

実証報告

平成23年度

田原市低炭素モデルハウス 実施調査報告書

イシグロ農芸有限会社

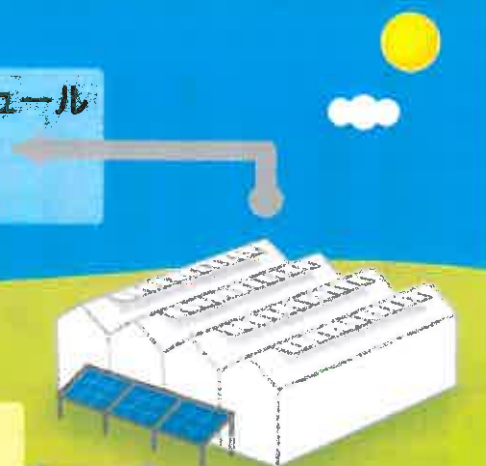
天窗・屋外モジュールの仕組み

天窗用太陽電池モジュール

100V 発電,
昼間使用 → 余剰分 売電

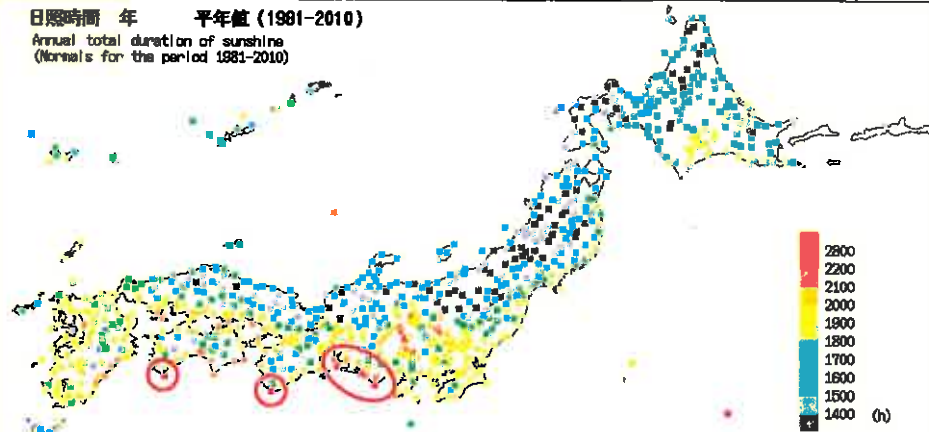
太陽電池モジュール

100V 発電,
蓄電 → 夜間使用



日照時間平年値

日照時間 年 平年値 (1981-2010)
Annual total duration of sunshine
(Normals for the period 1981-2010)

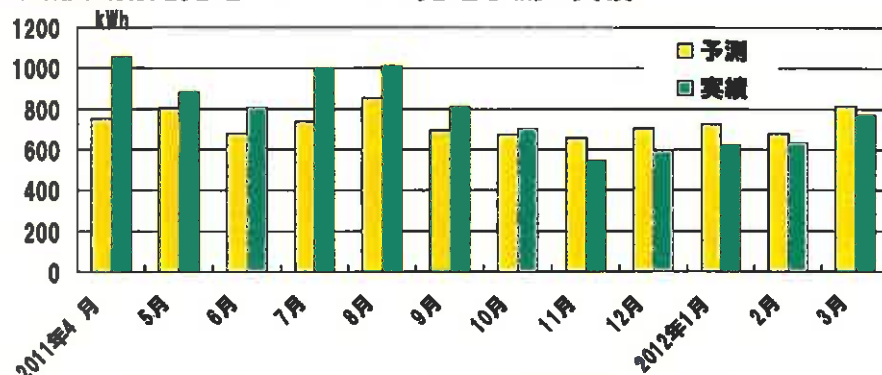


※気象庁HPより 日照時間平年値 (1981年～2010年)

日照時間が長い田原市（漣美半島）は、
太陽光発電に向いている。

発電量調査報告-1

●天窓太陽光発電7.8 kWhでの発電予測と実績

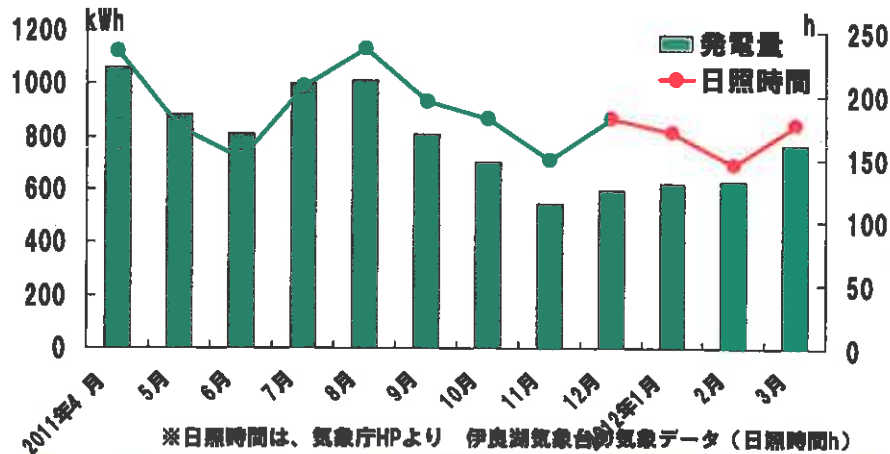


- ・ 2011年4月1日～2012年3月31日の
年間発電量は **9,452 kWh**, 予測発電量の 108%
- ・ CO₂削減効果は **4,480 kg**

※ CO₂排出は 電力1kWh=0.474kg で計算

発電量調査報告-2

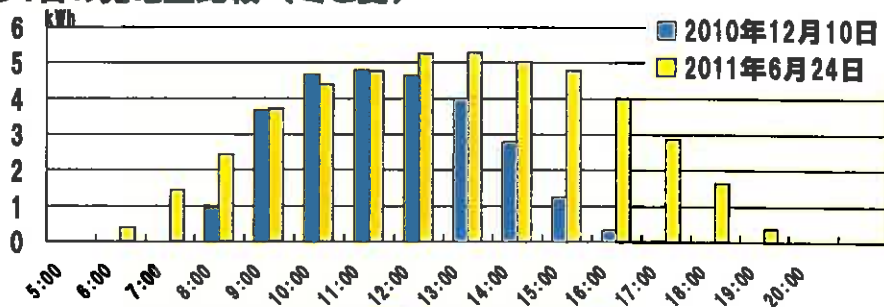
●天窓太陽発電7.8 kWhでの発電実績と日照時間



発電量は、日照時間に大きく影響される。

発電量調査報告-3

●1日の発電量比較 (冬と夏)



