

8.2 「実習報告研究会」における本校教員発表資料

図 8.2-1 実習事例1 「つながり工学」機器開発から実習実施・報告書作成まで

2019/2/28

アグリエンジニアリング教育実習報告会

アグリエンジニアリング教育実習の取組み状況について

つながり工学演習（専攻科1年生）

2019.2.28 機械工学科 小西忠司

アグリエンジニアリング教育実習報告会 2019/2/28

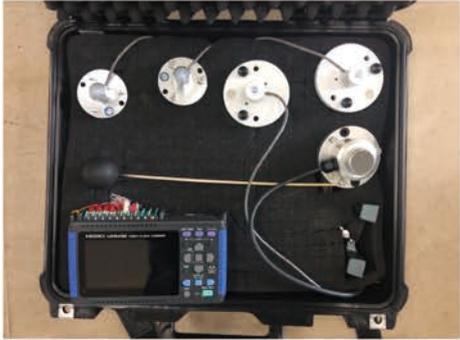
つながり工学演習（専攻科1年生）2019年度より実施

工学の相互関連性を理解し、技術が、ものやシステムの複雑なつながりによって成り立っていることを理解するためには、自分の専門以外の一つ以上の分野についても基礎的な知識を持っていることが有用である。つながり工学演習では、題材として、アグリエンジニアリングを取り上げ、機械環境システム工学専攻および電気電子情報工学専攻の学生が、各自の専門分野の基礎知識を用いて、工学技術を総合的に俯瞰できるようになるための基礎力を培う。

週	授業内容・方法	週ごとの到達目標
1週	光と植物の成長1 【M科:小西】	ふく射伝熱の基礎、放射伝達の用語と単位換算、放射強度の測定方法が理解できる。
2週	光と植物の成長2 【M科:小西】	自然環境における植物の放射量の計測と計算が理解できる。
3週	植物の光合成機能の評価 【M科:小西】	光合成と呼吸の基礎、光合成速度と呼吸速度の測定方法、光補償点、CO2補償点が理解できる。
4週	閉鎖系における環境制御とエネルギー収支 【M科:小西】	閉鎖環境をモニタリング・制御するために必要な空気調和の基礎とエネルギー収支の考え方が理解できる
5週	広帯域衛星画像による植生モニタリング 【E科:高橋】	衛星からのリモートセンシング技術と植生の基本特性（植生被覆、NDVI値）が理解できる。
6週	Webスクレイピングによる植物情報抽出 【S科:十時】	ウェブサイトから植物に関する情報を抽出するコンピュータソフトウェア技術が理解できる
7週	食品に含まれる生体内有用成分の機器分析 【C科:帆秋】	付加価値の高い食品生産に不可欠な必須アミノ酸やオメガ脂肪酸などをHPLC, GCを用いて分析する手法を学ぶ
8週	植物工場見学	前週までの基礎学習内容と実機の関連性について理解できる

大分工業高等専門学校 植物基礎実験装置 カレ・デ・ベール			
サイズ	格納時	エレベーター移動時	実験時
	800*850*1800	800*850*1800	1500*850*1800
装置写真			
	実験モード	屋外実験	暗黒実験
			

植物基礎実験装置 カレ・デ・ベール			1セット 総額		¥518,714	
植物基礎実験装置 カレ・デ・ベール Plus			1セット 総額		¥1,079,288	
環境計測モジュール (植物状態計測)			小計		¥239,460	
(内訳)						
No.	機器名称	メーカー・型式	おおよその金額	個数		¥0
3	CO2センサー	センズエア社 CO2 Engine K30 EQC A/N Q30-8-0006	¥15,000	2	個	¥30,000
4	湿度センサー	共立電子 湿度センサーユニット 型式 CHS-UGR	¥3,456	2	個	¥6,912
5	温度センサー	秋月電子 [I-00116] 高精度 I C 温度センサー LM35DZ	¥110	2	個	¥220
6	データロガー	日置電機 LR8431	¥100,000	1	台	¥100,000
7	バッテリーパック	日置電機 9760	¥11,000	1	個	¥11,000
8	土壤水分センサー	クリマテック CDC-10HS	¥16,000	0	台	¥0
9	葉表面水分センサ	クリマテック HD3901 ケーブル長さ5m	¥24,000	0	台	¥0
10	圧力式テンションメータ	クリマテック CHR-TM, 出力1.5VDC,長さ30cm, ケーブル10m	¥65,000	0	台	¥0
11	スイッチング・パワーサプライ S8FS-G 24V	オムロン S8FS-G10024C	¥6,390	1	台	¥6,390
12	スイッチング・パワーサプライ S8FS-G 5V	オムロン S8FS-G10005C	¥6,390	1	台	¥6,390
13	高容量安定化電源	CUSTOM CPS-3025L	¥23,330	1	本	¥23,330
14	パソコン	STYLE-11HP014-C-CES [Windows 10 Home]	¥53,978	1	台	¥53,978
15	照度巡回録用シールド付汎用信号ケーブル	ミスミ 型番: MVVS 0.3SXX2C-2 オーナンバ	¥124	10	本	¥1,240
環境計測モジュール (制御装置およびデータ収集・解析)			小計		¥128,795	
(内訳)						
No.	機器名称	メーカー・型式	おおよその金額	個数		¥0
3	ネットワークカメラ	ジニー SNC-CH110/S	¥22,585	1	台	¥22,585
4	データレコーダー	Synology DiskStation DS218play	¥28,890	1	台	¥28,890
5	マジックアーム	Acetaken	¥1,780	1	台	¥1,780
6	ハードディスク	Western Digital Red 3000GB Serial ATA III,品番 WD30EFRX	¥15,880	1	台	¥15,880
7	ポータブル電源	suaoki ポータブル電源 G500	¥59,880	1	個	¥59,880
植物設置モジュール			小計		¥279,254	
(内訳)						
No.	機器名称	メーカー・型式	おおよその金額	個数		¥0
3	アクリル板	幅474×長さ628×厚さ8	¥4,680	2	枚	¥9,320
4	アクリル板	458×600×8	¥4,388	2	枚	¥8,776
5	アクリル板	20×600×10	¥1,215	4	枚	¥4,860
6	アクリル板	20×418×10	¥909	4	枚	¥3,636
7	アクリル板	20×414×10	¥908	4	枚	¥3,632
8	アクリル板	450×458×8	¥3,773	1	枚	¥3,773
9	アクリル板	64×250×6	¥551	4	枚	¥2,204
10	アクリル板	52×250×6	¥524	4	枚	¥2,096
11	アクリル板	450×628×8	¥5,898	2	枚	¥11,796
12	イレクターパイプ	モノタロウ 22457146 H-600 S BL	¥199	28	枚	¥5,572
13	イレクターパイプ	モノタロウ 22457033 H-2000 S BL 1セット(6本)	¥4,190	1	枚	¥4,190
14	メタルジョイント	モノタロウ 22459212 HJ-1 S4 1袋(4個)	¥1,269	6	枚	¥7,614
15	メタルジョイント	モノタロウ 22459194 HJ-2 S2 1袋(2個)	¥1,169	8	個	¥9,352
16	メタルジョイント	モノタロウ 22459124 LEJ-2B S	¥999	12	個	¥11,988
17	プラスチックジョイント	モノタロウ 22458494 J-30 S BL	¥109	2	個	¥218
18	プラスチックジョイント	モノタロウ 22458573 J-48 S BL	¥59	8	台	¥472
19	プラスチックジョイント	モノタロウ 22457907 J-110 S BL	¥20	4	個	¥80
20	プラスチックジョイント	モノタロウ 22457934 J-112A S BL	¥109	4	台	¥436
21	プラスチックジョイント	モノタロウ 22457977 J-113 S BL	¥59	2	台	¥118
22	金属製パイプキャスター	モノタロウ 22457478 YGR-50S ST	¥599	4	台	¥2,396
23	パイプロック金具	モノタロウ 26828007 EF-2005A A S	¥579	12	台	¥6,948
24	アルミバンディングメタル(A1050P) φ3xP5	モノタロウ 40332153	¥4,309	4	個	¥17,236
25	直流式エアポンプ	アズワン 33185731 CM15-24	¥9,061	1	台	¥9,061
26	メンブレンエアドライバ	モノタロウ 21763156 IDG1-02P	¥14,688	1	台	¥14,688
27	インラインエアフィルタ	モノタロウ 57655062 ZF054	¥1,825	1	台	¥1,825
28	ツイン蛍光灯照明器具	パナソニック (FHP45EN) ソケット安定化電源一式	¥10,000	8	個	¥80,000
29	DCポラファン	オリエンタルモーター T-MDS510-24LHG	¥3,100	2	台	¥6,200
30	ACファンモーター	ミネベア P9225PB [IB3610PS]	¥4,320	2	台	¥8,640
31	ステンレス小型物差機番	モノタロウ 21741816 SFK-24RS	¥406	4	台	¥1,624
32	アトリスDハンドル	モノタロウ 09418543 アトリスDハンドル	¥439	1	個	¥439
33	ロック&ロック ビスフリーコンテナ 浅型	モノタロウ 77650783 LBF806	¥580	2	個	¥1,160
34	植室カーテン	モノタロウ 73633272 E-7066	¥10,357	2	枚	¥20,714
35	ボールバルブ 20シリーズユニオン	モノタロウ 39483141 BVU20-0606	¥1,501	2	本	¥3,002
36	金属製パイプキャスター	ミスミ 型番: YGR-100S	¥1,951	8	個	¥15,608
環境制御モジュール			小計		¥431,779	
(内訳)						
No.	機器名称	メーカー・型式	おおよその金額	個数		¥0
3	ピストン式エアポンプ	イワキ PAP-S34	¥103,729	1	個	¥103,729
4	マイクロミストモバレータレギュレータ	モノタロウ 69748356 IDG30LA V3-03-X017	¥101,000	1	個	¥101,000
5	マスフローメータ	モノタロウ 21226887 3810DS II -VV-RC1/4-CO2-10SCCM	¥92,000	1	個	¥92,000
6	流量センサーフローモニタ	モノタロウ 26775716 PFM725S-O1L-C-M	¥17,880	2	台	¥35,760
7	流量センサーフローモニタ	モノタロウ 26770833 PFM710S-O1L-C-M	¥17,880	2	個	¥35,760
8	小型フローメータ	モノタロウ 36982452 RK171D-AIR-20L/MIN	¥8,829	2	台	¥17,658
9	なまし配管	モノタロウ 17446598 9.52×0.83mm	¥2,365	4	個	¥9,460
10	アスピレーションボトル (下口のみ)	日本ゼネティクス 1220-1L-WS	¥5,000	1	台	¥5,000
11	アスピレーションボトル (下口のみ)	日本ゼネティクス 1220-4L-WS	¥24,000	1	台	¥24,000
12	クーラーボックス	モノタロウ 39545764 CL45BL	¥5,821	1	個	¥5,821
76	バスポンプ	ミスミ 型番: EA345GA-2	¥2,871	1	個	¥2,871

大分工業高等専門学校 放射測定装置		
機器名称	分光放射計	日射計×2, 光量子計, 照度計, 赤外線放射計, Pt温度計, 熱電対×2, 棒温度計, ロガー, 黒球, スタンド
サイズ	300*350*140	430*380*154
格納時		
内部		
放射量測定		
植物光学特性		

放射量計測装置 (分光放射計除く)			1セット 総額			¥647,500	
(内訳)							
No.	機器名称	メーカー・型式	おおよその金額	個数			¥0
1	日射計	英弘精機 ML-01 ケーブル10m	¥30,000	2	台	¥60,000	¥60,000
2	オプションの水平調整台	英弘精機 ML-01 用	¥9,000	2	台	¥18,000	¥78,000
3	照度計	英弘精機 ML-020SO ケーブル10m	¥90,000	1	台	¥90,000	¥168,000
4	オプションの水平調整台	英弘精機 ML-020SO 用	¥20,000	1	台	¥20,000	¥188,000
5	光量子計	英弘精機 ML-020P ケーブル10m	¥80,000	1	台	¥80,000	¥268,000
6	オプションの水平調整台	英弘精機 ML-020P 用	¥20,000	1	台	¥20,000	¥288,000
7	長波放射計 (赤外放射計) ヒータ付	クリマテック CHF-IR02	¥220,000	1	台	¥220,000	¥508,000
8	データロガー	エイ・アンド・デイ TR45	¥15,000	1	台	¥15,000	¥523,000
9	データロガー	日置電気 LR8431	¥100,000	1	台	¥100,000	¥623,000
10	バッテリーパック	日置電気 9780	¥11,000	1	個	¥11,000	¥634,000
11	熱電対	ミスミ 型番: 2-7957-01 アズワン	¥3,000	2	本	¥6,000	¥640,000
12	棒温度計		¥500	1	本	¥500	¥640,500
13	樹脂製プロテクターツールケース	ミスミ トラスコ中山 型番: TAK-13L	¥7,000	1	個	¥7,000	¥647,500
放射量計測装置 (分光放射計含む)			1セット 総額			¥1,947,500	
14	分光放射計	英弘精機 MS-720	¥1,300,000	1	台	¥1,300,000	¥1,947,500

つながり工学演習 (1-4週, 8週) 報告書

クラス 1AMC 1AES 番号 氏名

【到達目標】
 アグリエンジニアリングに関する事象・現象に関わり、工学的な見方・考え方を働かせ、見通しをもって学習することなどを通して、アグリエンジニアリングに係る事象・現象を工学的に探究するために必要な観察・能力を育成することを旨とする。

【到達目標の評価】

回	授業内容	各回ごとの到達目標	評価項目	教員評価 100点
1	光と植物の成長1	ふく射伝熱の基礎、放射伝達の用語と単位換算、放射強度の測定方法が理解できる	取り組み状況 課題	
2	光と植物の成長2	自然環境における植物の光学特性の計測と計算が理解できる	取り組み状況 課題	
3	植物の光合成機能の評価	光合成と呼吸の基礎、光合成速度と呼吸速度の測定方法、光補償点、CO ₂ 補償点が理解できる	取り組み状況 課題	
4	環境制御とエネルギー収支	環境環境をモニタリング・制御するために必要な空調調和の基礎とエネルギー収支の考え方が理解できる	取り組み状況 課題	

