

課題名:1kwフリーピストンスターリングエンジンコージェネシステムの開発 (系統連係システムの開発と家庭用、農業用の実証試験)

実証機関 (株)ダイエーコンサルタンツ

1 はじめに

スターリングエンジンは外部から加熱する外燃機関であり、内燃機関と違い、一般に燃料を選ばないといわれる。しかし木質バイオマス、例えば木質ペレットを燃料に用いた場合、投入した燃料は瞬時には熱に変換されず、数秒～数 10 秒後熱に変換されるために熱出力を一定に制御することが非常に難しい。われわれは 23 年度の森と水の環境技術革新プロジェクトにより、この課題をクリアーした小型分散、独立型コージェネシステムを完成させた。この独立型コージェネシステムは商用電源がない場所や災害時に商用電源が停止した時に効果を発揮するものであるが、一般に幅広く利用するためには発電電力の利用に制約があることが障害となる。この電力利用の制約を回避する手法が系統連係である。系統連係することでこの制約がなくなり、電力の使い勝手が大幅に改善されると同時に、余剰電力は売電することが出来る。

今回計画したシステムは独立型をベースとし、系統連係に必要なパワコンディショナ(以下パワコンと云う)を新たに開発するのではなく、ソーラー発電系統連係システムとの一体化を志向するものである。全体システムは燃烧炉、貯湯槽、蓄電装置、ペレットフィーダー、ソーラー発電系統連係システム、発電電力制御ユニットから構成される。fig.1 にこのシステムの構成を示す。

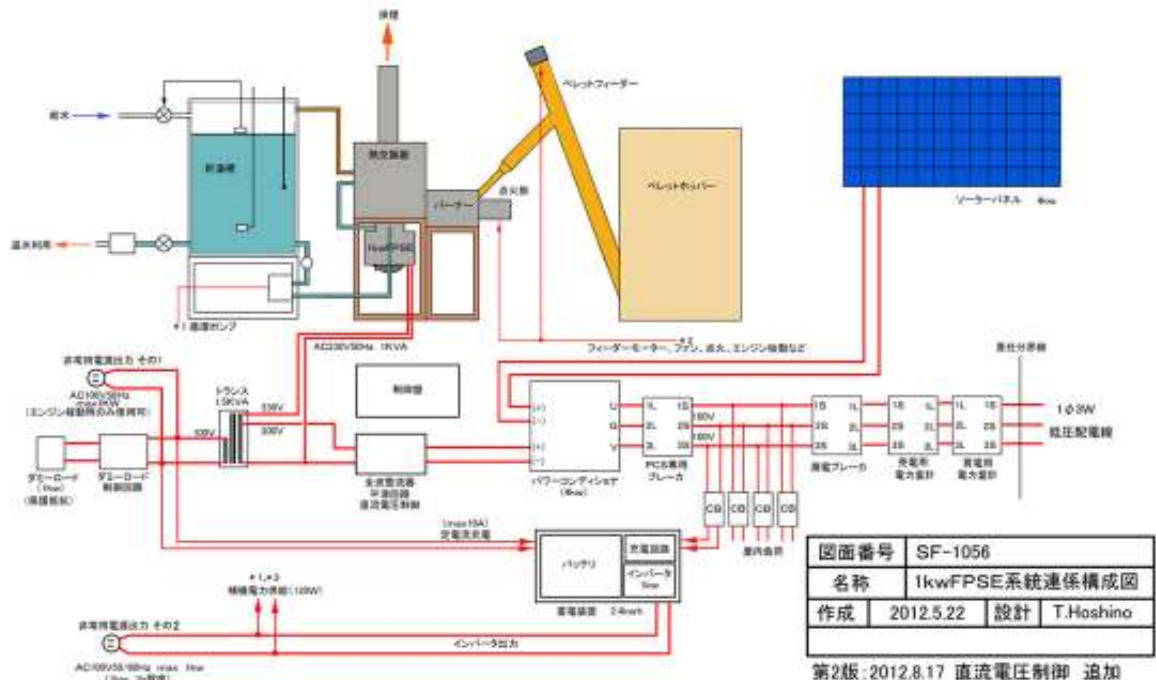


Fig.1 系統連係型コージェネシステム

また、このシステムの応用として農業用ビニルハウスを設置し、冬季におけるハウスの暖房をシステムで得られる温水で、また、電照栽培用電力を 1kwFPSEシステム及びソーラー発電システムで得られる電力を

利用する可能性について実証試験を行った。fig.2 に試験に用いた農業用ハウスの外観、fig.3 に内部の構成を、またfig.4、fig.5 にソーラー発電システムを示す。



fig.2 ハウス外観



fig.3 ハウス内構成



fig.4



fig.5

2.関係の背景

(1) 株式会社ダイエーコンサルタンツ: 本事業の推進企業

本実証試験事業の主体は株式会社ダイエーコンサルタンツで、企画、計画、設計、システム構築、実証試験、推進管理などの主要業務を担当する。

(2) 株式会社スターリングエンジン

長年のスターリングエンジン取り扱いの経験を生かし、システムの開発支援、助言等を受ける。

(3) 株式会社プロマテリアル

フリーピストンスターリングエンジンのメーカーであるマイクロジェン社と関係が深いことから、エンジンの供給とエンジンの信頼性向上についてマイクロジェン社との調整業務を担当する。

(4) 株式会社グリーン電力研究所

ソーラーシステムに精通していることから、導入するソーラーシステムの機種選定と系統連係についてパワコンメーカーとの技術折衝の窓口業務を担当する。

(5) 株式会社コスモテック

23年度の実績を生かし、(株)ダイエーコンサルタンツで設計したシステム構成部品の製造を担当する。

(6) 有限会社サンカ、有限会社トモダ

蓄電装置機構部品、制御盤機構部品、ダミーロード等の製作、ハウスの製作、実証テストの協力を担当す

る。

(7) 浜口教授(明星大学)

