(1)	企業の視点 .....	35
(2)	農業者の視点 .....	36

V	総括 .....	37
1.	本調査検討の成果 .....	37
2.	次年度以降の課題 .....	38

# I はじめに

## 1. 本調査の主旨

本調査は、富山市「環境未来都市」構想に位置づけられる「再生可能エネルギーを活用した農業活性化」プロジェクトの事業化を目指し、当該プロジェクトチームにおいて提言されたモデル事業の実施を念頭に、その具体的内容について調査・検討するものである。

したがって、本調査の根底には、プロジェクトチームにおいて提言されたモデル事業の骨格（下記の3つの視点）があり、その骨格に基づき、調査時点の情勢を踏まえ、とりまとめたものが本調査報告の内容である。

### プロジェクトチームにおいて提言されたモデル事業の骨格（3つの視点）

#### 1. 「営農サポートセンター」における再生可能エネルギー利用

小水力発電等の再生可能エネルギーの導入、ICTの活用による「見える化」を行い、先端農業のショールーム化を図ること、産学官民連携の場とすること

#### 2. 集落営農組織における再生可能エネルギー利用

市内で一般的な規模の集落営農組織において、水稻作経営主体のまま小水力発電等の再生可能エネルギー利用を図ること

#### 3. 集落営農組織における再生可能エネルギー利用と経営構造の転換

集落営農組織において前項2.の取組に加え、経営構造の転換を図ること

各モデルの検討に際しては、各種統計並びに既存資料より、可能な限り実勢に近い、或いは出典の明らかな客観的な数値を用いているが、今後モデルの事業化を検討するに際しては、再度、現地計測等を含めたフィジビリティ・スタディが必要と考える。なお、上述の通り、本調査報告の内容は諸条件を設定したモデルであり、決定事項ではない点に留意が必要である。

## 2. 富山市「環境未来都市」構想

本調査の前提には、平成22年6月に閣議決定された「新成長戦略」において、21の国家プロジェクトの1つに位置付けられた「環境未来都市」構想があり、平成23年12月に富山市が全国11の「環境未来都市」の1つに選定されたことが挙げられる。

富山市「環境未来都市」構想は、「コンパクトシティ戦略による富山型都市経営の構築」を目指し、『都市のかたち』『市民生活』『産業活動』を切り口として15の事業が位置付けられ、“環境”“高齢化対応”“産業振興”の3つの部会と19のプロジェクトチームが推進体制として構築されている（図 I-1、図 I-2）。

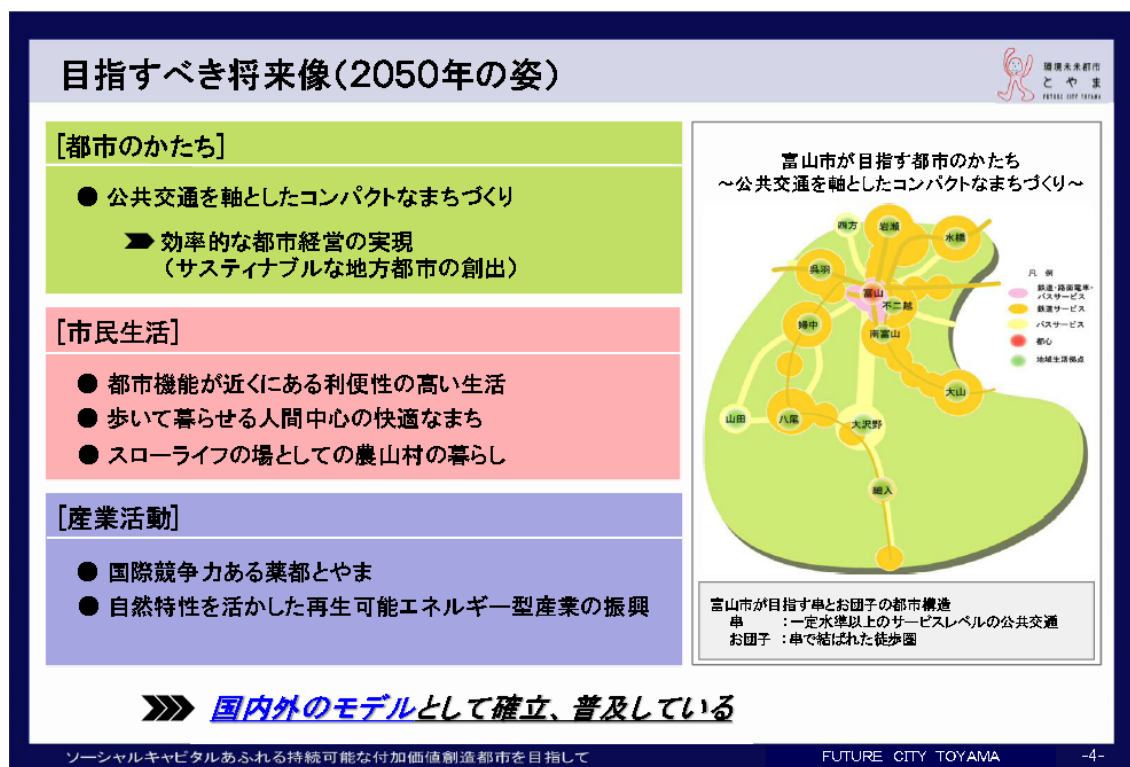


図 I-1 富山市「環境未来都市」構想の概要（出典：富山市資料）

## 環境未来都市の推進体制について

地域の関係者(産民学・自治体)によるコンソーシアムを組織し、効果的なプロジェクトマネジメントを運用することで、実効ある取組を継続的に実施する体制を構築する。

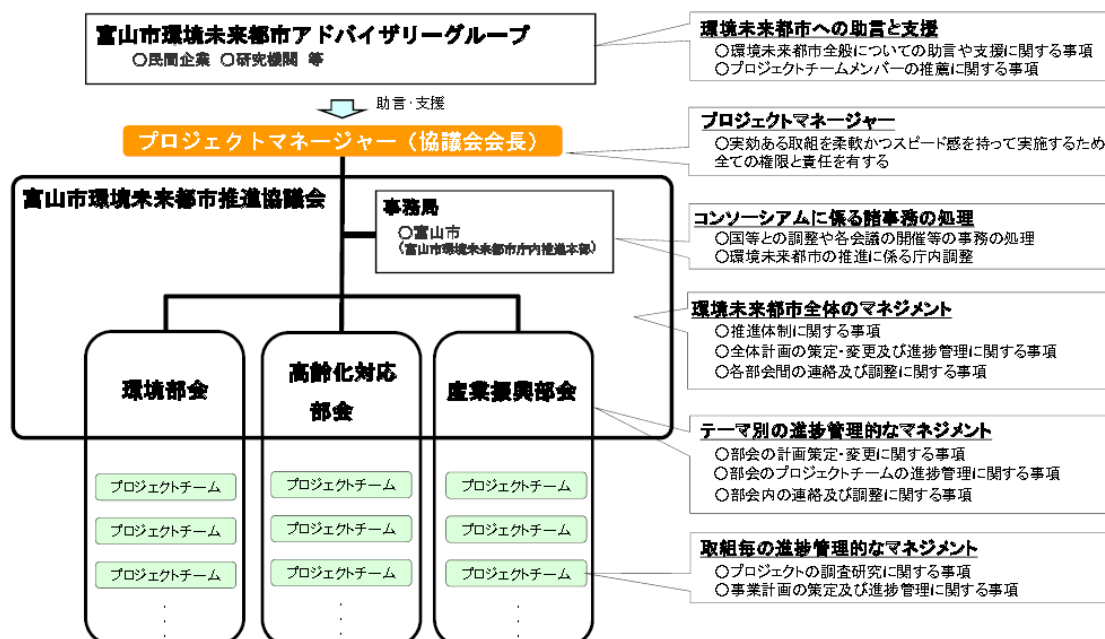


図 I-2 環境未来都市の推進体制（出典：富山市資料）

### 3. 「再生可能エネルギーを活用した農業活性化」プロジェクト

#### (1) プロジェクトの位置付け

富山市「環境未来都市」構想に位置付けられた 15 の事業の 1 つが、「再生可能エネルギーを活用した農業活性化」プロジェクトである（図 I-3）。

本プロジェクトの目的は、農業用水を活用した小水力発電施設を整備し、その発電電力を農業に幅広く活用することで農山村を活性化し、自立型の自給モデルを確立することである。



図 I-3 富山市「環境未来都市」構想に位置付けられた 15 事業（出典：富山市資料）

#### (2) プロジェクトチーム参加団体

プロジェクトチームは、表 I-1 の通り、農業分野及び小水力発電等地域エネルギー分野の 8 つの有識者団体及び関連団体の代表で組織されている。

表 I-1 プロジェクトチーム参加団体

団 体 名	
国立大学法人富山大学	富山県土地改良事業団体連合会
富山国際大学	富山市土地改良協議会事務局（常西用水土地改良区）
独立行政法人国立高等専門学校機構富山高等専門学校	富山県
富山市農業協同組合	富山市

（順不同）

### (3) プロジェクトチーム開催実績

プロジェクトチームは表 I-2 の通り、平成 24 年 5 月 8 日以降、平成 24 年度に全 9 回の会合を持ち、検討を進めてきた。

本調査は、第 7 回（平成 25 年 1 月 28 日）の会合において、プロジェクトチームの承認を得て実施し、とりまとめたものである。

表 I-2 プロジェクトチーム開催実績

開催数	開催概要（日時・会場・内容）
第 1 回	平成 24 年 5 月 8 日（火）10 時 00 分～ 富山市役所 805 会議室 環境未来都市構想について、再生可能エネルギーを活用した農業活性化策について
第 2 回	平成 24 年 6 月 5 日（火）13 時 15 分～ 現地視察（常西公園小水力発電所、東町・東新町公民館小水力発電所、仁右エ門用水発電所）
第 3 回	平成 24 年 7 月 10 日（火）13 時 30 分～ 富山市役所 801 会議室 再生可能エネルギーを活用した農業活性化策について、意見交換等
第 4 回	平成 24 年 8 月 24 日（金）13 時 30 分～ 富山市役所 804 会議室 事例紹介、意見交換等
第 5 回	平成 24 年 10 月 24 日（水）13 時 30 分～ 富山市役所第 4 委員会室 第 2 回環境未来都市推進協議会について、実証モデル事業について、意見交換等
第 6 回	平成 24 年 11 月 29 日（木）9 時 30 分～ 営農サポートセンター2 階会議室 実証モデル事業について、意見交換等
第 7 回	平成 25 年 1 月 28 日（月）15 時 30 分～ 営農サポートセンター研修棟 2 階会議室 調査検討業務委託について、実証モデル事業について、意見交換等
第 8 回	平成 25 年 2 月 22 日（月）13 時 00 分～ 営農サポートセンター研修棟 2 階会議室 実証モデル事業案について、意見交換等
第 9 回	平成 25 年 3 月 26 日（火）10 時 00 分～ 富山県民会館 508 会議室 調査検討業務委託最終報告、意見交換等