【取り組み状況 ルーブリック】

目標的な到達レベルの目安 標準 80~100点	目標的な到達レベルの目安 良 60~79点	未到達レベルの目安 平均 0~59点	学術的探究性の欠如 評価なし
自ら、内容を理解し演習を行うことができる	教員や他の学生の助言を受けて、内容を理解し演習を行うことができる。	教員等の助言を受けても、内容を理解し演習を行うことができない。	授業に不参加、睡眠、授業と無関係の行動

【課題 ルーブリック】

目標的な到達レベルの目安 標準 80~100点	目標的な到達レベルの目安 良 60~79点	未到達レベルの目安 平均 0~59点	学術的探究性の欠如 評価なし
自ら、応用的な工学知識を駆使して演習を率先して計画・実行し、データを解析し、報告することができる。	教員や他の学生の助言を受けて、工学基礎知識を駆使して演習を計画・実行し、データを解析し、報告することができる。	教員等の助言を受けても、工学基礎知識を駆使して演習を計画・実行することができない。	他人の考え、計算、表現を自分のものとして使用すること(剽竊)、自分の考え、計算、表現を他人に写させることを許すこと(共有)の不正行為
自ら、幅広い専門知識の獲得と異なる分野の経験を認識し、課題解決の手法を身につける	教員や他の学生の助言を受けて、幅広い専門知識の獲得と異なる分野の経験を認識し、課題解決の手法を身につける。	教員等の助言を受けても、幅広い専門知識の獲得と異なる分野の経験を認識できない。	
自主的かつ継続的に学習できる能力を身につける	教員や他の学生の助言を受けて、学習できる能力を身につける。	自主的に学習できる能力を身につけることができない。	

実験報告書

実験科目 アグリエンジニアリング基礎実験 放射測定

報告者: 姓 1AMC 番 氏名

実験実施日 (第 回) 月 日
 報告書提出期限 月 日 17時 (最後の実験日から1週間以内である)
 報告書提出日 月 日 / 受理 (遅れ 週間) / 再提出 (再提出日 月 日)

【安全チェック欄】 報告者は はい いいえ を ○で 囲ってください。

あなたは指導員から実験機器の取り扱いに関して説明を受けたか (はい) いいえ

あなたは指導員の注意を守り、安全に実験を行ったか (はい) いいえ

【報告書チェック欄】 報告者は はい いいえ を ○で 囲まない。

報告書の項目を全て記入したか (はい) → 報告書を受理 いいえ → 報告書を受理しない

他人の報告書 (実験→を除く) の一部または全てをまる写ししたか はい (はい) いいえ → 報告書を受理

はい → 総合評価から70点を減じる。また、「いいえ」と回答した者に虚偽の報告が判明した場合も同様の措置とする。

【到達目標の評価】

評価者	項目	点数	評価
取り組 み状況	自ら考えて実験ができる	5	[REDACTED]
	安全で正しい手順で実験ができる	5	
	実験の目的が理解できる	5	
実 験 結 果 の 理 解 可 能 性	実験装置の仕組みが理解できる	5	[REDACTED]
	実験結果が理解できる	5	
	実験結果の考察ができる	5	
教員 評 価	レポートの内容について、正確性、丁寧さ、分量、提出期限を評価する	70	[REDACTED]
総合評価			[REDACTED]

1. 目的

晴天時に屋外の日射量、光量子量、および照度を実際測定することによって、それらの測定原理を理解しよう。

さらに以下の物理量の関連性を理解しよう。また、太陽光とLEDや蛍光灯と比較しよう。

- ① 日射量、光合成光子フラックス密度 PPFD、照度の関係
- ② 太陽高度と直達日射量および散乱日射量の関係
- ③ 地面上の放射収支

2. 方法

a. 測定項目

放射スペクトル、全天日射量、散乱日射量、地面反射日射量、光合成光子フラックス密度 PPFD、照度、赤外線放射量、地表面温度、気温

b. 測定機器

分光放射計、日射計(2台)、光量子計、照度計、赤外線計、棒状ガラス温度計、熱電対、ミリボルト記録計、長さ 30 cm の細棒の先端に直径 3-4cm の黒色球を取り付けたもの。

c. 測定手順

- (1) 分光放射計を太陽の方向に向けて、放射スペクトルを測定する。光合成有効放射 PAR、光量子 P_m 、照度 Lux、放射量 I_{sp} を測定する。
- (2) 日射計、光量子計、照度計、赤外線放射計を屋外の遮蔽物のない場所を選び、近くに並べて設置する。各受感部が水平になるよう水準器で調整する。もう 1 台の日射計は受感部が下向きになるように取付け、地面からの反射日射量を測れるようにする。
- (3) 日射計、光量子計、照度計、赤外線放射計、熱電対の出力端子をミリボルト記録計に接続する。計測器と記録計を導線で接続する際、接続部(ターミナル)が汚れていたら、紙やすりできれいにし、接点電気抵抗を小さくしてから接続する。

2

- (4) 5分おきに全天日射量、地面反射日射量、光量子量、照度、赤外線放射量および放射計の直下付近の地表面温度、気温を測定し、記入表に記録する。ただちに(4)の測定を続けて行う。
- (5) 長さ 1m の細棒の先端に直径 3-4cm の黒色球を取り付け、これを日射計受感部上 0.5-1m 離れた所にかざし、直達日射による黒色球の影が完全に受感部を覆うようにして、散乱日射量を測定する。このとき、人間が受感部への散乱日射量の入射を妨げないように、姿勢を低くする。
- (6) 時間的な余裕があれば、蛍光灯を 4 灯、8 灯および LED を 4 灯、8 灯で同様の測定を行う。

3. 測定上の注意

a. 計器設置時の注意

- (1) 各計器は衝撃によって壊れやすいから取扱いは十分気をつける。
- (2) 日射計、照度計、光量子計、赤外線放射計および分光放射計は、各測定受感部への日射(散乱日射を含めて)を遮る周囲物体がない場所に設置する。
- (3) 地表面温度の正確な測定は困難なことが多い。今回は熱電対の下半分を地面にテープで固定した状態での指示値を地表面温度の概略値とする。
- (4) 気温は、棒状ガラス温度計感部が直接太陽光に当たらない日陰の涼しい場所で測定する。

b. 測定中の注意

- (1) 記録者は、読取り値以外に気付いた事項をメモする。たとえば、雲量、風速の強弱など。
- (2) 日射計、照度計、光量子計、赤外線放射計および分光放射計の指示値の時間的変動が激しいことがある。読取り者は、記録者から合図があったときの瞬時値のみでなく、前後 1-2 分の変動にも十分注意して読取り値を決定する。

4. 測定結果の記入表

日射量および放射量は地面に向かう場合を正の符号、天空に向かう場合を負の符号とし、記入表(1)に記入する。

5. 測定結果の整理

3

- (1) 太陽光、蛍光灯、LED の分光放射計の放射スペクトル、光合成有効放射 PAR、光量子 P_m 、照度 Lux、放射量 I_{sp} を記入表(1)に記入しましょう。
- (2) 比較的正確に測定できたと思われる測定値を選んで、照度と全天日射量、全天日射量と光合成光子フラックス密度 PPFD、および照度と光合成光子フラックス密度 PPFD の関係を別々にプロットし、回帰直線を求めましょう。記入表(1)に記入しましょう。



- (3) 各測定時刻の太陽高度を下記のホームページより計算しよう。

<http://keisen.casio.jp/has10/SpecExec.cgi?id=system/2006/1185781259>

大分県大分市 1666 番地 緯度: 北緯 33.232687 経度: 東経 131.651066

- (4) 太陽高度と直達日射量および、散乱日射量の関係を図示しよう(記入表(2)に記入しましょう)。

$$\text{全天日射量(Ch-1)} = \text{直達日射量} + \text{散乱日射量(天空日射量)} \quad (\text{Ch-1 黒球}) \quad (1)$$

- (5) 上向き長波放射量は、ステファンボルツマンの法則を用いて、式(2)から計算します。

$$\text{ステファンボルツマンの法則 } Q = \varepsilon \sigma T_s^4 \quad (2)$$

$\varepsilon = 0.93$ (地表面タイルの放射率)、 T_s : 地表面温度 (Ch-6)

$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$ (ステファンボルツマン定数)

※ 蛍光灯と LED の計算をする場合 白色塗料 $\varepsilon = 0.91$

- (6) 下向き長波放射量は、式(3)から計算します。

$$Q = U/E + 5.67 \times 10^{-8} T_{\text{Pt100}}^4 \quad \text{W/m}^2 \quad (3)$$

U: 出力電圧 (Ch-5) , mV

E: 感度係数 (計測器側に記載) $\mu\text{V}/(\text{W/m}^2)$ $E = 46.2 \mu\text{V}/(\text{W/m}^2)$

T_{Pt100} : Pt100 本体温度 (Ch-7) , K

4

- (7) 下向き長波放射量は、放射率と気温 T_s と地表面温度 T_g から推定できます。空の放射率は、下記の①あるいは②とします。

- ① 快晴時 地上 1-2m の気温と空の放射率の経験式 (Swinbank 1963)

$$\varepsilon_w = 9.2 \times 10^{-4} T_s^2 \quad (4)$$

- ② 曇天日時 大気の放射発散度 (Monteith & Unsworth 1990)

$$\varepsilon_g(c) = (1 - 0.84c) \varepsilon_w + 0.84c \quad (5)$$

c: 雲が空を覆っている割合、 ε_w : (5) 式 $\varepsilon_w = 0.7090287$

- ①と②にステファンボルツマンの法則(2)式 $Q = \varepsilon_w \sigma T_s^4$ または $Q = \varepsilon_g(c) \sigma T_s^4$ をつかう。

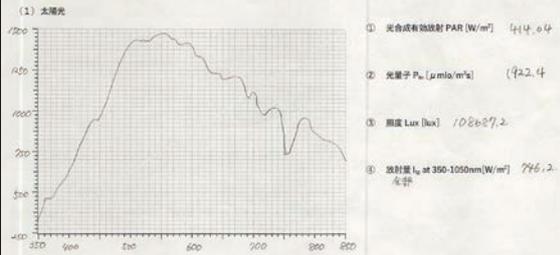
$\varepsilon_w(10) = 0.84226646$

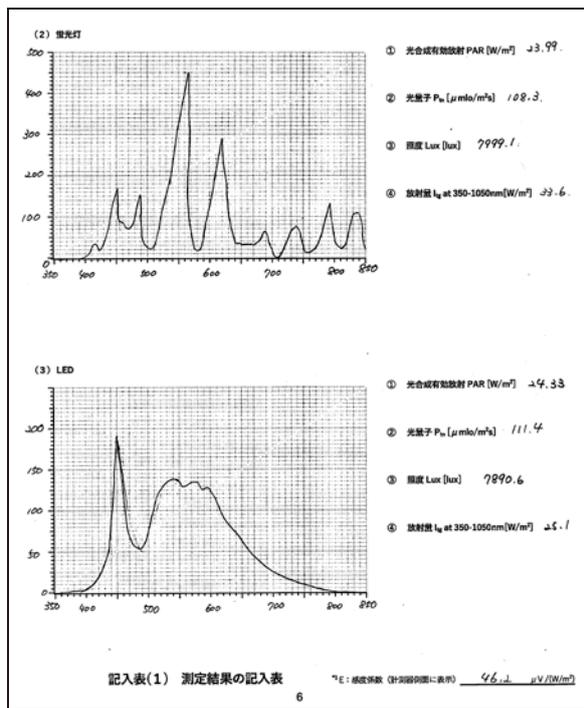
- (8) 全天日射量、地面反射日射量、地表面温度および気温の測定値を利用して、(2)式により純放射量を推定しよう。日射(短波放射量)の放射率をアルベドと呼びます。

$$\text{純放射量} = (\text{下向き短波放射量} + \text{下向き長波放射量}) - (\text{上向き短波放射量} + \text{上向き長波放射量}) \quad (6)$$

ただし、下向きの放射量を+正符号、上向きの放射量を-負符号とします。

記入表(1) 測定結果の記入表





直達放射 - 散乱放射

計測	時刻	計測値	Ch-1	Ch-2	Ch-3	Ch-4	Ch-5	Ch-6	Ch-7	照度	温度	湿度	備考
No.	時刻	全放射	全放射	散乱放射	地面放射	PPFD 光合成有効放射	赤外線放射	地面温度	空気温度	湿度	湿度	湿度	備考
単位	(h:m)	W/m ²	W/m ²	W/m ²	lx	μmol/m ²	μmol/m ²	°C	°C	°C	°C	%	
1	9:45	25.31	480.010	120.002	286.5	1980	893.5	0.60	7.9	8.5	9.5	30	直達
2	9:50	25.82	495.01	116.481	280.163	20561	911.356	0.46	8.8	9.1	9.0	30	直達
3	9:55	26.32	518.5	122.8	291.0	21000	935.2	0.47	8.8	9.7	10.0	30	直達
4	10:00	26.83	496.5	120.7	278.9	20520	928.7	0.49	9.0	10.0	11.0	30	直達
5	10:05	27.28	550.7	140.7	216.9	22620	1005	0.40	8.8	10.1	8.5	30	直達
6	10:10	27.72	595.0	185.5	344.5	24893	1101.5	0.41	9.0	9.8	9.0	40	直達
7	10:15	28.56	680.0	210.5	395.0	31140	1300.2	0.50	9.1	9.9	8.5	50	直達
8													
9													
10													

記入図(2) 照度と全日射量, 全日射量と PPFD, および照度と PPFD の関係

(W/m²)

全日射量 (W/m²)

照度 (lx)

関係式: $y = 0.0176x - 140.07$

相関係数: $R^2 = 0.9997$

(μmol/m²)

PPFD (μmol/m²)

全日射量 (W/m²)

