

平成27年度

地域資源を活用した農業活性化事業業務委託

業 務 概 要 版

(全体概要)

平成28年3月

当別町

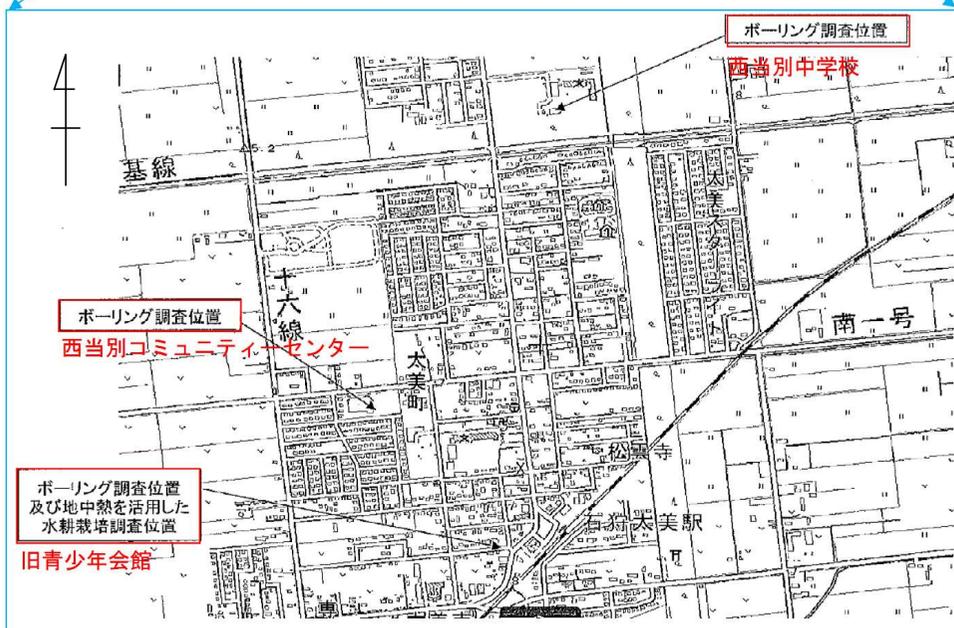
1.業務概要

- (1) 業務名 : 地域資源を活用した農業活性化事業業務委託
- (2) 業務目的 : 当別町の基幹産業である農業は、高齢化に伴う離農や担い手不足による農家戸数の著しい減少、農業者のノウハウの喪失など数多くの問題を抱えており、特に冬季は農作物の生産が難しく、農業者の通年の収入確保は大きな課題となっている。これらの課題解決に向け、地域資源である地中熱及び遊休施設等を活用し、降雪の影響を受けない冬季栽培も可能な通年栽培システムを確立する。またICT技術を取り入れることで、新しい農業生産の形や新しい産業の創出と魅力ある雇用の場を作ることが目的とした検証を行う。
- (3) 業務箇所 : 北海道石狩郡当別町獅子内～太美町（次ページ参照、以降西当別地区）
- (4) 履行期間 : 平成27年12月10日～平成28年3月22日

2.業務場所

業務箇所概要および委託（調査）項目

地理院地図



- ①旧青少年会館（遊休施設）
 - ・地中熱量のボーリング調査（100m）
 - ・地中熱ヒートポンプを熱源とした栽培施設の保温
 - ・水耕栽培設備の導入と比較
 - ・ICT技術を活用した水耕栽培調査
 - ・水耕栽培のゼロエネルギー化に向けた検討
- ②西当別コミュニティセンター（社会教育施設）
 - ・地中熱量のボーリング調査（100m）
- ③西当別中学校（遊休施設 25mプール）
 - ・地中熱量のボーリング調査（100m）