## II 営農サポートセンターにおける再生可能エネルギー利用

### 1. コンセプト

#### エネルギー循環型次世代農業システム（スマート農業）のショールーム

営農サポートセンターの現有施設及び施設内を流れる二俣川を活用し、小水力等の再生可能エネルギーを導入し、創出した電力を施設での農業生産過程で活用するとともに、IT技術を導入し、施設内のエネルギー需給や農業現場の「見える化」を図る。これにより「エネルギー循環型次世代農業システム」、いわゆる“スマートな農業”の未来像を市の内外に発信していく。

また、ハードの設置だけでなく、併せてソフトの仕組づくりも行う。地域の教育機関と連携し、先端農業技術や環境教育等の人材育成の場としても機能させる。環境分野、エネルギー分野、農業分野等の様々な知見を持った人材が集合することで、農業・農村活性化における新たなアイデアやイノベーションの創出が期待できる。

こうした取組を通じ、農業従事者や就農予定者等に対し、再生可能エネルギーやIT技術等を身近で便利なシステムとして体感させるとともに、自らの地域に導入する契機を創出する役割を担うものとする。

このようなエネルギー循環型次世代農業システム（スマート農業）のショールームのイメージを図 II-1 に示す。



図 II-1 エネルギー循環型次世代農業システム（スマート農業）ショールームのイメージ

## 2. プロジェクトチームで検討している再生可能エネルギー等の内容（総括）

表 II-1 スマート農業導入・運用費、創出エネルギー量の総括

項目	初期費用（千円）☆	運用費用（千円／年）	創出エネルギー量
小水力発電システム	17,500	1,050	13,262kWh
太陽光発電システム	3,540		7,358kWh
小計	21,040	1,050	20,620kWh
木質ストーブ グラインドミル含む	5,479	1,238	1,643,463MJ (456,517.5kWh)
ヒートポンプ 1 (空気熱)	4,082	1,089	▲231,984kWh
ヒートポンプ 2 (地下水熱利用)	1,175	65	▲12,888kWh
エネルギー需給の見える化	15,204	240	
農業現場の見える化	5,764	2,440	
計	52,744	6,122	232,265kWh

☆初期費用は補助金制度（平成 24 年度）の活用を見込む

### (1) ハード施策

- ・ 小水力発電については、営農サポートセンター中央を流れる二俣川の落差を活用して行う。年間の発電量は 13,262kWh 程度。
- ・ 太陽光発電については、農業機械格納庫の屋根（275 m<sup>2</sup>）に太陽光パネルを設置して行う。年間の発電量は 7,358kWh 程度。
- ・ 両方を合わせて、20,620kWh／年程度の電力が創出される。
- ・ また、これらの施設の導入に 38,540 千円程度の費用がかかると考えられる。
- ・ 木質ストーブについては、1,643,463MJ の熱量を創出し、暖房に利用する。この熱量は電力換算で 456,517.5kWh となり、エネルギー的には営農サポートセンターで自給できることとなる。
- ・ 現状ビニールハウス等の空調を行うためにヒートポンプについては、ここでは、多くの再生可能エネルギーの利用可能性を見てもらう場という位置づけを踏まえ、空気熱ヒートポンプ及び地下水熱利用ヒートポンプを設定している。
- ・ なお、小水力と太陽光で発電した電力（20,620kWh）は、5 馬力ヒートポンプの 1 台の電力（25,776kWh）を賄える程度である。
- ・ 今回の例で言えば、小水力と太陽光で発電した電力で、地下水熱利用ヒートポ

ンプが消費する電力（12,888kWh）は十分に賄える。

- ・ また、見える化を進めるためにエネルギー監視と圃場センサー等 ICT を活用した機器を導入する。

## （２）ソフト施策

- ・ 運営については、営農サポートセンターの既存人員を充てることは実質的に困難であると考えられるため、先端農業技術の習得や環境教育等の教育的機能も付加することで、地域の教育機関の協力を取りつける。
- ・ ハード設備の設置にあたっては、企業や研究機関等にとって有意な研究開発、マーケティング、PR の場として整備することで投資意欲を喚起し、民間活力を最大限活用することで行政のイニシャルコスト低減を図る。
- ・ 環境分野、エネルギー分野、農業分野等の産学官民の多様な人材や知見、技術等が集合するため、その協働を促がすことにより農業・農村振興における新たなイノベーションが創出されるような場づくりを行う。

## 3. 想定している再生可能エネルギーの内容（詳細）

### （１）小水力発電システム

中小河川、水路等の水流の高低差を活用して、水車を回して行う発電。

次のような特徴を持っている。

（メリット）

- ・ 水量がある程度あればどこでも実施できる
- ・ 天候等による発電量の変動幅が小さい 等

（デメリット）

- ・ 河川、水路等を流れる流木等の除去を行わなければならない場合がある
- ・ 異常出水時、干ばつ時には安定しない可能性がある 等

### ① 仕様等

- ・ 営農サポートセンター中央を流れる二俣川の落差を活用し、小水力発電を行う。
- ・ 水路ルート、落差、流量等の設計値については、既にプロジェクトチームで検討されている内容を適用するものとし、発電能力は
  - 非かんがい期 1.6 kW
  - かんがい期 3.9 kW

## ② 想定年間発電量

- ・ 非かんがい期（10月～3月までの210日と設定）  
 $1.6(\text{kW}) \times 210(\text{日}) \times 24(\text{h}) = 8,064(\text{kWh})$
- ・ かんがい期（4月～9月までの150日と設定）  
 $3.9(\text{kW}) \times 150(\text{日}) \times 24(\text{h}) = 14,040(\text{kWh})$
- ・ 設備利用率については「コスト等検証委員会報告書」（平成23年12月、エネルギー・環境会議コスト等検証委員会）の内容に基づき、60%と設定する。
- ・ 合計で  
 $(8,064 + 14,040) \times 0.60 = \mathbf{13,262\text{kWh/年}}$

## ③ 想定コスト

- ・ 発電設備の経費及び付帯設備の概算工事費については、プロジェクトチームで検討されている内容を適用するものとする。
- ・ その検討結果に基づけば、
  - 発電設備 10,000 千円
  - 付帯設備 25,000 千円
  - 計 35,000 千円
- ・ 補助金は、国のものが今後とも活用できるものと想定し、
  - $35,000 \times 0.50 = 17,500$  千円
- ・ 全体コストは **17,500 千円**
- ・ また、維持管理費については、修繕費と諸費として 3%を見込む（前出：コスト等検証委員会報告書に基づく）等とされている内容を適用すると、
  - $35,000 \times 0.03 = \mathbf{1,050}$  千円

## (2) 太陽光発電システム

最も一般的な再生エネルギー利用として認知されている太陽光発電は、太陽光のエネルギーを直接電力にする発電方法であり、次のような特徴を持っている。

（メリット）

- ・ 太陽光パネルの設置枚数で出力を選択でき、発電部の故障が少ない
- ・ 需要地の近傍で発電できる 等

（デメリット）

- ・ 夜は発電できないので平準化された発電ができない
- ・ 高温時に出力が落ちる 等

### ① 仕様等

- ・営農サポートセンター内の農業機械格納庫の屋根（275 m<sup>2</sup>）に太陽光パネルを設置する。
- ・太陽光パネルは仮にシャープ製とする。

#### ➤ NU-200AB



型番	NU-200AB
セル種類	単結晶
モジュール変換効率	15.1%
公称最大出力	200W
1 m <sup>2</sup> あたり公称最大出力	151.14W
外形寸法（幅×高さ×奥行）	1318×1004×46mm
質量	16.0kg

- ・質量を勘案し、横に7枚、縦に5枚の計35枚（560kg）を並べるものと設定する。
- ・全体のパネル面積は、9.226m×5.020m=46.315 m<sup>2</sup>
- ・最大出力は 0.200kW×35 枚=7.000kW

### ② 想定年間発電量

- ・設備利用率については「コスト等検証委員会報告書」（平成23年12月、エネルギー・環境会議コスト等検証委員会）の内容に基づき、12%と設定する。

$$7\text{kW} \times 8,760\text{h} \times 0.12 = \mathbf{7,358\text{kWh/年}}$$

### ③ 想定コスト

- ・シャープのHPの情報及び設置関連情報サイトに基つけば、
  - 太陽電池モジュール（7.0kW システム）  
99,540 円（1 枚）×設置枚数（35 枚）= 3,483,900 円
  - パワーコンディショナー 383,000 円
  - 発電モニター 100,000 円
  - リモコン・ケーブル・その他 20,000 円
  - 設置架台 400,000 円
  - 架台工事費 200,000 円
  - 太陽電池モジュール設置工事 320,000 円
  - 電気配線工事費 200,000 円

- 小計 5,106,900 円
- 想定値引き額（補助金対応のため※） ▲1,256,900 円
- 計 3,850 千円

※国等の補助金を活用するためには、システム価格が 550 千円／kW 以下の必要がある。補助金が活用できないと設置を断念されるケースが多いので、メーカー側は補助金が受けられる金額まで値引きをするという傾向にある。

・補助金は、国、富山県、富山市のものが今後とも活用できるものと想定し、

- 210,000 (30,000×7.0) + 50,000 + 50,000 = 310,000 円
- 計 310 千円

・全体コストは **3,540 千円**

### (3) 木質ストーブ

木質ストーブは、ストーブの燃料にバイオマス起源のものを使い、化石燃料起源の燃料を用いないことで、温暖化ガスの発生はゼロとみなされる。今回はこの木質ストーブの熱を農業施設の暖房に用いる。

#### ① 仕様等

ここでは、営農サポートセンターの次の施設に対して、木質ストーブの導入を検討する。

・木質ストーブ活用

- 花き苗温室 1 棟 342 m<sup>2</sup>
- ビニールハウス 12 棟 1,300 m<sup>2</sup> 計 1,642 m<sup>2</sup>

