

# 高等学校生物における実験・観察法の工夫

重 松 檉 三

## ま え が き

中・高の一貫した系統的学習に留意して、学習内容の選択をし、実践してみると高等学校の生物の学習内容として中学校での学習の基礎の上になって理解の困難なものも当然、取り扱わなくてはならなくなる。このような学習内容を取扱って目標を達成しようとする場合、特に実験や観察を導入する必要がある。ところが、いろいろな理由で、一般的には、実験・観察が導入されてないものが可成り多い。そこで筆者の考案によって解決してきたものの中で2つのものを発表して識者の御批判をいただくことにした。

### 〔1〕 カエルの腓腸筋による筋肉のれん縮曲線をとる方法

#### 工夫の動機

市販のロタトリウムを購入し、誘導電流で刺激をあたえて実験するのが常法であるが、器具が、高価であり一般化されてない。高校の学習内容では、必ず取り扱われているのが現状であると思うが、説明だけに終わっているのではないかとと思われる。しかるに、当器具は身の廻りの廃品を利用して経費もほとんどかからず簡単にでき、使用簡便で結果が精密機と同じように得られる。

#### a ロタトリウムの代用器具の概要書

##### 1) 回転円筒をつくる方法 (写真参照)

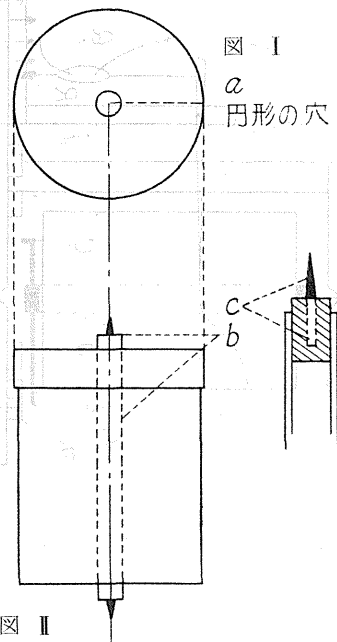
砂糖を入れる円筒形の蓋付の金属性空かんの上底と下底の中心を定め、電気工事の配管の円筒をさしこむことができるよう図Ⅰのaのように円形の穴をあける。図Ⅱのように円筒管(b)の両端が少し上下に出るようにし、回転円筒の中心に固定するため、上底と下底の接する部分をハンダづけする。