関係式: $y = 2.0496x - 106.42$

相関係数: $R^2 = 0.9918$

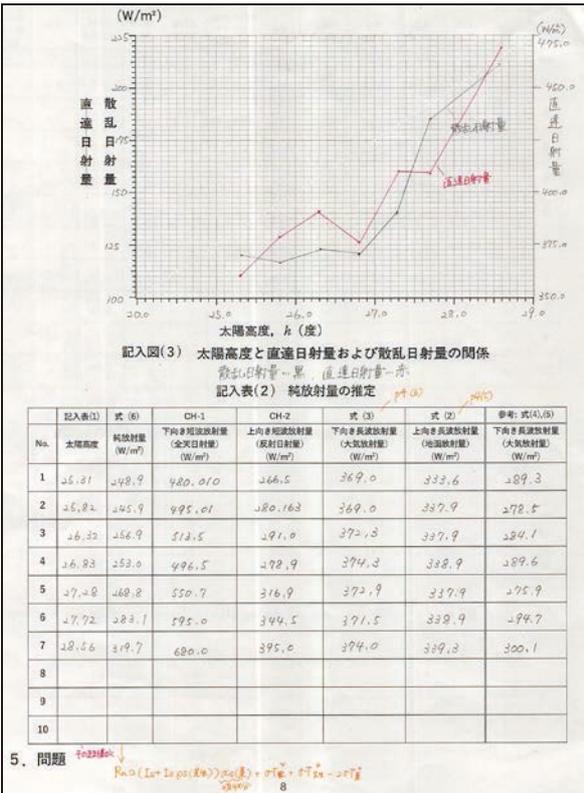
(μmol/m²)

PPFD (μmol/m²)

照度 (lx)

関係式: $y = 0.0366x - 171.2$

相関係数: $R^2 = 0.9929$



a. 次の用語の定義を要約して述べましょう

直達日射 太陽光球面から直接地上に到達する太陽放射。

散乱日射(天空日射) 大気成分により散乱し、放射して天空の全方向から届く太陽放射。

全日射 地表面への放射として到達する太陽放射と直達日射の合計を指す。

純放射 大気からの放射エネルギーと地表から放射されるエネルギーの差を指す。

大気(下向き長波)放射 大気中の空気分子・雲・炭酸ガス等から放射される長波放射。

地面(上向き長波)放射 地表面からの放射と、天空方向へ向かう長波放射。

短波放射 太陽からの直達光と大気中の散乱光の総和。

長波放射 地球が太陽からの放射エネルギーと地球の大気や地表から放射するエネルギー。

照度 物体の表面を照らす光の明るさを表す物理量。

PAR 光合成有効放射という400~700nmの光のエネルギーのこと。

PPFD 単位時間に植物が吸収する光子数の総和。400nm~700nmの波長域の光子数。

b. 次の測定器の測定原理を要約して述べよう。

日射計 太陽からのエネルギー(430nm放射)によって電圧信号に変換する。

光子数計 光子エネルギーを波長域400nm~700nmの光子数をフォトダイオードによって検出する。

照度計 単位面積あたりの光量を測定し、明るさを数値化する。

分光放射計 測定対象物からの光(電磁波)の放射エネルギーを測定し、太陽放射のスペクトルを再現する。

赤外線放射計 放射エネルギーを赤外線エネルギーとして検出し、そのエネルギーを電圧信号に変換し、照度と温度に換算する。

9

c. 考察しましょう。

①「照度と全日射量」, 「全日射量とPPFD」「照度とPPFD」の各グラフ上で, 回帰直線は原点の近くを通りましたか。理由を付けて答えましょう。

全体的に見ると, 原点に近いところを通ったといえる。(測定値と切片を比べると測定値が十分大きいから)
PPFDが0に近い場合は, 照度・全日射量はともに0に近づく。
逆に, PPFDの増加にともない, 照度・全日射量も増加する。

② 上記二つの関係は直線で十分近似できましたか。直線でない場合は, 理由を付けて答えましょう。

直線で十分近似できた。

③ 上記の名グラフ上の回帰直線の勾配の物理的意味について考えましょう。

照度で大きな変化が起きない限り, 全日射量・PPFDは変化しない。
全日射量 又は PPFDの方が変化の幅が大きい。

④ 太陽光, 蛍光灯, LEDの放射スペクトルや測定値の相違を述べましょう。

放射スペクトルから, 太陽光は広い範囲での波長が確認され, 特に500nm前後の波長が強く出ている。
蛍光灯では500nm~560nm付近の波長が強く出られ, LEDでは450nm付近が強く出られた。
測定値では, PARがLED, 蛍光灯に比べて太陽光がとて大きい値が出ている。また, 全日射量において,
太陽光はLED, 蛍光灯に比べて, 比較的大きな値を出している。また, 蛍光灯とLEDを
比較すると, 光子数はLEDの方が大きい。照度は蛍光灯の方が大きいことがわかった。

d. 学習成果 本実験で学習できたことを書いてください。

今回の実験で, 太陽光はLED, 蛍光灯でPARなどの値, 全て, 他の2つと比べてとて大きい値を出していることから, 太陽光を再現するのは難しいこととわかりました。波長に関しても
放射スペクトルの波長が太陽光と他2つでは大きく異なり, 太陽光のすごさがわかりました。
虫が「青色」で「色」が多いことは, この太陽光のスペクトルによるものだとわかりました。
植物が太陽光の元で「育つ」のも, この波長や今回の測定値によるものだとわかりました。
今まで, 当たり前になり考えてこなかったことを今回の実験を通して改めて考えることができました。

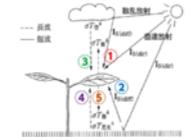
2019/1/25

時刻	計算値①	Ch-1	Ch-1黒球	Ch-2	Ch-3	Ch-4	Ch-5	Ch-6	Ch-7	検温度計	目標	計算値	計算値
TIME	太陽高度	全日射量 [W/m ²]	散乱日射量 [W/m ²]	地面反射日射量 [W/m ²]	照度[Lx]	光子数 [μmol/m ²]	赤外線放射 [mW]	地表温度 [°C]	赤外線放射 計温度[°C]	気温[°C]	雲の割合[%]	直達日射量 [W/m ²]	地面反射率 ρ コンクリート
9:45:00	25.31	480.0	120.0	285.5	19580	883.5	0.6	7.9	8.5	9.5	30	360.0	0.56
9:50:00	25.82	495.0	118.4	280.2	20561	911.4	0.5	8.8	9.1	9.0	20	378.8	0.57
9:55:00	26.32	513.5	122.9	291.0	21090	935.2	0.47	8.8	9.7	10	20	395.7	0.57
10:00:00	26.83	485.5	120.7	278.9	20530	926.7	0.49	9	10	11	20	375.8	0.56
10:05:00	27.28	550.7	140.7	318.9	22520	1005.0	0.4	8.8	10.1	8.5	30	410.0	0.58
10:10:00	27.72	595.0	165.5	344.5	24893	1101.5	0.41	9	9.8	9	40	409.5	0.58
10:15:00	28.58	660.0	210.5	395.0	31140	1300.2	0.5	9.1	9.9	8.5	50	469.5	0.58

*1 <https://keisan.casio.jp/exec/system/1185781258>

*2 赤外線放射計感度 μV/(W/m²) 462

$$\text{純放射量 } R_n = (I_s + I_s \rho_s) a_s (\sin \theta + \sigma T_m^4 + \sigma T_a^4 - 2\sigma T_m^4)$$



時刻	計算値	式(6)	Ch-1	Ch-2	式(3)*2	式(2)*3	参考式(4)(5)
TIME	太陽高度	純放射量 [W/m ²]	下向き短波放射 量(全日射量) [W/m ²]	上向き短波放射 量(反射日射量) [W/m ²]	下向き長波放射 量(大気放射量) [W/m ²]	上向き長波放射 量(地表放射量) [W/m ²]	下向き長波放射 量(大気放射量) [W/m ²]
9:45:00	25.31	236	480	267	356	334	381
9:50:00	25.82	236	495	280	359	338	359
9:55:00	26.32	247	514	291	362	338	384
10:00:00	26.83	242	497	279	364	339	389
10:05:00	27.28	290	551	317	364	338	356
10:10:00	27.72	274	595	345	363	339	358
10:15:00	28.58	306	660	395	363	339	356

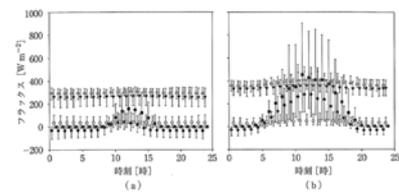
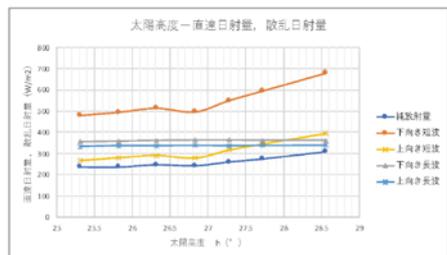
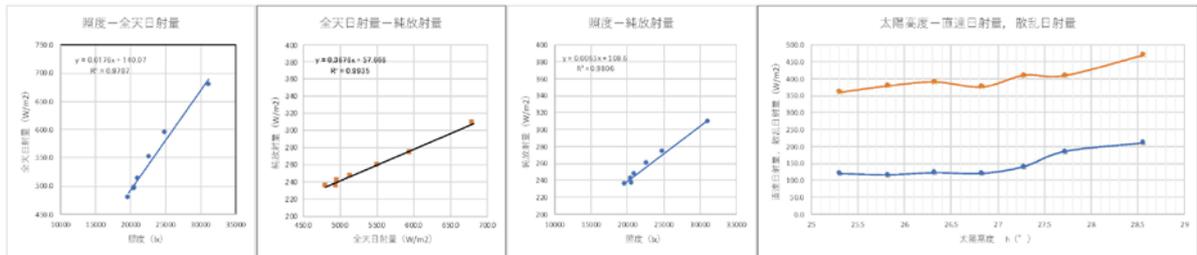


図 2.13 (a)1987年1月と(b)1987年6月のオランダのカバウの草場における短波放射(I_s : ●), 純放射(R_n : ●), 下向き長波放射($R_{a, \downarrow}$: ●), 上向き長波放射($R_{a, \uparrow}$: ●), 総長波放射($R_{L, \downarrow}$: ○)の日内変化(Beljaars & Bosveld, 1997より)。平均値と月ごとの値の範囲を示す(Jones & Vaughan, 2010より)。

つながり工学演習（1-4週，8週）報告書

クラス 1AMC 1AES 番号 氏名

【到達目標】

アグリエンジニアリングに関する事物・現象に関わり、工学的な見方・考え方を働かせ、見通しをもって学習することなどを通して、アグリエンジニアリングに係わる事物・現象を工学的に探究するために必要な資質・能力を育成することを旨とする。

【到達目標の評価】

回	授業内容	各回ごとの到達目標	評価項目	教員評価 100点
1	光と植物の成長1	よく射撃の基礎、放射線の用語と単位換算、放射強度の測定方法が理解できる	取り組み状況 課題	
2	光と植物の成長2	自然環境における植物の光学特性の計測と計算が理解できる	取り組み状況 課題	
3	植物の光合成速度の評価	光合成と呼吸の基礎、光合成速度と呼吸速度の測定方法、光補償点、CO ₂ 補償点が理解できる。	取り組み状況 課題	
4	環境制御とエネルギー収支	閉鎖環境をモニタリング・制御するために必要な空気調和の基礎とエネルギー収支の考え方が理解できる	取り組み状況 課題	

【取り組み状況 ルーブリック】

確かな到達レベルの目安 80~100点	構造的な到達レベルの目安 60~79点	未到達レベルの目安 40~59点	学術的領域実生の欠如 評価なし
自ら、内容を理解し演習を行うことができる。	教員や他の学生の助言を受けて、内容を理解し演習を行うことができる。	教員等の助言を受けても、内容を理解し演習を行うことができない。	授業に不参加、遅刻、授業と無関係のことをする、私語などの望外行為

【課題 ルーブリック】

確かな到達レベルの目安 80~100点	構造的な到達レベルの目安 60~79点	未到達レベルの目安 40~59点	学術的領域実生の欠如 評価なし
自ら、応用的な工学知識を駆使して演習を率先して計画・実行し、データを解析し、報告することができる。	教員や他の学生の助言を受けて、工学基礎知識を駆使して演習を計画・実行し、データを解析し、報告することができる。	教員等の助言を受けても、工学基礎知識を駆使して演習を計画・実行することができない。	他人の考え、計算、表現を自分のものとして使用すること(剽竊)、自分の考え、計算、表現を他人に奪取することを許すこと(共有)の不正行為
自ら、幅広い専門知識の獲得と異なる分野の問題を認識し、議論をより精密に行い解決する手法を身につける。	教員や他の学生の助言を受けて、幅広い専門知識の獲得と異なる分野の問題を認識し、解決する手法を身につける。	教員等の助言を受けても、幅広い専門知識の獲得と異なる分野の問題を認識できない。	
自主的かつ継続的に学習できる能力を身につける。	教員や他の学生の助言を受けて、学習できる能力を身につける。	自主的に学習できる能力を身につけることができない。	

一般名：シソ（青紫蘇の葉蘇） 学名： *Perilla frutescens* var. *crispa*（ペリラ・フルテスカンス） 別名：オオバ（大葉）

分類名：植物界被子植物門双子葉植物綱シソ目シソ科シソ属

提供者 **二宮農場**

<http://www.ninomiyafarm.jp/company/>



0011 プロジェクト実験II

実験報告書

実験題目 **アグリエンジニアリング基礎実験 植物の光合成機能の評価**

※ 大阪府立大学大学院 生命機能科学研究科 社会実生実生の実験テキストを引用しました。

報告者: **7751 JAMC** 番 氏名 **██████████**

実験実施日 (第 / 回) / 月 / 日 **3**

報告書提出期限 → 月 / 日 17時 (最後の実験日から1週間以内である)

報告書提出日 → 月 / 日 / 受理 (遅れ) 週間 / 再提出 (再提出日) 月 / 日

【安全チェック欄】 報告者は はい いえ を ○ で 囲ってください

あなたは指導員から実験機材の取り扱いについて説明を受けたか はい いいえ

あなたは指導員の注意を守り、安全に実験を行ったか はい いいえ

【報告書チェック欄】 報告者は はい いえ を ○ で 囲まない

報告書の項目を全て記入したか はい → 報告書は受理

他人の報告書 (実験テキストを除く) の一部または全てをまる写ししたか はい いいえ

はい → 報告書は受理

はい → 総合評価から70点を減じる。また、「はい」と回答した者に虚偽の報告が判明した場合も同様の措置とする。

【到達目標の評価】

評価者	項目	点数	評価
取り組	自ら考えて実験ができる	5	5
	自ら安全で正しい手順で実験ができる	5	5
	自ら実験の目的が理解できる	5	5
	自ら実験装置の仕組みが理解できる	5	5
	自ら実験結果が理解できる	5	5
	自ら実験結果の考察ができる	5	5
教員	レポートの内容について、正確性、丁寧さ、分量、提出期限を評価する	70	60
評価	総合評価		90

