

(1) 目的

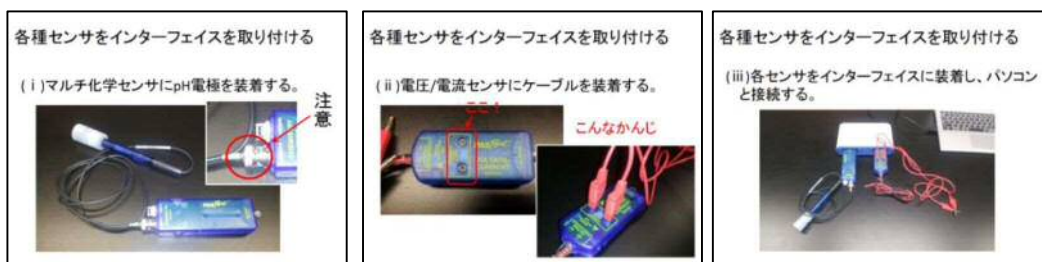
中和反応によって、溶液中の導電率と pH が変化することをデータロガーで視覚化し、イオンの増減を理解させる。また導電率のグラフから、中和点で溶液中にイオンが存在する場合と存在しない場合を理解させる。

(2) 準備物

データロガー(インターフェイス、マルチ化学センサ、電圧/電流センサ)、パソコン(SPARKvue インストール済)、ステンレス電極、ワニグチクリップコード、スターラー、攪拌子、攪拌子取出棒、スタンド、電源装置、ビーカー(200ml、100ml)、シリンジ(25mL)、コック、チップ、スポイト、水酸化バリウム水溶液 100mL(約 0.1mol/L)、硫酸 125mL(0.01mol/L)、フェノールフタレイン
 ※塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の中和反応も、同等の濃度でOK

(3) 実験方法

- ① 各種センサをインターフェイスに取り付ける。
 - (i) マルチ化学センサに pH 電極を接続する。
 - (ii) 電圧/電流センサにケーブルを装着する。
 - (iii) それぞれのセンサをインターフェイスに取り付ける。



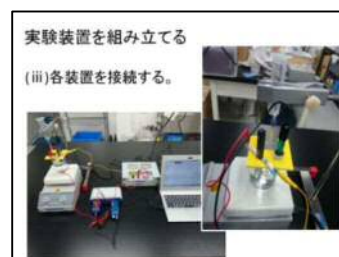
- ② インターフェイスをパソコンに接続する。

- ③ 実験装置を組み立てる。

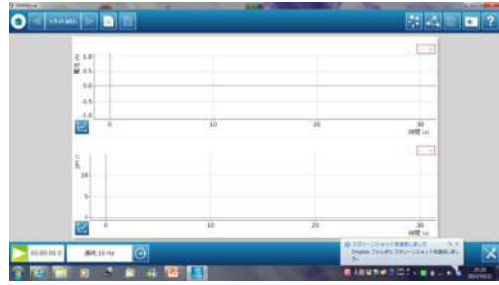
- (i) 硫酸の入ったビーカー(200mL 用)をスターラーに乗せ、攪拌子を入れる。また、指示薬(フェノールフタレイン)を数滴加える。
- (ii) ステンレス電極と pH 電極をセンサ固定シートに取り付け、(i)のビーカーにセットする。
- (iii) 電圧/電流センサの一極側のケーブルを、ステンレス電極の一方に取り付ける。電圧/電流センサのプラス極側のケーブルは電源装置の+極につなぎ、電源コードでステンレス電極のもう一方と電源装置の一極をつなぐ。



- (iv) シリンジにコックとチップを取り付け、水を入れて、滴下する量を調整する(4~5 滴/秒)。調整後、水を捨ててスタンドに設置する。



④ 専用ソフト(SPARK vue)を起動し、画面上に電流と pH のグラフが表示できるよう設定する。



⑤ スターラーを 20 の目盛にセットし、電源装置の電圧を 5V にする。SPARK vue の測定開始ボタンをクリックし、電流量を画面に表す。このとき、電流の値の変化が分かりやすいように、パソコンの画面上のスケールを調整する。