図Ⅱのbのように中軸になる円筒管(b)の上下に図Ⅱのcのようなゴム栓をさしこむ。ゴム栓には、千枚通しの穂先の切断したものをさしこみ、ゴム栓を円筒管へ固定する。

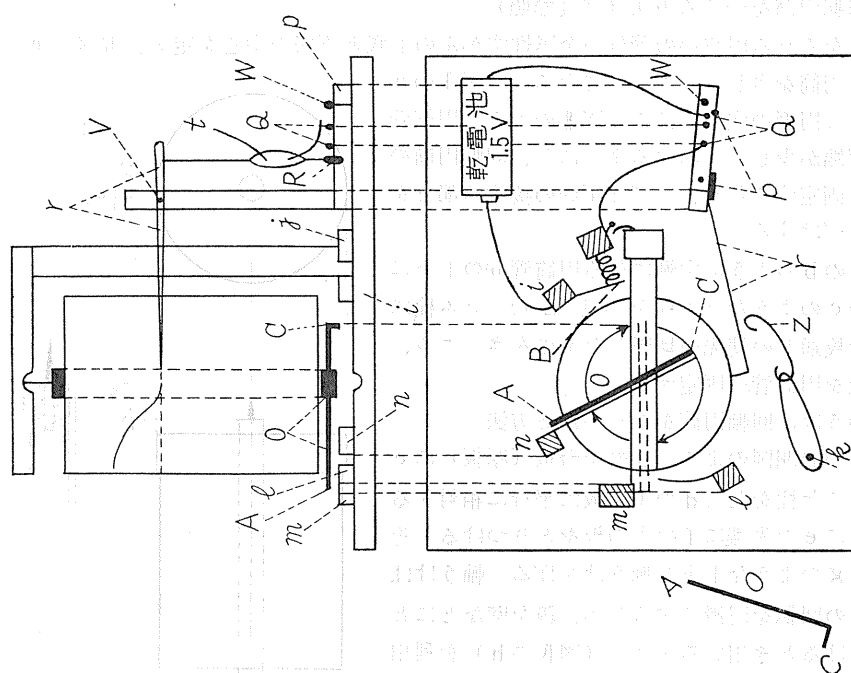
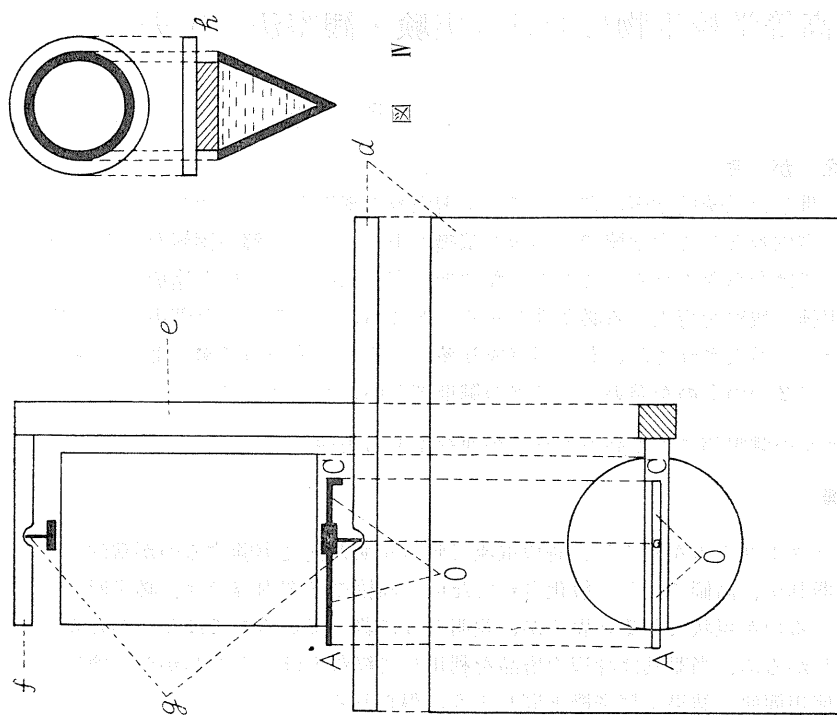
##### 2) 軸うけに回転円筒をとりつける方法

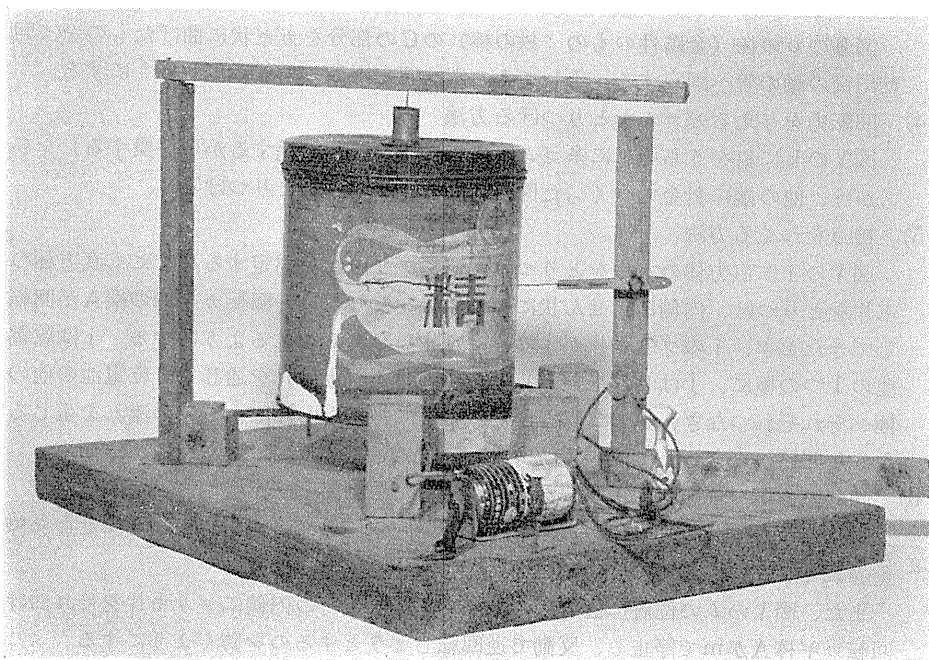
図Ⅲの展開図のようにdの土台板(厚板)にeのような柱をたてdの土台板に平行に相対するようにeの先端にfの木の板をとりつける。そしてgのような上下の軸うけを作る。軸うけは円筒の回転を円滑にするため、鏡を壁などにとりつけるとき用いるメネジ(図Ⅳのh)を利用して固定する。