0011 プロジェクト実験II

1. 目的

植物と大気との間において、CO₂や水蒸気などのガス成分は主に葉の気孔を介して交換されている。例えばCO₂は、日中には光合成によって大気から葉内へ輸送され、夜間では呼吸によって葉内から大気へ輸送される。水蒸気は蒸散によって葉内から大気へ輸送される。このような葉内と大気との間におけるガスのやりとりをガス交換といい、葉内内のガス交換は拡散現象によって行われる。本実験では、植物を入れた閉鎖容器内におけるCO₂の収支から植物のCO₂交換速度を求め、環境条件が異なる条件下における植物の光合成速度を評価する。

2. 植物のCO₂交換

緑色植物は光エネルギーを使ってCO₂と水から炭水化物をつくり、O₂を放出している。この反応を光合成反応といひ、反応速度を光合成速度という。反応式は一般に下のようになっている。

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow{\text{光エネルギー}} C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2$$

光合成の反応速度を求めるとは、①CO₂の収支から、②炭水化物の収支から、③酸素の収支から求める方法が大別される。この実験では植物のCO₂収支から植物の光合成速度を求める方法を用いる。

植物は日中、光合成によってCO₂を吸収しており、同時に呼吸によってCO₂を放出している。光補償点 (CO₂交換速度がゼロになる光強度) 以上の光強度では、植物はみかけ上CO₂を吸収しており、このときの正味のCO₂交換速度を純光合成速度という。夜間には植物は呼吸によってCO₂を放出しており、このときのCO₂放出速度を暗呼吸速度という。暗呼吸とは光条件に影響されない呼吸を意味し、日中に行われる呼吸も暗呼吸という。C₃植物におけるCO₂交換を概観的に表すと図1のようになり、光強度とCO₂交換速度との関係は図2のようになる。暗条件下ではCO₂交換速度が暗呼吸速度となり、CO₂交換速度はマイナスになる。光強度を高めていくと暗呼吸速度は純光合成速度が等しくなり、みかけ上CO₂交換はゼロになる。このときの光強度を光補償点という。さらに光強度を高めると、CO₂交換速度、すなわち純光合成速度は増大するが、ある光強度以上では純光合成速度はほぼ一定になる。このときの光強度を光飽和点という。

図1 植物と大気との間のCO₂交換の概略図

日中は光合成と暗呼吸の相殺分が交換される。

図2 光強度とCO₂交換速度の関係

CO₂交換速度はCO₂吸収量を正とする。

3. CO₂交換を数値で表すには

CO₂交換速度を定量的に表すには単位が必要である。CO₂交換速度は単位時間あたりどれだけのCO₂が交換されたかで示すことができる。その単位はCO₂量と時間を組み合わせたものになる。CO₂量「molCO₂」と時間「s」を組み合わせて、「molCO₂/s」とする。この単位は「1秒間あたり何モルのCO₂が交換されたか」を示す。これだと何における交換速度かが分からないので、「植物1個体あたりなら」、「molCO₂/s/plant」、葉面積あたりなら「molCO₂/m²/s」とする。「植物あたり」だと植物の大きさによって値が異なり、他のデータと比較しにくいので、一般的には植物の「葉面積あたり」で

0011 プロジェクト実験II

4. CO₂交換をどのように捉えるか?

植物のCO₂交換速度を求める方法はおよそ下の3つに分けられる。

- 植物の質量変化から求める方法 → **質量変化法**
- 植物をチャンバー (chamber, 小さな部屋を意味する) に入れて、そのチャンバー内のCO₂収支から求める方法
- 大気中のCO₂の移動を直接的または間接的に求める方法

これらを概念的に表すと図3のようになる。

①CO₂交換の結果生じた植物の質量変化から求める

②閉鎖または通気したチャンパーに植物を入れて、CO₂交換によるチャンパー内のCO₂収支から求める

①はもっとも簡便な方法である。大気中のCO₂は光合成によって植物に吸収され、その結果として植物の乾重量は増加する。したがって、植物の乾重量の変化から植物のCO₂吸収量を比較的正確に推定することができる。植物を栽培して、その乾重量を計測するのにもCO₂交換速度のひとつの計測手段といえよう。この方法はある期間を積算したCO₂固定量を推定するのに適しているが、短期的なCO₂固定量を把握するには適していない。例えばどのような環境で植物がよくCO₂を吸収するのかを知るには、さまざまな環境でのCO₂交換速度をすばやく計測する必要がある。また、これら植物の乾重量の変化にもとづく方法は、調査のために植物を破壊する必要があるのが大きな欠点である。

②はチャンパー法、もしくは同化箱法と呼ばれる方法である。CO₂濃度変化の計測に比較的高価な装置が必要であるが、短期間で植物のCO₂交換速度を定量的に計測することができる。チャンパーの大きさや種類によって実験から小規模の群落まで対応できるが、植物をチャンパーに入れるために、計測環境が植物の生育環境と異なる場合があるのに注意すべきである。チャンパー法に関しては後述で詳しく解説する。

③は主にフィールドでの植物群落のCO₂交換を計測するのに用いられる方法である。植物群落上のCO₂濃度勾配とその間のCO₂拡散係数から求める積算法、乱流変動とCO₂濃度変動から求める渦相関法 (乱流変動法) などが、植物群落のCO₂交換の把握に有効な方法である。現在、世界規模で森林による温室効果ガス吸収量の評価が行われているが、これらには渦相関法が用いられている。これは、植物群落上での空気の流れやそれによって起こるCO₂濃度の変動にもとづく計測されるもので、現在もっとも信頼されている方法である。ただし、これらは空気力学的な

0011 プロジェクト実験II

5. 閉鎖式チャンパー法によるCO₂交換速度の計測原理

前述のように、CO₂交換速度の測定方法はいくつかあるが、この実験では閉鎖式チャンパー法を用いる。チャンパー法とは、チャンパー (小さな部屋) の中に植物を入れて、植物のCO₂交換によるチャンパー内のCO₂濃度の変化を手がかりにしてCO₂交換速度を求める方法である。ここで、密閉されたチャンパーに植物を入れた場合を考慮する。図4は閉鎖式チャンパー内において植物がCO₂を吸収しているときのチャンパー内におけるCO₂量 (molCO₂/chamber) の時間変化を概念的に示したものである。植物がCO₂を吸収することによって、チャンパー内におけるCO₂量は時間とともに減少していく。CO₂量の変化速度は、葉内でのCO₂濃度 (μmol mol⁻¹ = ppm) の数に比例することから、チャンパー内のCO₂濃度が低下すると変化速度は小さくなる。つまり、チャンパー内のCO₂量は指数関数的に低下する。チャンパー内ではCO₂交換は起こっていないので、チャンパー内におけるCO₂量の変化速度は植物のCO₂交換速度と等しいと考えることができる。すなわち、CO₂収支は次のように表すことができ、植物のCO₂交換速度はチャンパー内におけるCO₂量の変化速度から求めることができる。

$$[CO_2\text{交換速度}] = [\text{チャンパー内におけるCO}_2\text{量の変化速度}]$$

$$(\mu\text{molCO}_2/\text{s}) \quad (\mu\text{molCO}_2/\text{s})$$

図4 閉鎖式チャンパーに植物を入れたときのCO₂量の変化の概念図

チャンパー内におけるCO₂量 (μmolCO₂/chamber) は、チャンパー内のCO₂密度 (μmolCO₂/m³) とチャンパー容積 (m³) との積から求めることができる。したがって、チャンパー内におけるCO₂量の時間変化、すなわち植物のCO₂交換速度は次式から求めることができる。なお、この場合に求めることができるのは、チャンパー内における平均のCO₂交換速度である。ある時点におけるCO₂交換速度を求める場合には、CO₂濃度の時間変化を指数関数で近似して、その曲線の微分係数を求める。Microsoft Excelのグラフ機能を用いると近似式を簡単に求めることができるので、それを利用するとよい。

$$P_n = \frac{V \cdot C_1 - V \cdot C_2}{t_2 - t_1} \cdot \frac{1}{A}$$

$$= V \cdot \frac{C_1 - C_2}{t_2 - t_1} \cdot \frac{1}{A}$$

P_n: 葉面積あたりの植物のCO₂交換速度 (μmolCO₂/m²/s) → μmolCO₂/m²/s
 C₁, C₂: 時刻t₁, t₂におけるチャンパー内のCO₂密度 (μmolCO₂/m³)
 t₁, t₂: (t₁ < t₂) : 時刻 (s) → 単位なし
 V: チャンパーの容積 (m³)
 A: 植物の総葉面積 (m²)

0011 プロジェクト実験 II
 一般の CO₂ 分析計は CO₂ 濃度 (μmolCO₂mol⁻¹=ppm) の値を出力するので、次式によって CO₂ 濃度から CO₂ 密度へ換算する必要がある。

$$CO_2 \text{ 密度 } (\mu\text{molCO}_2 \text{ m}^{-3}) = \frac{CO_2 \text{ 濃度 } (\mu\text{mol mol}^{-1})}{\left(0.0224 \cdot \frac{273+T}{273}\right)} \quad (\text{m}^3 \text{ mol}^{-1})$$

T は気体の温度 (°C)

6. 赤外線放射ガス分析計について
 今回、CO₂ 濃度の計測に用いるのは赤外線放射ガス分析計である。N₂、H₂、O₂ などの 2 原子分子の元素ガスやヘリウムなどの希ガスを除いて、ほとんどのガス成分は赤外線放射に対して特定の吸収領域を持っている (図 5)。赤外線放射ガス分析計は、測定ガス成分の赤外線放射吸収が対数層の厚さおよびガス濃度によって決定されることを利用してガス濃度を検出する測器である。赤外線放射吸収の原理によって一酸化炭素 (CO)、二酸化炭素 (CO₂)、メタン (CH₄)、一酸化窒素 (NO)、二酸化硫黄 (SO₂) などの測定が可能である。近年問題になっている地球温暖化は、大気中の特定のガス成分 (CO₂ やメタン) 濃度が増加することで、地上からの赤外線放射が大気に多く吸収されてしまうことが原因とされている。つまり、赤外線放射分析計の内部では、大気の温室効果と同じ現象が起こっており、その現象を利用してガス濃度を計測しているのである。

赤外線放射ガス分析計は測定する気体を測器に導入し検出することによって、ガス濃度の変動を連続的に測定することができる。赤外線放射ガス分析計には赤外線放射を照射する光源と赤外線放射を検出するセンサが内蔵されており、光源から照射された赤外線の強度はセンサによって検出される。センサの出力の変化から測定ガス成分がどれくらい赤外線放射を吸収したかが求まり、それによって測定ガス成分の濃度を推定することができる。

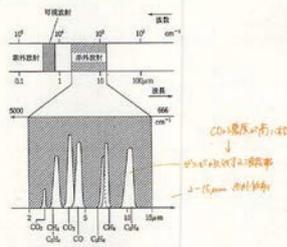


図 5 各ガス成分の赤外線放射吸収特性

7. 実験方法 計測装置
 計測装置の模式図を図 6 に示す。ガラス製容器をチャンパーとして用いる。チャンパー内に植物を設置し、赤外線放射 CO₂ 分析計をチャンパー内に設置する。赤外線放射 CO₂ 分析計には空気のサンプリングが必要なものが必要でないものがあるが、この実験では空気のサンプリングが必要でない箱式のタイプを用いる。ファンを用いてチャンパー内の空気を循環させる。これはこの計測法が、チャンパー内の CO₂ 濃度が均一であることを前提としているためである。温度センサをチャンパー内に設置する。容器と容器の蓋との隙間やセンサやファンのケーブルを入れる穴はパテを用いて密閉する。容器内の相対湿度が高くないように、水分吸着剤 (シリカゲル) を容器底面に入れる。チャンパーの上部に照明ランプを設置する。

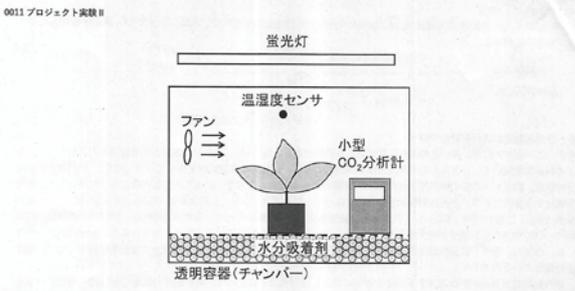


図 6 閉鎖式チャンパー法による CO₂ 交換速度の計測装置

計測項目
 下記の項目を計測する。
 ・チャンパー内の CO₂ 濃度 (μmol mol⁻¹)
 ・チャンパー内の気温 (°C) と相対湿度 (%) (各条件で開始時と終了時だけ記録すればよい)

実験終了後に下記の項目を計測する。
 ・植物の葉面積 (m²)、CO₂ 交換速度を葉面積あたりに換算するため
 ・チャンパーの空気容積 (m³)、チャンパー内に入れたものの体積を減らす
 ・チャンパー内の光合成有効光子密度 (μmol m⁻² s⁻¹)

計測手順
 ・光強度を設定する。
 ・呼吸によってチャンパー内 CO₂ 濃度が 900 μmol mol⁻¹ 程度まで高める。
 CO₂ センサの反応が比較的遅いことに気をつけること。
 ・チャンパー内の気温 (°C) と相対湿度 (%) を記録する。
 ・チャンパー内 CO₂ 濃度の時間変化を 10 秒間隔で記録する。
 ・CO₂ 濃度が 300 μmol mol⁻¹ を下回ったら、チャンパー内の気温 (°C) と相対湿度 (%) を記録して、次の光強度の条件で計測を行う。

計測条件
 ・光強度 3 段階 (結果を含む、ランプとチャンパーとの距離や遮光カーテンによって調節する) で測定する。
 光強度として、光合成有効光子密度 (μmol m⁻² s⁻¹) を測定する。
 ・各光強度において、CO₂ 濃度 750-650 μmol mol⁻¹、400-300 μmol mol⁻¹ での CO₂ 交換速度を求める (図 7)。
 ・暗黒条件のときは、CO₂ 濃度の増加速度から暗呼吸速度を求める。