システムの実用化についての技術指導をお願いする。

(8) 星教授(一関高等専門学校)にはシステムの構築、

バイオマスの燃焼に関する助言、技術指導をお願いする。

なお、これ以外に系統連係開発に関し芝浦工大との連係も予定している。

以上の連係で本事業を推進することとした。なお、実証試験の実施場所は主として株式会社ダイエーコンサルタンツ高尾実験センターで行なう。

連携関係を fig.6 に示す。

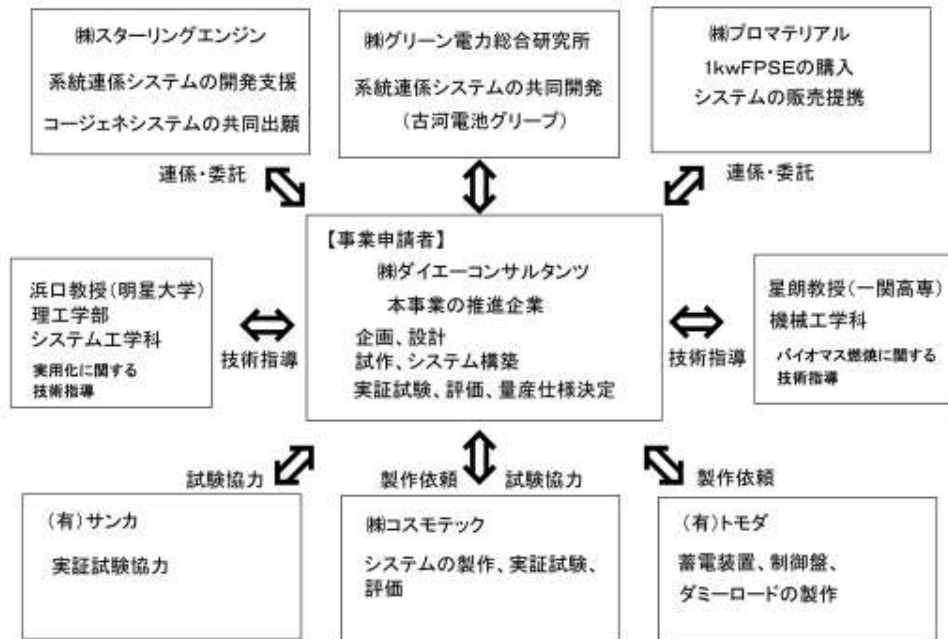


Fig6 事業推進の連携体制

3.実証活動の取り組み

24 年度の取り組みテーマは(1)1kwフリーピストンスターリングエンジン(以下 1kwFPSEと表現する)の系統連係技術の開発と(2)このシステムを農業用ハウスに適用する実証試験から成る。そのそれぞれについて、以下に目的、方法、成果等について述べる。

3.1 1kwFPSE系統連係技術の開発

3.1.1 目的

1kwFPSEシステムを独立で運転した場合、使用可能電力は発電電力を超えることが出来ない。系統連係が可能となれば、発電能力以上の電力の使用が可能となり、負荷接続の自由度が大幅に改善される。また、バイオマス燃料を用いることで余剰電力を売電することが出来る。この系統連係技術を 1kwFPSEで確立することを目的とする。

3.1.2 実施方法

1kwFPSEはパワーピストンの往復運動を両端でスプリングで支え、往復運動の振動周期が 50Hzになるようなメカニカルな共振を利用している。発電はパワーピストン軸上に希土類磁石を配置し、コイル内をこの磁

石が往復運動することで、コイルに電力を発生させるリニア発電機である。

通常の回転型発電機は駆動エネルギーの増加により回転数が増す。これに対し 1kwFPSEは、駆動エネルギーの増加によりパワーピストンの振幅が増大し、その周期はメカニカル共振周波数で決まり、ほぼ一定である。また 1kwFPSEは外燃機関であるため、ガソリンエンジンのようなスロットル制御による出力制御が難しい。このため発電電力に見合う負荷を常に接続していなければならない。もし、稼働中に無負荷状態になるとピストンの振動振幅が極度に増大し、スプリングを含む共振メカニカル部が破損する危険性がある。このような特異特性を持つこと及びソーラー用パワコンのDC入力特性がソーラーパネルの負荷特性に適合するようMPPT(Maximum Power Point Tracking)特性を有していることから、1kwFPSEを系統連係するためには、特別な対策が必要となる。われわれは次の 3 通りの方法について連係テストを実施した。

(1) 1kwFPSEの発電出力(AC230V 50Hz)を全波整流してソーラー用パワコンに加え系統連係する方式の試験。なお、ダミーロードコントロールは整流する前で行なう。

(2) 1kwFPSEの発電出力(AC230V 50Hz)を全波整流後、ダミーロードコントロールを含む制御回路を介してソーラー用パワコンに加え系統連携する方式の試験並びに系統停電時(非常時)にシステムを独立運転させた状態でも、蓄電装置に最適条件で充電することが出来る充電回路の試験。

(1)、(2)で用いたソーラー用パワコンの外観及び仕様(概要)をfig.7 に示す。



型名	シャープ JH-P401
定格入力電圧	DC200V
入力動作電圧範囲	DC100V~320V
最大入力電圧	DC350V
定格出力電圧	連係運転時: AC202V
定格出力	1.5KW
定格電力変換効率	91%

fig.7

(3) 1kwFPSEの出力を系統(AC200V)に直接キャパシタ接続する方式の試験。この方式は、系統側周波数に1kwFPSEの共振周波数を引き込み同期させるもので、パワコンは使用しない。