図1 業務箇所図（西当別地区）

3.業務内容

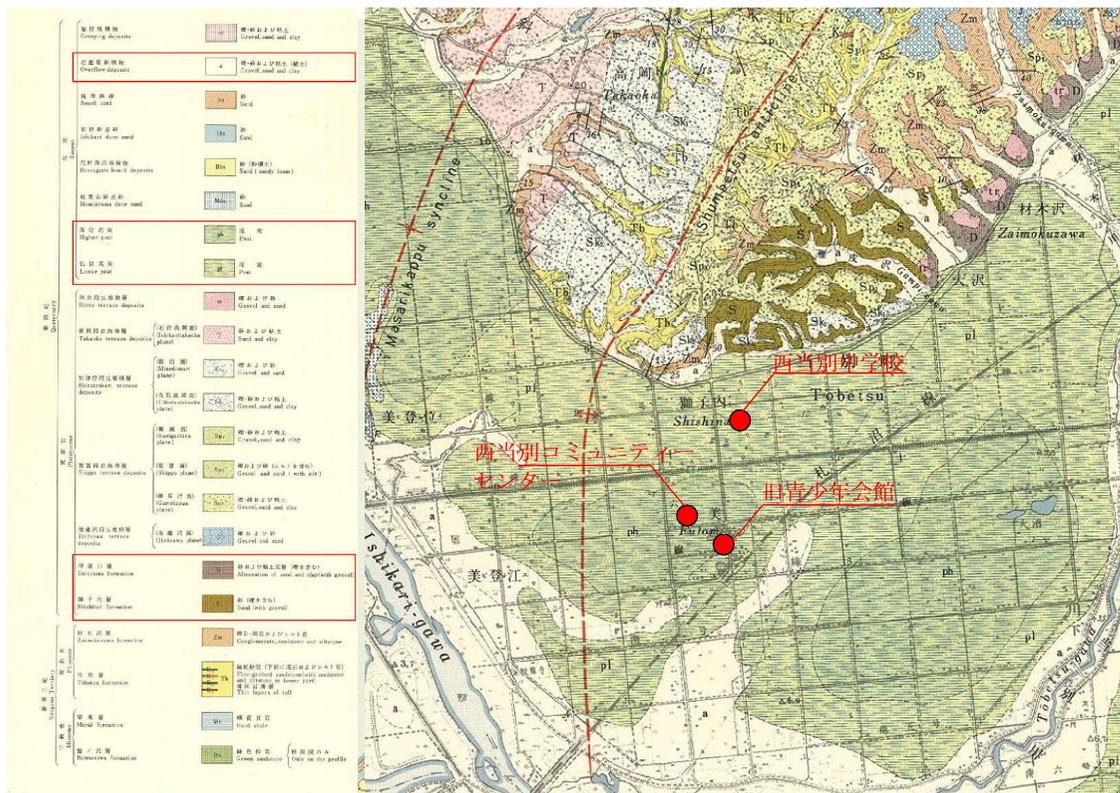
表1 委託（調査）項目一覧表

番号	委託（調査）項目	委託（調査）項目内容
①	西当別地区における地中熱量のボーリング調査 3ヶ所	地域資源である地中熱の活用にあたって、採熱効率に関する基礎データの測定試験を行う。 <調査予定地> ①西当別中学校 ②西当別コミュニティセンター ③旧青少年会館
②	西当別地区における遊休施設等を活用した水耕栽培設備の導入と比較	旧青少年会館の施設屋内にパイプハウス2棟、施設屋外に断熱型のユニットハウスを設置し、栽培試験を行う。 ①パイプハウス1（12m×4.5m×4.4m） イチゴ栽培用ユニット×6棚(栽培数360株) (1,250mm×190mm×5段) ②パイプハウス2（12m×4.5m×4.4m） 葉物栽培用ユニット×4棚(栽培数1,920株) (2,000mm×1,400mm×4段) ③高断熱ユニットハウス(5.35m×2.25m×2.6m) イチゴ栽培用ユニット×4棚(栽培数240株) (1,250mm×190mm×5段)
③	地中熱ヒートポンプを熱源とした栽培施設の保温	旧青少年会館のボーリング調査で使用した採熱管を地中熱ヒートポンプと接続し、青少年会館内に設置したパイプハウスの熱源として利用する。 地中熱ヒートポンプ(10kw)×1台 ファンコンベクター2台 循環ポンプ、膨張タンク他
④	ICT技術を活用した水耕栽培調査	ICT技術を活用し、旧青少年会館屋内、屋外に設置した水耕栽培設備で栽培する作物の栽培調査を行う。 ・育成状況、環境情報をセンサーでモニタリングし、データを集積する。 ・集積されたデータはクラウド上で蓄積され、外部端末からアクセスすることが出来る。 ・蓄積されたデータから、環境の変化等が栽培作物に与える影響を調査する。 ・栽培する作物の品種は栽培設備で栽培可能な範囲の作物とする。
⑤	水耕栽培のゼロエネルギー化に向けた検討	高断熱ユニットハウス内でLED照明の熱を利用し、LED照明の熱だけで室温のコントロール及び作物の栽培が可能か調査を行う。