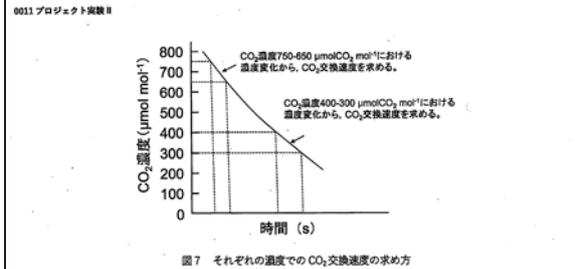


図 7 それぞれの温度での CO₂ 交換速度の求め方

算定項目
 上記の計測値から、各計測条件における葉面積あたりの CO₂ 交換速度 (molCO₂m⁻²s⁻¹) を算定する。光強度 4 条件×CO₂ 濃度 2 条件の計 8 条件における CO₂ 交換速度が求まることになる。

8. レポート
 計測原理・計測方法を分かりやすく正確に記述すること。材料や測器なども詳細に記載すること。本テキストに書いている内容を写すだけでは不十分である。結果は図や表にまとめ、そこから読みとれることを文章で説明すること。図や表は何を伝えたいのかをよく考えて作成すること。単位は正確に記述すること。下記の内容について算定・考察すること。他の項目についても考察しても構わない。

光合成有効光子密度と CO₂ 濃度の複合影響
 光-光合成曲線を 2 段階の CO₂ 濃度について示し、光合成有効光子密度と CO₂ 濃度が植物の CO₂ 交換速度に及ぼす複合的な影響について考察すること。それぞれの単独の影響だけを述べるのでは不十分である。

人間の呼吸とのバランスについて
 閉鎖空間内で人間 1 人と今回実験で用いた植物を共存させるためには、最低どれくらいの植栽が必要になるか。ガス交換の観点から試算せよ。人間は 1 人 1 日あたり約 480 g の O₂ を吸収し、約 750 g の CO₂ を放出しているとする。どのような仮定のもとで試算したかも記述せよ。

9. 参考文献
- ・「植物生理学」、L. テイツ・E. ザイガー編、培風館、8,800 円
 - ・「植物生理学入門」、板井英博ら編、培風館、3,200 円
 - ・「植物の生産過程測定法」、増田芳雄著、山本良一・櫻井直樹著、オーム社、3,400 円
 - ・「植物の生産過程測定法」、牛島忠成・吉川昭雄・米山忠克 共編、共立出版、1981 年、2,700 円
 - ・「新編生物環境学ハンドブック」、生物環境学研究会編、養賢堂、1995 年、13,000 円
 - ・「新訂農業安全の基礎と測定法」、日本農業気象学会編、農業技術協会、1997 年、4,300 円
 - ・「農業環境学」、渡部一朗編、サイエンスハウス、1987 年、3,600 円
 - ・「光と水と植物のからだ」、植物学研究会編、文芸春秋、2003 年、3,800 円
 - ・「農学・生態学のための気象環境学」、文字信貴ら編、丸善、1997 年、3,570 円

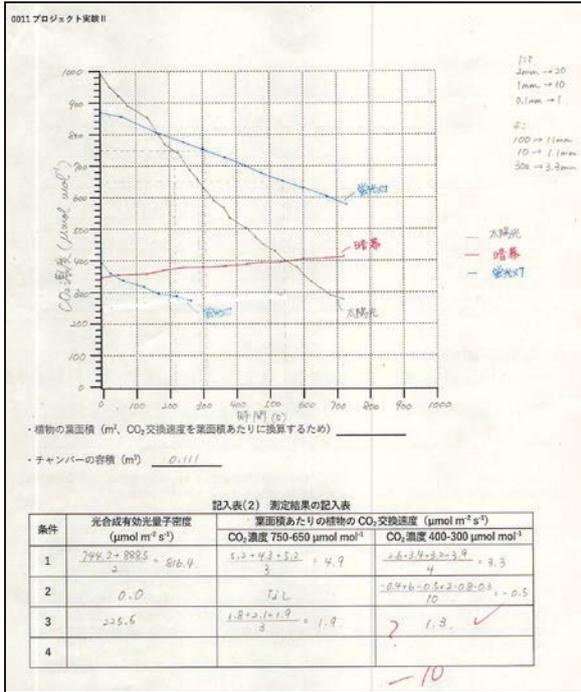
0011 プロジェクト実験 II
 記入表 (1) 測定結果の記入表

条件 1 太陽光

No.	時刻	気温 (°C)	相対湿度 (%)	CO ₂ 濃度 (ppm)	CO ₂ 濃度 (μmolCO ₂ mol ⁻¹)	No.	時刻	気温 (°C)	相対湿度 (%)	CO ₂ 濃度 (ppm)	CO ₂ 濃度 (μmolCO ₂ mol ⁻¹)
1	0	25.58	70	99.5	46238.6	1	0	21.7	81	20.5	
2	30	25.9	69	946	2872.7	2	30	21.7	81	20.7	
3	60	26.2	69	92.0	37974.9	3	60	21.5	82	23.3	
4	90	26.7	67	88.5	3589.1	4	90	21.2	84	24.9	14220.5
5	120	27.0	67	85.0	34531.2	5	120	21.0	84	24.9	14467.5
6	150	27.3	66	80.5	32670.5	6	150	20.9	84	25.5	14721.2
7	180	27.6	65	76.3	30225.0	7	180	20.8	84	26.5	15120.7
8	210	27.8	65	72.2	28555.3	8	210	20.8	85	26.9	15296.6
9	240	28.1	64	68.8	27047.9	9	240	21.1	85	27.5	15500.0
10	270	28.3	63	65.0	25696.8	10	270	21.3	85	28.1	15777.9
11	300	28.5	63	61.6	24304.7	11	300	21.4	85	28.4	15979.5
12	330	28.8	62	58.4	22997.3	12	330	21.5	85	29.2	16216.9
13	360	29.0	62	55.5	22009.7	13	360	21.7	85	29.8	16459.5
14	390	29.1	62	52.8	21193.3	14	390	21.8	85	30.3	16660.7
15	420	29.2	62	50.4	20205.9	15	420	22.0	85	30.8	16855.9
16	450	29.4	62	47.4	19109.4	16	450	22.1	84	31.3	17056.7
17	480	29.6	62	44.7	18009.3	17					
18	510	29.7	62	42.7	17192.1	18					
19	540	29.8	62	40.9	16442.0	19					
20	570	29.9	62	39.1	15720.9	20					

条件 2 カバーで暗黒状態 (1/4)

No.	時刻	気温 (°C)	相対湿度 (%)	CO ₂ 濃度 (ppm)	CO ₂ 濃度 (μmolCO ₂ mol ⁻¹)	No.	時刻	気温 (°C)	相対湿度 (%)	CO ₂ 濃度 (ppm)	CO ₂ 濃度 (μmolCO ₂ mol ⁻¹)
1	0	21.14	72	90.5		21	60	20.0	62	35.5	14277.1
2	1	21.6	76	91		22	90	20.2	62	33.4	14025.5
3	2	21.9	77	90.4		3	120	20.2	62	31.1	13701.0
4	11:45	23.1	80	87.0	35809.3	4	150	20.4	62	29.4	11809.9
5	11:45	23.1	80	85.7	35274.2	5	180	20.2	62	28.1	11619.4
6	11:45	23.5	81	80.8	33230.9	6					
7	60	23.4	81	78.0	32070.4	7					
8	11	23.5	81	75.2	30710.6	8					
9	2	23.6	81	72.4	29709.7	9					
10	3	23.7	82	70.0	28723.8	10					
11	4	23.7	82	67.2	27623.6	11					
12	5	23.8	82	64.7	26627.8	12					
13	6	23.9	82	62.5	25655.5	13					
14	7	23.9	82	60.6	24675.2	14					
15	8	24.0	82	58.3	23723.6	15					
16	9	24.1	82	56.1	22800.4	16					
17	10	24.2	82	54.0	21900.4	17					
18	11	24.1	82	52.0	21000.4	18					
19	12	24.2	82	50.0	20100.4	19					
20	13	24.3	82	49.7	19300.4	20					



0011 プロジェクト実験 II

5. 課題

a. 次の用語の定義を要約して述べよう

明反応 光エネルギーを使って、 H_2O の電子を引き取って H^+ と $\frac{1}{2}O_2$ を生成し、 $2H^+$ と $2NADP^+$ とATPを生成する

暗反応 (光は関係なく) NADPHとATPを用いて、 CO_2 が糖(C₆H₁₂O₆)と合成する

明呼吸 光合成相対的に強い光照射時のミトコンドリア内呼吸による二酸化炭素の増加を呼吸作用の増加と見做す。

暗呼吸 光合成相対的に弱い光照射時のミトコンドリア内呼吸による二酸化炭素の増加を呼吸作用の増加と見做す。

C₃植物 葉肉細胞(メソフィル)で光合成の最初の固定反応が行われる植物。C₃植物は、C₄植物、CAM植物、C₃植物の3つに分かれる。

C₄植物 葉肉細胞(メソフィル)で光合成の最初の固定反応が行われる植物。C₄植物は、C₃植物、CAM植物、C₃植物の3つに分かれる。

CAM植物 CAM気孔の開閉にCO₂濃度を調節し、夜間にCO₂を吸収し、昼間にCO₂を放出する植物(サボテン、アガベ、鳳梨科など)。

気孔 一般に表皮細胞が形成する開口の総称。蒸散作用とCO₂の取り込みを調節する。開口は、開閉を行う。

b. 次の測定装置の測定原理を要約して述べよう。

赤外線ガス分析装置 気体分子の赤外線吸収特性を利用して、CO₂濃度を測定する。赤外線光源と検出器を用いて測定を行う。

温度センサー 温度変化に応じて抵抗値が変化する材料を用いて、温度変化を測定する。

温度センサー 温度変化に応じて抵抗値が変化する材料を用いて、温度変化を測定する。

c. 光合成と呼吸を2段階のCO₂濃度について示し、光合成有効光子密度とCO₂濃度が植物のCO₂交換速度に及ぼす複合的な影響について考察すること。それぞれの単独の影響だけを述べるのでは不十分である。

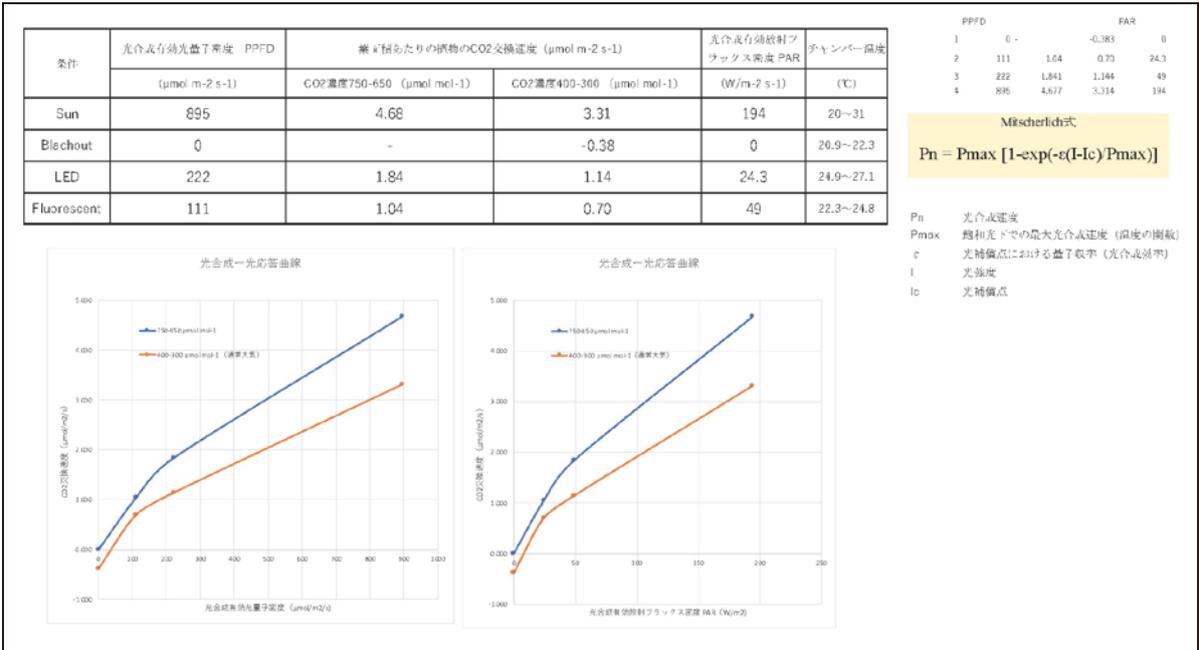
太陽光の光合成有効光子密度が大きいことから、太陽光では光合成が優勢であり、CO₂交換速度が大きい。このことから、グラフからわかるように、太陽光でのCO₂濃度は他の2つと比べて一番減少していることがわかる。さらに、暗呼吸は光合成有効光子密度が0であることから、光合成が行われていないCO₂交換速度であることがわかる。逆に呼吸はCO₂濃度を増やして、CO₂濃度を増やしている。また、太陽光では、太陽光では、光合成有効光子密度が大きい。光合成も行われていないCO₂濃度を増やしている。以上より、植物は日中光合成と呼吸を行い、夜間は光合成が優勢である。

d. 閉鎖空間内で人間1人と今回実験で用いた植物を共存させるためには、最低どれくらいの植物が必要になるか。ガス交換の観点から試算せよ。人間は1人1日あたりの480gのO₂を吸収し、約750gのCO₂を放出していると考え、どのような設定にもとじて試算したかも記述せよ。 375gのCO₂強度 → 375×10^3

人間は1人1日あたり、約480gのO₂を呼吸する。植物は日中1日に900gの生産量が必要である。ここで閉鎖空間内には太陽光が日中照らす。天候は考慮する(曇り雨では光合成は行わない)。CO₂交換速度が $\frac{900}{240} = 1.28$ 最低必要数は2株。日中空間容積は1000m³、室温は20℃とする。

今仮定する $A = V \cdot \frac{C_a - C_b}{C_a - C_b} \cdot \frac{1}{P_n} = 1000 \cdot \frac{2.228 \times 10^3}{12 \times 60 \times 60} \cdot \frac{1}{49} = 48919.4 \text{ (m}^2\text{)}$ → 日中の交換速度が1.28以上であれば、日中閉鎖空間内でもCO₂濃度は20℃以下に保たれる。