・想定する機器は、

- グラインドミル TRM-120F（モミガライト製造機）
- 施設加温用ストーブ設備（ECOTHOMAS-1000、送風機 SF-02）

・前述の ECOTHOMAS-1000、送風機 SF-02 の性能が

- 熱容量 117.2MJ／h
- 燃焼効率 70%
- 暖房面積 50～80 坪
- 送風機 SF-02 100 坪

であることを勘案し、施設に熱を供給するため 6 台設置するものとする。

## ② 想定コスト

- ・今回は買取りで次のとおり設定する。
    - ECOTHOMAS-1000      273,000 円×6 台
    - 送風機 SF-02      42,900 円×6 台
    - 6 台計    1,895 千円
    - ただし、輸送費不要・設置工事費は含んでいない。
  - ・また、木質ストーブには、導入に対する補助金を受けることができ、
    - 91,000 円／台
    - 計      546 千円
  - ・全体コストは **1,349 千円**
  - ・一方で、バイオマスストーブの燃料となる籾殻を調達する必要があり（詳細は後段の集落営農ケーススタディ参照）、また、籾殻を燃料化するグラインドミルも準備しなければならない。
    - グラインドミル TRM-120F（処理能力 120~150kg／h）    6,130 千円
    - 導入補助金として    2,000 千円
    - 差引計    **4,130 千円**
  - ・また、ランニングコストとして、
    - 送風機電気代      25,071 円
    - グラインドミル電気代    647,348 円（処理能力 120kg／h）
    - 籾殻輸送費      565,343 円（籾殻輸送 5.7 円／kg）
- が必要となる。 ⇒ **1,238 千円／年**

## (4) ヒートポンプ

ヒートポンプは、熱媒体等を用いて、高温部分と低温部分の熱交換を行うことで、冷却・加熱を行うものである。

ここでは、営農サポートセンターを再生可能エネルギー活用のショールームとするコンセプトに基づき、営農サポートセンターの次の施設に対して、空気熱、地下水熱（地中熱）を利用するシステムの導入を検討する。

- ・空気熱利用
  - 特殊調査温室    2 棟      684 m<sup>2</sup>
  - 栽培温室      8 棟      787 m<sup>2</sup>
  - 特殊温室      1 棟      97 m<sup>2</sup>      計 1,568 m<sup>2</sup>



- ・地下水熱利用

➤ 展示温室                      2 棟                      192 m<sup>2</sup>

## (4-1) 空気熱ヒートポンプ

### ① 仕様等

- ・前述のとおり、次の施設に対して、空気熱ヒートポンプを導入する。

➤ 特殊調査温室              2 棟              684 m<sup>2</sup>  
 ➤ 栽培温室                      8 棟              787 m<sup>2</sup>  
 ➤ 特殊温室                      1 棟              97 m<sup>2</sup>              計 1,568 m<sup>2</sup>

- ・「月刊 現代農業（2010 年 11 月号）」によれば、「極寒期でも 330 坪に 30 馬力あれば 18 度は維持できているという」例（対象はバラ）が記載されていることから、設置は 45 馬力（5 馬力（ $0.7355 \times 5 = 3.6775\text{kW}$ ）を 9 台）と設定する。

### ② 想定年間電力使用量

- ・ここでは、仮にヒートポンプメーカーである東芝キャリア株式会社の空調機器ハンドブックを参照し、5 馬力に相当する RUA-P1252H の諸元に基づいて設定する。
- ・なお、次項でも示すが、導入価格の例が 5 馬力のものしか見当たらないため、必要な馬力を 5 で割った数だけヒートポンプの台数を設置するものとする。

([http://www.toshiba-carrier.co.jp/support/handbook/pdf/2006/Cent/Cent\\_A\\_Hp.pdf](http://www.toshiba-carrier.co.jp/support/handbook/pdf/2006/Cent/Cent_A_Hp.pdf))

- ・ハンドブックによれば、消費電力は次のとおり。

➤ 冷却時    5.0kW  
 ➤ 加熱時    5.2kW

- ・利用期間は次のように設定する。

➤ 冷却    7～9 月の 90 日間  
 ➤ 加熱    12～3 月の 120 日間  
 ➤ この期間内は 24 時間運転を行うものとする。

- ・想定電力使用量

・冷却時       $5.0(\text{kW}) \times 90 (\text{日}) \times 24(\text{h}) = 10,800\text{kWh}$

・加熱時       $5.2(\text{kW}) \times 120 (\text{日}) \times 24(\text{h}) = 14,976\text{kWh}$

・計                      **25,776kWh／年／台**

・9 台全体で              **231,984kWh／年**

### ③ 想定コスト

- ・前述「月刊 現代農業（2010 年 11 月号）」には、導入コストと運転コストの事例が掲載されており、5 馬力のヒートポンプの価格は次のとおり（今回は買取り



で設定)

- リース  $7(\text{千円}/\text{月}) \times 72(\text{ヶ月}) = 504 \text{ 千円}$  (メンテナンス込み)
- 買取り 375 千円
- 9 台計 3,375 千円

・また、電源工事については事例に基づき、次のとおり設定した。

- 70 馬力、1,100 千円の事例から計算
- $1,100 \times 45 / 70$
- 計 707 千円

・全体コストは **4,082 千円**

・これらの活動に必要な電気代は、「農業用低圧季節別時間帯別電力」を利用するものとする（全体で 50kW 契約とする）。

- 基本料金  $5,355 + 1,071 \times (50 - 5) = 53,550$  (円)
- 電力を使わない 4~6 月及び 10,11 月は半額 (26,775 円)
- 年間基本料金  $53,550 \times 7 \text{ カ月} + 26,775 \times 5 \text{ カ月} = 508,725$  円
- 電力量料金  
夏季（昼間）  $15.98(\text{円}) \times 14(\text{h}) \times 90(\text{日}) \times 9 \text{ 台} = 181,213(\text{円})$   
夏季（夜間）  $9.48(\text{円}) \times 10(\text{h}) \times 90(\text{日}) \times 9 \text{ 台} = 76,788(\text{円})$   
その他季節（昼間）  $14.53(\text{円}) \times 14(\text{h}) \times 120(\text{日}) \times 9 \text{ 台} = 219,694(\text{円})$   
その他季節（夜間）  $9.48(\text{円}) \times 10(\text{h}) \times 120(\text{日}) \times 9 \text{ 台} = 102,384(\text{円})$
- 計 **1,089 千円/年**

## (4-2) 地下水熱利用ヒートポンプ

### ① 仕様等

・前述のとおり、次の施設に対して、地下水ヒートポンプを導入する。

- 展示温室                      2 棟                      192 m<sup>2</sup>

・地下水熱利用ヒートポンプについては、「地下水循環型ヒートポンプシステムの開発と導入事例」（東京大学生産技術研究所 大岡柳三）によれば、実証サイトにおけるシステム COP5.6 と、空気熱の倍近い効率となることを勘案し、ヒートポンプを駆動するための電力消費量が半分になると想定した。

・したがって、ヒートポンプ自体は空気熱と同様のものを設定した。

・なお、同報告書によれば、地下水利用の場合、20m の井戸 2 本（地下水位-13m、揚水量 50L/min、温度差 5℃を想定）によって 17.5kW 相当の採熱量があるとされる。

・また、掘削コストは 10 千円/m とした。

## ② 想定年間電力使用量

- ここでは、空気熱の時と同様に、5馬力に相当する RUA-P1252H の諸元に基づいて設定する。
- ハンドブックによれば、消費電力は次のとおり。
  - 冷却時 5.0kW
  - 加熱時 5.2kW
- 利用期間は次のように設定する。
  - 冷却 7～9月の90日間
  - 加熱 12～3月の120日間
  - この期間内は24時間運転を行うものとする。
- 想定電力使用量
  - 冷却時  $5.0(\text{kW}) \times 90(\text{日}) \times 24(\text{h}) = 10,800\text{kWh}$
  - 加熱時  $5.2(\text{kW}) \times 120(\text{日}) \times 24(\text{h}) = 14,976\text{kWh}$
  - 計 **25,776kWh／年**
- 地下水熱利用ヒートポンプの活用で、電力使用量が半分になると設定し、**12,888kWh／年**

## ③ 想定コスト

- 前述「月刊 現代農業（2010年11月号）」には、導入コストと運転コストの事例が掲載されており、5馬力のヒートポンプの価格は次のとおり（今回は買取りで設定）
  - リース  $7(\text{千円／月}) \times 72(\text{ヶ月}) = 504 \text{ 千円}$ （メンテナンス込み）
  - 買取り 375 千円
- また、電源工事については事例に基づき、次のとおり設定した。
  - 70馬力、1,100千円の事例から計算
  - 今回の地下水熱利用ヒートポンプは、能力的には23馬力程度と大きいことから、400千円と設定した。
- 地下水熱利用ヒートポンプについては事例に基づき、次のとおり設定した。
  - 井戸掘削費 400 千円
- 全体コストは **1,175 千円**
- これらの活動に必要な電気代は、「農業用低圧季節別時間帯別電力」を利用するものとする（基本料金は空気熱の方で一括支払うものと想定）。
  - 電力を使わない4～6月及び10,11月は半額（26,775円）
  - 年間基本料金  $53,550 \times 7 \text{ ヲ月} + 26,775 \times 5 \text{ ヲ月} = 508,725 \text{ 円}$
  - 電力量料金  
夏季（昼間）  $15.98(\text{円}) \times 14(\text{h}) \times 90(\text{日}) = 20,135(\text{円})$

夏季（夜間）  $9.48(\text{円}) \times 10(\text{h}) \times 90(\text{日}) = 8,532(\text{円})$

その他季節（昼間）  $14.53(\text{円}) \times 14(\text{h}) \times 120(\text{日}) = 24,410(\text{円})$

その他季節（夜間）  $9.48(\text{円}) \times 10(\text{h}) \times 120(\text{日}) = 11,346(\text{円})$

➤ 電力コスト計 **65 千円／年**

## (5) エネルギー需給と現場農業の見える化

- ・導入した再生可能エネルギーによる発電状況やエネルギー需給状況、温室効果ガス削減量等が見える化するためのシステムを導入する。
- ・また、農業生産の管理を行うツールの有効性を検証するため、生産マネジメントシステムを導入する。
- ・営農サポートセンターでは実際の生産活動を行っていないが、現場で同様のシステムを導入した際の有効性、使い勝手等を体験できる場と位置づける。
- ・ここでは、同様の趣旨で展開するシステムを手がけている富士通株式会社の資料を参考に費用等を設定した。
- ・初期費用として、フィールドに設置する機器費用は発生するが、その後はクラウドサービスであるため、利用料が発生することとなる。
- ・その経費については、表 II-1 のとおりである。

(参考：富山市営農サポートセンター 屋外施設配置図)