##### 3) 回転装置のカギ棒をとりつける方法

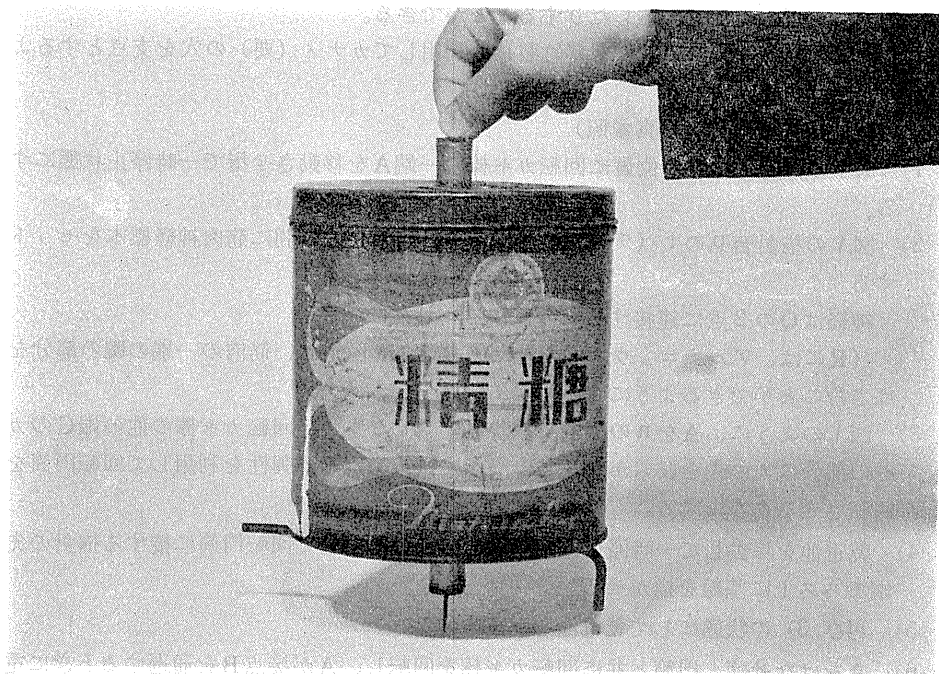


図Ⅱ





A 回転リウムの代用装置全景



B 回転リングの取り付け

図Ⅲの○の棒（金属性のもの：鉄の棒）のCの部分のカギ状に曲げたものを、回転円筒の軸の管へ固定する。そしてAの端は回転円筒の外部へ出るようにする。

4) 回転力を与える糸ゴムをとりつける方法

図Ⅴのkに釘をうちそれに糸ゴム（使用していると消耗するから交換する）をひっかけ、他の端に針金でつくった図のZのようなものを取りつける。

5) 接点をつくる方法

図Ⅴのiに直方体の木片をとりつけ内側にブリキ片を固定する。jにも直方体の木片をとりつけ、内側にらせん状にした針金をとりつけ、回転カギ棒の端Aが回転してきたとき、iのブリキ片がjのらせん状針金に接触するようにする。iは乾電池の1つの極に、jはP（描針台）のQ（不分極電動子）を通じて、乾電池の他の極へそれぞれつなぎ、Qの2点をつなぐように神経をおけば、電流の流れを生じるような回路ができるわけである。

6) 回転停止器を（逆回転止め）をとりつける方法

図Ⅴのmの位置に直方体の木片を固定し、回転カギ棒のAが回転してきたとき停止されるようにする。

また、図Ⅴのℓの位置に直方体の木片を固定し、その内側にブリキ片をとりつけ回転カギ棒Aがmで停止し、反動で逆回転しようとするのを防ぐようにする。

7) 描針台をとりつける方法

図ⅤのPのようにWの位置をモクネジで軽く固定し、モクネジ固定点Pを中心に描針台を回転移動させることができるようにする。これによって描針を回転円筒の表面に接近させたり、離したりすることができる。