今仮定する $A = V \cdot \frac{C_a - C_b}{C_a - C_b} \cdot \frac{1}{P_n} = 1000 \cdot \frac{2.228 \times 10^3}{12 \times 60 \times 60} \cdot \frac{1}{360 \times 12} = 9819.4 \text{ (m}^2\text{)}$



つながり工学演習 (1-4週, 8週) 報告書

クラス 1AMC 1AES 番号 氏名

【到達目標】

アグリエンジニアリングに関する事物・現象に関わり、工学的な見方・考え方を働かせ、見識しをもって学習することなどを通して、アグリエンジニアリングに係わる事物・現象を工学的に探究するために必要な資質・能力を育成することを旨とする。

【到達目標の評価】

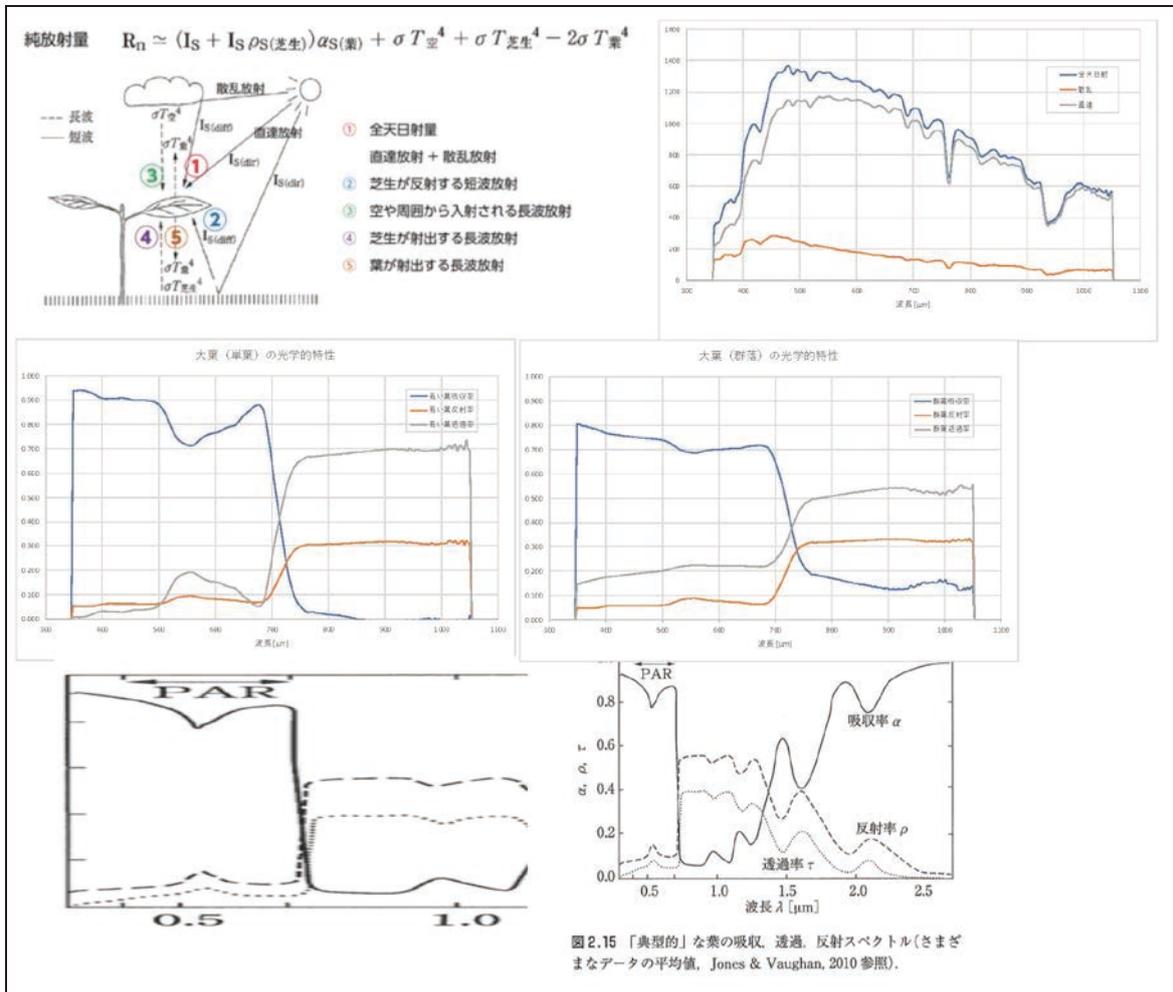
回	授業内容	各回ごとの到達目標	評価項目	教員評価 100点
1	光と植物の成長1	ふく射伝熱の基礎、放射伝達の用語と単位換算、放射強度の測定方法が理解できる	取り組み状況 課題	
2	光と植物の成長2	自然環境における植物の光学特性の計測と計算が理解できる	取り組み状況 課題	
3	植物の光合成産物の評価	光合成と呼吸の基礎、光合成速度と呼吸速度の測定方法、光補償点、CO ₂ 補償点が理解できる	取り組み状況 課題	
4	環境制御とエネルギー収支	閉鎖環境をモニタリング・制御するために必要な空気調和の基礎とエネルギー収支の考え方が理解できる	取り組み状況 課題	

【取り組み状況 ループリット】

理想的な到達レベルの目安 総点 80~100点	標準的な到達レベルの目安 総点 60~79点	未到達レベルの目安 総点 0~59点	学術的誠実性の欠如 評価なし
自ら、内容を理解し演習を行うことができる。	教員や他の学生の助言を受けて、内容を理解し演習を行うことができる。	教員等の助言を受けても、内容を理解し演習を行うことができない。	授業に不参加、睡眠、授業と無関係のことをする、私語などの望外行為

【課題 ループリット】

理想的な到達レベルの目安 総点 80~100点	標準的な到達レベルの目安 総点 60~79点	未到達レベルの目安 総点 0~59点	学術的誠実性の欠如 評価なし
自ら、応用的な工学知識を駆使して演習を率先して計画・進行し、データを解析し、報告することができる。	教員や他の学生の助言を受けて、工学基礎知識を駆使して演習を計画・進行し、データを解析し、報告することができる。	教員等の助言を受けても、工学基礎知識を駆使して演習を計画・進行することができない。	他人の答え、計算、表現を自分のものとして使用すること(剽竊)、自分の答え、計算、表現を他人に写させることを許すこと(拷問)の不正行為
自ら、幅広い専門知識の獲得と異なる分野の課題を認識し、議論および提案を行い解決する手法を導きつける。	教員や他の学生の助言を受けて、幅広い専門知識の獲得と異なる分野の課題を認識し、解決する手法を導きつける。	教員等の助言を受けても、幅広い専門知識の獲得と異なる分野の課題を認識できない。	
自主的かつ継続的に学習できる能力を導きつける。	教員や他の学生の助言を受けて、学習できる能力を導きつける。	自主的に学習できる能力を導きつけることができない。	



記入表(1) 測定結果 (砂)

大気圧 P_0 _____ [kPa] $c_{pA}=1.006 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$ $L = 2501 \text{ kJ/kg}$
 流路断面 A _____ [m²] (幅 _____ [mm] × 高さ _____ [mm])
 空気流速 u _____ [m/s] ランプに投入された電気エネルギー Q_1 _____ [W]
 かわき空気密度 ρ _____ [kg/m³]
 通気質量流量 m _____ [kg/s]

No.	時刻	温度 (°C)		相対湿度 (%)		飽和水蒸気圧 (kPa)		水蒸気圧 (kPa)		比湿 (kg/kg)		飽差 (kPa)	
		入口 t_1	出口 t_2	入口 ψ_1	出口 ψ_2	入口 p_{w1}	出口 p_{w2}	入口 p_{v1}	出口 p_{v2}	入口 q_1	出口 q_2	入口 D_1	出口 D_2
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													

測定値安定後

$Q_3 = m' \cdot c_{pA} \cdot (t_2 - t_1) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ W}$ 熱環境緩和効果 Q_3/Q_4 _____
 $Q_4 = m \cdot L \cdot (q_2 - q_1) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ W}$ 熱損失 $Q_1 - Q_2 = Q_1 - (Q_3 + Q_4) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ W}$

7

記入表(2) 測定結果 (植物)

大気圧 P_0 _____ [kPa] $c_{pA}=1.006 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$ $L = 2501 \text{ kJ/kg}$
 流路断面 A _____ [m²] (幅 _____ [mm] × 高さ _____ [mm])
 空気流速 u _____ [m/s] ランプに投入された電気エネルギー Q_1 _____ [W]
 かわき空気密度 ρ _____ [kg/m³]
 通気質量流量 m _____ [kg/s]

No.	時刻	温度 (°C)		相対湿度 (%)		飽和水蒸気圧 (kPa)		水蒸気圧 (kPa)		比湿 (kg/kg)		飽差 (kPa)	
		入口 t_1	出口 t_2	入口 ψ_1	出口 ψ_2	入口 p_{w1}	出口 p_{w2}	入口 p_{v1}	出口 p_{v2}	入口 q_1	出口 q_2	入口 D_1	出口 D_2
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													

測定値安定後

$Q_3 = m' \cdot c_{pA} \cdot (t_2 - t_1) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ W}$ 熱環境緩和効果 Q_3/Q_4 _____
 $Q_4 = m \cdot L \cdot (q_2 - q_1) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ W}$ 熱損失 $Q_1 - Q_2 = Q_1 - (Q_3 + Q_4) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ W}$

8

5. レポート

a. 次の用語の定義を要約して述べましょう

水蒸気圧 _____

飽和水蒸気圧 _____

飽差 _____

相対湿度 _____

絶対湿度 _____

比湿 _____

露点 _____

b. 気温および比湿の時間変化について

乾燥した砂，植物を入れたときの通気システム内の気温および比湿の時間変化をグラフ化（記入表3）して，その傾向を述べよ。また，そのようになった理由について考察せよ。

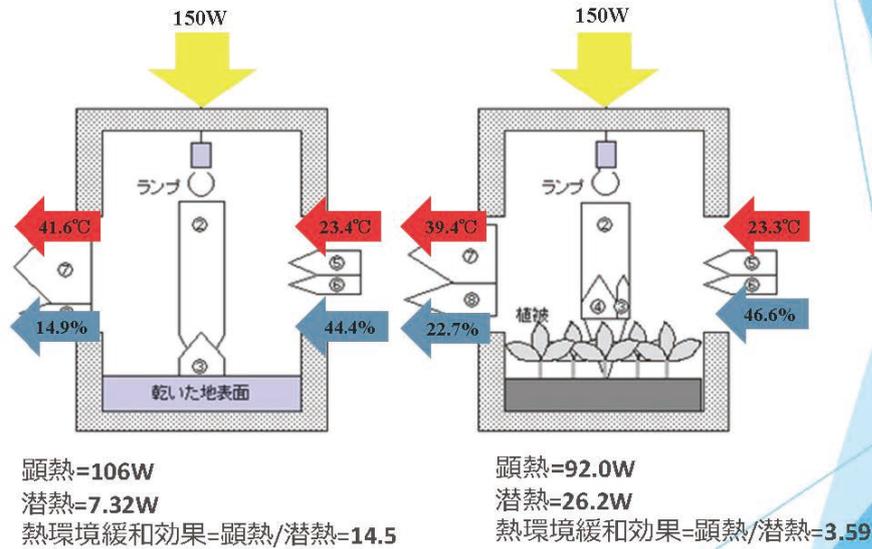
d. 通気システムの熱収支について

図3の②、③、④の各項目を、乾燥した砂、植物を入れたときについてそれぞれ図示せよ。矢印の太さを熱量の大きさと対応させ、数値を記入すること。

e. 植物の熱環境緩和効果の評価方法について

植物と環境との関係調べる上で、閉じたシステムで考えることで物事をわかりやすくすることができる。その一方で、閉じてしまうことでわかりにくくなってしまいうこともある。今回の実験結果は、実際の植物工場における植物の熱環境緩和効果を考える上でどのあたりが重要で、またどのあたりが現実とかけ離れているか、その理由を含めて述べよ。

熱緩和試験



閉鎖系における環境制御とエネルギー収支

ファン・分流通湿度発生装置



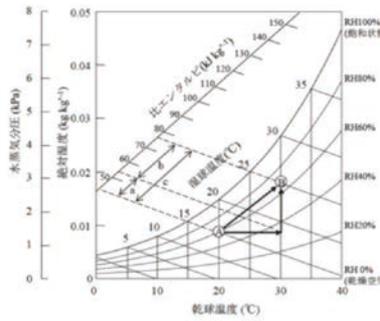
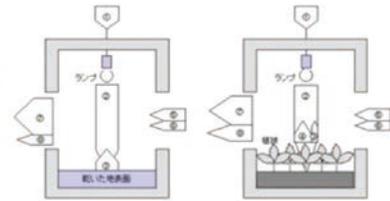
乾いた砂



湿ったペーパータオル



植物



条件	通気空気を暖めるために使われた熱量			植被面からの蒸発散に使われた熱量					合計熱量 J/s	割合
	流入空気 の気温 [°C]	流出空気 の気温 [°C]	空気を暖 めるため に使われ た熱量 [J/s]	入口水蒸 気圧[hPa]	出口水蒸 気圧[hPa]	流入空気 の比湿 [kgH ₂ O/kg]	流出空気 の比湿 [kgH ₂ O/kg]	蒸発散に 使われた 熱量[J/s]		
なし	23.2	23.6	2.2	14.39	14.33	0.00888	0.00885	-0.5	1.8	-27.9
ファン	24.5	26.9	13.5	16.82	16.37	0.01039	0.01012	-3.8	9.6	-39.9
20W	24.2	29	26.9	15.58	15.26	0.00962	0.00942	-2.8	24.1	-11.5
40W	23.8	30.5	37.6	14.80	14.36	0.00914	0.00887	-3.8	33.8	-11.1
60W	23.6	32.5	49.9	14.42	14.23	0.00890	0.00879	-1.6	48.3	-3.4
100W	24	36	67.3	14.95	14.26	0.00923	0.00880	-6.0	61.3	-9.8
150W	24	41.7	99.3	14.14	13.72	0.00873	0.00847	-3.7	95.6	-3.8
ファンに砂	23.4	41.4	101.0	13.27	12.87	0.00819	0.00794	-3.4	97.5	-3.5
湿ったペーパータオル	23.7	39.3	87.5	13.83	15.63	0.00854	0.00965	15.6	103.1	15.1
湿ったペーパータオルを上げる	23.6	35.5	66.7	13.46	19.19	0.00830	0.01187	49.7	116.4	42.7
ペーパー	25.1	27.9	15.7	16.73	16.68	0.01034	0.01031	-0.4	15.3	-2.5