No	施設名	規模	No	施設名	規模
1	本館	1棟 609㎡	11	ビニールハウス	12棟 1,300㎡
2	構造改善センター	1棟 533㎡	12	展示温室	2棟 192㎡
3	組織培養施設	1棟 336㎡	13	芝生広場、池等	10,182㎡
4	低温処理庫	1棟 218㎡	14	展示園	23,027㎡
5	農機具格納庫	2棟 387㎡	15	花壇	3,100㎡
6	便所	2棟 56㎡	16	露地圃場	31,138㎡
7	栽培温室	8棟 787㎡	17	生きがい農園	3,430㎡
8	特殊調査温室	2棟 684㎡	18	駐車場	3,064㎡
9	花き苗温室	1棟 342㎡	19	道路その他	963㎡
10	特殊温室	1棟 97㎡		計	80,445㎡



主に、援農塾で利用する圃場

援農塾 OB を中心とした、実践活動用の圃場

出典：http://esc-toyama.net/map.html

(参考：食・農クラウドシステム「Akisai」の機能（富士通（株）資料より抜粋））

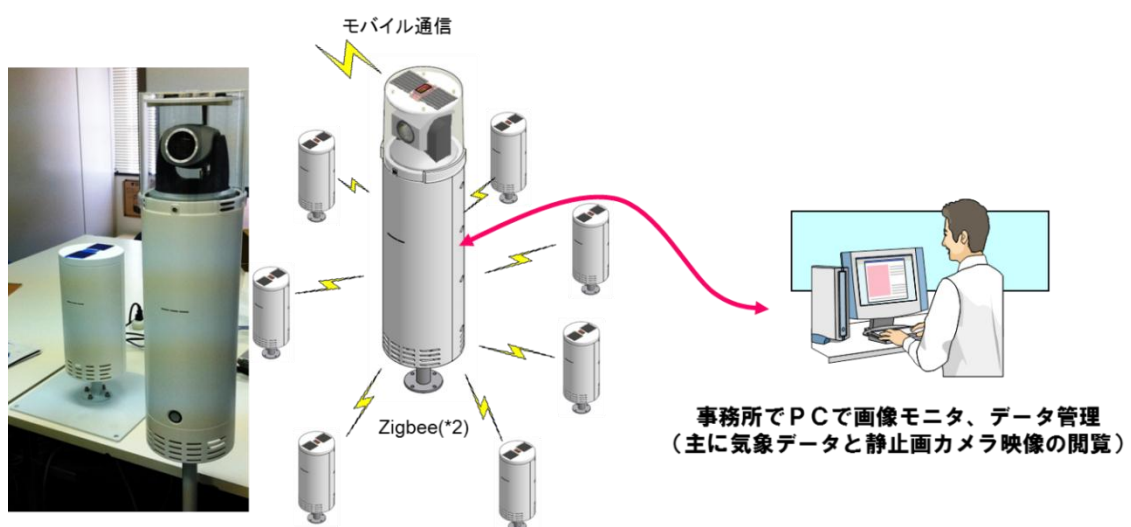
機能	概要
生産計画	圃場毎の作付計画を予定と実績で見える化します。 作物は、品種と作型で登録できます。 「播種」・「育苗」・「生育」などの各期間をアイコンを使ってわかりやすく表示します。
圃場情報	圃場毎に、様々な情報を蓄積しています。 圃場の所在地・地図情報等の基本情報の他、産履歴、作業履歴、病害虫発生履歴、資材使用履歴が蓄積されています。
作業計画	立案した生産計画に対し、週単位での作業計画を立てる機能です。 「だれが」「どの圃場で」「何をするのか」を設定することで、作業能率の向上や作業モレなどを防ぐことが可能です。 使用する農薬や肥料の使用量等を登録することで、指針に沿った作業を行えます。
作業実績	農作業者が、現場でスマホや携帯電話を使い「だれが」「どの圃場で」「何時間」作業を行ったか、というデータを簡単に入力することができます。 行動センシングオプションではGPS機能を使い自動的にデータを取得できます。
実績（コスト）集計	入力された作業実績を基に、圃場毎のコストを集計します。 反当りで比較することで、圃場間でのコスト比較や、作物間でのコスト比較、等が可能となり、今後の生産計画の重要な参考データとなります。 また、これらのデータを分析することにより、「ムリ・ムラ・ムダ」を早期に発見、コスト削減や効率的な生産につなげることが可能です。 圃場毎に、人件費、資材費の使用実績が集計され、予定利益がリアルタイムで把握できます。

機能	概要
見回り写真・地図	作業者が作業中にスマホや携帯電話で撮影した写真をタイムリーに共有閲覧できる機能です。GPS情報を基に、「だれが」「いつ」「どの圃場で」撮影したかを自動判定・分類します。  蓄積された写真は、撮影者・圃場・作物・コメント・期間等様々な条件で検索できます。  「生育状況」・「害虫等のトラブル」「圃場の状況」等、実際の写真を使うことで、口頭では伝えきれない様子を正確に伝えることで効果的な対策に繋がります。
地図写真	生産計画から作付状況を地図表示が可能です。 点在する圃場をわかりやすく管理でき、作業実績機能・見回り写真機能との連動により、「未作業」「作業済」をビジュアル(色)に確認できます。
センサーデータの蓄積・活用	農場に気象センサーやカメラ、土壌温度計等を設置することで、日々変化する温度・湿度・日射量等の情報をクラウドで自動的に収集・蓄積します。 蓄積された情報は、今後の最適な栽培を目的とした分析・検証のための重要なデータとなります。
GAP機能	GAP基準に則って作業が行われているかどうかのチェック機能です。 JGAP, GGAPの点検シートは標準で登録済、独自のGAP項目内容を設定することが可能、さらに、生産者に配布するGAP点検シートをEXCEL形式で出力することも可能です。
生産履歴 （農薬・肥料管理）機能	国の基準に基づいた「農薬データベース」を元に、病害虫駆除を目的とした「防除指針」、肥料散布を目的とした「施肥指針」を作成できます。また、作成した指針はExcel形式で出力可能です。 作成した指針が正しく守られているかをチェックする機能も備えています。 指針に従っていない場合の違反内容の詳細が確認できます。 「防除記録」「施肥記録」もExcel形式にて出力可能です。



(参考：フィールドサーバ連携イメージ (富士通 (株) 資料より抜粋))

**■ 積算温度・日射量等による収穫時期予測や、温度・湿度観測による  
病気予防・早期処置等を目的とした、センサーデータ活用**



### Ⅲ 集落営農における再生可能エネルギー利用

#### 1. コンセプト

##### 集落営農における再生可能エネルギーの利用と経営構造の転換

農業分野における再生可能エネルギーの利用促進を図るため、富山市内で比較的多くみられる経営耕地面積 30ha 規模の水稲経営を主とした集落営農組織におけるモデルを考案する。

モデルは、現況の経営構造において再生可能エネルギーの利用を図る場合を第 1 案として、再生可能エネルギーの利用に加えて、経営構造の転換を図る場合を第 2 案として考案する（図 Ⅲ-1）。

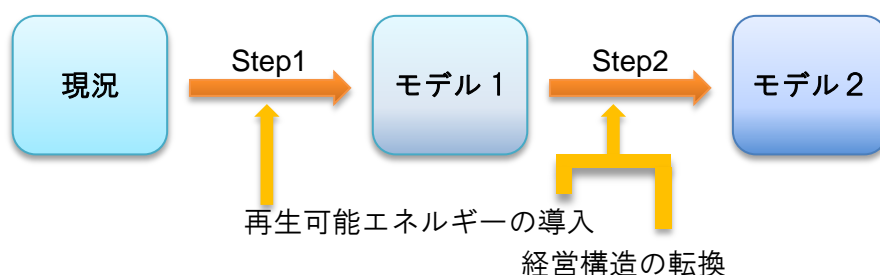


図 Ⅲ-1 現況からモデルへのステップ

なお、モデルの検討に際しては、再生可能エネルギー電力全量固定価格買取制度（FIT）を活用することによる事業採算性のみを重視するのではなく、地球温暖化ガスの削減や地域でのエネルギー自給率の向上、資源の域内循環といった社会的意義を重視する。

国内農業は稲作を主業とした兼業農家によって支えられる現状があり、また、担い手の高齢化による耕作放棄や経営構造の偏重等の課題を抱えていることから、富山市において本モデルを構築し、普及・啓発に努めることは、国内農業における再生可能エネルギーの利用促進のみならず、担い手の組織化の促進、経営構造の強化、ひいては人口減少社会にある農村集落の機能維持・向上の一助になると考える。

#### 2. 集落営農の現況モデル

集落営農の現況モデルを表 Ⅲ-1・図 Ⅲ-2 のように設定する。

構成員 27 人による営農組織とし、経営耕地 30ha のうち 20ha において水稲を、転作地 10ha において大豆を生産していることとする。

営農組織内で管理・運用し、生産に必要となる主な農機具等のうち、軽油を使用するものは「トラクター」「乗用管理機」「乗用田植え機」「乗用コンバイン」「大豆コンバイン」、電力を使用するものの多くは外部委託を行っているため、農業機械格納庫内の設備に限られる。

表 III-1 現況モデル

構成員数		27 人	
経営耕地面積		30ha	
生産作物（面積）		水稻（20ha）	大豆（10ha）
収穫量（重量・価格）		玄米 （110t・29,357,167 円）	乾燥大豆 （12.4t・1,798,827 円）
使用農機器等 （エネルギー源）	耕うん・管理	トラクター（軽油）、乗用管理機（軽油）	
	育苗	育苗施設【JA 委託】	－
	田植え・直播	乗用田植え機（軽油）	車速連動シーダー
	収穫・調製	乗用コンバイン（軽油）	大豆用コンバイン（軽油）
		乾燥・貯蔵【JA 委託】	
	流通等	精米機【コイン精米持込】	選別機【JA 委託】
軽トラック（ガソリン）【個人所有】			
保有施設（面積）		農業機械格納庫（340 m <sup>2</sup> ）	
年間エネルギー投入量（金額）		電力 3,997kWh＝14,389MJ（47,003 円） 軽油 3,162L＝119,209MJ（423,715 円） 【軽トラック・個人所有】 ガソリン 135L＝4,684MJ（19,968 円） 【JA 委託】 電力 2,804kWh＝10,095MJ（32,978 円） 灯油 2,901L＝106,465MJ（285,165 円）	

※保有施設は富山市集落営農組織における経営（水稻・大豆）実績値より推計

※年間エネルギー投入量は農林水産政策研究所「生物多様性保全に配慮した農業生産の影響評価とその促進方策（H22.12）」及び吉田修一郎「水田農業とエネルギー問題」、農林水産省「農産物生産費統計」、富山市営農集落組織における経営（水稻・大豆）・所有施設（格納庫）実績値より推計