そのそれぞれの回路構成をfig.8,9,10 に示す。

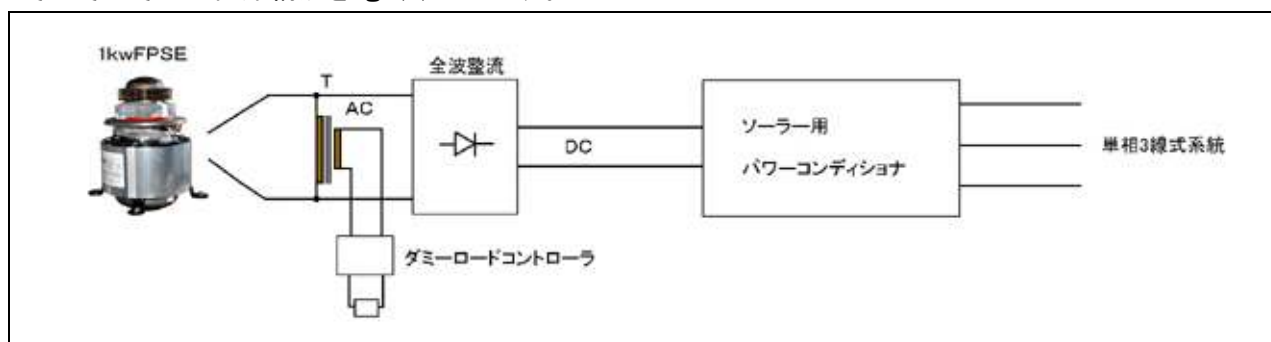


fig.8

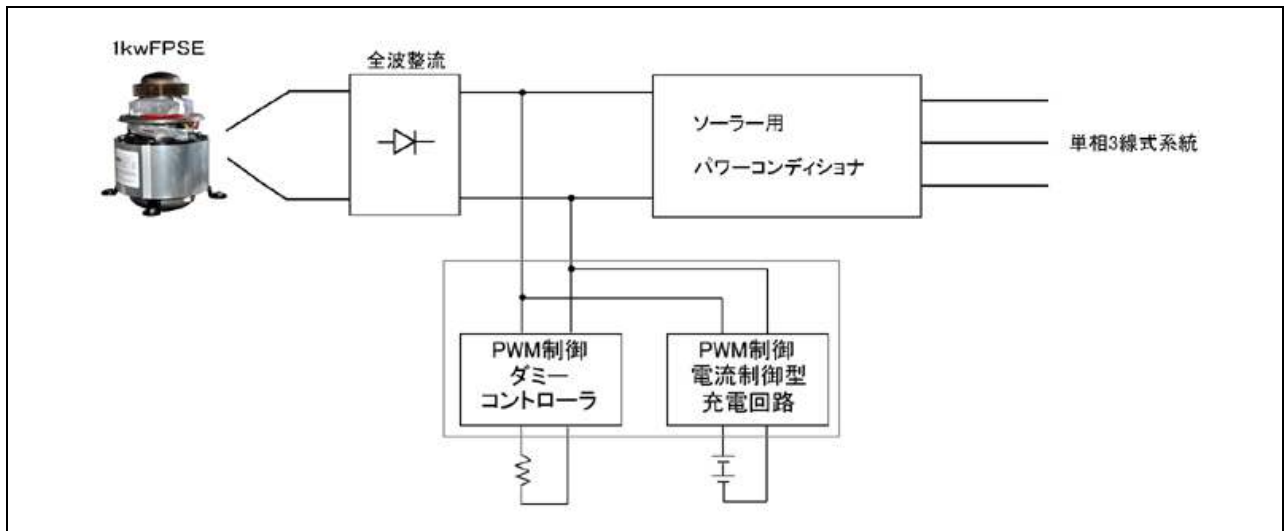


fig.9

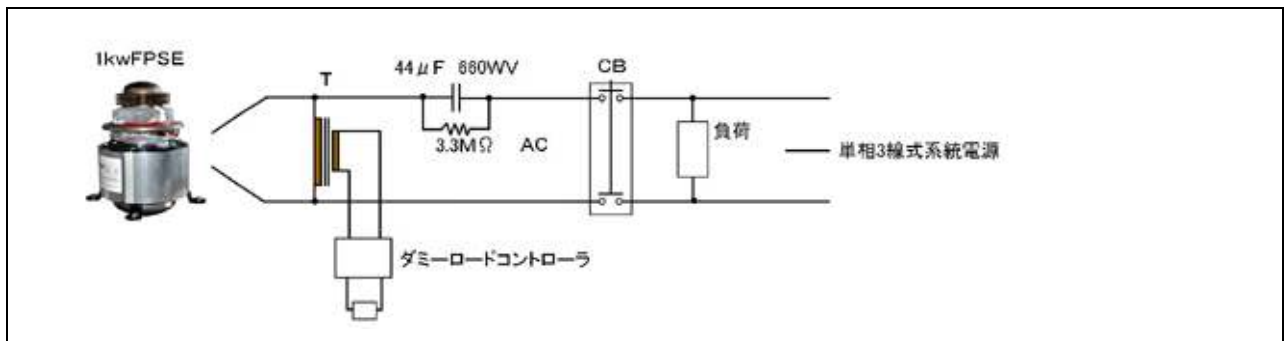


fig.10

また、系統連係試験で実際の系統を利用することは出来ないなので、fig.11 に示す擬似系統電源を用いた。

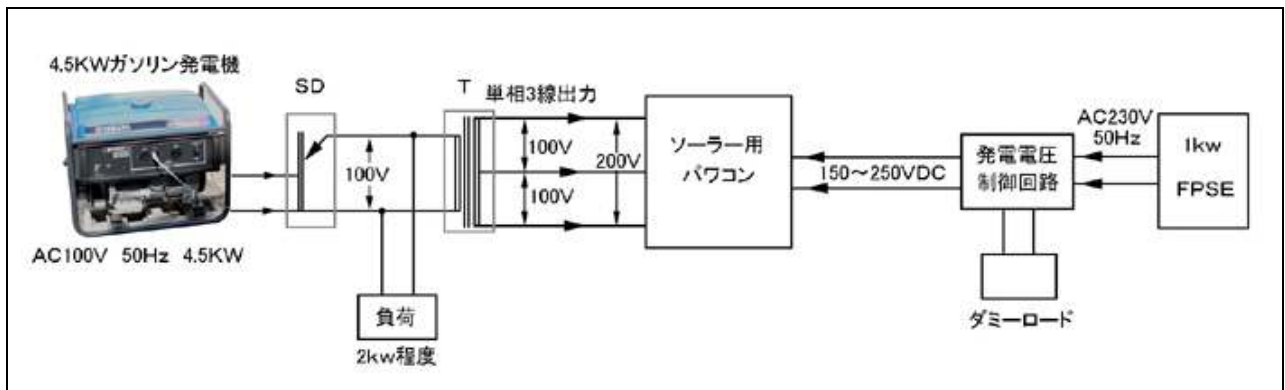


fig.11 擬似系統電源構成

3.1.3 成果と課題

(1) 1kWFPSEの発電出力(AC230V 50Hz)を全波整流してソーラー用パワコンのDC入力に加える試験。

この試験は 1kWFPSEの発電電圧を全波整流してソーラー用パワコンのDC入力に加え系統連係する方式である。ソーラー用パワコンはDC入力に対し、最大出力を取り出すMPPT機能を有している。このMPPT機能はソーラーパネルの負荷特性にあわせており、1kWFPSEの負荷特性とは異なる。しかし、パワコン内部のMPPT特性を変更することは出来ないので、1kWFPSEの負荷特性を近似的にソーラーの負荷特性

に合わせる必要がある。今回の実験では、パワコンのDC入力に対し、印加する直流電圧を可変することで、MPPTに近い結果が得られるか試験した。

fig.12 に試験に用いた具体的は回路構成を示す。

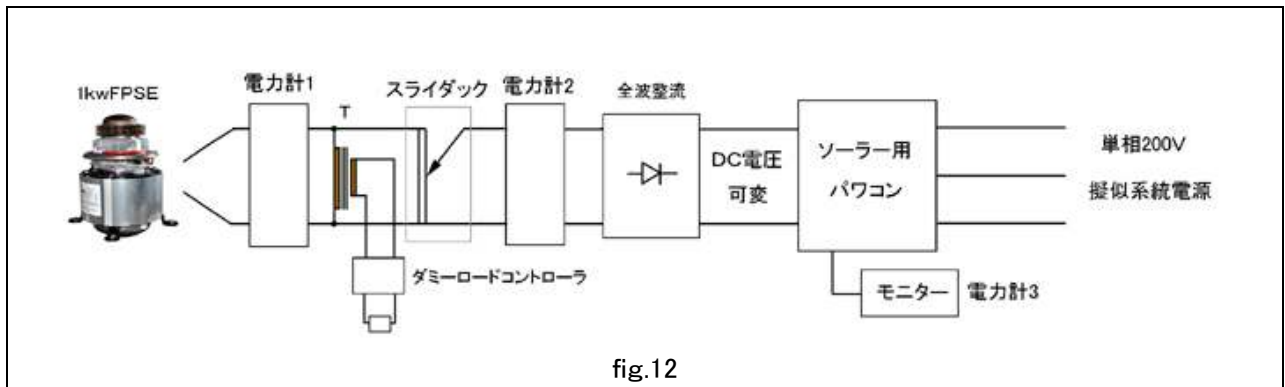


fig.12

この試験では、全波整流回路の前にスライダックを入れ、パワコンのDC入力端子にかけるDC電圧を可変し、発電電力と系統への売電電力を測定した。

fig.13 に試験データを示す。

	電力測定箇所	140v	150v	160v	170v	180v	190v	200v	210v
1	発電電力(電力計 1)W	414	401	436	470	510	511	521	530
2	系統入力(電力計 2)W	330	316	361	396	430	440	444	452
3	比(2/1)	0.80	0.79	0.83	0.84	0.84	0.86	0.85	0.85
4	パワコンモニター(電力計 3)W	244	241	281	314	334	360	371	368

fig.13

表上段の 140v、150v・・・は全波整流回路に加える交流電圧である。発電電力と系統入力の比は 0.80～0.86 で電圧にはあまり関係がないように思われる。差の 16～20%についてはMPPTの問題かどうかはこれからの追及課題である。結論から言えば、**全波整流器だけの挿入でも系統連係が可能であるとの実証結果が得られた。**