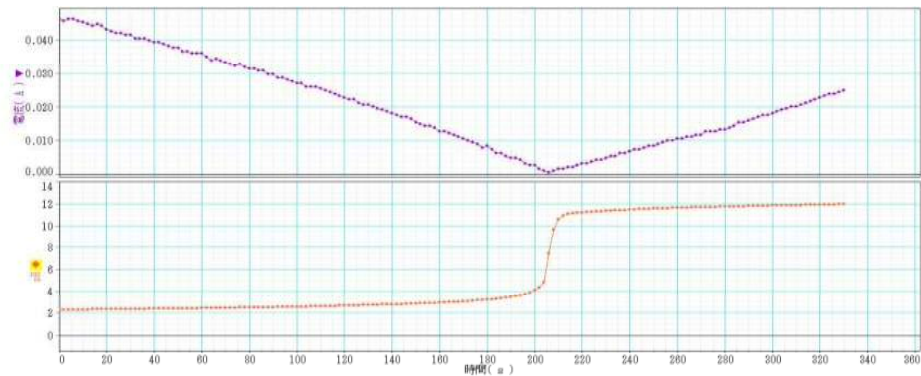
⑥ シリンジに水酸化バリウム水溶液を注ぎ、実験開始！ 測定中にスケールが変わってしまうことがあるので、その都度調整して変化が見やすくなるようにする。

(4) 実験結果

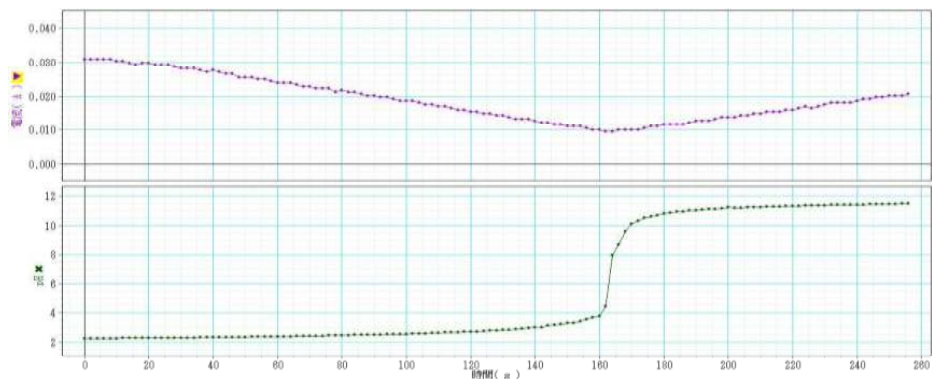
ビュレットを使う従来の中和滴定に比べ、シリンジを使った実験は安全且つ調整が簡単である。実験中はハンドフリーとなるので、グラフ変化に集中することができるが、シリンジ内の溶液が切れないう、注意が必要である。補充する際も、ビーカーからシリンジへ簡単に注ぐことができ、シリンジの目盛を利用すれば、滴定量も測定できる。

データロガーによる測定値は、硫酸と水酸化バリウム水溶液の中和実験では、中和点で導電率が 0 になることが確認できる。塩酸と水酸化ナトリウム水溶液では、中和点で電導率は最小となるものの 0 にはならない。この違いを比較し、水溶液中のイオンの状態を考えさせることができる。また、pH は中和点付近で急激に変化することもグラフから確認できる。

【硫酸と水酸化バリウム水溶液の中和実験結果】



【塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の中和実験結果】



(1)目的

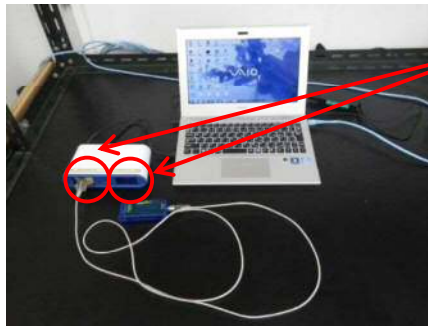
蒸散による湿度変化をデータロガーで測定し、その変化を短時間で検証する。また、葉の表裏の蒸散量の違いを、ワセリンを用いて簡易な方法で確認する。

(2)準備物

データロガー(インターフェイス、気象センサ、センサ延長ケーブル/CO₂ センサに同梱)、ノートパソコン(SPARKvue インストール済)、プラスチック容器、ペーパークリップ、ワセリン、植物の葉(単に蒸散だけを確認するならセロリなどの草本、表裏の蒸散量の違いを確認するならツバキなどの木本)

(3)実験方法

- ① データロガーとパソコンを接続する。



センサの取り付けは、どちらでも OK

- ② 専用ソフト(SPARK vue)を起動し、気象センサの湿度のグラフを表示する。このとき、センサが反応することを、呼気で確認する。サンプリングレートは 1Hz で OK。