※収量・金額は平成 25 年 2 月時点で取得できる実勢値（農林業センサス・作況調査・青果物卸売市場調査・消費実態調査等）より推計



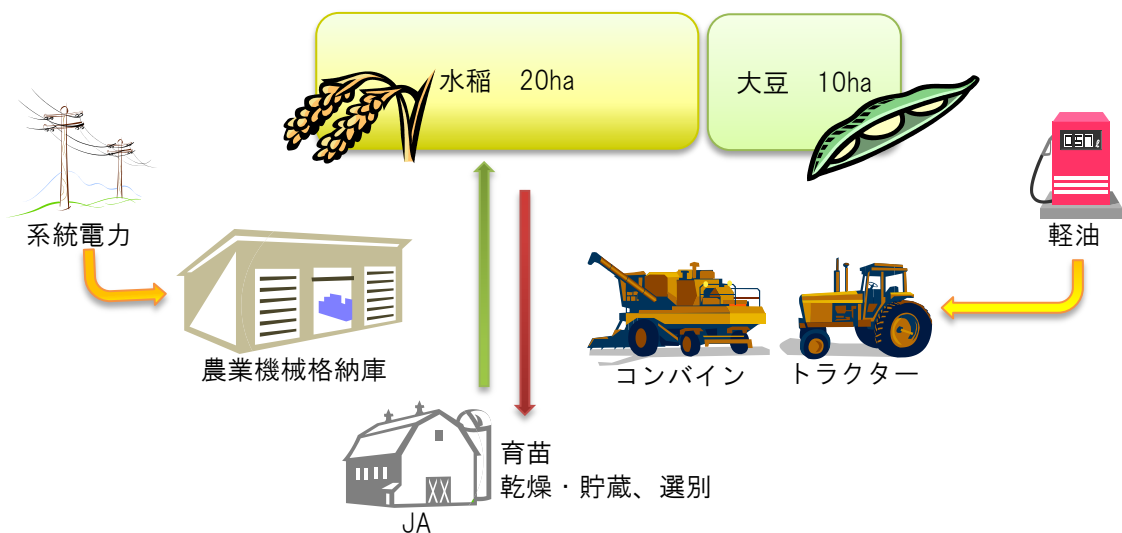


図 III-2 現況モデル

### 3. 集落営農の将来モデル（3年後）

集落営農の3年後程度の近い将来のモデルを表 III-2・図 III-3 のように設定する。

現況モデルを維持し、構成員27人による営農組織とし、経営耕地30haのうち20haにおいて水稻を、転作地10haにおいて大豆を生産していることとする。

営農組織内で管理・運用し、生産に必要となる主な農機具等のうち、軽油を使用するものはBDF（バイオディーゼル／ニート）に代替する。また、軽トラックを個人所有から集落営農組織所有へ、動力を軽油から電力に更新する。育苗や乾燥・貯蔵、選別等は継続して外部委託を行う。

BDFは、富山市内で回収・製油の仕組みが既に構築されていることから、富山BDF株式会社からの購入を想定する。これにより、廃食用油を原料として精製されるBDFであることから、資源の有効活用や化石燃料の燃焼による二酸化炭素の削減に貢献することができる。また、ニートは軽油取引税や炭素税の課税対象外であり、地域経済域内で循環するため、円安や世界情勢不安、市場競争等の外的要因からの影響を受け難く、安定した価格で調達することが可能となる。

EV軽トラの導入によって増加する消費電力量は、集落に整備された農業用水路等に小水力発電システムを設置することで、自給を主とする。EV軽トラの導入は、環境対策だけでなく、集落で可搬性のある蓄電池を保有することによる防災対策をも兼ね備える。

小水力発電システムの規模は、維持管理や非常用電源の確保という観点から、集落営農組織だけでなく集落全体で共同設置することを想定する。得られた電力はEV軽

トラの充電の他、集落施設等で利用し、余剰電力については再生可能エネルギーの固定価格買取制度を活用し、売電することで、小水力発電システムやEV軽トラの導入費に充てる。

表 III-2 将来モデル（3年後）

構成員数		27 人	
経営耕地面積		30ha	
生産作物（面積）		水稻（20ha）	大豆（10ha）
収穫量（重量・価格）		玄米 （110t・29,357,167 円）	乾燥大豆 （12.4t・1,798,827 円）
使用農機器等 （エネルギー源）	耕うん・管理	トラクター（BDF）、乗用管理機（BDF）	
	育苗	育苗施設【JA 委託】	－
	田植え・直播	乗用田植え機（BDF）	車速連動シーダー
	収穫・調製	乗用コンバイン（BDF）	大豆用コンバイン（BDF）
		乾燥・貯蔵【JA 委託】	
	流通等	精米機【コイン精米持込】	選別機【JA 委託】
軽トラック（電力）			
保有施設（面積）		農業機械格納庫（340 m <sup>2</sup> ） 小水力発電システム（2kW・発電量 10,512kWh/年※） EV 軽トラック（HDSC7） EV 用充電器（DNE3000）	
年間エネルギー利用量（金額）		電力 4,201kWh=15,124MJ（49,404 円※※） BDF 3,162L=119,207MJ（416,435 円） 【JA 委託】 電力 2,804kWh=10,095MJ（32,978 円） 灯油 2,901L=106,465MJ（285,165 円）	

※小水力発電システムは最大出力 20kW＝（営農での活用分 2kW）＋（集落施設等での活用分 18kW）とし、本表では営農での活用分のみを計上している

※※本表では電力の金額に全量系統電力を購入した場合の費用を計上している

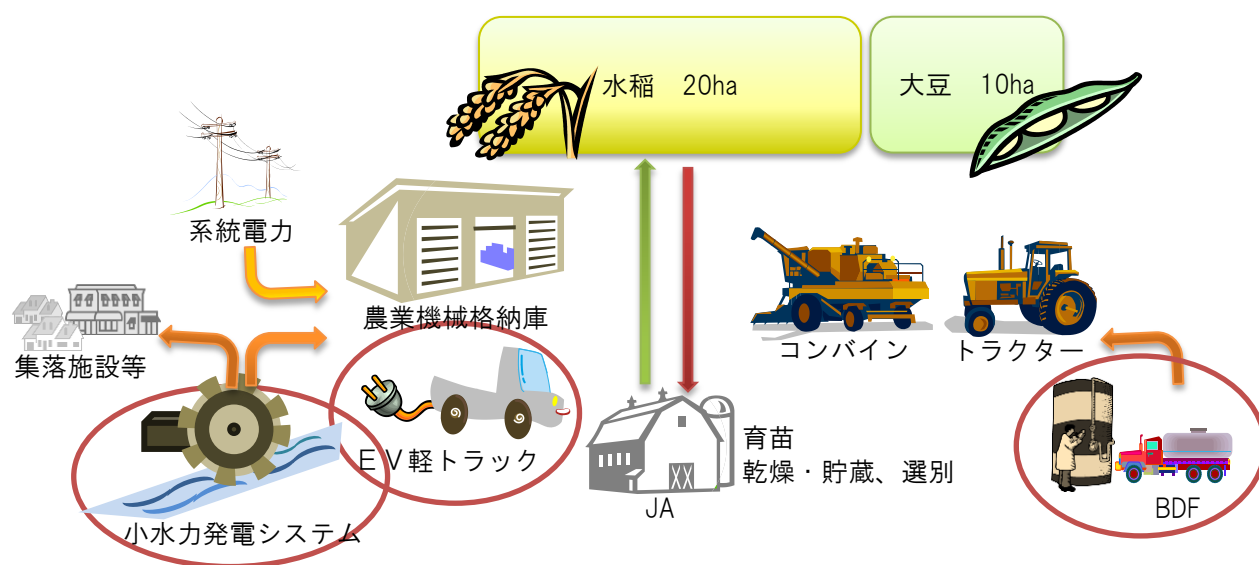


図 III-3 将来モデル (3年後)

#### 4. 集落営農の将来モデル (5~10 年後)

集落営農の 5~10 年後程度の中期的な将来のモデルを表 III-3 のように設定する。

3 年後程度の将来モデルから維持するのは、構成員 27 人による営農組織で、経営耕地 30ha のうち 20ha において水稻を生産していること、軽油は BDF に転換し、太陽光発電システムと EV 軽トラを保有していることである。転作地 10ha においては、大豆を中心に玉ねぎ、人参を露地で、トマト、イチゴを園芸施設で生産し、経営構造の転換を図るものとする。園芸施設を持つことから、育苗は外部委託から集落営農組織で実施することとし、乾燥・貯蔵、選別・選果等は継続して外部委託を行う。

園芸施設を設けることで熱需要が増すことから、木質系の施設加温用ストーブを導入する。木質系ストーブには、薪、チップ、ペレット、粃殻等を燃料とするものがあり、燃料種を限定するものと複数利用できるものがあるが、燃料調達の効率性を考慮し、複数利用できるものの導入とする。水稻が主となる営農集落組織であることから、主燃料は粃殻を磨り潰し、粃粉を圧縮整形させたモミガライトを想定する。粃殻は現地調達ができること、また粃粉は水稻用の苗床としての利用が、モミガライトの焼却灰は肥料として田畑へ還元することが可能であることから、資源の有効活用、域内循環を促進することが可能となる。また、富山市内には富山県産の杉間伐材を原料とした「とやまペレット」の製造・供給体制が丸新志鷹建設株式会社を主体として構築されていることから、ペレットを燃料として活用することも考えられる。

木質系ストーブを導入することにより、動力だけでなく、熱源についても化石燃料への依存からの脱却を図り、環境対策だけでなく、地域経済の好循環を促進すること

が可能となる。また、集落で自給可能な熱源を保有することは、冬季罹災時の防災対策をも兼ね備える。

表 III-3 将来モデル (5～10 年後)

構成員数		27 人		
経営耕地面積		30ha		
生産作物（面積）		水稲（20ha）	大豆（7ha） 玉ねぎ（1.8ha） 人参（1ha）	トマト（0.108ha） イチゴ（0.054ha）
収穫量（重量・価格）		玄米 （110ト・29,357,167 円） 粃殻 （27.5t（重量比 粃殻：玄米＝1:4）・ー）	乾燥大豆 （8.7t・1,259,179 円） 玉ねぎ （52.4t・3,142,800 円） 人参 （23t・2,392,000 円）	トマト （7.4t・2,125,094 円） イチゴ （1.7t・1,607,040 円）
使用農 機器等  （エネルギー源）	耕うん・ 管理	トラクター（BDF） 乗用管理機（BDF）		耕運機（BDF） 管理機（BDF）
	育苗	施設加温用ストーブ （粃殻）	ー	施設加温用ストー ブ設備（粃殻）
	田植え・ 直播	乗用田植え機（BDF）	車速連動シーダー	移植機（BDF）
	収穫・ 調製	乗用コンバイン（BDF）	収穫用コンバイン （BDF）	ー
		乾燥・貯蔵、洗浄機【JA 委託】		ー
	流通等	精米機【コイン精米持込】	選別機【JA 委託】	選果機【JA 委託】
		軽トラック（電力）		
保有施設（面積）		農業機械格納庫（340 m <sup>2</sup> ） 小水力発電システム（2kW・発電量 10,512kWh/年 <sup>※</sup> ） EV 軽トラック（HDSC7） EV 用充電器（DNE3000） 園芸施設（1,620 m <sup>2</sup> （135 m <sup>2</sup> （5.4m×25m）×12 棟）） グラインドミル TRM-120F（モミガライト製造機） 施設加温用ストーブ設備（ECOTHOMAS-1000、送風機 SF-02）		
年間エネルギー利 用量（金額）		電力 6,507kWh＝23,424MJ（76,519 円 <sup>※※</sup> ） BDF 3,160L＝119,129MJ（416,162 円） 木質バイオマス（モミガライト）		