fig.14 に連係試験のチャートを示す。

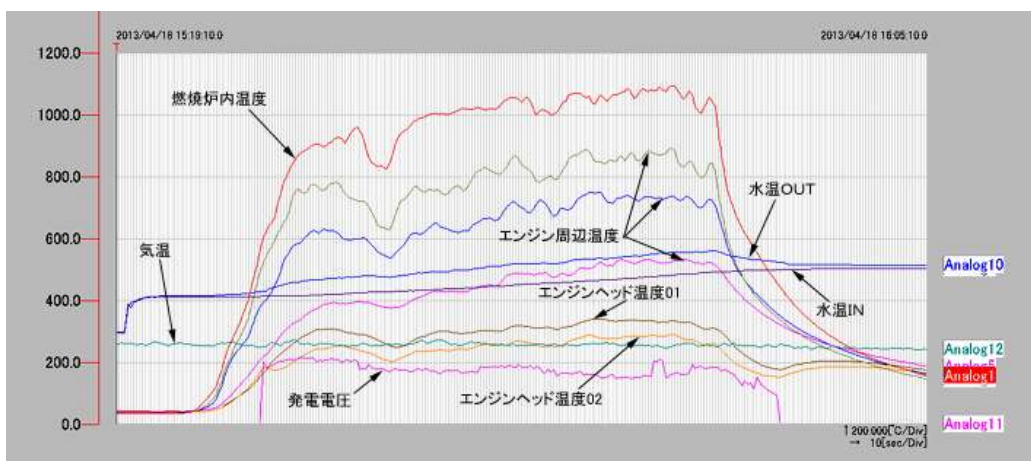


fig.14

fig.15 に試験状況を示す。



fig.15

(2) 1kWFPSEの発電出力(AC230V 50Hz)を全波整流後、電圧及び充電電流制御回路を介してソーラー用パワコンのDC入力に加える方式の試験。

このシステム構成は 1kWFPSEの発電出力を全波整流した後でPCM制御で直流電圧を安定化する機能と充電電流制御型充電機能を備えたものである。ここでなぜ充電電流制御が必要かを述べる。

バッテリーの充電レベルが浅い場合は大量の充電電流が流れる。12V100Ahバッテリー 2 個の直列接続の場合、充電電流は 30Aを超える。充電電圧が 27Vとした場合、流入電力は $27 \times 30 = 810\text{w}$ 以上となる。これだけの負荷が作動開始時のエンジンにかかると、過負荷状態となりエンジンは停止する。これを回避するためにはエンジンが過負荷にならないよう充電電流を制限する必要がある。また、フル充電状態に近づいたら、過充電にならないよう充電電流を適正值にしばる必要がある。これを実現すべくfig.16 に示す回路を構成した。

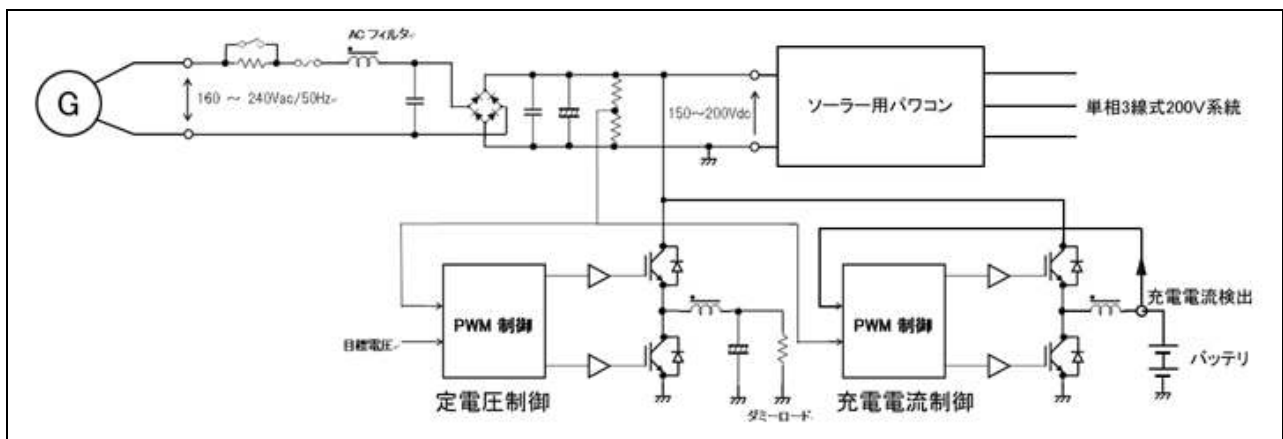


fig.16

ここで云う電圧制御は 1kWFPSEを安定して作動させるためのダミーロードコントロールで、(1)の交流側で制御方式より、直流側で制御する方がエンジンに与えるショックが少ないことが確認された。しかし、系統への売電電力は(1)とほぼ同じであった。更なる対策が必要である。

蓄電装置への充電電流制御は系統連係時及び独立運転時の双方でほぼ理想とおりに実現できた。

fig.17 にこの連係試験状況を、またfig18 にバッテリーへの充電試験状況を示す。



fig.17



fig.18

(3) 1kwFPSEの出力を系統(AC200V)に直接キャパシタ接続する試験。
この試験状況をfig.19に示す。



fig.19

fig.20 にその電圧及び電流波形を示す。またfig.21 はキャパシタ両端の電圧波形と電流波形である。

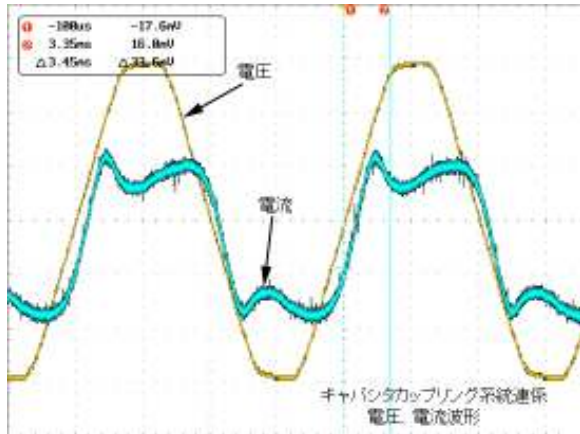


fig.20

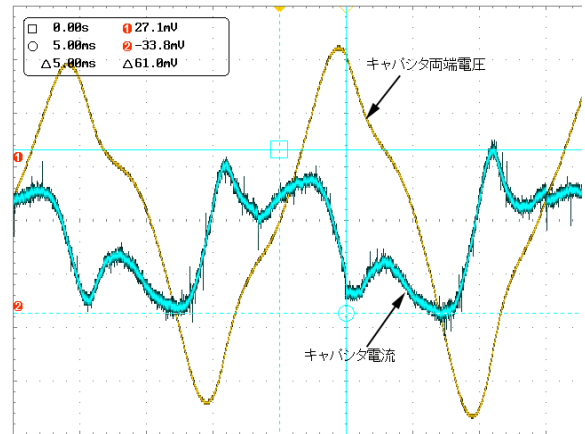


fig.21

fig.19 で電圧、電流波形の上部が歪んでいるが、これは系統側の電圧の歪によるものである。また、電圧、電流はほぼ同位相である

fig.22 に系統連係試験データを示す。

	項目	1	2	3	4	5
1	炉内温度℃	947.0	1094.0	1100.0	1128.0	1124.0
2	エンジンヘッド温度 1 ℃	280.3	349.0	357.0	357.7	365.5
3	エンジンヘッド温度 2 ℃	241.1	302.0	302.0	314.7	319.2
4	冷却水IN温度 ℃	35.5	39.1	39.6	40.3	40.9
5	冷却水OUT温度 ℃	40.5	45.8	47.1	47.8	49.1
6	エンジン出力 W	420.0	607.0	625.0	644.0	654.0
7	系統出力(売電)W	380.0	550.0	568.0	580.0	600.0
8	差(6-7)	40.0	57.0	57.0	64.0	54.0
9	比(7/6)	90.5	90.6	90.9	90.0	91.7