4. 調査地の概要

○ 西当別地区の概要

- 地形地質概要 ~ 沖積世(2万年前)から洪積世(2~200万年前)の地層が分布。いずれも未固結。
- 地下水概要 ~ 太美駅を中心に地下水温度が高く、20℃以上を示す。450~550mクラスの井戸でも自噴している井戸あり。
- 調査履歴 ~ 地中熱に関する調査は実施されていない。



地質図



図 3.3.1 石狩太美付近の地下水温度分布図 (赤丸・赤字本業務で加筆)

出典先: 「5 万分の 1 地質図幅説明書 石狩(札幌—第 12 号)」(地質調査所 昭和 55 年)

5.調査目的(地中熱)

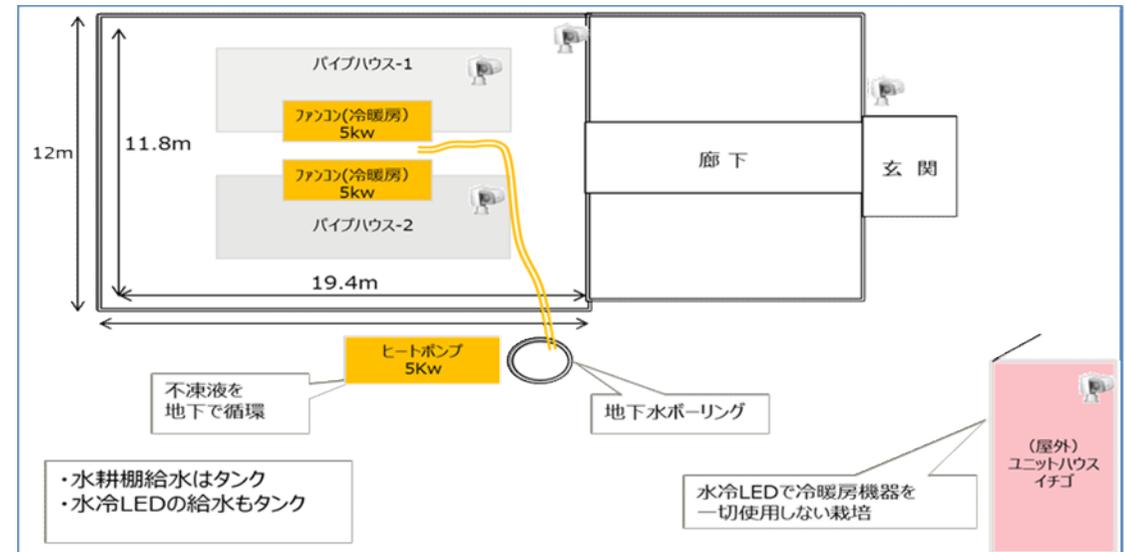
地中熱 (調査・実証)

- ① 太美地区は、地域資源である地中熱が確認されているが、活用されていないため、どのくらいの熱量があるか、採熱調査により明らかにする。
 - ・ 距離を離れた3か所の採熱調査（ボーリング）を行う。
- ② 降雪の影響を受けない休眠施設を活用し、地中熱ヒートポンプを熱源とした栽培設備の保温を行う。

採熱調査地



旧青少年会館



7-1. 調査結果(地中熱)

①地質について

- 地表から泥炭(Ap)、礫混じり粘土(Ac,Dc)、砂礫～砂～砂礫粘土互層(Dg)の順で構成される地層である。
- 地表の近くに熱伝導率が比較的低い粘土層(Ac層厚4～10m, Ds層厚28～36m)が分布するので、効率良く採熱するのであれば、それより深く(36mより深い地層)ボーリングする方が採熱効率が良くなる。