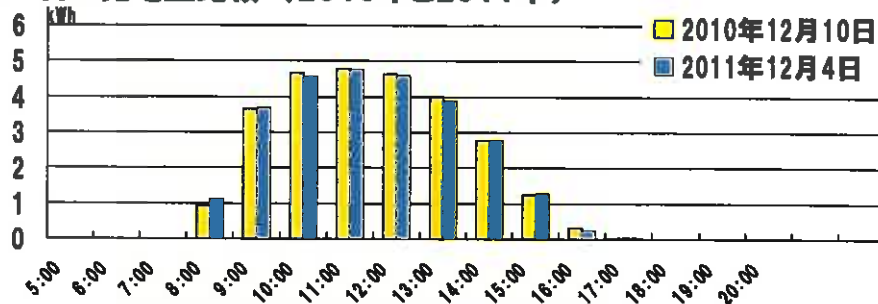
	発電量	日照時間	日の出	日の入
2010年12月10日	27 kWh	8.9 h	6:47	16:40
2011年6月24日	46 kWh	13.1 h	4:39	19:08

※2010年12月10日、2011年6月24日は、それぞれ12月、6月で最も発電量の多かった日
 ※日の出、日の入りは、田原市の時刻 国立天文台HPより

発電量は、日照時間に左右される。

発電量調査報告-4

●1日の発電量比較（2010年と2011年）



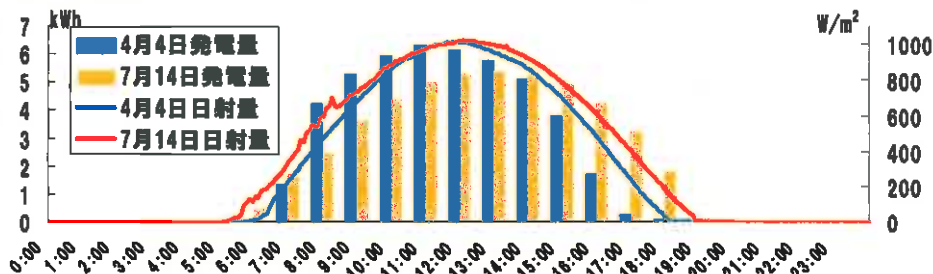
	発電量	日照時間	日の出	日の入
2010年12月10日	27 kWh	8.9 h	6:47	16:40
2011年12月4日	27 kWh	8.2 h	6:41	16:40

※2010年12月10日, 2011年12月4日は、それぞれ最も発電量の多かった日
 ※日の出、日の入りは、田原市の時刻 国立天文台HPより

発電量は季節ごとに、毎年同じ傾向である

発電量調査報告-5

●1日の発電量比較（春と夏の発電量と日射量）



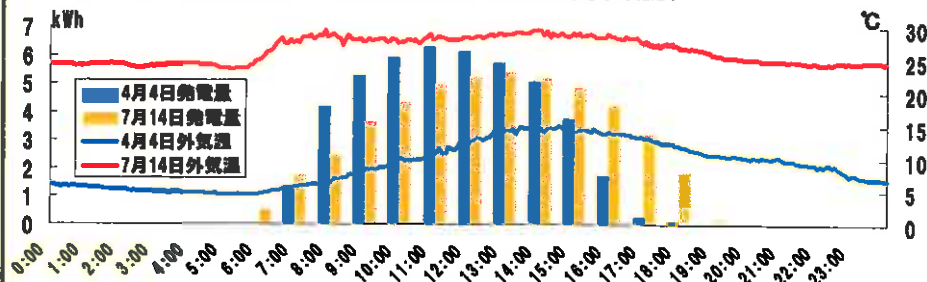
	発電量	日射量	日の出	日の入
2011年4月4日	46 kWh	27 MJ/m²	5:35	18:14
2011年7月14日	48 kWh	31 MJ/m²	4:48	19:05

※2011年4月4日, 2011年7月14日は、それぞれ4月、7月で最も発電量の多かった日

時間当たりの発電量は、4月の方が高い。

発電量調査報告-6

●1日の発電量比較（春と夏の発電量と外気温）



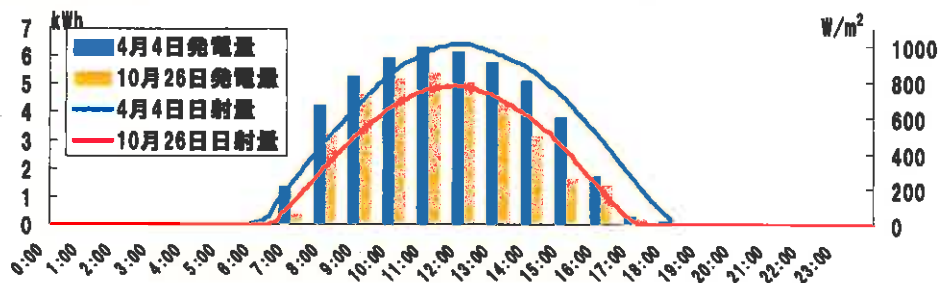
	発電量	平均温度	最高温度	最低温度
2011年4月4日	46 kWh	9.2 °C	15.2 °C	4.5 °C
2011年7月14日	48 kWh	26.5 °C	29.7 °C	23.6 °C

※外気温、日射量は低炭素施設モデルハウスセンサー数値

天窓太陽光発電は外気温、太陽の向きに影響を受けていると考えられる。

発電量調査報告-7

●1日の発電量比較（春と夏の発電量と日射量）



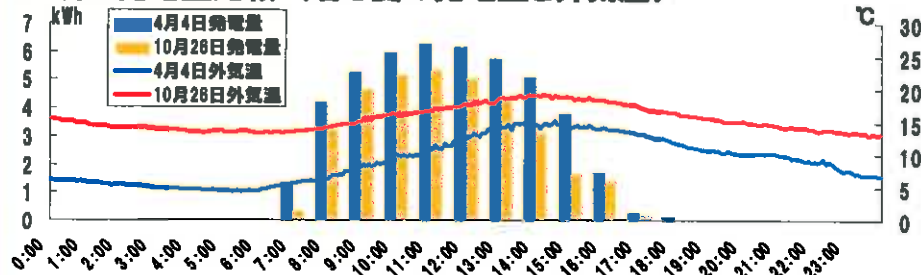
	発電量	日射量	日の出	日の入
2011年4月4日	46 kWh	27 MJ/m²	5:35	18:14
2011年10月26日	35 kWh	18 MJ/m²	6:05	17:04

※2011年4月4日、2011年10月26日は、それぞれ4月、10月で最も発電量の多かった日

春と秋では、春の方が時間当たり発電量が多かった。

発電量調査報告-8

●1日の発電量比較（春と夏の発電量と外気温）



	発電量	平均温度	最高温度	最低温度
2011年4月4日	46 kWh	9.2 °C	15.2 °C	4.5 °C
2011年10月26日	35 kWh	15.5 °C	19.2 °C	12.9 °C