10	出力電圧 V	209.3	210.0	210.0	210.3	210.0
11	出力電流(逆潮流)A	2.10	3.00	3.14	3.29	3.39
12	キャパシタ端子電圧 V	100.0	—	—	—	132.0

fig.22

系統連係試験は燃焼炉内温度(エンジンヘッド温度)を徐々に上げて行き、5 点のデータを測定した。なお、ヘッド温度の許容は 450°Cであるが、今回は安全を見て約 365°Cまでとした。従って発電電力は 654Wまでであった。

また、独立運転でのエンジンの始動は発電機端子間に 20~100Vの交流電圧を印加して行なっていたが、キャパシタ接続方式では、系統に接続することでエンジンはスムーズに始動できることが判明した。

木質ペレットの供給を止め、発電量を徐々に落として行ったが、売電はエンジンが停止するまで続いた。

このキャパシタ結合式系統連係は今回行なった 3 通りの試験の中で最も良好な結果が得られた。

fig.23 に上記系統連係試験時のチャートを示す。

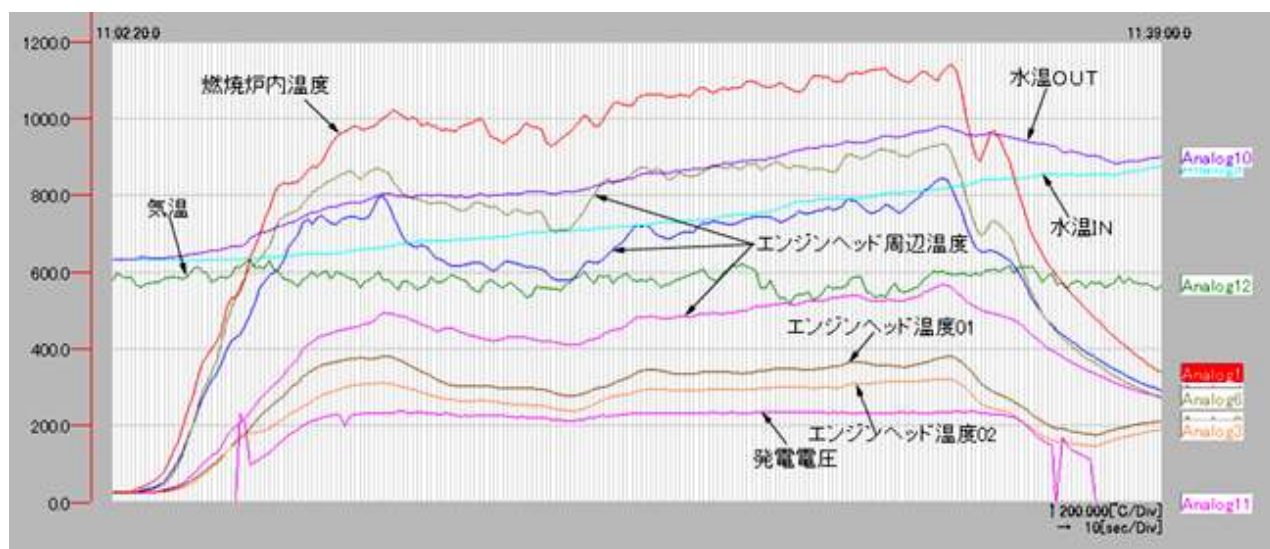


fig.23

3.1.4 ソーラー発電とのハイブリッドシステムの総合評価

実際のソーラー発電システムとのハイブリッド化の実証試験については、事前認可等が必要であるため、ここでは個々の機能をベースに理論的な評価を行なう。

fig.24 は東京八王子におけるソーラー発電システムの平成 25 年 1 月中(31日間)の日別の発電状態を記録したものである。

日	発電量 kwh	積算発電量 kwh	日	発電量 kwh	積算発電量 kwh	日	発電量 kwh	積算発電量 kwh
1/1	7	7	11	8	86	21	6	148
2	14	21	12	8	94	22	1	149
3	9	30	13	10	104	23	1	150
4	10	40	14	0	104	24	10	160
5	8	48	15	0	104	25	12	172
6	4	52	16	0	104	26	13	185

7	9	61	17	7	111	27	10	195
8	9	70	18	7	118	28	10	205
9	0	70	19	12	130	29	13	218
10	8	78	20	12	142	30	14	232
						31	8	240

fig.24

このデータの要点を以下に記す。

- (1) 1ヶ月の総発電量:240kwh
- (2) 平均発電量/日:7.74kwh
- (3) 平均に達しなかった日数:11日/31日
- (4) 全く発電できなかった日数:4日/31日
- (5) 最大発電量:14kwh

ソーラー発電は天候に左右されるため最大 3.5kwのソーラー発電システムで、1ヶ月(31日)合計で 240kwhである。この電力量は一般の家庭の電力消費量(540kwh)の半分以下である。なお一般家庭の電力消費量についてはいろいろな値が公表されているが、ここでは 0.75kw/hを用いた。

(0.75kw×24h×30日=540kwh)

一方 1kwFPSEを1日 8時間 31日間稼働した場合の総発電量は 248kwhであり、ソーラーによる発電量とほぼ同じである。この発電量は天候には左右されない。この2つの発電システムをハイブリッド化することで、化石燃料を殆ど使用しないクリーンな電力と温水の供給の実現が期待できる。なお、これにはバイオマスペレットの普及が必須であり、この実現が森林の再生、地球温暖化抑制の切り札になると確信している。

3.2 1kwFPSEコージェネシステムの農業用ハウスへの適用実証試験

3.2.1 目的

わが国の農業は、農業就業者の高齢化、若者の農業離れ、農業所得の低さなどから低迷している。しかし最近の動きとして、ハウス栽培による高付加価値品の生産に活路を見出し始めた。ハウス栽培は、冬季のハウス内暖房が必要で、現在の主要熱源は灯油などの化石燃料である。われわれは化石燃料に代わる再生可能なバイオマス燃料を用いて、ハウスの暖房と電照栽培用の電力をスターリングエンジンコージェネシステムで置き換えられるか否かの実証試験を実施した。実証試験は東京都八王子市に 6坪のビニルハウスを設置し、その全ての熱源及び電力を 1kwFPSEコージェネシステムと 3.5kwソーラー発電システムからなるハイブリッド構成で供給しようとするものである。

この実証試験の特徴は、バイオマスペレットの燃焼によって得られる排熱の利用方法にある。すなわち、1kwFPSEコージェネシステムの稼働を夜間を「避けて」昼間のみとし、保温機能をもつ貯湯槽に温水を溜め、夜間はその温水を熱交換器を介してハウス内に温風として放出し、ハウス内を 10～15℃に保とうとするものである。