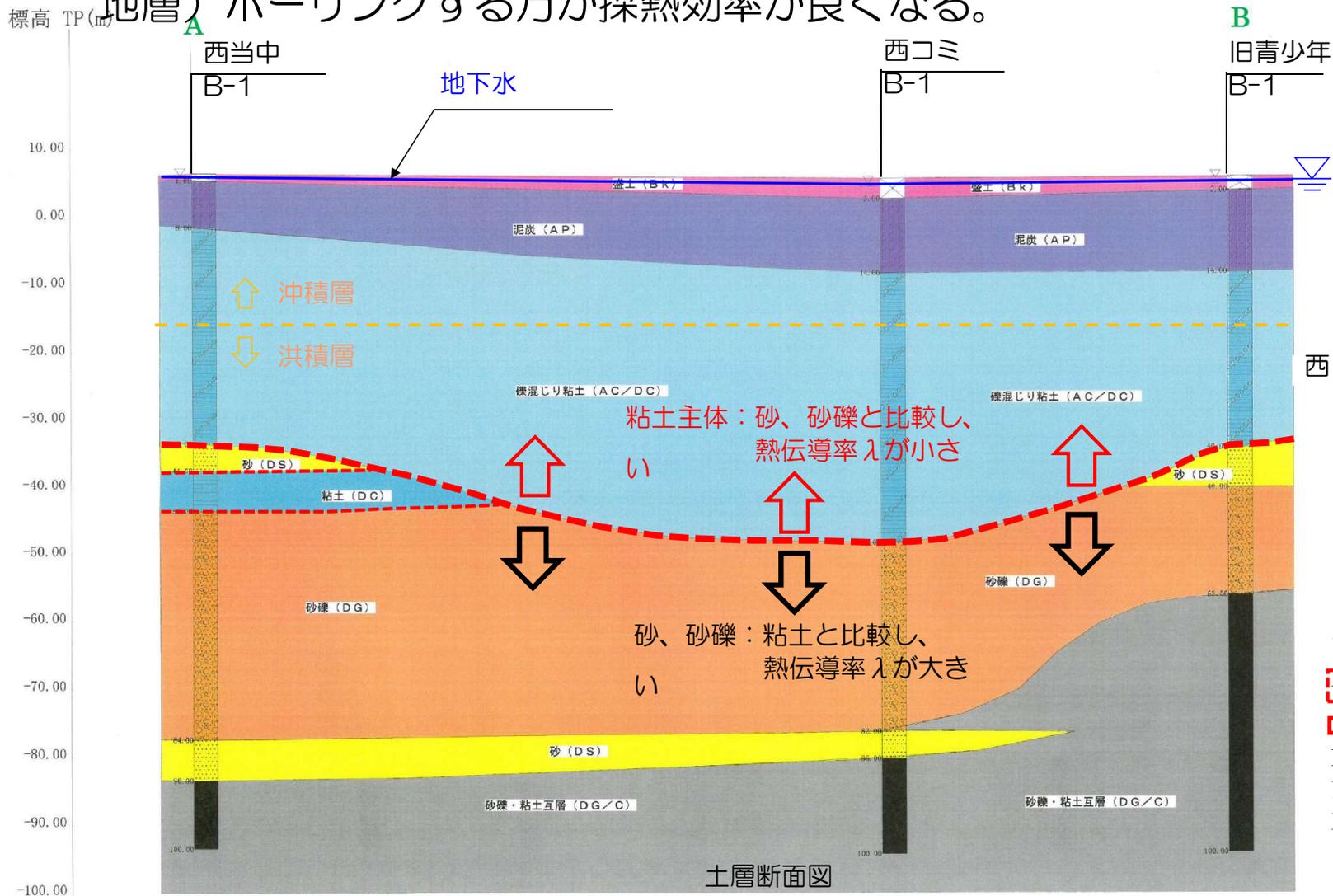


表 4.2.3 土壌・岩盤の有効熱伝導率と熱容量
 出典:「官庁施設における地中熱利用システム導入ガイドライン(案)」
 国土交通省大臣官房庁官繕部 設備・環境課、平成25年10月、p15

土質	有効熱伝導率 W/(m・K)		熱容量 MJ/(m³・K)	
	飽和*	不飽和**	飽和*	不飽和
砂	1.63	1.19	3.64	2.15
砂礫	2.0	1.19		
シルト	1.44			
粘土	1.27	0.92	3.13	2.14
火山灰	1.18	0.90	3.05	2.01
珪灰	1.22	0.88	3.20	2.07
砂・シルト層	1.0	0.72		
岩(堆積)	3.1			
岩(硬質)	1.4			
花崗岩	3.5			

* 飽和: 地中熱利用システム工学研究会、2013年

** 不飽和: 地下水位変動による

土層断面図

7-2. 調査結果(地中熱)

②採熱量 (地中熱をどれだけ利用できるかの目安・数字が大きい方がポテンシャルが高い)

- ・西当別地区は近郊よりも地中の温度が6℃～14℃高い。
- ・西当別地区は近郊よりも採熱量が、1.03～1.52倍高い。特に旧青少年会館は際立って地中熱利用のポテンシャルが高い。