	99.2t=1,643,463MJ* (1,212,691 円**)
	【JA 委託】
電力	2,327kWh=8,319MJ (27,175 円)
灯油	2,751L=100,951MJ (270,394 円)

※小水力発電システムは最大出力 20kW＝（営農での活用分 2kW）＋（集落施設等での活用分 18kW）とし、本表では営農での活用分のみを計上している

※※本表では電力の金額に全量系統電力を購入した場合の費用を計上している

\*独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構が開発した「温室暖房燃料消費試算ツール」を用い、昼間温度 20℃・夜間温度 10℃として算定している

\*\*モミガライト精製にかかる粃殻輸送費 5.7 円/kg、電気代 6.5268 円/kg

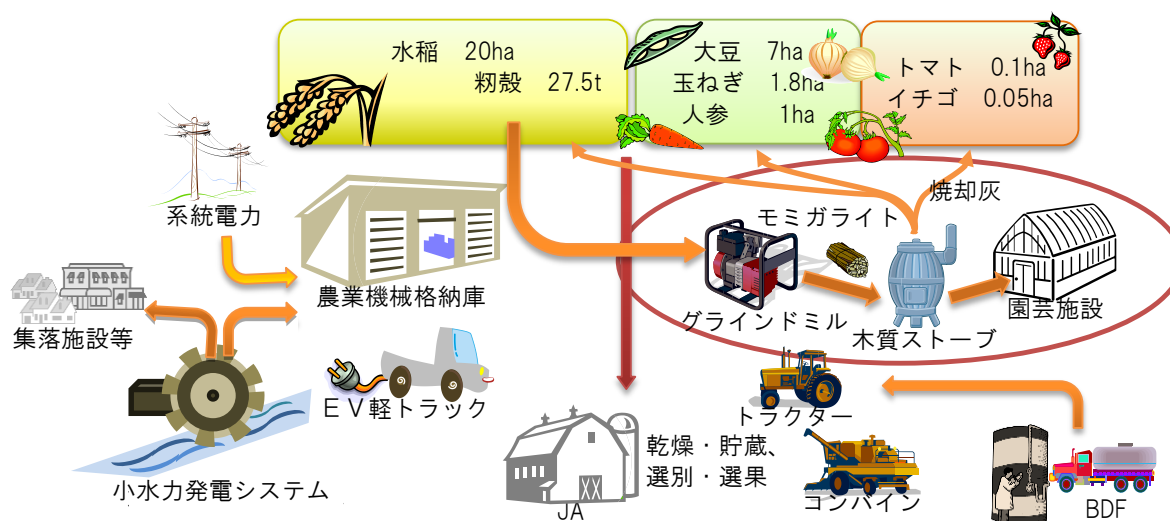


図 III-4 将来モデル (5～10 年後)

## 5. 費用計画

### (1) 現況モデル

現況モデルでは、生産工程におけるエネルギーに係る費用として、電力 47,003 円、軽油 423,715 円を直接負担している。また、育苗や乾燥・貯蔵、選別、輸送などに、ガソリン 19,968 円、電力 32,978 円、灯油 285,165 円を間接負担している。直接・間接によらないエネルギーに係る費用の合計は、808,829 円となる（表 III-4）。

一方、生産作物による収入は全量販売と仮定し、31,155,994 円である（表 III-5）。また、戸別所得補償制度により 10,315,000 円が交付される（表 III-6）。したがって、収入の合計は 41,470,994 円となる。

なお、電気料金は化石燃料起源による発電力の増加、再生可能エネルギーの固定価格買取制度の運用、円安進行による輸入価格の高騰、需給構造の変化による原油価格の高騰、地球温暖化対策のための税（炭素税）の課金による影響を受ける。同様のことが、ガソリン、軽油、灯油でも言える。そのため、現在利用しているエネルギーはいずれも今後、値上がりすることが予見される。

表 III-4 年間エネルギー購入金額

エネルギー源		購入金額（円/年）
直接購入	電力	47,003
	軽油	423,715
間接購入	ガソリン	19,968
	電力	32,978
	灯油	285,165
合 計		808,829

表 III-5 年間生産作物販売金額

生産作物	販売金額（円/年）
玄米	29,357,167
乾燥大豆	1,798,827
合 計	31,155,994

表 III-6 農業者戸別所得補償制度による交付

生産作物	交付単価	交付金額（円/年）
玄米	15,000 円／10a（一律 10a 控除）	2,985,000
乾燥大豆	73,300 円／10a （水田活用 3.5 万円／10a 畑作物 3.83 万円／10a）	7,330,000
合 計		10,315,000

## （2）将来モデル

### ① 投資

将来モデルで導入した再生可能エネルギー及び設備機器は、小水力発電システム、EV軽トラック、グラインドミル、施設加温用ストーブ設備である。その他に経営構造の転換のための園芸施設がある。

再生可能エネルギーの導入に係る概算費用は、表 III-7 の通りである。

将来モデル（3年後）では、導入費 4,554,600 円、補助金等を見込んだ負担額（初期費用）は 2,874,000 円、将来モデル（5～10 年後）と合わせた導入費は 12,580,000 円、補助金等を見込んだ負担額（初期費用）は 8,353,400 円となる。

グラインドミルは、粃粉やストーブ燃料となるモミガライトの製造装置であり、モデルでは購入することを前提として、モミガライト精製費（0.74 円/MJ）として計上している。グラインドミル購入費は、同エネルギーを得るための灯油購入費とモミガライト精製費の差から、2 年で償還できる。グラインドミルを購入せず、モミガライトを購入する場合には、輸送費を含め 3.74 円/MJ の計上が必要となる。また、ストーブ燃料として、ペレットを使用する場合には、ペレット燃焼皿（75,000 円/機）を別途購入する必要がある、富山ペレットは輸送費を含め 3.25 円/MJ である。

施設加温用ストーブ設備は、大型機器 1~2 台で全棟分の熱量を賄うことも可能であるが、本体価格の差や温度管理のしやすさの面から、中型機器の導入としている。

表 III-7 再生可能エネルギーの導入に係る概算費用

モデル	費 目	仕 様	導入費 A（円）	補助金等 <sup>☆</sup> B（円）	負担額 A-B（円）
3 年 後	小水力発電システム	最大出力 2kW <sup>※</sup> 年間発電量 10,512kWh/年 設置工事費含む、水利利用料・固定資産税・設備廃棄費含まず	2,000,000	1,000,000	1,000,000
	EV 軽トラック	HDSC7（急速充電機能付） 駆動用バッテリー10.5kWh 交流電力量小比率 120Wh/km 一充電走行距離 110km	1,910,500 8,100	480,000 50,600	1,388,000
	EV 用充電器	DNE3000 概算設置工事費含む	300,000 336,000	150,000	486,000
	小 計		4,554,600	1,680,600	2,874,000
5 ～ 1	グラインドミル	TRM-120F 処理能力 120~150kg/h 輸送費含む・設置工事不要	6,000,000 130,000	2,000,000	4,130,000
0 年 後	施設加温用ストーブ設備	ECOTHOMAS-1000 熱容量 117.2MJ/h 燃焼効率 70%	273,000×6 42,900×6	91,000×6	1,349,400

	暖房面積 50～80 坪 送風機 SF-02 100 坪 輸送費不要・設置工事費含まず			
	小 計	8,025,400	2,546,000	5,479,400
	総 計	12,580,000	4,226,600	8,353,400

☆補助金額は平成 24 年度の情報を掲載している。時限並びに予算上限付きのものであるため、導入時に確認・検討が必要である

※小水力発電システムは最大出力 20kW＝（営農での活用分 2kW）＋（集落施設等での活用分 18kW）とし、本表では営農での活用分のみを計上している。なお、集落施設等での活用分（18kW）の導入費は 1,800 万円、補助金額 900 万円、負担額 900 万円であり、小水力発電システム全体（20kW）の導入費は 2,000 万円、補助金額 1,000 万円、負担額 1,000 万円である

## ② 回収・効果

2kW の小水力発電システムの導入により見込める発電量は 10,512kWh／年であり、集落営農組織で必要となる電力（現況 3,997kWh、将来モデル（3 年後）4,201kWh、（5～10 年後）6,507kWh）を上回る（表 III-8）。実際には、系統電力から電力不足分を購入し、発電余剰分を売電することとなるが、ここでは発電量と需要量の差分を売電可能な余剰電力とみなし、固定価格買取制度（買取期間 20 年 34 円／kWh（FYH24 値））を活用した売電収入を算定すると、将来モデル（3 年後）では 214,574 円／年、将来モデル（5～10 年後）では 136,170 円／年となる。運用費 3.0％／年<sup>1</sup>として、仮に、将来モデル（3 年後）を一貫して運用すると 7 年目には初期費用を回収し、売電による純収入が見込まれる（運用費を見込まない場合に、将来モデル（3 年後）を一貫して運用すると 5 年目に初期費用を回収する）。

なお、集落施設等分の 18kW の小水力発電システムの導入により見込める発電量は 94,609kWh／年であり、発電量の全量について固定価格買取制度を活用し売電する場合、4 年目に初期費用を回収し、売電による純収入が見込まれる（表 III-9）。

<sup>1</sup> 国家戦略室「コスト等検証委員会報告書」参考資料 1 より。ただし、運転維持費の person 件費 700 万円／年及び業務分担日 14％は計上せず、修繕費 1％、諸費 2％のみ計上。



表 III-8 小水力発電システム導入を踏まえた収支

項目	現況	将来モデル	
		3 年後	5～10 年後
初期費用（円）☆	—	1,000,000	
需要量（kWh／年）	3,997	4,201	6,507
発電量（kWh／年）	—	10,512	
余剰電力量（kWh／年）	—	6,311	4,005
電気料金（円／年）	47,003	▲214,574	▲136,170
投資回収期間※ <sup>1</sup>	—	5 年目	8 年目
運用費（円／年）	—	60,000	
運用費を含む収支（円／年）	—	▲154,574	▲76,170
投資回収期間※ <sup>2</sup>	—	7 年目	14 年目