なお、Vの位置に扇子の骨（竹製）を利用してカナメ（要）の穴を支点とするようなテコを固定する。

b 装置使用法の概要（写真参照）

1) 図Ⅴの固定木片nの位置に回転カギ棒の一端Aを移動させ指で一時停止状態にする。

2) 図Ⅴの描針台Pのr（テコ）の一端と描針台のRとの間に筋肉神経標本をセットする。

神経はQの2点に連接するようにする。

（Rには、アルミニウム性の洗たくバサミを固定し、筋肉の一端の腱の部分をはさむことができるようにする）

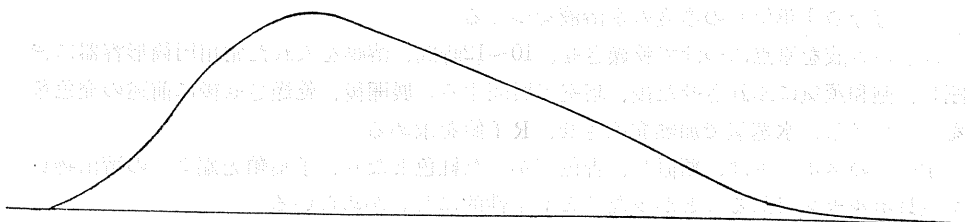
3) 図Ⅴのように、Aをnの位置で一時停止させたまま、回転カギ棒の他の端Cのカギの部分にZの先をひっかけ、kについている糸ゴムの弾性を利用して回転円筒を回転させるようにする。

4) 乾電池を除去して一時停止にしてあったAをはなして回転円筒に接する描針の先端でスス上に基線を描かせる。

5) 再び3)の状態にして乾電池をセットする。

6) Aをはなせば、円筒と共に回転カギ棒を回転し、Aが接点Bを通過するときに電流が流れ、Qにある神経に刺激をあたえ、筋肉が収縮し、描針がれん縮曲線を描くれん曲線の一例を示せば、つぎのようなものができる。

(代用装置でとったもの)  $0.0008 \times 0.005 \times 0.001 \times 0.5 = 2 \times 10^{-7}$  (g)



## 〔2〕 アベナ (avena) の屈曲と植物生長ホルモンとの関係調べる実験法

### 工夫の動機

アベナを材料にして、多くの教科書（高校生物の教科書）にも図解説明されていると共に学習内容としては必ず取扱われている。しかし、教師実験でも生徒実験でも効果的な方法を用いて実施されていない場合が多いのではないと思われる。

そのため、実験方法を適確にすると共に実験結果から論理的（科学的）思考がなされるように工夫してみようとした。

#### a 実験の概要

- 1) 子葉鞘先端抽出液と  $\beta$ -indoleacetic acid の溶液とを用いてペーパークロマトグラフィーに展開し、スポットの位置・発色状態の比較をして子葉鞘先端よりの抽出液が  $\beta$ -indoleacetic acid と同物質であることを検証する。
- 2) ペーパークロマトグラフィーとアベナ伸長テストの併用により、判定したホルモンのスポットが該当の生長ホルモンであることを検証する。
- 3)  $\beta$ -indoleacetic acid の濃度別含有寒天小片を用いてアベナの屈曲テストをし、屈曲が生長ホルモンによることを検証する。

以上 1) と 2) によって子葉鞘先端の物質と  $\beta$ -indoleacetic acid とが同物質であることをたしかめ、(3)に発展して定量的に取扱える  $\beta$ -indoleacetic acid を用いて屈曲の原因を調べようとするものである。

#### b 実験法の概要（結果についても例示する）

##### 1) a 項の(1)の場合

- ① 溶媒 Isopropanol を10、ammonia を1、蒸留水を1の割合に調合する。
- ② 発色剤 P-dimethylamino benzaldehyde の 2g を塩酸 20ml (cc) と abs. ethanol 80 ml との調合液に溶かす。
- ③ ろ紙は 2cm×40cm のもので、一次元の上昇法を用いる。