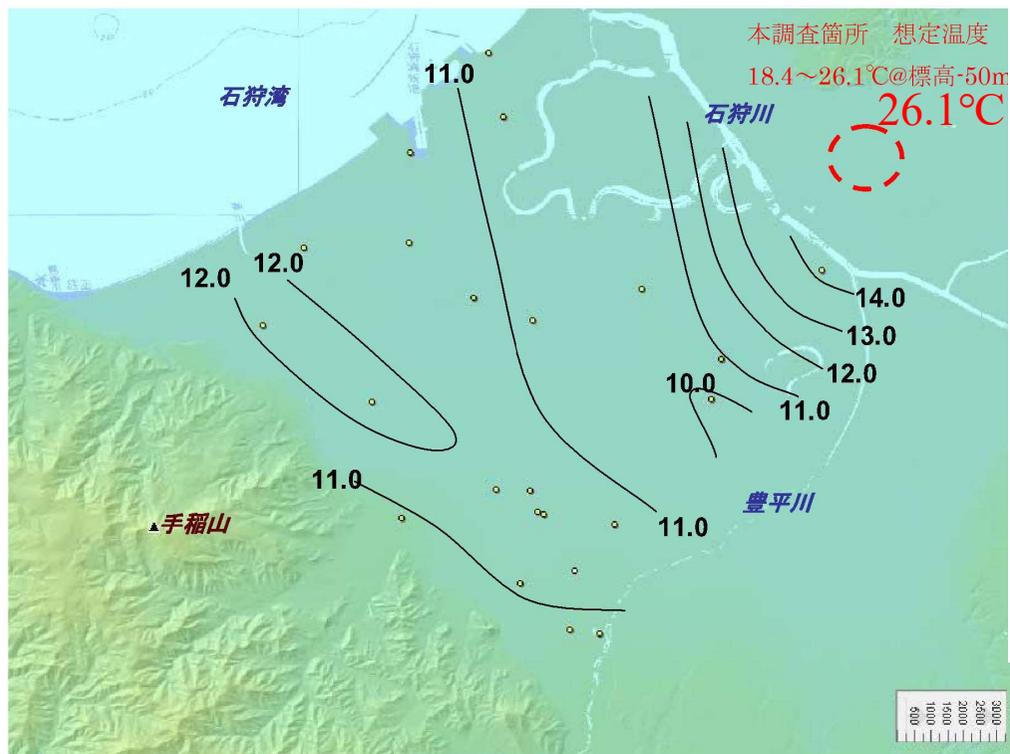


表 4.2.5 採熱管 1m 当たりの採熱量試算結果

項目	旧青少年 B-1	西コミ B-1	西当中 B-1	標準値 (想定温度は豊平川左岸地区)
初期地中温度 t_0 (不易層温度) (°C)	20.5	18.7	12.8	10※
有効熱伝導率 λ (W/(m·K))	1.70	1.49	1.74	1.22~2.0
地中熱採熱量 (W/m)	54.0 ~ 67.2	43.2 ~ 54.8	34.5 ~ 48.0	40.0
標高-50mの想定地温(°C)	26.1°C	24.3°C	18.4°C	10~14

※地中熱ヒートポンプシステム p11、北海道大学 地中熱システム工学講座、平成 19 年 9 月

標高-50mにおける地下水平面分布(赤丸赤字本業務)

出典：豊平川左岸域の地下水変動及び地下水温度垂直分布観測,p7
深見(北海道立地質研究所)、長谷川(千葉大学)、佐倉(千葉大学)

寒地土木研究所平成19年技術研究発表会

7-3. 調査結果(地中熱)

③地中熱ヒートポンプの経済性

- 電力費は、電力メニューの選定により、大きく変わるため、選定には注意を要する。
今回、ホットタイム22を選定した場合のシミュレーションは、化石燃料(灯油)より安くなる試算となった。

灯油240千円/6か月 ⇒ 電気代142千円/6か月 98千円/6か月 安くなる。

ケース	地区	ビニールハウス	暖房維持費			二酸化炭素排出			備考
			電気 千円	灯油 千円	差額 千円	電気 t-CO ₂	灯油 t-CO ₂	削減分 t-CO ₂	
C1	旧青少年		35	24	11	1.00	1.33	0.3	実績 1ヶ月 1151kWhの仕様 現在電力メニュー従量電灯Cより試算 基本料金は考慮してない。
C2	旧青少年	栽培面積 10m × 4.5m × 4.4m × 2棟	142	240	-98	4.7	10.2	5.5	試算条件
C3	旧青少年	規模 12m × 4.5 × 4.4m × 2棟	284	480	-196	9.3	20.3	11.0	・維持費(電力メニュー ホットタイム22) ・運転期間:6ヶ月 ・1日の運転時間:22時間 ・H28.3.7灯油配達を参考 58.6円/ℓ ※北海道経済産業局
C4	屋外 ビニールハウス	屋外	337	670	-333	11.1	28.5	17.4	