※外気温、日射量は低炭素施設モデルハウスセンサー数値

最高気温20℃以下であり、秋の方が発電量が少ないのは、日射量・太陽の向きなどの影響と考えられる。

発電量調査報告-まとめ

◆太陽の向きに関して

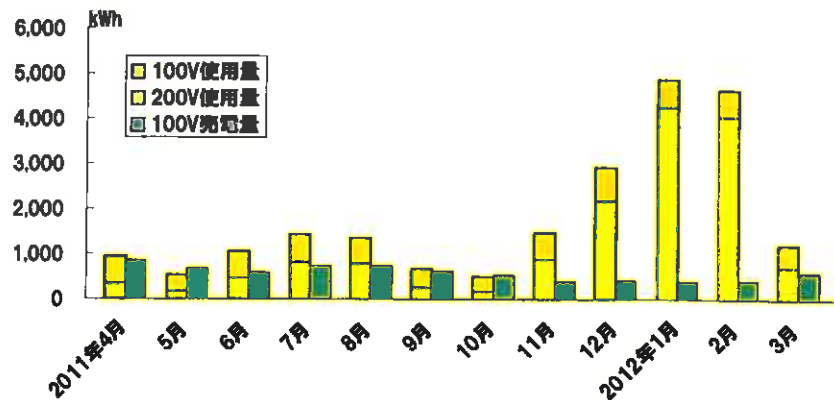
- ・天窓太陽光発電の予測を実績が大きく上回った。要因としては、ハウス内温度変化により、天窓が開閉することで、太陽光の入射角度が天窓の角度に適していたと考えられる。

◆外気温に関して

- ・発電量は4月が一番多い。
日照時間は、8月が一番長いにも関わらず、発電量は4月が一番多い。太陽光発電は、外気温にも大きく影響を受けていると考えられる。

エネルギー利用調査報告-1

●1年間の使用電力量と発電量

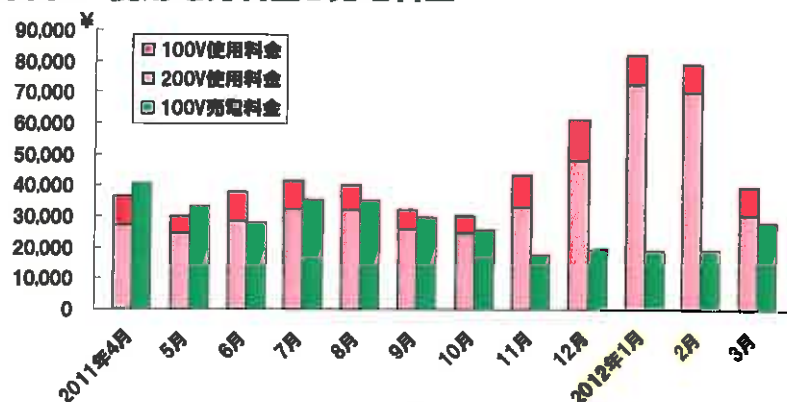


※100V電気使用量は、購入量+（発電量-売電量）で算出

冬季の暖房期間、200Vの消費量が大きく12～2月で
10,468 kWh、3ヶ月で年間消費量の**39%**だった。

エネルギー利用調査報告-2

●1年間の 使用電力料金と売電料金

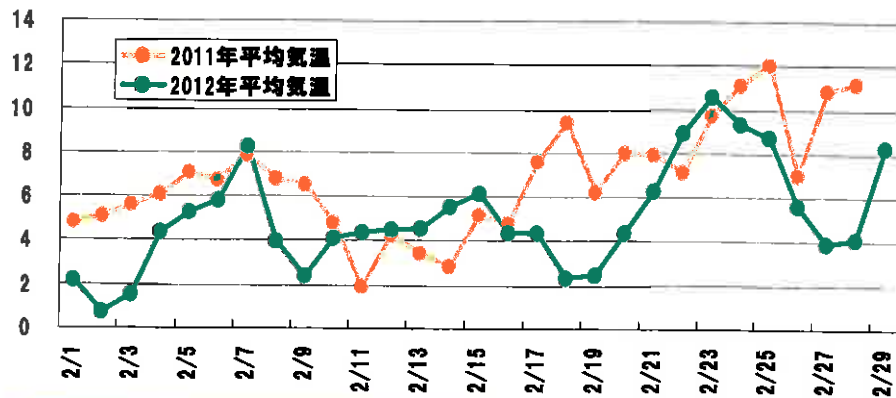


100V: ¥19.5/kWh, 基本料金 2,184円,
200V: ¥11.7/kWh, 基本料金 22,822円, 売電: ¥48/kWh

4月～10月においては、使用電気量金を売電料金で
概ねまかなうことができた。

エネルギー利用調査報告-3

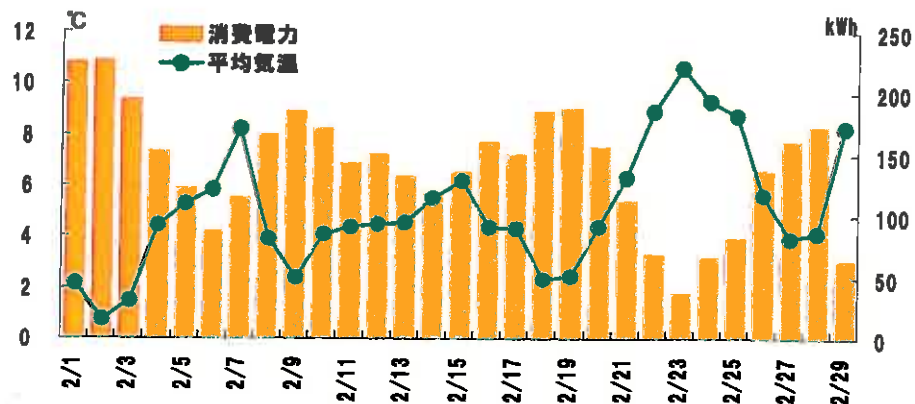
●2011年2月と2012年2月の外気平均温度



2011年2月 平均気温 **6.9°C**に対し、
2012年2月は**5.1°C**と**1.8°C**の差があった。

エネルギー利用調査報告-4

●1日の平均外気温と消費電力の関係(2012年2月実績)



ヒートポンプの消費電力と1日の平均外気温には、
深い関係が見られた。

エネルギー利用調査報告-5

●昨年 低温区 設定温度

	期間	日間	時間帯	設定温度
栄養生長	11/25 ~ 12/7	12	17:00 ~ 7:00	16℃ (定植から活着まで)
	12/8 ~ 12/15	7	"	14℃
	12/16 ~ 1/5	20	"	12℃
	1/6 ~ 1/12	6	17:30 ~ 7:00 7:00 ~ 9:00	18℃ (予備加温) 16℃
生殖生長	1/13 ~ 2/7	25	17:30 ~ 7:30 7:30 ~ 9:00	18℃ (消灯1/13) 16℃
	2/8 ~ 2/11	3	17:30 ~ 7:30 7:30 ~ 9:00	16℃ 12℃
	2/12 ~ 3/10	26	17:30 ~ 7:30 7:30 ~ 9:00	14℃ 12℃