図 8.2-2 実習事例 2 「アグリエンジニアリングのための IoT」

<p>2019年02月28日(木) AE教育実習報告会「AEのためのIoT実習」 1</p> <h2 style="text-align: center;">AEのためのIoT実習</h2> <p style="text-align: center;">大分工業高等専門学校 電気電子工学科 佐藤秀則</p> <p style="text-align: center; font-size: small;">National Institute of Technology, Oita College Department of Electrical and Electronic Engineering</p>	<p>2019年02月28日(木) AE教育実習報告会「AEのためのIoT実習」 2</p> <p style="text-align: center;">H26:「農林水産業に貢献できる技術者の育成」 H27:「AE教育の継続的調査と具体化」 H29,30:「アグリエンジニアリング教育(研究)の導入」</p> <h2 style="text-align: center;">H28:各学科でAEに関する 科目(実験実習を含む)を 立上げよう</h2> <p style="text-align: center; font-size: small;">National Institute of Technology, Oita College Department of Electrical and Electronic Engineering</p>
<p>2019年02月28日(木) AE教育実習報告会「AEのためのIoT実習」 3</p> <h2 style="text-align: center;">AEに貢献できる電気電子技術</h2> <ul style="list-style-type: none"> ○モニタリング(センサ, 土壌計測, IoT) ○自動化(環境制御, 自動採果機, ロボット) ○防農作物被害(滅菌, 虫鳥獣被害対策) <p>テーマの選択</p> <p style="text-align: center;">5年生(後期実験2回分)の実習として 「植物工場のモニタリング」を 検討することとした</p> <p style="text-align: center; font-size: small;">National Institute of Technology, Oita College Department of Electrical and Electronic Engineering</p>	<p>2019年02月28日(木) AE教育実習報告会「AEのためのIoT実習」 4</p> <h2 style="text-align: center;">植物工場への要請</h2> <ul style="list-style-type: none"> ○植物工場の状況をどこからでもモニタできる ○複数の植物工場を可視化し俯瞰できる ○どこからでも環境制御できる ○環境制御を自動化する ○設置が容易(配線が少ない) ○維持管理が易しい ○低コスト(初期投資, 低電力) <p style="text-align: center; font-size: small;">National Institute of Technology, Oita College Department of Electrical and Electronic Engineering</p>
<p>2019年02月28日(木) AE教育実習報告会「AEのためのIoT実習」 5</p> <h2 style="text-align: center;">植物工場のモニタリングシステム</h2> <p style="text-align: center; font-size: small;">National Institute of Technology, Oita College Department of Electrical and Electronic Engineering</p>	<p>2019年02月28日(木) AE教育実習報告会「AEのためのIoT実習」 6</p> <h2 style="text-align: center;">実習内容</h2> <ul style="list-style-type: none"> ■1回目:「AEのためのデータ取得」 <ul style="list-style-type: none"> ○無線モジュールを用いたup・down通信 ○オリジナルプログラムによる同様の通信 ■2回目:「AEのためのIoT」 <ul style="list-style-type: none"> ○温度・湿度データの通信 ○オリジナルプログラムによるデータ表示 ○クラウドサービスを利用したモニタリング <p style="text-align: center; font-size: small;">National Institute of Technology, Oita College Department of Electrical and Electronic Engineering</p>
<p>2019年02月28日(木) AE教育実習報告会「AEのためのIoT実習」 7</p> <h2 style="text-align: center;">1回目:「AEのためのデータ取得」</h2> <p>SW-LED 無線モジュール子機 プログラムあり 無線モジュール親機 プログラムあり 有線 USB PC プログラムあり</p> <p>実習内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ○無線モジュール(TweLite)へのプログラム書き込み ○端末エミュレータ(TeraTerm)による通信の確認 ○デジタル・アナログのup通信とdown通信 ○PCで監視できるオリジナルプログラムの動作を確認 <p style="text-align: center; font-size: small;">National Institute of Technology, Oita College Department of Electrical and Electronic Engineering</p>	<p>2019年02月28日(木) AE教育実習報告会「AEのためのIoT実習」 8</p> <h2 style="text-align: center;">2回目:「AEのためのIoT」</h2> <p style="text-align: center; font-size: small;">National Institute of Technology, Oita College Department of Electrical and Electronic Engineering</p>

2回目:「AEのためのIoT」

実習内容

- I2C通信のためのプログラムの書き換え
- 温度・湿度センサモジュール(I2C通信)を用いたモニタリング
- クラウドストレージ(GoogleSpreadSheet)の利用
- GASプログラムの書き込みと公開
- WebBrowserからのデータの書き込み
- ゲートウェイ上のオリジナルプログラムからの温湿度データのup

準備



- 対象:5年後期実験2回分、毎回2Gr(8.9人)
- 実験室:PC10台(ネット利用)
- パーツセット
 - ・無線モジュール(MONOSTICK, TWE Lite Dip, TWE Lite R)・USBアダプタ
 - ・ブレッドボード・抵抗・LED・タクトスイッチ・可変抵抗・温度湿度センサ
 - ・電池Box(単3×2)
- ソフトウェア
 - ・無線モジュール用プログラム
(『超簡単!TWE標準アプリ』、『無線タグアプリ』)
 - ・TWE Lite プログラム(TWE-Programmer)
 - ・端末エミュレータ(TeraTerm)
 - ・ゲートウェイで使用するオリジナルプログラム(卒研生開発)
 - ・GoogleSpreadSheet用のオリジナルWebアプリケーション(卒研生開発)
- 指導書作成

学生の感想

- 1回目の実習後
 - 「別の製作実習ではPCとのデータ通信に有線を使用したが、配線がたいへんな上、他の作業、移動などで苦労した。ZigBeeを利用すると相当に簡素化できるし、通信距離も適度。さらに電池の消費が少なくて済む」
 - 「オリジナルプログラムにより、UIが簡潔になってわかり易い」
 - 「ZigBeeの基本的な設定や動作確認をしたが、思った以上に容易にでき驚いた。他の通信にどんなものがあるか学びたい」
- 2回目の実習後
 - 「クラウドを利用して自分のスマホから気温や湿度を監視できた。さらに室温調整ができると思った」
 - 「クラウドについて調べるとwebメールなど私自身が無意識のうちに利用していることがわかった」
 - 「クラウドのデータはURLが分かれば外部から簡単に書き換えられることから、セキュリティ対策が必要だ」
- 全体を通じて
 - 「これからの農業の発展にはIoTの活用はかせせない」
 - 「研究で知っていたので、友達をサポートに回ったが、トラブルシューティングは問題解決能力がつかし、理解も深まる」

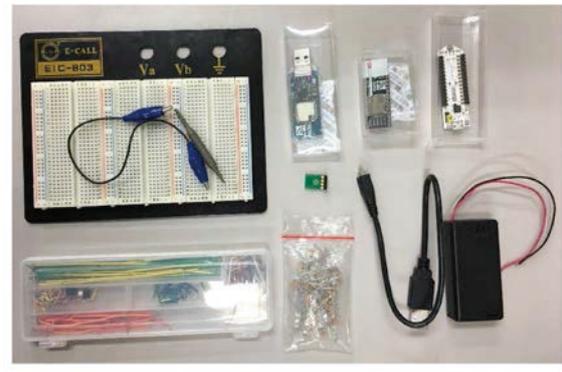
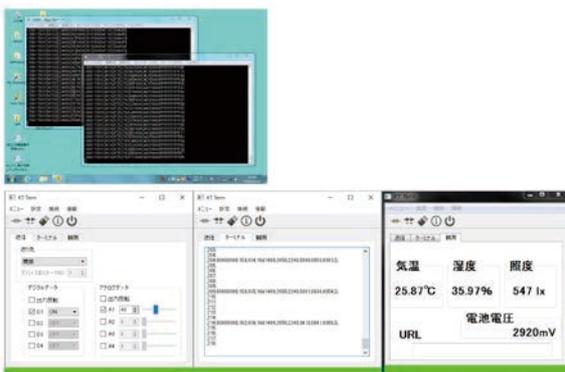
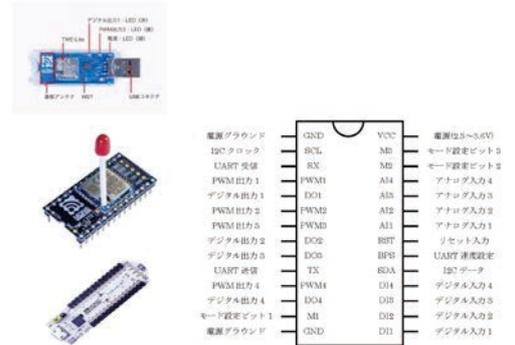
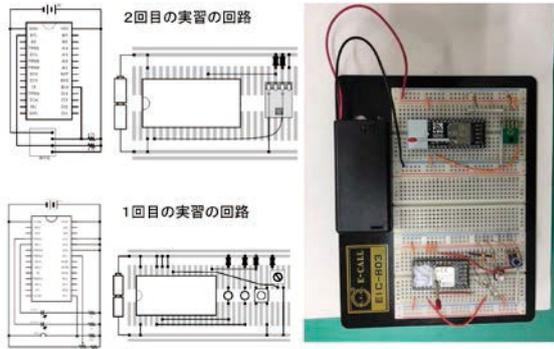
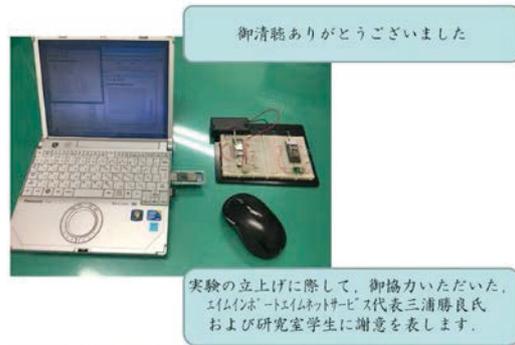


図 8.2-3 実習事例 3 「地元の農業をサポートする web サービスの開発」

実験@情報工学科 「地元の農業をサポートする web サービス」の開発

2019/02/28 大分高専 西村俊二

情報工学科の実験でAEをやるとしたら…?

情報系の学生なら作れる → **webサービス**

アグリ

求める機能1

ネット上の天候情報の中から
自分の地域に関するもののみをまとめて表示

ex.

- 天気予報
- 気温・降水量・風向・風速・日照時間 (from 気象庁)

求める機能1 → 技術面

ネット上のデータ → **スクレイピング** → 自分のシステム

求める機能2

Googleマップを介して
農地に関する情報交換を可能にする

学生が開発したシステムを紹介します

- 4年生
- 週2コマ
- 1年間の3/4で開発 (1/4はチュートリアル)

学生の成果物A サイトマップ

学生の成果物A 農地登録

- MAPを農地として登録したいところをタップする
- ピンが刺される
- 所在地に住所が表示される
- 送信をタップする
- 農地登録完了

学生の成果物A 農地表示について

野菜のアイコンが農地があることを示す

野菜のアイコンは登録された農地の情報によって異なる

野菜のアイコンの大きさは画面に対して常に一定の割合

学生の成果物B 天気スクレイピング

犬飼 選択

犬飼の天気予報	1	2	3	4	5
天気	1.3	3.2	2.4	0.7	0.9
降水確率	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
風速	南東	西	南	北	東
風向	1.6	2.1	0.7	1.0	1.1
日照時間	0.0 h				



図 8.2-4 実習事例 4 「プロジェクト実験Ⅱ」

AE実験実習報告
専攻科1年MC必修科目 プロジェクト実験Ⅱ

都市・環境工学科
帆秋研究室

1. 教育方針

**社会で要求される能力
「問題解決能力」**

未知の仕事に対して如何に正解に近い解を求めて行けるか・・・
これが社会に出てから必要になってくる。

これまでに経験した事の無い課題に対して、自ら解決方法を模索し学ぶ事で問題解決能力の素養を磨く。

2. 実習の主旨

**AEで目指すべき商品
「付加価値の高い食品」**

農業分野では収益向上が設備投資のインセンティブ
高寿命化による健康志向、サプリメントのニーズ大

↓
有価物を含み栄養価の高い食品の開発

品質評価

↓
特定成分と含有量の分析技術の必要性

3. 実施項目

対象は、専攻科一年の機械科と都市・環境科の学生以下の4課題から1課題を選択しチームで問題解決能力を養うための実習とする。

- A. 校内池の周囲淵のかさ上げ
- B. ガスクロマトグラフィー(GC)によるアルコール類の定量手法の確立
- C. 液体クロマトグラフィー(HPLC)によるカフェイン類の定量手法の確立
- D. 全有機炭素濃度計(TOC)による水中炭素濃度の定量手法の確立

4. 使用機器

ガスクロマトグラフ
GC



液クロマトグラフ
HPLC



全有機炭素計
TOC



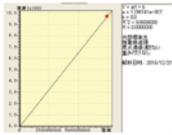
5. 実施方法

1週目(10/24)から6週目(11/28)まで、以下について実施する。
作業内容は案であり各グループで検討して適宜変更可。

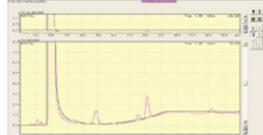
- 1週目 本実習の意義と目的を理解し、課題を選定。グループ討議により機器分析(GC, LC, TOC等)の原理と方法、および池周囲のかさ上げに対して内容を理解し、自ら課題解決のための基本計画を行う。
- 2週目 自ら機器の取扱説明書を熟読して基礎知識を習得し、機器立ち上げに対して必要な手順や実験備品の準備をする。池周囲のかさ上げの課題解決に向けた方法論の抽出と安価で確実な方法について検討する。
- 3週目 機器の取扱説明書に基づいて、機器のセットアップを行うと共に使用方法を習得する。池周囲の測定を行い安価で確実な方法の実施設計を行う。
- 4週目 機器分析の分析条件について検討し、目的成分の分析条件を確立する。池周囲のかさ上げのための簡易型砕石工を行う。
- 5週目 自然界の試料を対象に、機器分析を用いて目的成分の定量分析を行う。池周囲のかさ上げの施工を行う。
- 6週目 機器分析で得られた結果を解析し、数値について評価する。池周囲のかさ上げ工事の水漏れ検査を行い一連の作業の優先性について評価する。