8.まとめ(地中熱)

- ①西当別地区の地盤の有効熱伝導率は、旧青少年B-1および西当中B-1では標準値以上。
- ②西当別地区の地下水温度は近郊よりも $6^{\circ}\text{C}\sim 14^{\circ}\text{C}$ 高い傾向にある。
- ③採熱量試算の結果、一般的な設計値 $40\text{W}/\text{m}$ に対して、 $1.03\sim 1.52$ 倍の採熱量が期待できる。
- ④本調査で導入した地中熱ヒートポンプの成績係数はCOPで $3.8\sim 5.7$ 、SCOPで $3.3\sim 4.3$ の運転実績であった。
- ⑤本システムの CO_2 排出量は $0.32\text{t}-\text{CO}_2$ の削減効果があった。
- ⑥地中からの採熱量($84.9\text{kWh}/\text{日}$)を灯油換算すると $8.3\ell/\text{日}$ となり、1日 8.3ℓ の灯油を生み出していることとなる。
- ⑦電力メニューによっては、灯油よりも暖房費を削減できる。
- ⑧地中熱システムに必要な地中熱交換器は、標準設計値よりも少ない延長での導入が可能である。

9-1. 調査結果(水耕栽培)

パイプハウス(地中熱)

- レタスは温度が高く、LEDは赤白の方が生育が良かった。ルッコラはLEDの差はなかった。また、いちごは温度が高い方が花が咲く率が高かった。

LED波長(赤白:赤青)