エネルギー利用調査報告-6

●昨年 高温区 設定温度

	期間	日間	時間帯	設定温度
栄養生長	11/25 ~ 12/7	12	17:00~7:00	16℃ (定植から活着まで)
	12/8 ~ 1/5	28	17:00~3:30 3:30~7:00	10℃ (変温管理朝方加温) 18℃
	1/6 ~ 1/12	6	17:30~7:00 7:00~9:00	18℃ (予備加温) 16℃
生殖生長	1/13 ~ 2/3	21	17:30~0:00 0:00~7:30 7:30~9:00	20℃ (消灯後変温管理) 18℃ 16℃
	2/4 ~ 2/7	3	17:30~0:00 0:00~7:30 7:30~9:00	18℃ 16℃ 14℃
	2/8 ~ 2/11	3	17:30~0:00 0:00~7:30 7:30~9:00	16℃ 14℃ 12℃
	2/12 ~ 3/10	26	17:30~7:30 7:30~9:00	14℃ 12℃

エネルギー利用調査報告-7

●今年 低温区 設定温度

期間	日間	時間帯	設定温度
11/11 ~ 1/1	51	17:30~7:30	12℃
1/1 ~ 3/10	62	"	14℃

●昨年 高温区 設定温度

期間	日間	時間帯	設定温度
11/11 ~ 3/3	113	17:30~7:30	15℃

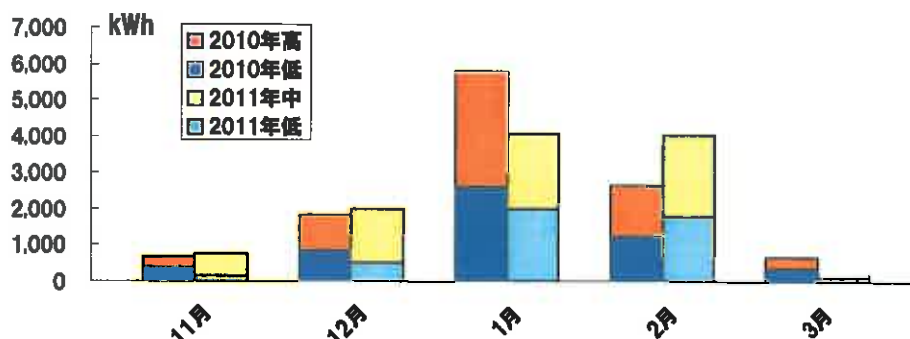
2月の設定温度については、昨年より今年の方が低かったが、ヒートポンプ消費電力は今年の方が多くなった。

ヒートポンプ2月消費電力

昨年 2,646 kWh, 今年 4,059 kWh

エネルギー利用調査報告-8

●ヒートポンプ消費電力量 昨年との比較



ヒートポンプ消費電力量は

昨年度（2010年11月～2011年3月）11,589 kWh

今年度（2011年11月～2012年3月）10,897 kWh

エネルギー利用調査報告-9

●CO₂削減効果（2011年11月11日～2012年3月3日）

通常ハウス	暖房 重油	電照（白熱78球）	
エネルギー量	8,117 L	1790.1 kWh	
CO2排出量	21,966 kg	849 kg	合計 22,815 kg

低炭素実績	暖房 ヒートポンプ	電照（LED） 遠赤色を含み99球	発電
エネルギー量	11,019 kWh	197.9 kWh	2292.8 kWh
CO2排出量	5,223 kg	94 kg	- 1,087 kg
			合計 4,230 kg

CO₂削減量は**-18,585 kg**、**約81%**の削減となった。

エネルギー利用調査報告-10

●CO₂削減効果（今年度栽培 2作）

通常ハウス	冷房	暖房 重油	電照 白熱78球	
	—	冬作	2作(夏・冬)	
エネルギー量	—	8,117 L	3,132 kWh	
CO2排出量	—	21,966 kg	1,485 kg	合計 23,451 kg

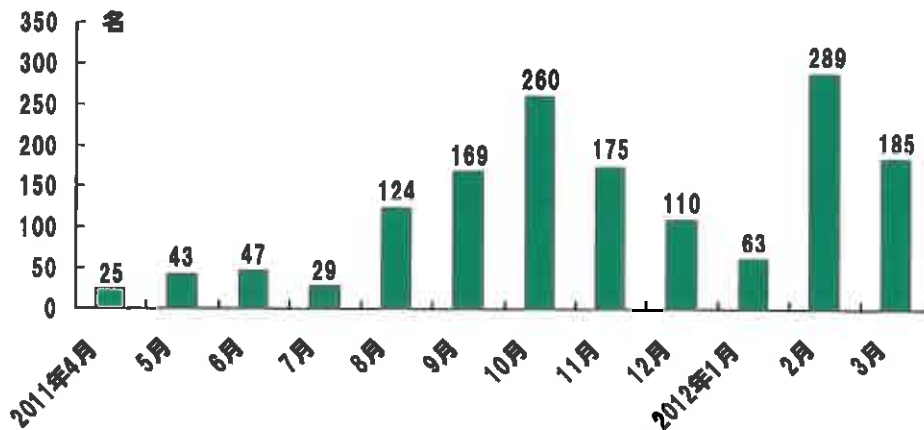
低炭素実績	冷房 ヒートポンプ	暖房 ヒートポンプ	電照 LED 試験1込99球	発電	
	夏作(前作)	冬作(今作)	2作(夏・冬)	夏作	冬作(今作)
エネルギー量	1,715 kWh	11,019 kWh	351.2 kWh	3,926 kWh	2292.8 kWh
CO2排出量	812 kg	5,223 kg	166.5 kg	-1,860.8 kg	- 1,087 kg
※ 夏作 2011年5月31日～, 冬作 2011年11月11日～				合計 3,254 kg	