☆初期費用は補助金制度（平成 24 年度）の活用を見込む

※<sup>1</sup> 運用費を見込まない場合、各モデル運用時の投資回収期間

※<sup>2</sup> 運用費を見込む場合、各モデル運用時の投資回収期間

表 III-9 小水力発電システム導入を踏まえた集落施設等分の収支

項目	集落施設等分
初期費用（円）☆	9,000,000
需要量（kWh／年）	—
発電量（kWh／年）	94,608
電気料金（円／年）	3,216,672
運用費（円／年）	540,000
運用費を含む収支（円／年）	2,676,672
投資回収期間※ <sup>1</sup>	4 年目

☆初期費用は補助金制度（平成 24 年度）の活用を見込む

※<sup>1</sup> 運用費を見込む場合、集落施設等分運用時の投資回収期間

トラクターやコンバイン等、農機器等の動力燃料を軽油から BDF に転換すると、軽油は 3.55 円／MJ、BDF は 3.49 円／MJ であり、BDF が 0.06 円／MJ 安価に手に入ることから、現況モデルと将来モデル（3 年後）では 7,280 円／年と僅かではあるが、燃料費削減の経済的な効果が現れる（表 III-10）。

EV 軽トラックの導入により、間接的に支払っていたガソリン費が 19,968 円／年が不要となり、経済的な効果が現れる（EV 軽トラックの電力需要については、他の電力量とともに「電力」に計上しているため、再掲はしない）。ただし、装

備が同程度のガソリン軽トラックの新車価格が 800,000 円程度であり、EV 軽トラックの新車価格 1,388,000 円との差額 588,000 円を農業生産の現場利用のみで回収することは見込めない。たとえば、軽トラックを年間 10,351km<sup>2</sup> 使用する場合には、燃料費はガソリン 96,631 円、電力 11,593 円となり、車体価格の差を 7 年で償還することが可能である。なお、走行距離が年間 14,315km の場合には本体価格の差を燃料費の差によって 5 年で償還する。

園芸施設の加温用ストーブ設備の導入は、経営構造の転換に軸足を置いた新規事業であるため、初期費用の回収は生産作物販売金額による（表 III-11）。なお、園芸施設の加温に使用される灯油は 2.68 円/MJ、モミガライトは自給の場合 0.74 円/MJ、購入の場合 3.74 円/MJ であることから、自給の場合には、灯油よりモミガライトが経済的には優位である。また、富山ペレットは 3.25 円/MJ であり、モミガライト購入時より安価なものの、灯油には及ばない。ただし、モミガライトや富山ペレットを燃料として購入する場合にも、5（1）で述べたように、今後の化石燃料の値上がりが懸念されること、また環境対策、資源並びに経済の域内循環という効果を考慮すれば、多少高額であっても、再生可能エネルギーの導入意義は高い。

表 III-10 年間エネルギー購入金額

エネルギー源		購入金額（円/年）		
		現況	将来モデル	
			3 年後	5～10 年後
直接 購入	電力※	47,003	▲154,574	▲76,170
	軽油	423,715	—	—
	B D F	—	416,435	416,162
	木質バイオマス	—	—	1,212,691
間接 購入	ガソリン	19,968	—	—
	系統電力	32,978	32,978	27,365
	灯油	285,165	285,165	270,394
合 計		808,829	580,004	1,850,442

※運用費を見込む

<sup>2</sup> 車検データをもとにした平成 22 年の福井県の自家用乗用車 1 台あたりの年間平均走行距離（富山県値は掲載無し。世帯当たり保有台数が全国 1 位かつ隣県の値を引用）。

生産作物販売金額は、単位収量と単位当たり市場価格より算定している（表Ⅲ-11）。将来モデル（5～10年後）では生産作物販売金額は39,883,280円（農業者戸別所得保障制度による交付金加算時は47,999,280円）の見込みであり、現況モデルより8,727,286円（同6,528,286円）の増収が想定される。また、園芸施設栽培のイチゴは、観光農園として営業するなどの策をとれば、市場出荷より優位に経営を展開することも可能である。再生可能エネルギーの導入に係る補助制度のみならず、経営構造の転換等に係る補助制度を活用することで、園芸施設や農機器類を含めた初期費用の回収を見込むことが可能となる。

表 Ⅲ-11 モデル別年間生産作物販売金額及び交付金

	生産作物	現況	将来モデル	
			3年後	5～10年後
販売金額 (円/年)	玄米	29,357,167	29,357,167	29,357,167
	乾燥大豆	1,798,827	1,798,827	1,259,179
	玉ねぎ	—	—	3,142,800
	人参	—	—	2,392,000
	トマト	—	—	2,125,094
	イチゴ	—	—	1,607,040
	小 計	31,155,994	31,155,994	39,883,280
交付金 (円/年)	玄米	2,985,000	2,985,000	2,985,000
	乾燥大豆	7,330,000	7,330,000	5,131,000
合 計		41,470,994	41,470,994	47,999,280

### ③ 参考

地域新エネルギービジョンによると、富山市内における用水路発電の期待可採量は $1.418 \times 10^6 \text{kWh/年}$ 、取水間方式発電の期待可採量は $2.369 \times 10^6 \text{kWh/年}$ で、合わせて小水力発電の期待可採量は $3.79 \times 10^6 \text{kWh/年}$ となる。この豊富な水脈と水量を活かし、100kWh規模の小水力発電システムを複数集落の負担行為によって設置する場合について、太陽光発電システム導入との比較検討を行う。

小水力発電システムの年間発電力量は、設備利用率60%として $525,600 \text{kWh}(=100 \text{kW} \times 60\% \times 8,760 \text{h})$ 、導入費は1億円、補助金等を見込んだ負担額（初期費用）は5,000万円、運用費は導入費の3%にあたる300万円/年である。

一方、太陽光発電システムで、小水力発電システムと同程度の発電力量を得るには、設備利用率12%として最大出力500kW（ $=525,600 \text{kWh} \div 12\% \div 8,760 \text{h}$ ）のシステムが必要となる。この導入費は2億7,500万円、補助金等を見込んだ負

担額（初期費用）は 2 億 7,495 万円、運用費は導入費の 1.5%にあたる 412.5 万円／年である。

固定価格買取制度による買取価格（税抜）は小水力 34 円／kWh、太陽光 40 円／kWh であるため、全量売電すると売電収入は小水力 17,870,400 円／年、太陽光 21,024,000 円／年である。運用費を見込んだ投資回収期間は小水力発電システム 4 年、太陽光発電システム 17 年となる（表 III-12）（補助金等の活用を見込まず、運用費を見込んだ投資回収期間は小水力発電システム 7 年、太陽光発電システム 17 年である）。

なお、年間 525,600kWh の発電力量は、192 m<sup>2</sup>規模のビニルハウスのヒートポンプ（通年運転）の消費電力量が年間 25,776kWh であることから、ビニルハウス 3,840 m<sup>2</sup>分、ヒートポンプ 20 台分を賄うことが可能である。また、富山市の一般的な家庭の年間電力消費量が 7,323kWh であることから、約 72 世帯、2~3 集落分にあたる<sup>3</sup>。小水力発電システムの初期費用 5 千万円を 1 集落営農組織で負担することは困難であっても、2~3 つの集落営農組織が共同で出資負担を行えば、より安定的な自給電力を集落で確保することも可能である。

表 III-12 小水力発電システムと太陽光発電システムの比較

	小水力発電システム	太陽光発電システム
最大出力 (kW)	100	500
年間発電力量 (kWh)	525,600	
初期費用 (円) ☆	50,000,000	274,950,000
買取価格 (円／kWh)	34	40
売電収入 (円／年)	17,870,400	21,024,000
運用費 (円／年)	3,000,000	4,125,000
運用費を含む収支 (円／年)	14,870,400	16,899,000
投資回収期間 (年)	4 年目	17 年目

☆初期費用は補助金制度（平成 24 年度）の活用を見込む

<sup>3</sup> 日本統計年鑑「都道府県別使用電力量（電灯）」平成 22 年度値及び平成 22 年度国勢調査より算定。

## IV ヒアリング調査結果

### 1. ヒアリング調査概要

本調査において検討した「Ⅱ 営農サポートセンターにおける再生可能エネルギー利用」及び「Ⅲ 集落営農における再生可能エネルギー利用」の概要を示し、企業並びに農業者等を対象にヒアリング調査を実施した（表 IV-1）。

なお、ヒアリング調査の対象は、プロジェクトチーム並びに富山市関係各課より推薦された企業・団体等について、富山市より開催日程及び市施設会場を予め定めて参加協力を要請し、快諾を得られた企業・団体等とした。

表 IV-1 ヒアリング調査概要

対象	対象者数	対象者特性
企業	13 社 18 名	・製造業 8 社（電子制御機器、電子部品、電動工具、通信金具、自動車部品、金属製品等） ・建設業 3 社（電気工事、住宅設備設置、道路維持・管理等） ・情報通信業 1 社（通信機器開発等） ・コンサルタント業 1 社（検査・測量等）
農業者	7 団体 8 名	・土地改良区 1 団体 ・営農組合 4 団体（特定農業団体、集落営農組織） ・特定非営利活動法人 1 団体（地域振興） ・農業高校 1 団体

### 2. 営農サポートセンターにおける再生可能エネルギー利用に関する調査結果

営農サポートセンターにおける再生可能エネルギー利用について概要を示し、企業或いは農業者の視点から、意見を聴取した結果、「（1）企業の視点」及び「（2）農業者の視点」のような意見が寄せられた。

概して、肯定的な意見が多く、企業においてはプロジェクトへの参加意欲が高い一方、事業採算性への関心が高く、民間企業の参入に際しては事業資金面も含めた公的支援を望む声が多かった。農業者においてはショールーム化を望む声が非常に強く、内容の更なる充実を求める声も上げられた。