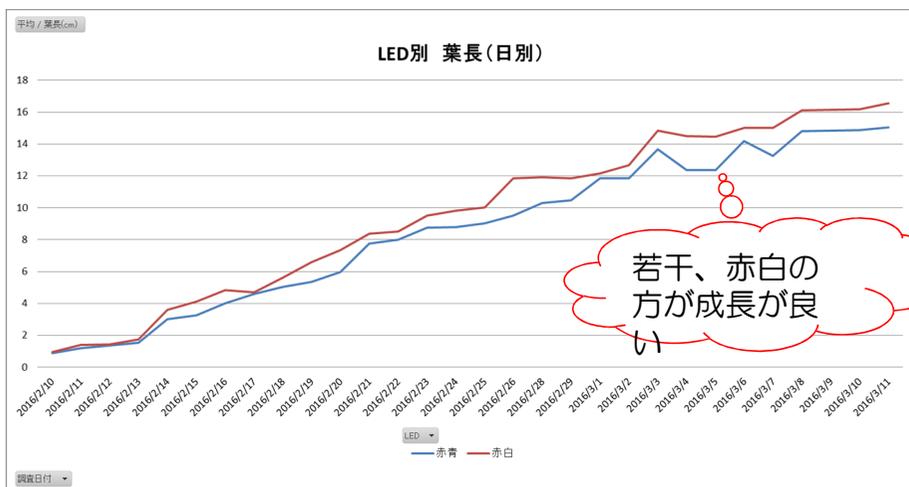


図3.5 レタスのLED波長比較

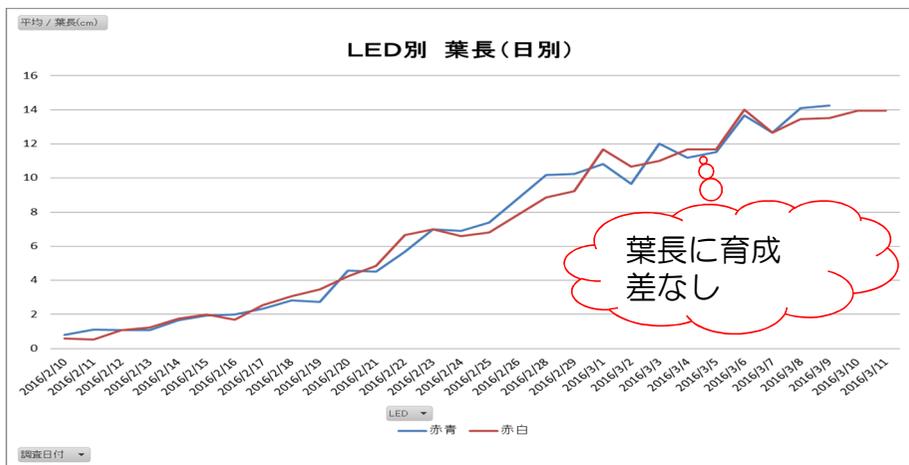


図3.6 ルッコラのLED波長比較

温度差

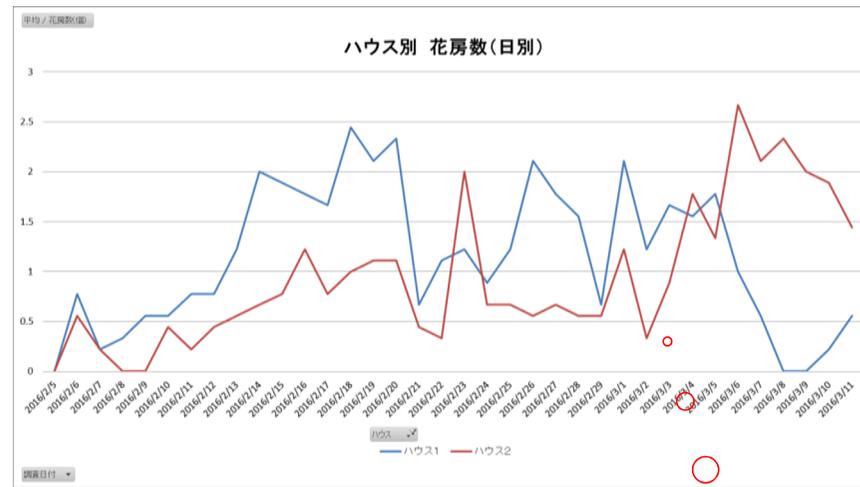


図3.7 いちごの温度差比較-1

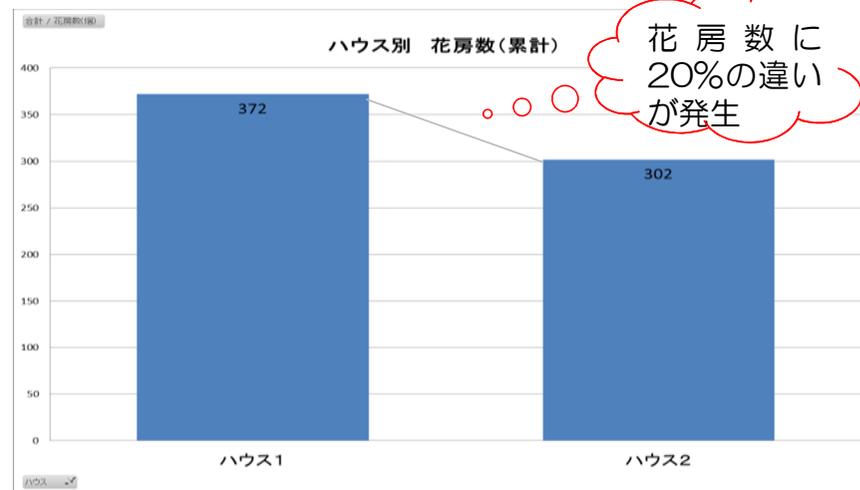


図3.8 いちごの温度差比較-2

9-2. 調査結果(水耕栽培)

高断熱ユニットハウス(ゼロエネルギー)

・今回の検証で断熱ユニットハウスにおいて、LED照明の熱だけである程度の温度を維持できることがわかった。湿度のコントロールが出来なかったため、今後の検討課題となる。

