

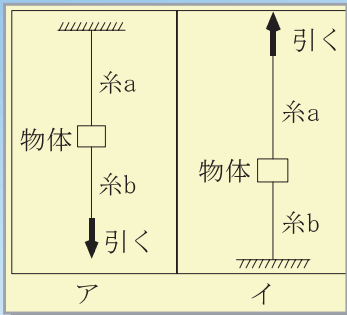
慣性実験の研究

—上の糸を引いて下の糸が切れるか?—

第47回日本学生科学賞 文部科学大臣賞受賞作品
県立大門高等学校3年 米谷 哲明, 檀浦 匡隆
2年 武田 悠佑, 大濱 康弘

【作品概要】

シミュレーションと実験から、常識に反する現象が起こることを明らかにした



左図アの「慣性実験」で、すばやく糸を引くと必ず糸bの方が切れるとされるが、糸aの方が切れる場合があるか？

糸の伸びと張力の大きさを力センサーを用いて実験で調べた

糸の張力の変化を表計算ソフトを用いたシミュレーションで解明した

糸を引く速さと、切れる糸との関係を、運動方程式を解き、理論的考察を行った

糸を引く速度に比例して、糸aと糸bの振動が逆位相で起こることを、自作の牽引装置を使って明らかにし、糸を素早く引いても糸aの方が切断し得ることを証明した。

上図イの「上に引く慣性実験」で、下の糸bが切れる場合があるか？

「慣性実験」と同様の方法で、下の糸bが切れることが起こり得ることを証明した

【研究者の感想】

実験に際しては細部にわたってさまざまな工夫をしました。糸の張力が、こんなにうまくシミュレーション通りの振動をするとは思いませんでしたから、これらの実験結果には自分たちで驚いています。

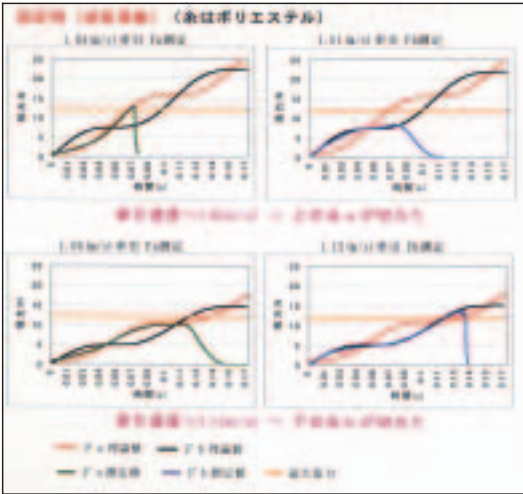
今後、この研究で明らかになったことと糸の材質や構造との関係を解明したいです。また、物体の個数を増やしたらどうなるかなどについても研究を続けたいと思います。

【講評】

慣性実験において、予想に反した場所で糸が切れる場合があることに気付き、課題意識をもって研究を始めている。糸を引く速さと糸にかかる力の関係を運動方程式やコンピュータによるシミュレーションをもとに考察し、糸が切れる原因を推論し、「速度比例逆位相振動」と名付けている。そして、自分たちで定速牽引装置を開発して糸を一定の速さで引く慣性実験を行い、検証している。

自らの疑問を解決するために、2年がかりで粘り強く研究した力作である。特に実験装置の開発に工夫を凝らし、実証性・論理性に優れた研究作品となっている。

糸を引く速度が速い時に上の糸aが切れ、遅いときに糸bが切れるという、常識と反する「逆転現象」の原因を実験結果をグラフ化して、考察している。



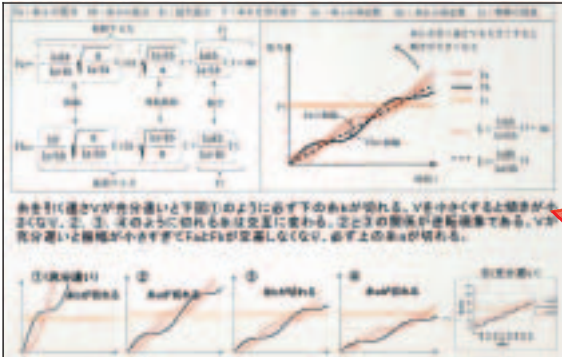
②慣性実験の運動方程式
 運動方程式は、 $F_b + mg - F_a = ma$
 ここで、 $F_a = kaX_a$ 、 $F_b = kb(X_b - (R_a - X_a))$
 また、糸bの下端を引く速度Vは一定だから、 $R_b = Vt$
 X_a は重力と糸aの張力が釣りあう位置だから、
 $kaX_a = mg$ 、 $kbX_b = kaX_a$
 従って上の運動方程式は、
 $kb(1 - (R_a - \frac{mg}{ka})) + mg - kbX_b = m \frac{d^2 X_a}{dt^2}$