## (1) 企業の視点

- ・ 富山市は小水力発電に強みがあると考えているので、営農サポートセンターのショールーム化においても前面に押し出して欲しい
- ・ 小水力発電の電力変換装置を開発しているが、設置場所の確保や水利権関連の申請書類の作成負担、許認可までの期間が長い点が足かせとなり、実証試験もままならず、国内市場を捨て、海外市場を展望するしかない状況がある。営農サポートセンターが実証地となれば良い
- ・ 小水力発電施設の設置については、手続きの簡素化や手続きに係る事務処理の公的支援を得たい
- ・ 新たなものの製作には開発費が必要であり、一企業での負担は重いので、営農サポートセンターのショールーム化等、事業化の際には補助金等、公的支援を得たい
- ・ 営農サポートセンターから出る廃棄物（屑野菜・灰等）の循環まで組み込まれたショールーム化が図れば尚良い。たとえば、園芸施設に屑野菜のメタン発酵による熱供給施設を入れることが考えられないか
- ・ ライフサイクルコストを考えた場合に、再生可能エネルギー施設を導入することが本当に良いのか、検証が必要である
- ・ 既にある技術、これから開発する技術について、整理してはどうか
- ・ 企業が営農サポートセンターのショールーム化にどのように関わることができるか、事業活動にどう位置づけることができるかを整理してはどうか
- ・ 企業投資の仕方には、研究開発という視点と CSR（企業の社会的責任）という視点があり、営農サポートセンターのショールーム化においても同様であろう
- ・ 農業者、特に若年就労者の育成という視点が重要であり、営農サポートセンターがショールーム化される意義は高い
- ・ 営農サポートセンターに留まらず、学校農場への導入展開など、学校の体験学習の一環として、最先端農業に触れる機会があれば、子どもの頃から農業に興味を育めるのではないか
- ・ 営農サポートセンターのショールーム化に際して、農業者側にエネルギーや農業の見える化についてどのようなニーズがあるか、調査する必要がある
- ・ 農業現場の「見える化」によって、兼業農家等、農業者の負担を減らすことが出来れば良い
- ・ 営農サポートセンターのショールーム化のために導入される施設等について、既存システムとの採算性の比較や初期投資の回収年数等まで「見える化」されれば、農業者が実地導入を検討しやすいのではないか
- ・ 営農サポートセンターが異業種間交流の場となれば、規制を突破するためのコラボレーションが出来るのではないか

## (2) 農業者の視点

- ・ 農業者にとっては、環境に対する意識付けや動機付けが重要であるので、営農サポートセンターがショールーム化されれば有益な場になる
- ・ 現物を見ないと実感が沸かないので、営農サポートセンターのショールーム化は望まれるものだ
- ・ 営農サポートセンターがショールーム化されれば、集落営農組織等の視察先として有効に活用される
- ・ 農業者のニーズと企業のシーズをマッチングすることが重要であり、営農サポートセンターがショールーム化されることで、そうした場になっていけば良い
- ・ ヒートポンプ等、新しい技術によるものだけでなく、木質バイオマスの発酵熱や鶏糞の発酵熱など、昔ながらの技術についても、営農サポートセンターにおけるショールームの一環となれば良い
- ・ 植物は生き物であるから、設備が停電等で止まってしまうと、植物の命に関わる。発電施設を独立電源として活用していくためには、バッテリーや蓄電池が必要になる
- ・ 見える化については、エネルギーだけでなく、作物の育成技術についても省エネルギー化したものを営農サポートセンターから全国に発信できれば良い
- ・ 営農サポートセンターだけでなく、JA やガソリンスタンド、土地改良区など、人が集まる場所を小水力発電システム等の PR の場としてショールーム化していったらどうか

## 3. 集落営農における再生可能エネルギー利用に関する調査結果

集落営農における再生可能エネルギー利用について概要を示し、企業或いは農業者の視点から、意見を聴取した結果、「(1) 企業の視点」及び「(2) 農業者の視点」のような意見が寄せられた。

概して、企業、農業者ともに、営農環境が再生可能エネルギーによって電化されることのみならず、集落において自立電源を持つことの意義についても声が上げられた。また、農業者においては、初期投資の負担について、公的支援を望む声が多かった。

### (1) 企業の視点

- ・ 富山市内では農業用水等、水量、落差工等の小水力発電施設の適地が多い
- ・ 就農者の高齢化が進む中、電化機器は EV 車を含め、油で駆動する発電機に比べ安全性が高いことが魅力である

- ・ 電化された農機具は新しいものということで、若い人の関心が農業に向けられるきっかけになる
- ・ 農機具を電化することで、街のガソリンスタンドまで油を買いに行く手間が減るメリットは大きい
- ・ EV 軽トラックは貨物輸送手段としてだけでなく、小型発電機の代替のほか、IT ネットワーク化のステーション機能を搭載することで、集落生活における安心・安全な生活環境の整備を促進するのではないかな
- ・ EV 軽トラックに搭載するアプリケーションの開発が必要である

## (2) 農業者の視点

- ・ 地産地消や環境配慮に関心の高い消費者が増えている一方、冬場には産直市場へ出す物が不足する現状があり、経営構造転換の必要性は感じている。プロジェクトが経営構造の転換のきっかけになれば良い
- ・ 発電施設を設置し、加工施設への自給電力を供給することにより、農業の 6 次産業化が期待できる
- ・ 各種設備の導入には資金が必要になる。公的な支援を期待したい
- ・ 初期投資の費用捻出がネックになる。森林サポートセンターでは竹チップターの貸与を実施している。グラインドミルの初期投資費 630 万円（税込）は負担が大きい。公的機関で購入し、誰でも使えるものにならないかな
- ・ 現場で発生する籾殻の保管場所に困るので、グラインドミルの処理能力を上げる必要があるのではないかな
- ・ 土地改良区で検討しているマイクロ水力発電施設は、自家消費と売電で、初期投資 5 年回収を目指している
- ・ 農業機械の多くは 200V を必要とするので、200V に対応する小水力発電施設ができれば良い
- ・ 富山 BDF 株式会社の稼動状況を知りたい。市内の農家が BDF を使用したいと言った時に、十分な供給力を有しているのか
- ・ BDF の精製過程ではグリセリン等の副生廃液が発生するが、最近では副生廃液の発生しない EMF（エオミックスフューエル）も開発されている
- ・ 最近の農業機械は、燃料種の誤投入による故障を防ぐため、燃料種を判別するセンサーが搭載されているものが多い。そのため、BDF は古い農業機械でしか使用できないというネックがある
- ・ 再生可能エネルギーの利用や見える化ツールの導入によって、集落営農における投下労働力を減らすことができれば良い



## V 総括

### 1. 本調査検討の成果

「再生可能エネルギーを活用した農業活性化」プロジェクトチームにおいて検討され、提言されたモデル事業の具体内容について、調査・検討を行った結果、次の成果が得られた。なお、モデル事業のうち「営農サポートセンター」に係る検討は実態を伴うものであるのに対し、「集落営農組織」に係る検討は多くの設定に基づいているため、プロジェクト全体を通しての言及としている。

- ・ 小水力発電のポテンシャル認知が高く、事業採算性も高いこと
- ・ 営農サポートセンターのショールーム化に対する期待は高いこと
- ・ 集落営農における再生可能エネルギー導入は社会的意義が高いこと
- ・ 初期費用に対する農業者の負担感が大きいこと
- ・ 研究開発に対する企業の負担感が大きいこと

富山市における小水力発電のポテンシャルが高いことは、プロジェクトチームにおける有識者のみならず、ヒアリング調査における企業・農業者からの意見としても挙げられ、かなり認知されていることが明らかとなった。また、「Ⅲ 集落営農における再生可能エネルギー利用」の試算条件下において、小水力発電システムの事業採算性は、同規模の太陽光発電システムに比べて高いことが明らかとなった。

太陽光発電システムや小水力発電システムについては、富山市内においても導入設置件数が増えている現状があり、目にする機会も増加していることから農業者が関心を持つ可能性もある。しかしながら、木質ストーブやヒートポンプ等を導入した園芸施設は、施設そのものが限られることもあって体感の機会が少ない現状にある。したがって、営農サポートセンターがショールーム化され、エネルギー需給や農業現場の見える化と共に、体感できるようになることに対して、農業者からの期待は高い。

加えて、地産地消や環境配慮に対する消費者からの期待の高まりや、化石燃料の値上がり、さらには、ガソリンスタンドの閉店等による営農環境や集落生活の逼迫した状況があり、再生可能エネルギーの導入によるエネルギーの地産地消の意義が高まっていることが明らかとなった。また、兼業農家や高齢就農者が大半を占める現状において、再生可能エネルギーや「見える化」ツールの導入によって、投下労働力が減ることを農業者は期待している。

再生可能エネルギーの導入に係る初期費用は、導入に係る補助金制度の活用や「再生可能エネルギーの固定価格買取制度」を活用した売電収入、エネルギー転換によるランニングコストの差額によって、数年～十数年で償還される投資であるが、集落営農組織にとっては負担が大きいということが明らかとなった。

たとえば「Ⅲ 集落営農における再生可能エネルギー利用」で述べたように、初期費用の大きな施設を導入する際には、農業者だけでなく集落全体での投資、複数集落での共同出資等が有効であると考えられるが、一方で、更なる公的資金の投入や公的機関による施設導入を期待する声は根強い。

同様に、費用の負担感だけでなく、事務手続き等も含めて、企業からは研究開発等にかかる事業活動において、公的資金の投入や公的機関による支援を期待する声が高い。

したがって、営農サポートセンターのショールーム化は、実証実験やマーケティング等を産学官連携で実現するとともに、企業の事業活動を支援する「場」を創出することに繋がり、期待が高い領域であることが明らかとなった。

## 2. 次年度以降の課題

本調査検討の結果、次年度以降の課題としては、次のことが挙げられる。

- ・ 農業者と企業が Win-Win になることができるビジネスモデルの検討
- ・ 最新の技術動向を見極めた導入技術の検討
- ・ 政策・制度の動向を踏まえた事業計画の検討
- ・ 実地での計測・検証によるより精緻な事業シミュレーションの実施
- ・ 関係各者の意識の共有・醸成

本調査の対象である再生可能エネルギーや ICT などを活用する事業は、農業者と企業の双方にメリットがないと持続することができない。

また、日進月歩の技術を用いるため、事業を取り巻く環境の変化が著しく、最新の技術動向を見極め、導入技術の検討を行う必要がある。

さらには、事業化に際しては導入技術だけでなく、「環太平洋経済連携協定 (TPP)」への参加や「再生可能エネルギーの固定価格買取制度」「農業者個別所得補償制度」など、国内外の政策・制度の動向を踏まえ、事業計画、特に資金計画にもたらすそれらの影響を勘案する必要がある。

本調査が仮説設定によるモデルとして検討されたものであるのに対し、実地での計測・検証によるより精緻な事業シミュレーションや関係各者の意識の共有・醸成により、富山市型、地域密着型の事業化を図ることが、最も重要な課題である。

前述の通り、本調査の結果から企業・農業者のプロジェクトに対する関心は高く、機は熟していると拝察される。富山市が企業と農業者、学術機関等がプロジェクトについて協議検討するプラットフォームを継続して提供するなど、次年度以降、事業化の推進力を高めるために果たす役割は大きい。

以 上