6. 実施内容と結果

- 1) 分析機器の原理と扱い方の習得
- 2) 機器分析手法&条件のマニュアル作成
- 3) 定量分析による精度検証



エタノールの検量線



ウイスキーのクロマトグラム

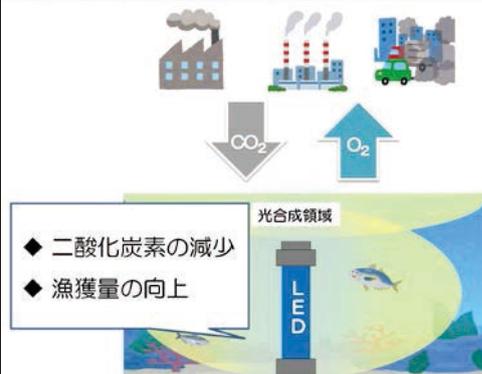
EtOH = 43% → 43.5% (+1.1%の誤差範囲)

7. 成果

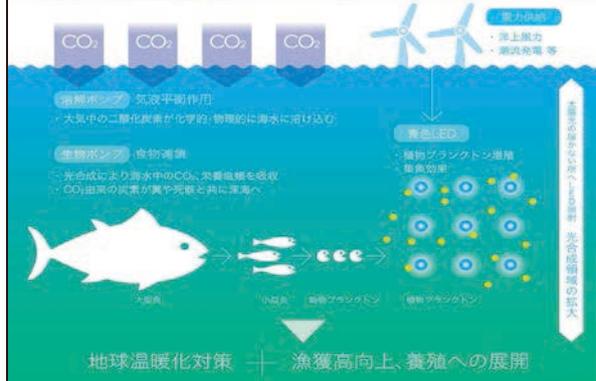
学生の感想(レポートから抜粋)

装置の使用方法を学び、学生のみで分析を行ったことで、理解が深まり実験目的を達成できた。普段とは違い、先生による指導ではなく学生主体で実験を行えたことは、良い経験となった。

8. 研究分野への展開



9. 社会実装イメージ



10. 今後のターゲット

分析対象

健康サプリとしても注目されており、

- ① 水系一次生産者の植物プランクトンが生産する
DHA, EPA, ω 脂肪酸類 GCキャピラリー
- ② 必須アミノ酸類 HPLC

図 8.2-5 実習事例 5 「プロジェクト実験 I」

大分高専専攻科における アグリエンジニアリング教育への取り組み

機械工学科 菊川裕規
2019年2月20日

はじめに

大分工業高等専門学校 専攻科紹介

- 2003年 専攻科設置
- 2005年度 JABEE認定
- 工学 関連分野 (融合複合・新領域)

教育目的

- 教育目的**
人間性に溢れ国際感覚を備え、探求心、創造性、表現能力を有する技術者の育成
- 学習・教育(到達)目標**
 - (A) 意の精神: 世界平和に貢献できる技術者に必要な豊かな教養、自ら考える力、いつくしみ的心を身につける
 - A-1 自ら考える力を身につける
 - A-2 技術者としての修養を身につける
 - (B) 科学や工学の基礎: 科の枠を越える技術者に必要な数学、自然科学、情報技術、専門工学の基礎を身につける
 - B-1 数学、自然科学の力を身につける
 - B-2 情報技術、専門工学の基礎を身につける
 - (C) コミュニケーション能力: 地域や国際社会での活躍をめざして、多様な文化の理解とコミュニケーションできる力を身につける
 - C-1 表現する力、ディスカッションする力を身につける
 - C-2 英語を用いてコミュニケーションできる力を身につける
 - (D) 技術者としてのセンス: 創造的技術者としてのセンスを磨き、探究心、分析力、イメージ力を身につける
 - D-1 探究心、分析力、イメージ力、デザイン能力を身につける
 - D-2 協力的に問題を解決する力を身につける
 - (E) 専門工学の活用: 専門工学の知識を応用してその相互関連性を理解し、これを活用する力を身につける
 - E-1 専門工学の知識を獲得する
 - E-2 工学の相互関連性を理解する
 - E-3 専門分野における研究開発の体験を通して問題を発見し、解決する力を身につける

科目名: プロジェクト実験I

- 対象:** 専攻科1年生全員 必修 3単位 (前期週4コマ)
- 達成目標と評価方法**
 - 解決すべき問題を認識し、問題解決のためのアイデアをイメージして、その結果を得る方法をデザインし、決められた制約条件の下で期限内に形にすることができる。
(製作作品, 25% レポート, 20%)
 - 技術的問題を深く掘り下げる努力をし、技術が複雑なつながりによって成り立っていることを理解し、問題解決を分担化してチームで解決することができる。
(活動記録, 15%)
 - チームで協力して問題を解決するために、問題解決を専門性に沿って分担化し、自らの分担を見定めて行動できる。
(自己評価, 10% 相互評価, 5%)
 - 工学の相互関連性を理解し、作品の特徴を効果的にアピールできる。
(プレゼンテーション, 25%)

平成27年度 方案書

- 課題**
課題テーマは、『自動植物栽培システムの製作』とする。MC専攻とES専攻の学生が混合でチームを組み、それぞれの専門性を活かして作品を製作し、作品発表会とプレゼンテーションを行う。各自の専門性を発揮した大分高専専攻科生らしい実用的な作品を期待する。
- 設計仕様**
 - 装置は、面積90×90cm以上の食用植物栽培地を有すること。
 - 装置全体の大きさは規定しないが、居室間の移動が出来ること。
 - 植え付けや収穫以外は自動で行うこと。
 - 室内栽培で路地ものと同じ程度の成長が期待できること。
 - 予算内であれば既製品を部品や制御装置として使用してよいが、高専生らしいアイデアが含まれていること。
- 予算**
 - 各班が使用できる材料費は送料等を含めて15万円以内とする。
 - 時間外労働は活動記録に記録し、時間200円で人件費を計算し材料費と合わせて25万円以内に収める。

グループ分け

30人 → 15人×2グループ

Aグループ			Bグループ		
装置外装 (ハード班)	栽培環境 (水路班)	電子回路 (センサ班)	装置外装 (構造班)	栽培環境 (機構班)	制御システム (制御班)
M	M	E	C	M	E
M	M	E	C	M	E
M	C	E	C	M	E
C	C	E	C	M	E
	C	S		M	S
		S			S

●はグループ長
下線は班長

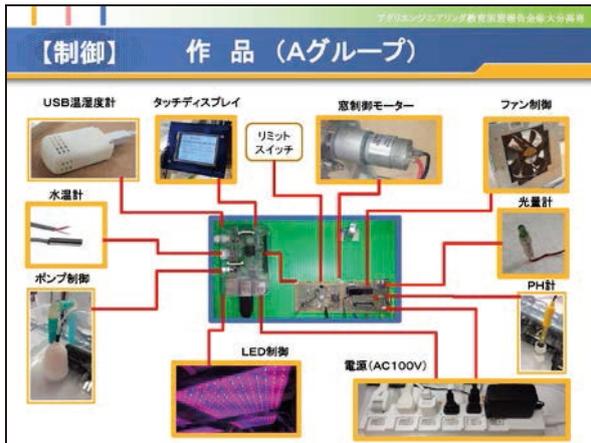
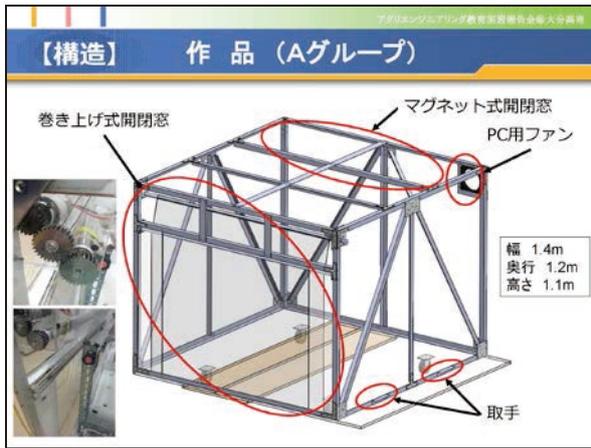
教員: 教 M, 教 M, 教 E, 教 S, 教 C, 教 C, 技 M, 技 E, 技 C
教: 教員 技: 技術職員

スケジュール

前期 4月～8月 週4コマ (90分×2コマ×週2回)

回数	項目	内容
1	概要説明・安全教育	シラバス説明・安全教育
2	機械・電気実習	工作機械実習・P・I・C実習
3	テーマ説明・班分け	テーマ、P・B・I概要、工程管理、予算
4	校外見学	農場見学 (レタス栽培ハウス視察)
5～7	アイデア相談 グループ討論	グループ討論にてアイデアを出し合う (F・I・L・Aチャートの活用)
8	アイデア発表	アイデア発表会・製作図面審査
9～24	作品製作	物品購入 作品製作
25～28	作品製作・調整	作品製作 動作調整
29	作品発表会	作品説明・動作デモンストレーション
30	プレゼンテーション	アイデア創出課程説明および製作結果考察

工程管理表



平成28年度 方案書

- 課題
 - 課題テーマは、『植物栽培条件最適化のための実験装置製作』とする。MC専攻とES専攻の学生が混合でチームを組み、それぞれの専門性を活かして作品を製作し、作品発表会とプレゼンテーションを行う。各自の専門性を発揮した大分高専 専攻科生らしい実用的な作品を期待する。
- 設計仕様
 - 装置外寸は、50×50cm以内とする。
 - 高さ制限は設けないが、公開展示を想定して移動可能な装置であること。
 - 植物栽培環境を変化させるため、各種パラメータが変化できる装置とする。
 - 予算内であれば既製品や廃品を利用してよいが、高専生らしいアイデアが含まれていること。
- 予算
 - 各班が使用できる材料費は送料等を含めて10万円以内とする。
 - 時間外労働は活動記録に記録し、時間200円で人件費を計算し材料費と合わせて完成製品のコストを算出すること。

平成28年度 A班作品

外枠 ○使用した材料

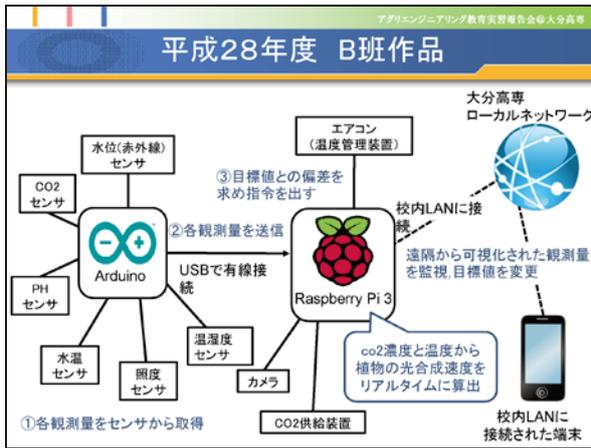
- アルミ角管
- アルミL型アングル
- 農業用ビニールシート
- 木板, アクリル板
- 断熱シート, マジックテープ

○特徴

アクリル板とビニールシート、断熱シートによる三重構造
⇒断熱性の確保が可能

中央を板で区切ることによって、同時に異なる条件で栽培が可能
⇒より正確な対照実験が可能

寸法 480x480x1000
重量 約30kg



アグリエンジニアリング教育実習報告会 大分高専

平成29年度 方案書

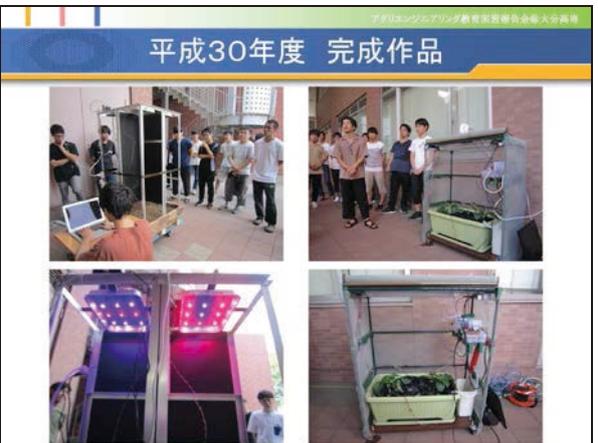
- 課題**
 課題テーマは、『**大葉栽培のための最適環境維持装置の製作**』とする。大葉生産農家より課題を見出し、生産性が向上する最適な環境を探索するための実験を行う装置を製作する。それぞれの専門性を活かして作品を製作し、作品発表会とプレゼンテーションを行う。各自の専門性を発揮した大分高専専攻科生らしい実用的な作品を期待する。
- 設計仕様**
 - 市販のプリンターおよび簡易ビニールハウスを購入して改良を施す。
 - 各種計測器や制御装置は昨年度および一昨年度の作品から流用してよい。
 - 工学系の高専生らしいアイデアが含まれていること。
- 予算**
 - 各班が使用できる材料費は送料等を含めて**10万円以内**とする。
 - 時間外労働は活動記録に記録し、時間200円で人件費を計算し材料費と合わせて**完成製品のコストを算出**すること。



アグリエンジニアリング教育実習報告会 大分高専

平成30年度 方案書

- 課題**
 課題テーマは、『**大葉生産に関する課題解決装置の提案と試作**』とする。大葉生産農家より課題を見出し、生産性が向上するような装置の提案と試作を行う。それぞれの専門性を活かして作品を製作し、作品発表会とプレゼンテーションを行う。各自の専門性を発揮した大分高専専攻科生らしい実用的な作品を期待する。
- 設計仕様**
 - 寸法に制約は設けないが、実験空間を移動可能なサイズとする。
 - 各種計測器や制御装置、再生可能な部品は過去の作品から流用してよい。
 - 工学系の高専生らしいアイデアが含まれていること。
- 予算**
 - 各班が使用できる材料費は送料等を含めて**10万円以内**とする。
 - 時間外労働は活動記録に記録し、時間200円で人件費を計算し材料費と合わせて**完成製品のコストを算出**すること。



アグリエンジニアリング教育実習報告会 大分高専

■ ご清聴有難うございました。

E-mail : kikugawa@oita-ct.ac.jp