3.2.2 実証試験の方法と成果と課題

実証試験に使用したハウスの内部構成をfig.25に示す。



fig.25 ハウス内部構成

(1)ビニルハウスの1重張りと2重張りの効果の検証

ビニルハウスは1重張りと2重張りについて、その保温性を比較検討した。当初比較対象の熱源をに灯油を考えていたが、安全性と熱量計測の容易さから電気ヒーターに変更し、1重張りと2重張りについて、内部温度を15°Cに保った場合の消費電力を測定した。加熱時間は17:00～翌日8:00までの15時間とした。ここで使用した電気ヒーターの仕様をfig.26に示す。また検証結果をfig.27に示す。



仕様	
SF-2005A	
タイプ	単相
寸法	直径270mm×高さ330mm
重量	2.7kg
加温方法	電気ヒーター、サーキュレーター式
発熱量	単相 200V 50/60Hz
消費電力	2000W
温度調節方式	電子リニア制御方式温度調節器内蔵 0°C～30°C
温度調整精度	設定温度±3°C
安全装置	過熱防止サーモ
適用坪数	2坪

fig26

ビニルの張り数	所要電力量kwh	外気温℃
1重張り	39.49	1.6～3.0
	41.67	1.6～3.4
	平均 40.58	
2重張り	12.64	1.0～3.5
	11.80	2.0～3.6
	平均 12.22(0.30)	

fig.27

1重張りの場合は保温効果が悪いため、上述の電気ヒーターを2台用いた。また、2重張りの場合は1台を用いた。

1重張りとは2重張りの消費電力量を比較すると2重張りは1重張りに比べ1/3以下の電力で保温できることが分かった。

このように保温、断熱性能を上げると消費エネルギーを大幅に削減できる。ハウスの省エネを行なうには、この保温、断熱効果を上げることが非常に重要である。ハウス資材業者数社にその効果を尋ねても、効果の数値データを持っていない。しかし、種々調査してみると、2重以上の多重張りを行なっている農家が存在している。

(2) 1kWFPSEで加温した温水を用いたハウス暖房の実証試験

(2.1) 熱交換器の性能試験

ハウス暖房試験に先立ち、今回使用した熱交換器の性能試験を実施した。性能試験方法は貯湯槽の温水を小型循環ポンプを用いて熱交換器に送り、熱交換後の水は貯湯槽に戻す循環方式である。小型循環ポンプはハウス内に設置したサーモスタット(設定温度:15℃)でON-OFF制御する。

この構成をfig.28に、また実際の試験状況をfig.29に示す。

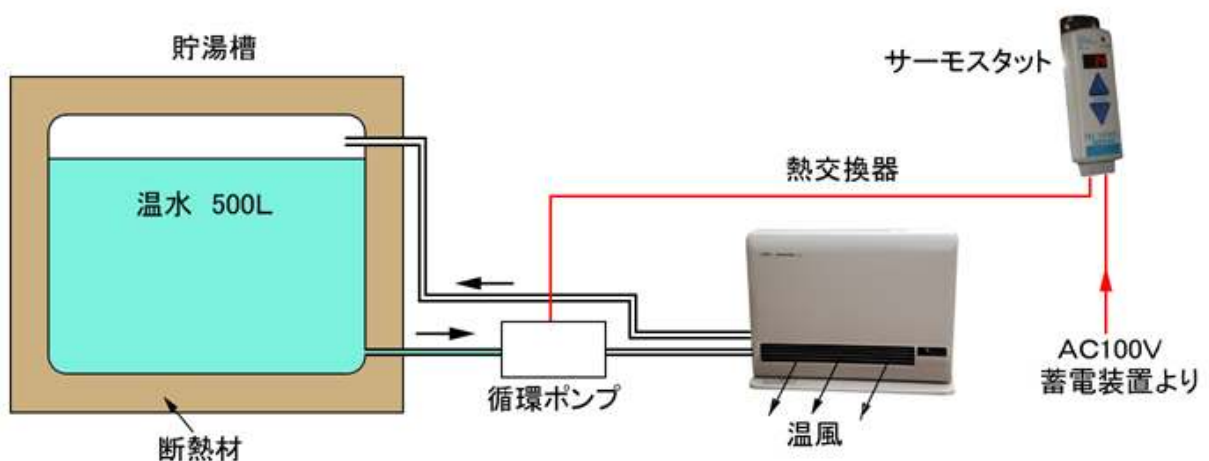


fig.28



fig.29

試験結果を次に示す。

温水の流量: 3.0L/min

貯湯槽からの温水温度 : 44.8°C

熱交換器から出る温水温度: 35.7°C

差 9.1°C

熱交換器から放出される熱量: 45.5cal/sec→1.9kw

この 1.9kwは先に行なった電気ヒーターでの 2 重張りのハウス暖房試験での電気ヒーター1 台の発熱量とほぼ同じであり、この熱交換器で置き換えることが可能と判断した。

(2.2)貯湯槽の温水の使用可能エネルギーの試算

貯湯槽内温水の初期温度: 50°C

熱交換可能min水温: 15°C

使用できる温度差: 35°C

貯湯槽からの熱放散を 15 時間で 30%と仮定

水量: 500L

①使用可能エネルギー: $500L \times 35^\circ C \times 0.7 \rightarrow 12,250kcal \rightarrow 14.22kwh$