CO₂削減量は**-20,197kg**、**約86%**
夏場ヒートポンプの夜冷使用量を除くと**約90%**
の削減となった。

来場者意識調査

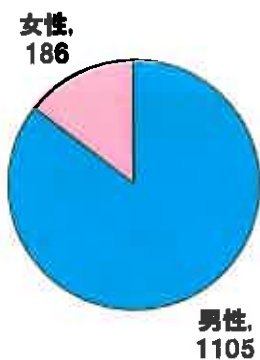
●視察者状況報告

- ・期 間 2011年4月1日～2012年3月31日（1年間）
- ・来場者数 1,519 名
- ・アンケート数 1,224 枚
- ・月別来場者数

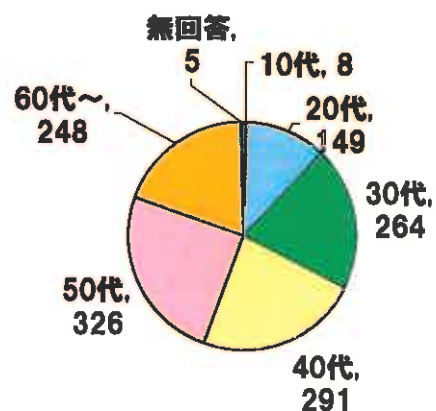


来場者意識調査 アンケート内容-1

1. 性別



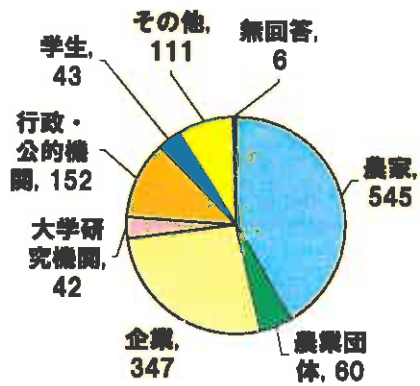
2. 年齢



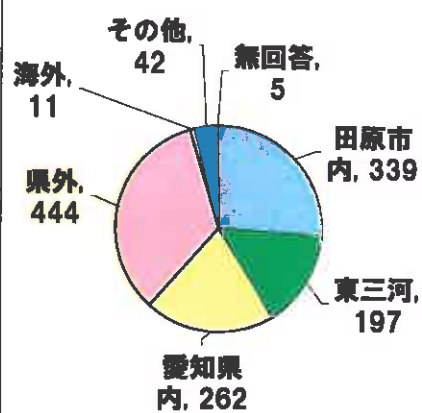
**男性の割合が多い。
各世代満遍なく来場している。**

来場者意識調査 アンケート内容-2

3. 職業



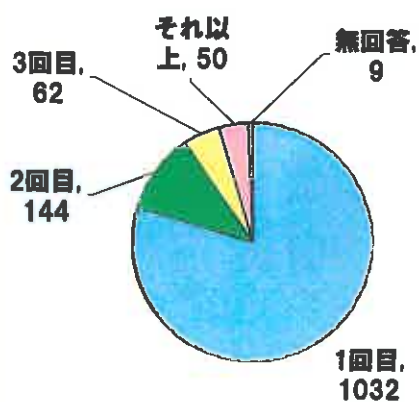
4. お住まい



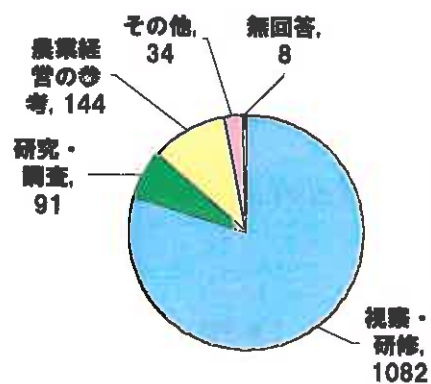
色々な職業の方が来場している。
愛知県内の方が全体の60%である。

来場者意識調査 アンケート内容-3

5. 来場回数



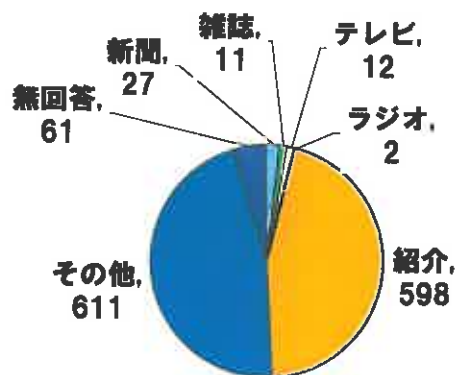
6. 来場目的



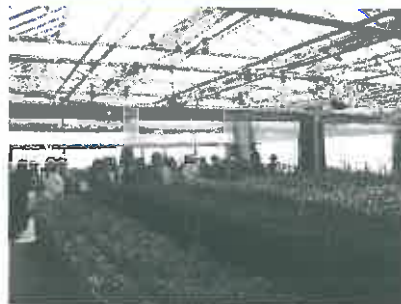
の方が1回目の来場であった。
視察・研修目的が多い。

来場者意識調査 アンケート内容-4

7. 当施設をどこで知ったか？

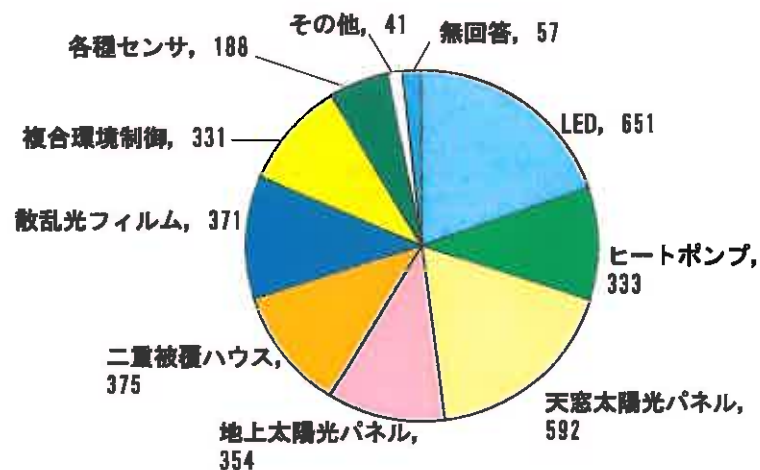


「紹介」「その他」という回答が多く、視察先として当施設を知ったケースが多いようである。



来場者意識調査 アンケート内容-5

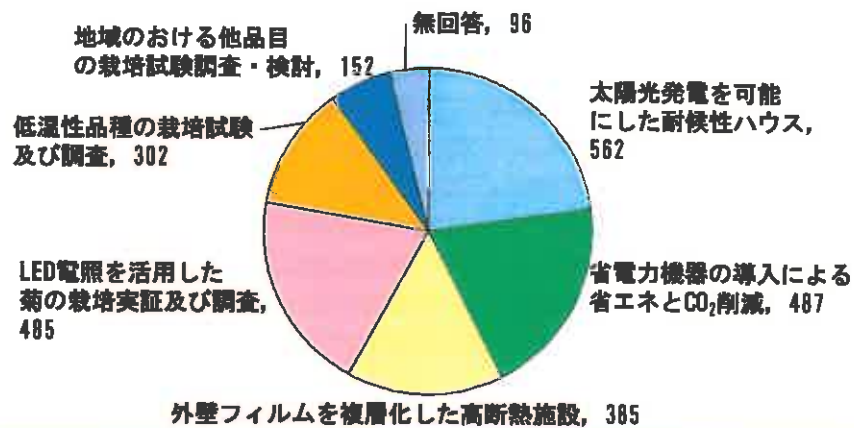
8. 興味を持った設備



LED、太陽光パネルに興味を持つ方が多い。

来場者意識調査 アンケート内容-6

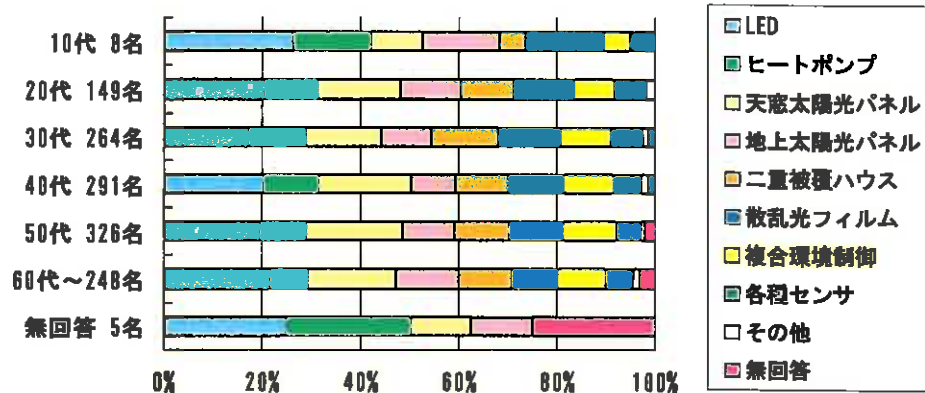
9. 関心のある取り組み概要



**太陽光発電、高断熱、省エネ機器、LED
についての関心が高い。**

来場者意識調査 興味を持った設備

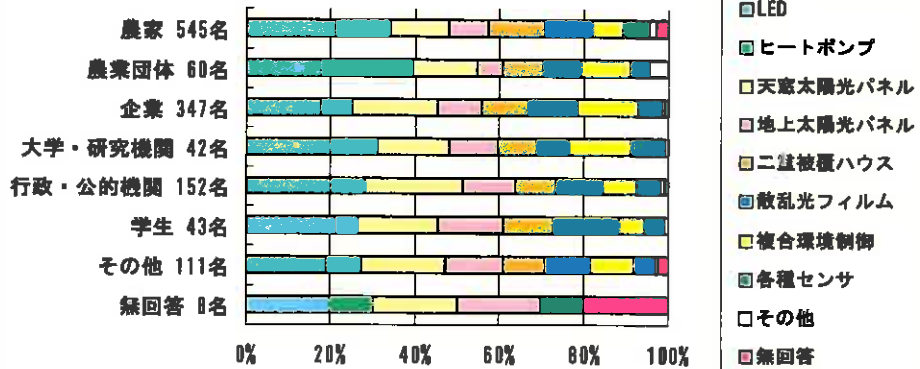
1. 年代別



**年代に関係なく、
LED、太陽光パネルへの興味が高い。**

来場者意識調査 興味を持った設備