③シミュレーションと運動方程式の一致
 比喩的な糸による慣性実験を、糸を引かされた後の時間を数秒範囲に分割し、運動方程式とともに表計算ソフトでシミュレーションした。その結果、
 ・糸を速く引くと上の糸が切れ、ゆっくり引くと下の糸が切れる「逆転現象」を数値化した。
 ・物体の変位 X_a は右図のように変動しながら増加することがわかったので、運動方程式の一般解の形を
 $X_a = A \sin(\omega t + C) + D + E$ と仮定して、これを運動方程式に代入し計算したところ、一般解を導くことができた。

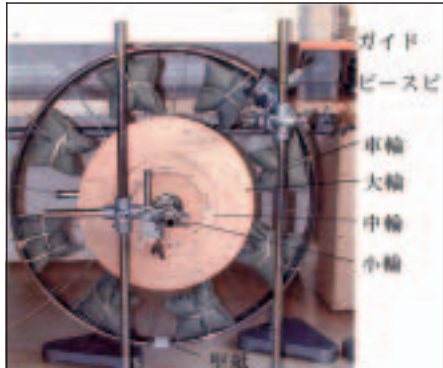
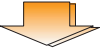


自分たちの疑問を解決するために、運動方程式を立てて、それを解いている。表計算ソフトを用いて、シミュレーションを行っている。

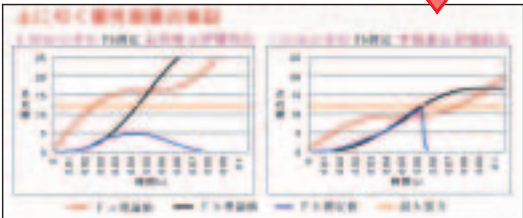
糸を引く速さによって、上の糸が切れたり、下の糸が切れたりする場面があることをグラフを使って分かりやすく説明している。



自分たちの理論が、実際に検証できるかどうか、自作の装置を作製している。信頼性の高いデータが得られるように細部まで工夫が行き届いており、苦勞のあとが見られる。



慣性実験の研究
 ～上の糸を引いて 下の糸が切れるか？～
 広島県立大門高等学校
 実行委員 藤澤 隆 北原 悠 大塚 龍也



「上に引く慣性実験」での測定結果を適切にグラフ化して、下の糸bが切れる場合がある得ることを分かりやすく示している。

水質中の陽イオン界面活性剤と 脂質・原油の吸着除去

第47回日本学生科学賞全日本科学教育振興委員会賞受賞作品
広島学院高等学校2年 部坂 篤, 黒川 大生, 飯田 純也, 永山 裕貴
烏田 明典, 中島 孝裕, 山口 貴博

【作品概要】

水中の陽イオン界面活性剤を吸着除去できないか？

花崗岩風化土「真砂土」で界面活性剤の吸着除去ができる

界面活性剤を吸着した真砂土を、さらに利用できないか？

水中に分散した脂肪分を吸着できないか？

水系に流出した原油を吸着できないか？

水中で不安定な有機化合物を安定化できないか？

問題点：原油流出後の真砂土は水に沈む

解決策：イオン界面活性剤を吸着させた軽石を利用

脂肪分を効率よく吸着することが可能

水面上の原油を速やかに吸着することが可能

無水酢酸の加水分解がやや遅くなることが判明

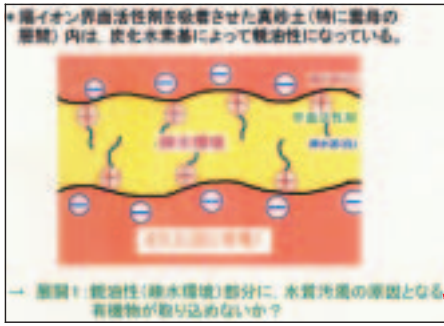
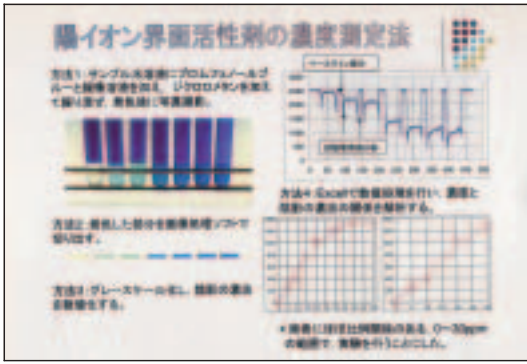
【研究者の感想】

我々の所属する化学部では、伝統的に生活環境を改善するための知識や技術の開発を目的とした研究活動を行っています。その伝統を受け継ぎ、先輩たちの残した課題を解決することができました。今後は、陽イオン界面活性剤によって親油性になった真砂土の利用法を、さまざまな観点からさらに追究していきたいと思います。

【講評】

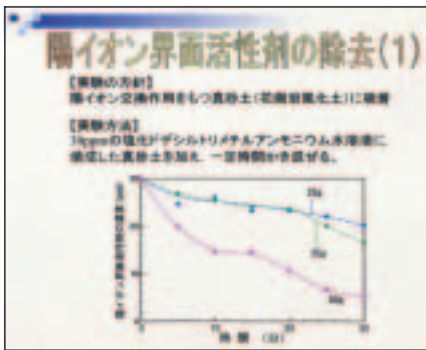
水質中の陽イオン界面活性剤を吸着除去する方法を探し求め、真砂土（花崗岩風化土）が良好な吸着剤になり得ることを見いだしている。その際に検討する観点として、環境への負荷を考慮に入れているところに好感がもてる。また陽イオン界面活性剤を吸着させた真砂土の作り出す疎水的な環境によって、水質中に分散した脂質が吸着除去できること、陽イオン界面活性剤を吸着させた軽石によって水面上に浮かんだ原油が効率よく吸着・除去できることを発見している。さらに、陽イオン界面活性剤が吸着した真砂土を用いて、水に対して不安定な有機化合物が水中で安定化できるかどうかも検討しており、今後の研究の発展が期待できる。