展開させようとする資料は 0.02 cc ずつマイクロピペットを用いてろ紙の下辺から 5 cm の原点に線か点でつける。

- ④ 1cm～2cm にアベナの子葉鞘がのびたとき、先端より約 3mm の部分から切断し、蒸留水中で子葉鞘先端細胞の含有物を溶出させる。比較するため

$\beta$ -indoleacetic acid の50・100・500・5000・10000・100000 などの ppm (100 万分の1単位)の濃度の水溶液をつくる。

以上の各液を原点につけて乾燥させ、10~12時間、溶媒を入れた常用円筒容器に密閉し、飽和蒸気にふれさせた後、暗室で展開する。展開後、乾燥させ後に前述の発色剤をスプレーし、水蒸気で加熱発色させ、R f 値を求める。

すべてのスポットは、類似し、青色がかった紅色となり、子葉鞘先端よりの溶出物質が生長ホルモンであることが少なくとも定性的にたしかめらる。

5000・10000・100000 ppm のものは、濃度が高いため、発色部が広範囲になったがスポットが不明瞭になった。

50・100・500 ppm のものは、約27 cm のクロマトグラムを得ると共にスポットは可成り明瞭となった。この場合の発色したスポットのR f 値は0.48~0.50となった。

## 2) a 項の(2)の場合

① 溶出法 ペーパークロマトグラフィの展開後、乾燥させ10等分し、各切片(ろ紙)を時計皿に取り、1.5 ml の蒸留水中に数日間浸漬し、 $\beta$ -indoleacetic acid を溶出させる。溶出中の時計皿は、黒色ビニールで覆って静置する。

② 切片別の溶出液中にアベナ子葉鞘を5 mmの長さに切って(本葉を抜きとり、シリンダー状になったもの)2本づつ浮べ、20時間後に長さを測定する。

原点から8~9番目の区域よりの溶出液処理区のシリンダー状子葉鞘の伸長率が最大であった。

## 2) a 項の(3)の場合

① アベナの果実をつつむエイ(殻)を除き、水中に3時間浸漬する。

② 浸漬した果実を湿室状態にしたシャーレー中のろ紙上に胚を上面にむけて並べ、シャーレーを赤色のセロファン紙でつつみ、約30時間光にあてる。室温が低い冬季では、保温器24°Cに入れ、60Wの電球で照射する。中軸胚の伸長を抑制する。

③ ノコギリクズ(オガクズ)を煮沸して樹脂を除き、pH7.1位にしたものを用いてこの中に深さ8 mmにして果実の胚を上向きにし、子葉鞘が真上に伸長するように果実を50~60°の角度にして植え込む。(石英砂に植えてもよい)

④ 暗室で発芽させ、約3 cmの長さに伸長したとき、赤色光線下で真直に伸びた子葉鞘を選び、先端の切除を2回(第2回は第1回の2時間後位)にわたって行う。

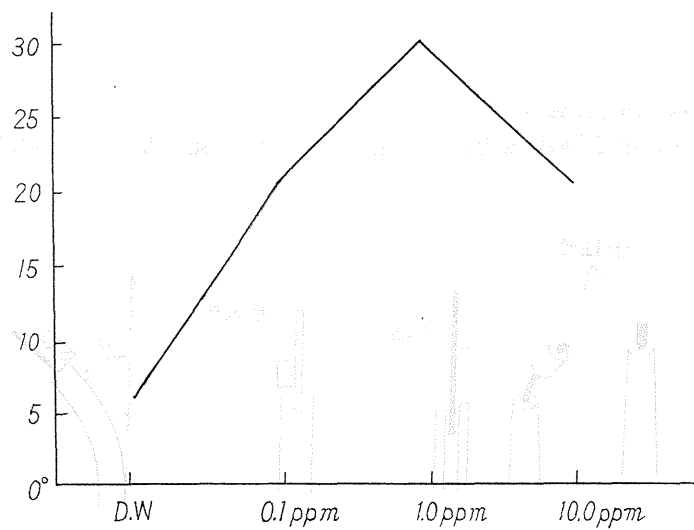
⑤ 本葉を引きぬき、上端に5 mmほど残して切りつめ、含ホルモン寒天小片(4 mm<sup>2</sup>=2×2×1)を子葉鞘口の片側にのせる。