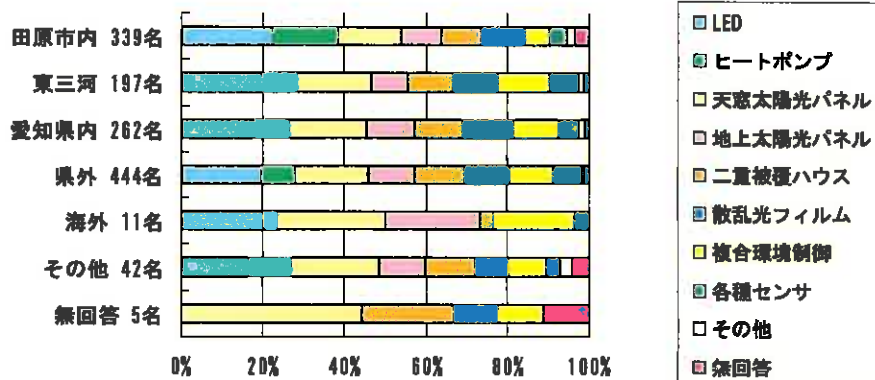
2. 職業別



農家や農業団体の方は、LEDやヒートポンプなど農業分野での導入事例があるものへの興味が高い。

来場者意識調査 興味を持った設備

3. 地域別 興味を持った設備



田原市内、東三河の方はLEDへの興味が高く、キク生産者の方が多いと考えられる。

来場者 ご意見・ご要望－1

◆施設に関すること

- ・低炭素化と共に、**低コスト化**をお願いします。
- ・太陽光パネル等による**影が少なく驚いた**。
実用化も検討出来ると思います。

◆コスト的なこと

- ・『**もうかる**』省エネ施設を宜しく。
- ・あとは、お金の問題かな？
- ・LEDの低価格の販売・利用

◆省エネに関すること

- ・重油価格の推移により、今後**実用できる技術**が多々あるのでは？と感じた。
- ・夜間冷房の**費用対効果**が知りたい。

来場者 ご意見・ご要望－2

◆栽培に関すること

- ・LEDを使って生育をコントロールする試験に興味があります。
- ・**夜間冷房**がこれほどの効果があるとは、驚きました。

◆普及・推進に関すること

- ・今後、**日本の農業の進むべき道**だと思います。特に省エネ分野について、さらに改善をお願いします。
- ・こんなハウスがあるとは、びっくりしました。**田原市のポテンシャルの高さ**を感じました。
- ・立派な研究だと思いますので、**成果を普及**して頂きたい。
- ・**消費者へもPR**して欲しい。

協議会 取組み概要

●取組み概要

- ①太陽光による自家発電を可能にする耐候性ハウスの新築
- ②省電力機器（LED電照、ヒートポンプ）の導入による省エネとCO₂削減
- ③施設の外壁フィルムを複層化することで高断熱施設にする
- ④LED電照を活用した菊の栽培を実証し、導入機器での問題点を調査
- ⑤低温管理が可能な品種での栽培試験を行い問題点を調査
- ⑥地域における他品目の栽培試験調査・検討

栽培実証報告

- ◆ 低炭素施設園芸モデルハウス
- ◆ 施設面積 209坪
- ◆ 圃場面積 200坪
- ◆ 栽培開始 2010年11月
- ◆ 1作目 2010年11月25日～
2011年3月10日
- ◆ 2作目 2011年5月31日～
2011年9月10日
- ◆ 3作目 2011年11月11日～

今作の取組（2011年11月～）

1. 低温で栽培可能な品種の調査
 - ・低温での栽培管理を行い、より低温で栽培可能な品種の調査を行う。
2. 遠赤色LEDを利用した草丈伸長効果の確認
 - ・日没後遠赤色LED照射による草丈伸長効果の確認