- ③ 1枚の葉をペーパークリップにはさみ、気象センサとともにプラスチック容器に入れる。
(右の写真はセロリの葉を使った実験の様子。)



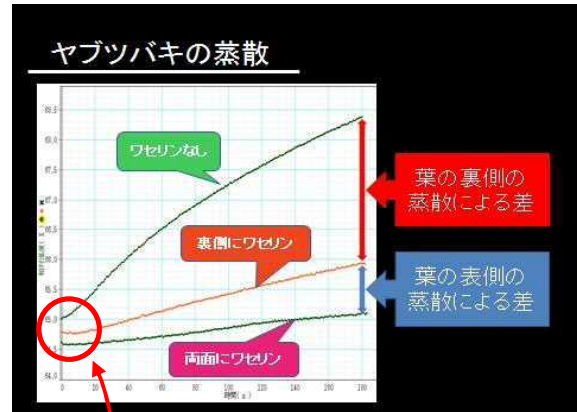
- ④ データロガーでプラスチック容器内の湿度を測定する。
- ⑤ グラフのスケールを調節し、見やすくする。
- ⑥ 停止ボタンで測定を中止した後、再度開始ボタンをクリックすると、新たに計測を始め、先のグラフを残したまま、別のグラフが描かれる。
- ⑦ 葉の表裏の蒸散量の違いを確認する場合は、測定を中止してから葉を取り出し、葉にワセリンを塗ってから再び容器にもどして、湿度を測定する。

(4) 実験結果

蒸散による湿度変化は、測定直後から現れる。単に蒸散のはたらきを見るだけであれば草本の植物で十分だが、葉の表と裏の蒸散量の違いを見る場合は、木本の植物を材料としたほうが良い。木本の植物は、葉の裏側にだけ気孔を持つものが多く、表と裏の蒸散量の違いが明確に出やすいからである。

従来の実験では、葉や枝の程度が同じ材料を用意して蒸散量の違いを比較したが、1枚の葉だけで実験できるので手間も少なく、しかも同じ葉の蒸散量を比較するので、蒸散量の違いに他の要因を排除することができる。

ただし、ワセリンを塗布するために葉を取り出すとき、プラスチック容器内の空気をしっかり入れ替える必要があり、再び計測する際にスタート時の湿度が少しずれてしまうことがあるので、そのことを含めて生徒に考えさせるようにする。



※ワセリンなし ⇒ 裏面にワセリンを塗布 ⇒ 両面にワセリンを塗布 の順に湿度を測定したときのグラフは、上のようになる。

※葉が乾燥すると、本来の蒸散能力を発揮できなくなるので、実験直前まで葉に給水させておくこと。

※草本の植物は、葉の両面に気孔があるので、葉の表と裏の蒸散量の違いを確認しづらいことがある。それに対し木本の植物の多くは、葉の裏面だけに気孔があり、表と裏の蒸散量の違いを示しやすい材料となる。

※茎から切り離れた葉を用いて実験を行うが、セロリ、ホウセンカ、ヤブツバキ、アラカシの4種については、繰り返して実験(3分×3回)しても、蒸散量は維持されることが確認されている(共分散分析($p < 0.05$)で検定済み)。したがって、ワセリンを塗布した実験で蒸散量が減少した原因に、茎から葉を切断したことは含まれない。

※発展的な学習として、クチクラ蒸散などを紹介してもよい。

(1)目的

光合成による気体の濃度変化をデータロガーで測定し、その変化を短時間で検証する。また、リアルタイムに変化する物質量を視覚化することで、植物のはたらきを明確にする。

(2)準備物

データロガー(インターフェイス、CO₂ センサ)、ノートパソコン(SPARKvue インストール済)、サンプルボトル、タンポポの葉(10枚程度)、LED照明

(3)実験方法

- ① データロガーとパソコンを接続する。



センサの取り付けは、どちらでも OK

- ② 専用ソフト(SPARK vue)を起動し、CO₂ センサのグラフを表示する。このとき、センサが反応することを、呼気で確認する。サンプリングレートは 1Hz で OK。