②2 重張りハウスを 15 時間15°Cに保温するに必要な電力量: **12.22kwh**: (1)の検証結果の値

(2.3)ハウスの暖房試験

①>②であり、ハウスの保温エネルギーは充分であると予測したうえでハウスの暖房試験を実行した。その結果をfig.30 に示す。

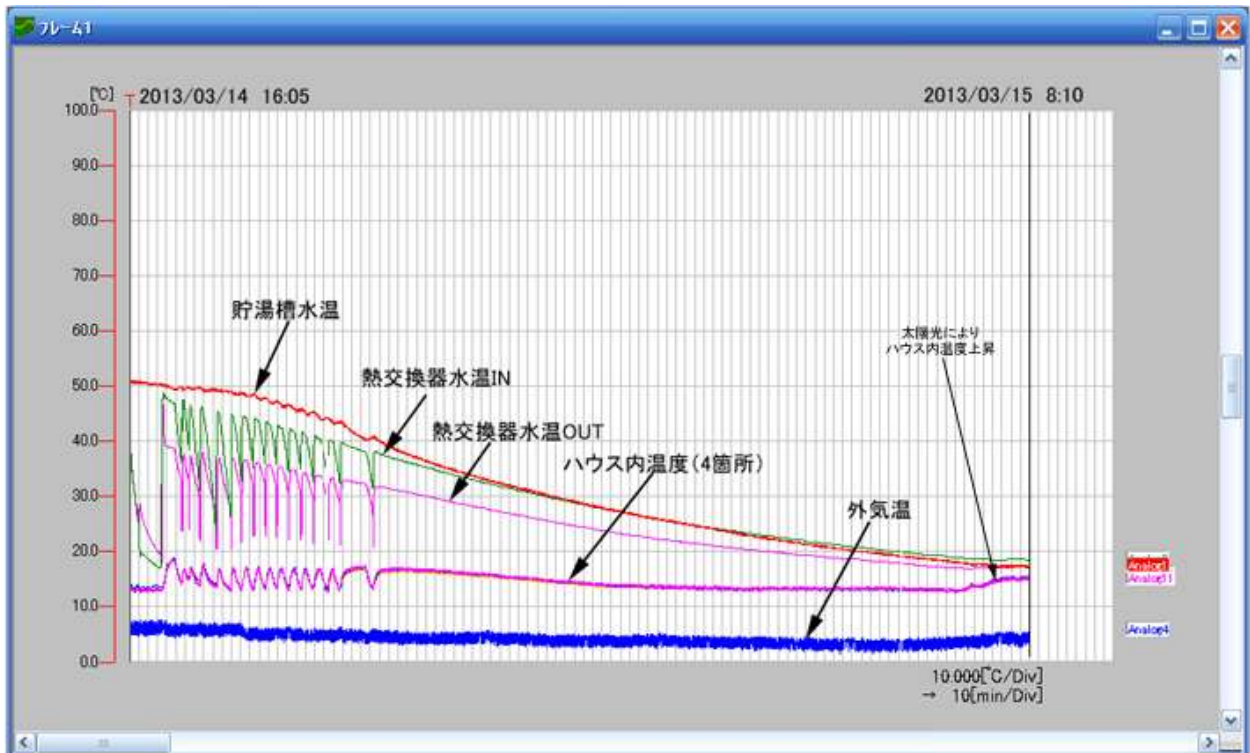


fig.30

fig.28 に示すとおり、500L、50°Cの温水を用い、6 坪のハウス内の暖房を行なった結果、14:00～翌日 8:00 までの 16 時間 13～15°Cに保つことが実証できた。

なお、このハウス内で2012年11月～2013年3月の期間で実際に野菜を栽培した。この状況をfig.31に示す。



fig.31

4.事業目標に対する実績

今回の2つの実証実験を基に、事業計画書で計画した事業目標に対する実績を記載する。

4.1 系統関係機能の確認 fig.32

	目標項目	判定または達成率	問題点と解決策
1	系統関係を実現する	3通りの方法を実験した (1) 全波整流方式:60% 系統関係が可能と判定	発電電力と売電電力の差を減らす 検討を要す。

		(2) PWM方式:60% 系統連係が可能と判定	同上
		キャパシタ結合方式:90% 簡単かつ確実に系統連係が可能 パソコンを用いないためシステムコストが安い。	パソコンを使用しない方式のため、 系統連係技術基準に合致するかど うかの調査と対策が必要
2.	独立運転時のバッテ リ充電機能の確立 (追加項目)	PWM方式で達成率 90% PAT出願予定	独立運転仕様として実用化を急ぐ 予定

fig.32

4.2 農業用ハウスへの適用実証試験 fig.33

	目標項目	結果、判定または達成率	問題点と対策
1	コージェネシステムか ら見た 貯湯槽の最適容量を 確定する 条件:水温max:6 0°C	1kwFPSEコージェネシステム用としては 500L~1000Lが適当であると判断 達成率:100%	貯湯槽を断熱構造とすること。 今回の試験では3センチ厚の グラスウール3重で断熱した。
2	ハウスの大きさから 見た貯湯槽の最適容 量と水温を算出する 条件:ハウス内温度: 10~15°C	今回はテスト的に小規模な6坪の温室とし た。これに最適な貯湯量は500Lでる。 達成率:100%	6坪:0.5tとすると1000坪のハ ウスでは167倍の83.5tとなる。 これは1辺4.4mの立方体に相 当する。大型ハウスについては 更に検討を要す。
3	1,2の結果からこのシ ステム1台に対する ハウスの大きさを確 定する。 本システム1式がどの 程度の大きさのハウ スに適用できるか 条件:ハウス内温度: 10~15°C	1kwFPSEコージェネシステム1台を用い て保温できるハウスの大きさは6~10坪程 度と推察する。なお、ハウスの断熱性の向 上で、更に大きなハウスへの適用も可能と 考える。 達成率:100%	ハウスの断熱機能の向上によ る省エネが非常に重要である。 廉価な断熱が出来れば、保温 に要するエネルギーを大幅に 抑えることが出来る。 ハウスの廉価な断熱構造の検 討が必要である。
4	灯油バーナーによる 加温と本コージェネシ ステムによる加温を 比較する	実証試験は取り扱いが比較的 安全で計測しやすい電力に変更 した。 6坪のハウス内温度を外気温 2~4°Cで15°Cに保つために 必要なエネルギー量の	ペレット価格は現在20~30円/ kg程度であり、需要が増せば 更に安くなりと云われている。 暖房と電照電力を合わせれば

	<p>灯油バーナーの燃料消費、燃料代 本システムの燃料消費、燃料代 条件：ハウス内温度は同一とする</p>	<p>比較(15 時間) 電力：12.22kwh→305.5 円(25 円/1kwh) バイオマスペレット：220 円 (2.2kg/h×5h×20 円/kg=220 円) ここで バイオマスペレットの消費量：2.2kg/h 稼働時間(水温が 50℃に達する)：5h ペレット単価：20 円/kg とする。 灯油との比較検討 灯油価格：100 円/L 灯油の発熱量：8500kcal/L 12.22kwhの熱を発生させるための灯油量：1.24L 所要灯油価格：124 円(1.24×100) 5kwhの電力代：125 円 合計 249 円 所要電力を含めると 249 円となりバイオマスペレット使用の方にランニングコストでメリットがある。 達成率：100%</p>	<p>電力、灯油使用に比べてランニングコストはペレットが有利となる。 残存課題はシステム価格のダウンとペレットの需要拡大である。</p>
5	<p>蓄電容量の検討 電照用電力として最適な容量の追求。システムの発熱量と発電量とハウスの大きさとのバランス関係の追及</p>	<p>1kwFPSEシステムとソーラーシステムのハイブリッド構成では1日平均で ソーラーシステム：7.74kwh 1kwFPSEシステム：5kwh 合計：12.74kwhの電力が得られる。 1kwFPSE用補機消費電力：0.15×5＝0.75kwh 熱交換器及び循環ポンプの消費電力：0.08×15h＝1.2kwh を差し引くと、実質 10.79kwhの電力を電照電力などに利用できる。24 時間電照するとすれば、450wまでのLEDを使用することが出来る。 電照用LEDは多くの種類があり、目的に応じて使用している。ここでは一般的なLED照明を用いる場合について検討を加える。 例えば 8.5w全光束 590 ルーメンの線状LED照明器具を用いた場合、450wでは 52 本のLED照明が使用できる。総ルーメンは</p>	<p>排熱の利用がまだ不十分である。 エンジン上部の熱交換器の効率を上げることで、温水の加温時間を短縮できる可能性が残っている。この改良をさらに進めて行く予定。</p>