【栽培概要・試験区】

	定植	消灯
輪菊 15品種	11/16	1/1
スプレー菊 26品種	12/2	

定植 ～消灯	消灯 ～開花	遠赤色 照射
12℃	14℃	なし
12℃	14℃	消灯前 照射
15℃		なし
15℃		消灯後 照射

※ 精興北雲のみ11月11日定植

※ 花芽抑制のため、全試験区で消灯前赤色LED深夜4.5時間照射

栽培実証試験 調査概要

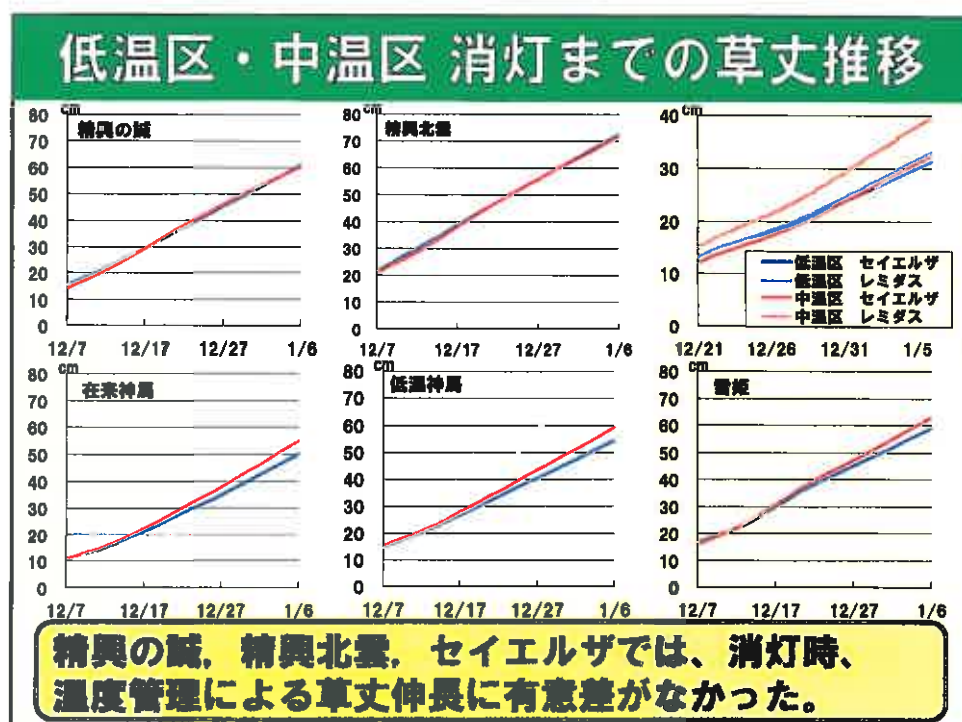
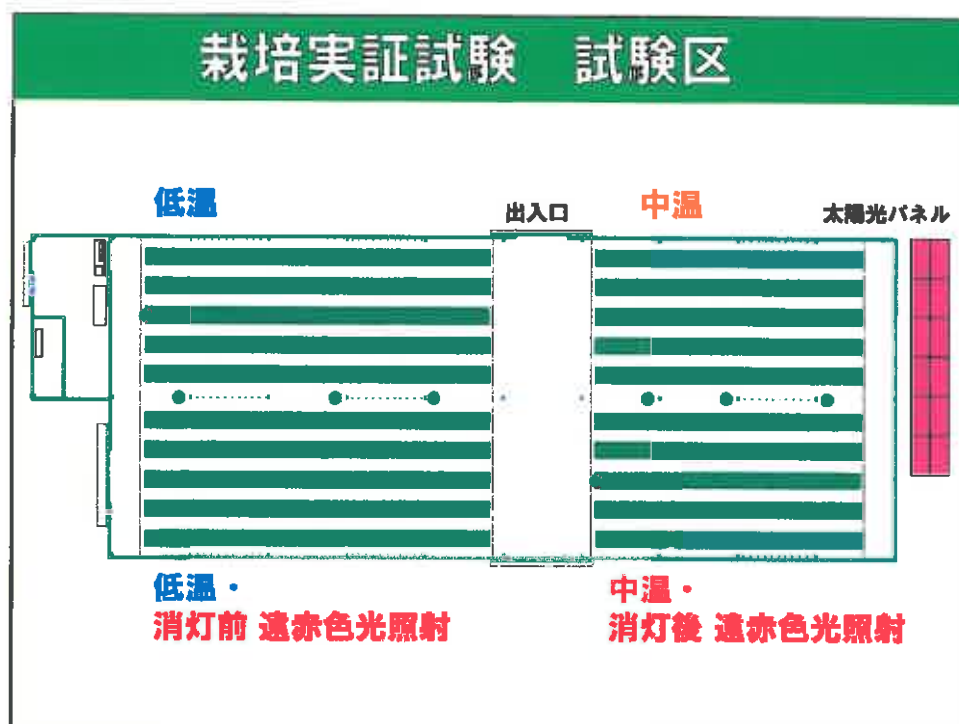
●調査品種、調査項目

1. 調査品種

輪菊 5品種	在来神馬、低温性神馬、精興の誠 精興北雲、雪姫
スプレー菊 2品種	セイエルザ、セイレミダス

2. 調査項目

- ・草丈調査 週1回
4試験区×7品種 輪菊12個体、スプレー菊14個体
- ・葉数調査 消灯後（2012年1月6日）
採花時
- ・開花日 調査継続



低温区・中温区 消灯時の草丈と葉数

●各品種の温度反応

品 種	草 丈	葉 数	特 徴
神 属	中温区 高い	中温区 多い	中温区で草丈・葉数共に多く、 生育にある程度の温度が必要と 考えられる。
低温神属			
レミダス			
雪 姫	中温区 高い	同じ	中温区の方が節間が伸長したと 考えられる。
精興北雲	同じ	中温区 多い	低温区の方が節間が伸長したと 考えられる。
精興の誠	同じ	同じ	低温区と中温区で生育がほぼ 一緒であったと考えられる。
セイエルザ	同じ	同じ	

品種によって温度に対する反応は様々である。

低温区・中温区 開花状況

●2012年2月20日 圃場状況



2012年2月20日 低温区



2012年2月20日 中温区

温度管理によって開花までの期間が異なるため、
栽培期間を考慮して経費を算出する必要がある。

低温区・中温区 開花日及び所感-1

●各品種の開花日(上段), 消灯～開花までの日数(下段), 所感

品 種	低温区	中温区	所 感
神属	未開花	3/2 61日	中温区でも開花日のばらつきが大きかった。
低温神属	3/3 62日	2/27 57日	種木の生産国によって、開花日が2～3日程度異なった。
精興の城	3/3 62日	2/27 57日	低温区では中温区より開花までに日数がかかったが、樹姿・花形に問題もなく、ボリュームがとれた。