- ③ サンプルボトルにタンポポの葉(10枚程度)を入れ呼気を吹き込み、CO₂ センサを取り付ける。



- ④ 照明をつけてサンプルボトルを照らし、データロガーで CO₂ 濃度を測定する。



- ⑤ グラフのスケールを調節し、見やすくする。

- ⑥ 停止ボタンで測定を中止した後、再度開始ボタンをクリックすると、新たに計測を始め、先のグラフを残したまま、別のグラフが描かれる。

(4)実験結果

光合成による気体の濃度変化が現れるには、約200秒ほど時間がかかる。よって、照明を当ててからグラフを観察しても、すぐには結果が現れず、混乱を招く恐れがある。グラフを生徒に見せる前にあらかじめ照明を当てておかななくてはならない。また、グラフの変動によってスケールが自動的に変わっていく。常に見やすいスケールに調整できるように、慣れておく必要がある。



CO₂だけでなくO₂の濃度変化も同時に見せたい場合は、CST サポート室に申し出ればO₂センサと2穴のサンプルボトルを借りることができる。その場合、測定項目を2つにして、グラフを2種類表示できるように設定すればよい(右図)。ただし、O₂センサは分解能が大きい(大気中の濃度が高いため)ので、CO₂に比べてグラフが粗く表示される。また、上段と下段のグラフの横軸の値を揃えるように調整が必要となる。



※光合成による気体の濃度変化が現れるまでに、約200秒ほどかかる(個体差があるので注意)ので、生徒にグラフ変化を見せる前に、光を照射しておく。

※光源にLEDライトを用いるので、実験結果が天候に左右されない。(太陽光でもOK。)

※植物の呼吸の実験をこの後に行うことで、植物のはたらきが昼と夜で異なることがよくわかる。

※短時間で結果が現れるので、様々な植生の植物(日なたと日陰など)を用いて比較するなど、工夫次第で発展的な学習へと導ける。

(1)目的

植物の呼吸による気体の濃度変化をデータロガーで測定し、その変化を短時間で検証する。
また、リアルタイムに変化する物質量を視覚化することで、植物のはたらきを明確にする。

(2)準備物

データロガー(インターフェイス、CO₂ センサ)、ノートパソコン(SPARKvue インストール済)、サンプルボトル、タンポポの葉(10枚程度)、段ボール箱

(3)実験方法

- ① データロガーとパソコンを接続する。



センサの取り付けは、どちらでも OK

- ② 専用ソフト(SPARK vue)を起動し、CO₂ センサのグラフを表示する。このとき、センサが反応することを、呼気で確認する。サンプリングレートは 1Hz で OK。

- ③ サンプルボトルにタンポポの葉(10 枚程度)を入れ、CO₂センサを取り付ける。



- ④ サンプルボトルに段ボール箱をかぶせ、データロガーで CO₂濃度を測定する。

- ⑤ グラフのスケールを調節し、見やすくする。

- ⑥ 停止ボタンで測定を中止した後、再度開始ボタンをクリックすると、新たに計測を始め、先のグラフを残したまま、別のグラフが描かれる。

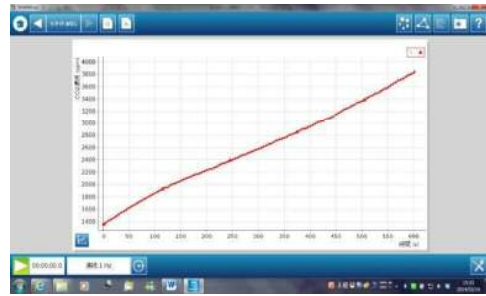


(4)実験結果

植物の呼吸による気体の濃度変化は、測定開始直後から現れる。また、完全に遮光しなくても、段ボール箱をかぶせるだけで反応は現れる(事前に確認しておくこと)。光合成の実験に続き、サンプルボトルに段ボールをかぶせても、そのはたらきは短時間で確認できる。

光合成の実験と同様、 O_2 濃度を測定する場合は事前に O_2 センサを準備しておく(CST サポート室に依頼して O_2 センサと2穴のサンプルボトルを借りることができる)。表示されるグラフも右図のように2段になるよう、測定項目を2つにしておく。このとき、 O_2 のグラフが CO_2 に比べて粗く表示されるのは、 O_2 センサの分解能が大きいためである。

測定中は、スケールが自動的に変わることがある。また、上段と下段のグラフの横軸がずれてしまうこともあるので、常に調整が必要となる。



※光合成の実験も同時に行うと、植物のはたらきが昼と夜で異なることがよくわかる。