LED点灯による室温変化

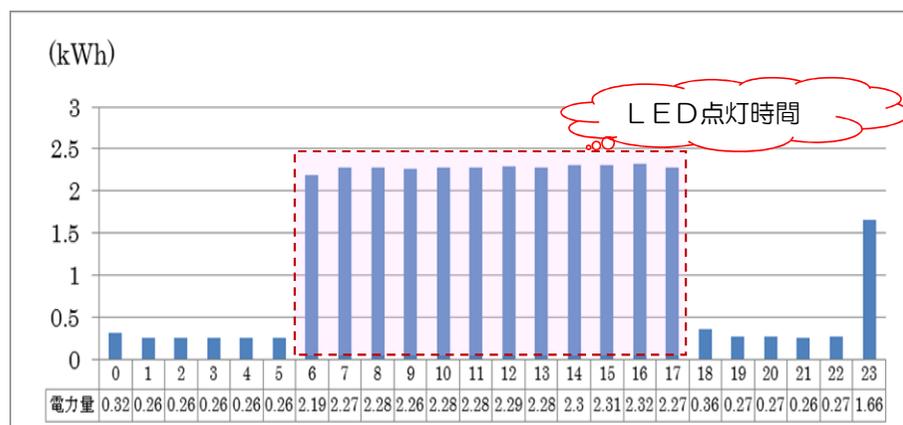


図5.1 1日の消費電力推移(ユニットハウス)外気温と室温のデータ《2月》

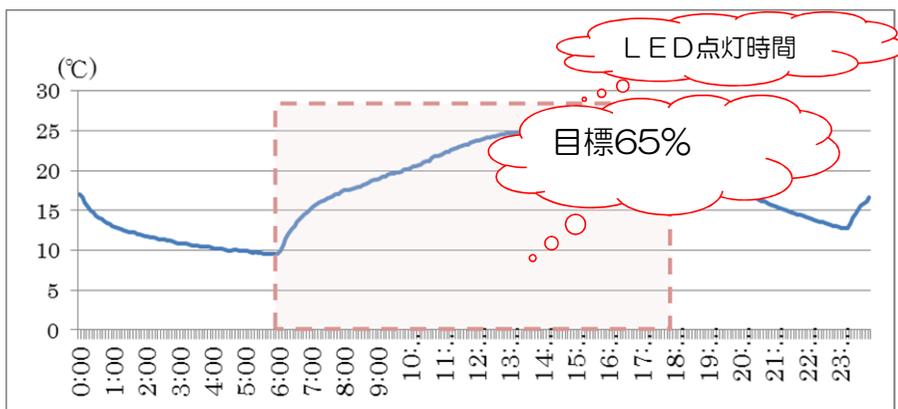


図5.2 LED点灯時間と室温変化の推移

ランニングコスト

ランニングコスト(1棚当たりランニングコスト)は、2ヶ月間で栽培に関し発生した費目を計算すると、240株を1サイクルの収穫で13万円強のランニングコストがかかる見込みとなる。

明細	単価	数量	単位	金額(円)
電気代	-	2	か月	55,680
通信費	-	2	か月	14,184
水道代	-	2	か月	2,000
苗(240)、土耕肥料 他	-	2	か月	60,000
合計				131,864

10-1.調査結果及び考察(水耕栽培)

＜パイプハウスの調査結果・考察＞

■葉物作物（レタス及びルッコラ、クレソン）は標準的な生育により収穫目標値に達した。収穫も目標通りに行うことができた。

■いちごは、花房までは標準的に生育したが、湿度が目標を大きく上回り、病気が発生したことにより収穫まで至らなかった。

上記の結果より、より細やかな環境管理、溶液管理など適切な実施が必要であったと考える。（有識者サポートなど）

葉物の生育状況



図6. 1 生育の状況

いちごの状況



図6. 2 病気の状況

10-2.調査結果及び考察(水耕栽培)

〈ユニットハウスでの調査結果・考察〉

■成長過程において、LEDによる大きな違いは見受けられなかった。

花房数は、LED（赤白）の方が多い傾向にある。

■花房までは標準的に生育したが、湿度が目標を大きく上回り、病気が発生したことにより収穫まで至らなかった。

■果実の形の悪い果実が見受けられた。人工授粉はスキルが伴う為、果実の形にも影響を及ぼす。蜂などの自然受粉での検討が必要であった。

上記の結果より、より細やかな環境管理、溶液管理などの適切な実施が必要であったと考える。（有識者サポートなど）



図6. 3 いちごの果実のかたち

10-3. 調査結果及び考察(水耕栽培)

<ゼロエネルギー>

■環境管理(湿度管理)の改善が必要。

■コストを抑えれば、販売の実現性はある。

販売単価については、北海道市場価格の平均以上での価格設定でなければ、収支プランが立たない。先に述べる電気代金を下げるなどのコスト削減は必須である。また、いちご品種のブランド化による価値向上、販売時期の検討や収量増分が見込める四季なりの品種の採用も検討にいれ戦略的な販売計画及び企画が必要である。

■初期投資費用もおおよそ30か月で回収可能

販売金額シミュレーションより、販売単価を北海道市場価格高値(1月~3月平均)の1,716円/kgで試算すると、収穫1サイクル(おおよそ2ヶ月)で752,533円の収益となり、以下のようなシミュレーション結果が得られる。

収益(d') [円/月]	1ヶ月あたりで計算	376,267
経費(e) [円/月]	販売手数料 (d'×20%)	75,253
	人件費 他	200,000
残額(f)	(d') - (e)	101,013

残額(f)を、初期投資費用の返済(おおよそ300万)に充てるとおおよそ30ヶ月程度で回収が可能となる。(但し、支払い利息は除く)