※ 開花日は、全体の50%が採花可能と判断した日とした。
※ 「未開花」は、3/3までに開花しなかったもの。

低温区・中温区 開花日及び所感-2

●各品種の開花日(上段), 消灯～開花までの日数(下段), 所感

品 種	低温区	中温区	所 感
精興北雲	2/26 56日	2/20 50日	低温区では中温区と比較して開花日のばらつきが大きかった。
雪姫	未開花	3/1 60日	開花日にばらつきが大きく、栄養生長期の栽培管理に問題があったと考えられる。
セイエルザ	未開花	2/29 59日	低温区においても、日数をかければ、開花したが、フォーメーションが悪くなるなどの問題があった。
レミダス	3/2 61日	2/27 57日	

※ 開花日は、全体の50%が採花可能と判断した日とした。
※ 「未開花」は、3/3までに開花しなかったもの。

2010年度 栽培試験より

●2010年度栽培結果 消灯日・開花日

【栽培概要】定植 2010年11月25日, 消灯 2011年1月13日

【開花状況】

品 種	常温区	高温 変温区	所 感
神 属	3/7 53日	3/3 49日	常温区では、開花が遅れた他、 低温のため、樹姿が悪いものが あった。高温変温区では、順調 に開花した。
精興の誠	3/6 52日	3/2 48日	高温変温区では開花までが早く 常温区と比較して、草丈が短く なった。

※ 昨年2010年度の常温区は、一般的な「精興の誠」を栽培する際の温度管理、
高温変温区は、「神属」を栽培する際の高温変温管理、
実際の温度管理は、エネルギー利用調査報告5,6,7参照

2010・2011年度 栽培試験より

●2010年度, 2011年度 栽培状況の比較

品 種	2010年度（冬作）		2011年度（冬作）	
	常温区	高温変温区	低温区	中温区
神 属	53日	49日	未開花	61日
精興の誠	52日	48日	62日	57日

「神属」は2010年度高温区以外では品質の悪化、
到花日数が長くなるなどの問題があった。

「精興の誠」については、2010年度低温区、2011
年度低温区・高温区で問題なく栽培できた。
到花日数や品質を考慮した温度管理が重要である。

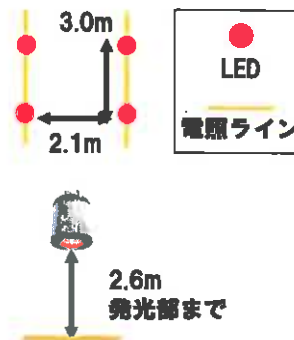
LED試験 概要

1. ピーク波長 720 nm (遠赤色)
2. 消費電力 9W
3. 点 灯 試験区において日没後3時間照射
4. 設置条件 電気間隔 2.1m×3m
GLから発光部までの高さ 2.6m

5. 遠赤色照射区

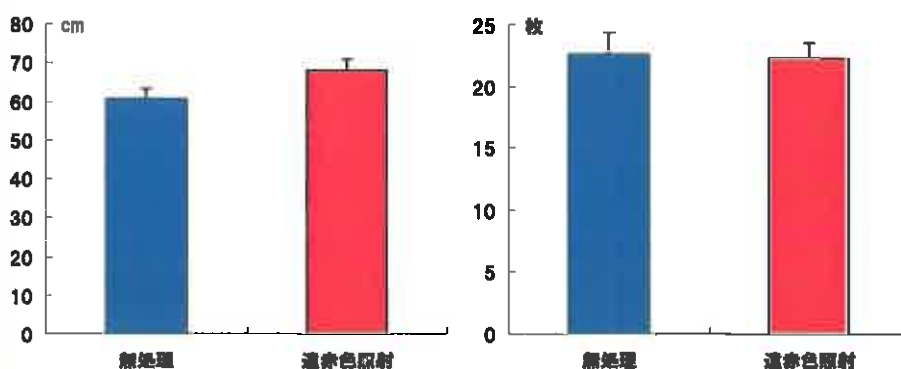
	定植～消灯	消灯～開花
低温区 12-14℃	なし 照射	なし
中温区 15℃	なし	なし 照射

※ 花芽抑制のため、全試験区で消灯前
赤色LED深夜4.5時間照射



LED試験 結果

●「精興の誠」消灯時の草丈・葉数（無処理区と遠赤色照射区）



「精興の誠」消灯時草丈の平均値と標準偏差

「精興の誠」消灯時葉数の平均値と標準偏差

消灯時草丈調査では、「精興の誠」において、
遠赤色照射区で有意に草丈が伸長していた。

LED試験 結果

●消灯～2月9日までの草丈伸長と標準偏差（無処理区と遠赤色照射区）

	無処理	遠赤色		無処理	遠赤色
神馬	35.0cm 3.1	40.9cm 3.5	雷姫	28.4cm 1.2	36.5cm 3.0
低温神馬	29.3cm 2.2	37.1cm 4.2	レミダス	44.0cm 2.7	49.1cm 5.7
精興の賊	33.2cm 2.3	46.8cm 1.8	セイエルザ	37.5cm 4.0	39.9cm 6.7
精興北雲	31.3cm 1.7	36.3cm 4.3	上段：平均値， 下段：標準偏差		

- ・2月9日草丈調査では、「セイエルザ」以外では遠赤色照射区で有意に草丈が伸長した。
- ・照射区では、ばらつきが大きくなる傾向があった。

LED試験 結果

●消灯～採花時の草丈伸長と標準偏差（無処理区と遠赤色照射区）

	無処理	遠赤色		無処理	遠赤色
神馬	42.6cm 3.0	52.0cm 4.3	雷姫	33.3cm 2.3	48.7cm 9.6
低温神馬	34.3cm 1.9	43.4cm 3.9	レミダス	54.1cm 2.7	63.6cm 4.5
精興の賊	37.1cm 2.0	54.9cm 1.2	セイエルザ	49.3cm 4.3	54.7cm 7.6
精興北雲	34.3cm 4.2	42.5cm 4.1	上段：平均値， 下段：標準偏差		

採花時の最終調査では、調査したすべての品種で遠赤色照射区で有意に草丈が伸長した。

まとめ 及び 今後の課題

●今作のまとめ

【低温で栽培可能な品種について】

・「精興園北雲」

栄養生長期間（定植～消灯）51日間 （夜間温度12℃）

生殖生長期間（消灯～収穫）55日間 （夜間温度14℃）

【遠赤色LEDを利用した草丈伸長効果の確認】

・栄養生長期間の照射では「精興の城」で 草丈伸長効果が確認された。

・生殖生長期間の照射では「神鷹」「精興の城」「精興北雲」 「雪姫」「レミダス」において草丈伸長効果が確認された。

まとめ 及び 今後の課題

●今後の課題

【低温で栽培可能な品種について】

- ・低温栽培による費用対効果の算出
- ・市場性調査
- ・開花までの継続調査及び品質調査

【遠赤色LEDを利用した草丈伸長効果の確認】

- ・照射条件による効果の確認
- ・照射時の肥培管理の確立