⑥  $\beta$ -indoleacetic acid の0.1・1.0・10.0のppmの3区と標準対象区として蒸留水を含む寒天小片をそれぞれ用意し、子葉鞘切口の片側にのせて90分間暗黒中で適温24°Cに保温し、適性湿度85%にしておく。

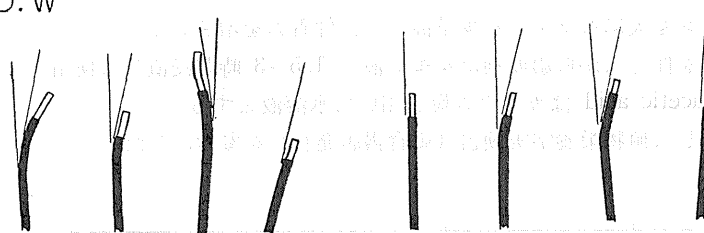
⑦ 時間経過後、子葉鞘の基部より切りとり、写真用乾板か、陰画紙上に並べて感光させ、得られた写真により屈曲の角度を測定し、対象区と各区を比較する。

その実験結果の一例を示せば、つぎのグラフのようになる。

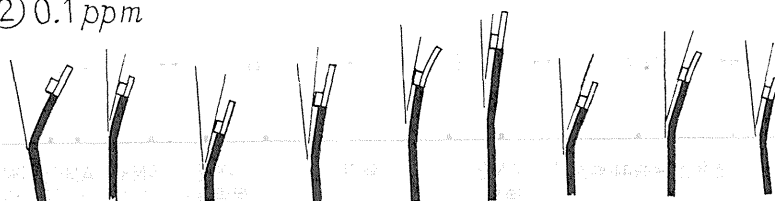
また、写真の見取り図を参考につぎに示しておく。



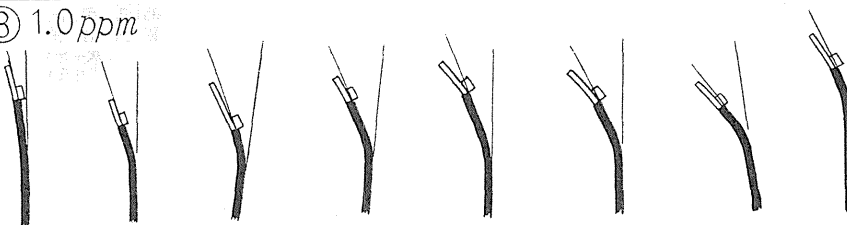
① D.W



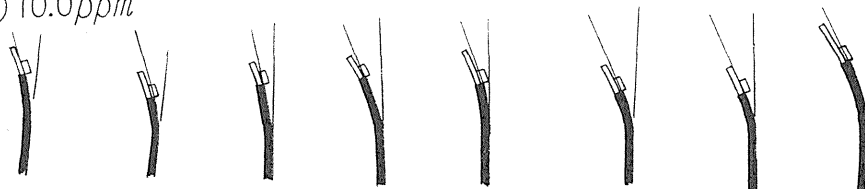
② 0.1 ppm



③ 1.0 ppm



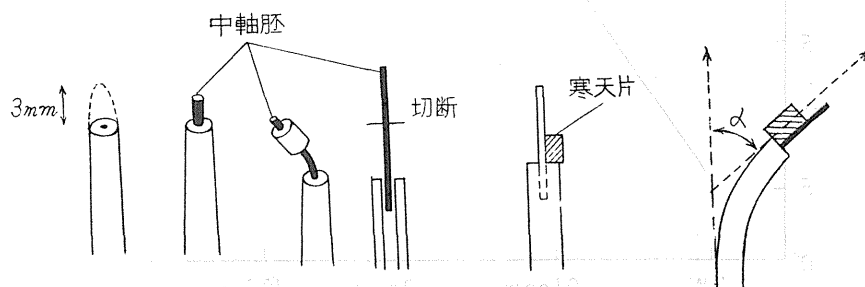
④ 10.0 ppm



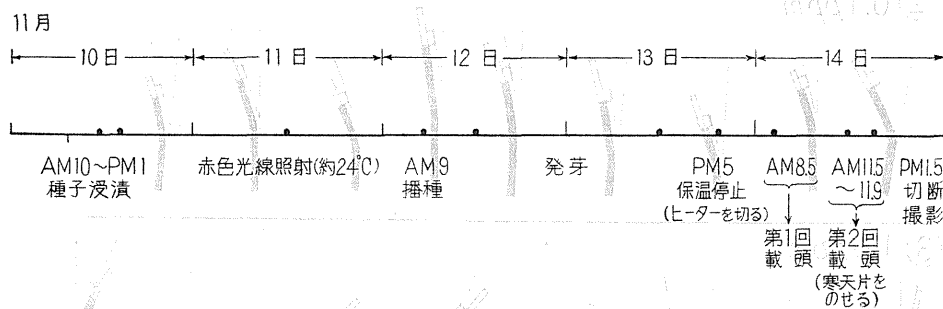
## 参考資料

### 1) 写真見取り図操作過程の例

截頭方法と寒天片ののせ方および屈曲写真の角度の測定方法はずぎの図の通りである。



- 2) 寒天は HCl と KOH を用いて pH 5.1 に調整しておく。
- 3) 含ホルモン寒天にゼラチンを少量混入し、付着力を増させる。
- 4) 寒天小片を作ってから濃度別ホルモン液に 1.5~3 時間浸漬して使用する。
- 5)  $\beta$ -indoleacetic acid はカリウム塩を用いて水溶液とする。
- 6) 参考書として植物栄養学実験書（朝倉書店発行）を参考にした。





昭和 35 年度 校 外 研 究 集 会 参 加 状 況			
期 日	名 称	場 所	教 官 名
36. 4. 5	高校数学教科課程研究会	大 塚	佐 近
4.16	同 上	〃	〃