		<p>30,680 ルーメンとなり 6~10 坪のハウスでの電照であれば十分な電力であると考え る。</p> <p>蓄電容量について検討することにして いたが、系統連係中は蓄電電力は使用し ないこととしたので、非常用としての ミニマム容量の 2.4kwhを踏襲する こととした。</p> <p>達成率:60%</p>	
6	<p>電照用電力の比較(電力料金)</p> <p>商用電力使用の場合</p> <p>蓄電電力使用の場合</p>	<p>電照方法が多岐に亙るため、ここ では検討を省略する。</p> <p>達成率:0%</p>	<p>電照方法を再調査し、改めて検 討する。</p>
7	4,5,6 からの総合比較	<p>小規模ハウスであれば、ランイン グコストにおいてわれわれが提案 するソーラー発電と 1kwFPSE コージェネシシステムのハイブリ ッド型が最も有利である。</p> <p>特に、系統連係においては、当 初ソーラー用パワコンを利用する 線で検討を進めてきたが、キャ パシタ接続方式が単純且つ低 コストで行けそうな見通しを得 た。</p> <p>達成率:80%</p>	<p>系統連係ではパワコンを使用し ないキャパシタ接続方式で良 好な結果が得られたので、系 統連係のもう一つの標準にす べく検討を進めていきたい。</p> <p>ハウスへの利用については、 小型ハウス用であればこの方 式が利用できると考えている。 また、使用総エネルギーの削 減のためのハウスの断熱構造 の改良が必須である。これに ついては検討して行く考えであ る。</p>
8	フェールセーフ機能	<p>1kwFPSEコージェネシシステム を稼動する上において、最も重 視すべき点は無負荷時のエンジ ンの暴走である。エンジンがフ ル稼働状態で負荷が遮断され ると、リニア発電機の振幅が 過大となり、短時間でエンジン 内部が破損する。エンジン内 部はヘリウムが充填されている ため、完全に溶接密閉されて いることから、エンジン修理は 出来ない。従って、暴走を未然 に防ぐ信頼度の高いダミーコン ローラが必要である。われわれ は今回 3 種類のダミーコント ローラを試験した。</p> <p>(1) コンパレータ式段階負荷印 加式</p>	<p>最適ダミーコントローラの追求</p>

		<p>(2) 導通角制御式 (3) PWM式 最も安定して動作した方式は(1)であった。(2)、(3)についても更に検討を加える予定である。</p> <p>達成率:70%</p>	
--	--	---	--

fig.33

5.今後の課題と方向性

今回の実証試験で 1kwFPSEコージェネシシステムの系統連系の可能性が明らかになった。しかし、現行の系統連系の技術基準を全て満たしているとは云えない。まず、この基準を満たす技術確立が急務である。また、キャパシタ結合型系統連係という新しい系統連係方式が見えて来た。この方式は現行技術基準の全ての要件を満たすことは出来ないと考えている。これは新たな技術基準の提案となろう。ただ、昨年(23年度)実施したバイオマスを燃料とする分散型 1kwFPSEコージェネシシステムの開発において提案したマイクログリッドシステムに適用するのであれば、50Hz地区限定ではあるがキャパシタ結合系統連携が可能と考えている。この方式をfig.34 に示す。

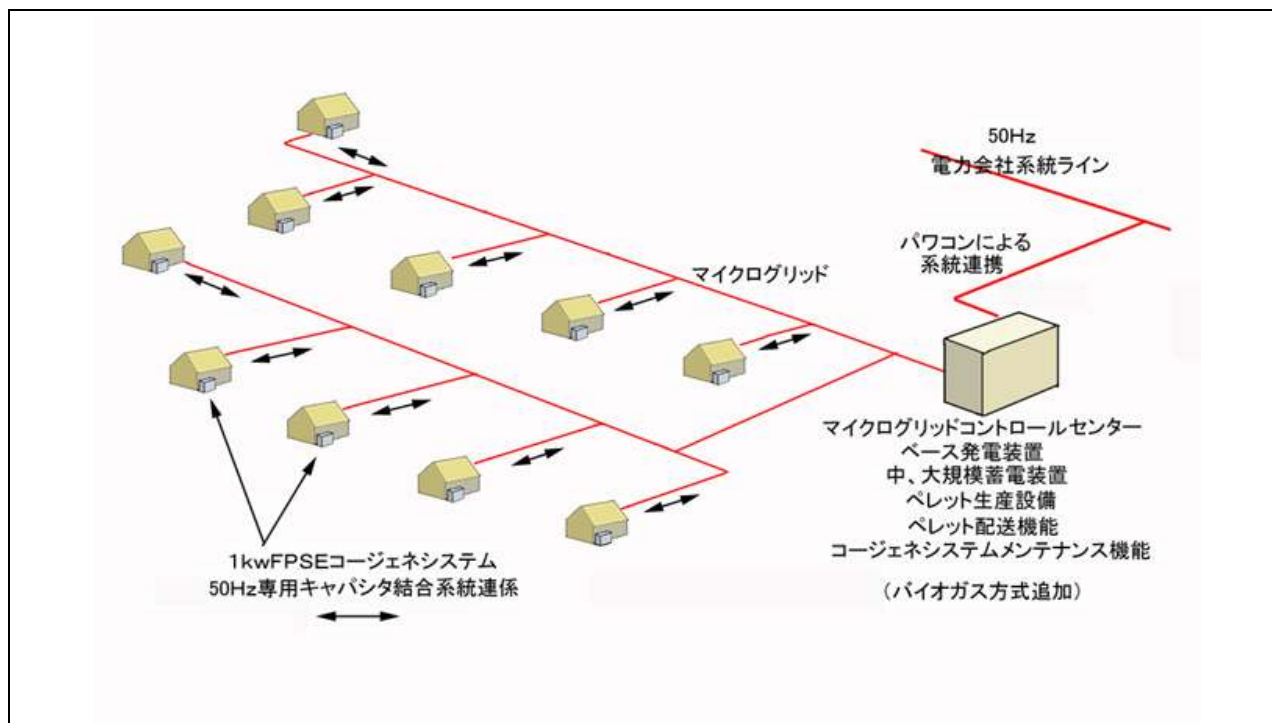


fig.34 キャパシタ結合系統連係マイクログリッドシステム

この方式ではソーラー用パソコンは使用しないので、ソーラーシステムは無くてもよい。その分だけイニシャルコストを下げる事が出来る。

平成 25 年においては、このマイクログリッドをより効果的に運用するための、バイオマスのガス化にチャレンジを開始した。バイオマスを蒸し焼きにしてCO、H₂などをガス状態で取り出すことで、マイクログリッドシステムがより実現しやすくなると考えている。勿論バイオマス発酵によるメタンガスも含めて検討を始めている。fig.35 及びfig.36 に木炭及びペレットを原料とした試作ガス化炉のガス発生状況を示す。



fig.35 木炭のガス化



fig.36 ペレットのガス化

バイオマスガス化のメリットは大きいがデメリットもある。特に問題なのはガスの発熱量の低さと成分のばらつき、発生量のばらつきである。バイオガスを用いたガスエンジン(内燃レシプロあるいはタービン)発電は既に比較的大規模システムでは動き始めている。しかし小規模分散型システムはまだ存在していない。われわれが提案するフリーピストンスターリングエンジン方式であれば、発熱量の低さや成分のばらつきはクリアできると考えている。

このシステムの農業用ハウスへの適用実証試験では、先ずどのエネルギーを使うかの前にハウスの断熱性能の改善が必要であることを痛感した。ビニルシートの 2 重張り作業を実際に行なってみたが、かなりテクニックを要する。また、ビニルシートは毎年張り替える消耗品である。ハウス栽培が定着する兆しが見えてきている。スチールパイプとビニルシート製ではなく、ガラス張りの恒久設置型温室タイプが増えてきた。居住用家屋については、断熱構造が急速に進んでいるが、温室についてはあまり進展がないように思われる。耐候性の高い透明樹脂板(例えば波板に使用しているポリカーボネイト)を用いた断熱構造材が出てきてもよいと思っている。これについても余力があればチャレンジして行きたい。

【お問い合わせ】

実証団体名称:株式会社ダイエーコンサルタンツ

担当者:技術顧問 星野 太郎

TEL: 042-665-8370

e-mail: hoshino@mxt.mesh.ne.jp