4.18	同 上 研究分科会	〃	〃
5. 7	同 上	〃	〃
5.12	全国特別教育活動研究会	神 田	神 藤
5.29	大学入試懇談会	早 稲 田	喜 多
6. 7	学習指導研究発表会	学大付中	中 野
6.21	関東甲信越・中学校教課課程研究協議会	東 京	松 井
7.22～8.8	職業科技術教育講習会	都工芸高	佐 野
8. 1	歴史教育者協議会	東 京	坂 根
8. 3	全国歴史教育研究会	〃	明石、小沢、坂根
8.5～ 6	社会科教育・全国協議会総会	向ヶ丘高	坂根、沢登
8.6～ 8	日本数学教育会全国研究発表大会	都大、中央大	佐 近
8.23～29	高校理科実技研修会	東 京	福岡、巻島
8.23～27	ユネスコ・セミナー	箱 根	明 石
8.25～27	〃	〃	佐近、沢登
8.26～29	高校理科実技研修会	東 京	重 松
9.16～17	全国附属連盟総会	伊 香 保	浅原（研究発表）梅沢
10. 4	関東ブロック農業教育研究協議会	飯 能	金 井
10.29	国会例会	国学院大	坂根（研究発表）
11.4～ 5	全国附属連盟高校部会研究発表大会	奈 良	沢登（研究発表） 中野（〃） 梅沢、坂根、佐近
11.5～ 7	高校教科課程研究協議会	東 京	白木、高井
11.15	修学旅行研究発表会	都井草高	神 藤
11.17	研究発表大会	大塚付高	明石、重松、白木、巻島
11.18	全国英語教育研究大会	都日比谷高	中村、五味、綿引
11.22～23	教育史学会	日 大	坂 根
11.28～30	社会科教育研究会	鎌 倉	神 藤
11.29	〃	〃	明石、小沢
36.1. 11～12	附属連盟高校部会研究会	箱根湯本	明石、浅原、梅沢、坂根、佐近、沢登、高井、晴山、丸尾
1.16～20	オーストリー・スキー・スクール	蔵 王	深 野
1.24	ユネスコ実験活動委員会	文 部 省	明石、沢登、神藤、佐近、中村
2.16	ユネスコ講習会	国立博物館	明 石
2.21	化学実験危険防止研究会	東 京	福 岡
2.27	ユネスコ活動委員会	文 部 省	明石、神藤、沢登、佐近、中村