前年度の「水質中の窒素の除去」から、今年度は「界面活性剤と脂質・原油の除去」へと発展させ、環境問題解決への指向性が明瞭に感じられる研究である。疑問点を解決するために、解決の方法を考案・改良して信頼性のあるデータを得ており、またデータ処理も適切で実証性・論理性に優れた研究作品となっている。

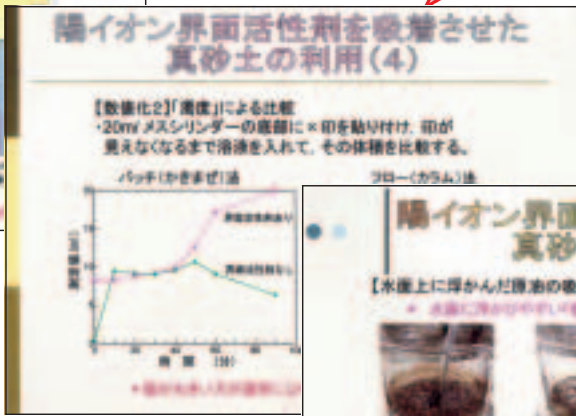
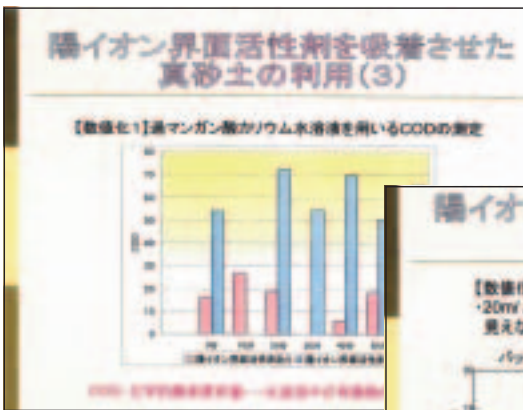


界面活性剤を吸着した真砂土をさらに利用できるのではないかと考えた根拠を、分かりやすい図を用いて示している。

界面活性剤の濃度測定の方法を開発している。何段階かの操作を組み合わせることで精度と信頼性を高める工夫を行っている。またその方法が適切かどうかの検討も実証的・論理的である。



陽イオン界面活性剤の除去に真砂土による吸着が有効であることを、実験結果をグラフ化して、定量的に示している。



実験して得られた結果は、棒グラフ、折れ線グラフ、写真など適切な表現方法を工夫して、理解をたやすくしている。

発芽とストレス

—発芽抑制のしくみを探る—

第47回日本学生科学賞入選3等受賞作品
 県立神辺旭高等学校 宇田 昌世・嶋谷 涼平・高橋 隼一郎
 橋本 勇輝・目崎 泰行・高山 公佑

【作品概要】

カイワレダイコンの発芽を抑制するしくみを探ろう

☆昨年度の研究で、種子の密度が高くなると種子から何らかの物質が分泌され、その影響で発芽が抑制されることがわかっている。

どこから出る何なのか？

種子のどの部分からでるのだろうか？

○分割実験

種子を全体・種皮・中身・下半分・上半分に分けて実験してみた。

発芽を抑制する物質は、種子の中身からでること。また、発芽を抑制する物質は種皮からでることが分かった。

それはどんな物質だろうか？

水溶性の熱に強い物質？水溶性の熱に弱い物質？

○煮沸実験

○電気泳動実験

水溶性で熱に弱い分子量30KDaのタンパク質の可能性はある。

種子が転がりやすくなると発芽率が抑制されるのはなぜか？

種子にいろいろな刺激を与える発芽率はどのように変化するか

○種子落下実験

○ビデオ撮影

○回転実験

○被膜形成・回転実験

○根端除去実験

○磁石の影響実験

明確な結論は出なかった。

○抑制物質が自己以外の種子にのみ作用する可能性がある

○回転や根端除去によって、根毛が太く少なくなる

【研究者の感想】

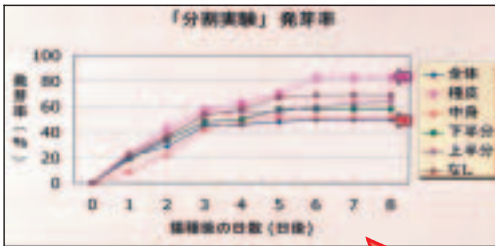
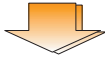
実験の信頼性を高めるために努力しました。分割実験の時は、種子の上側と下側を見分ける基準を決めました。また、実験内容に合わせて回転器等の道具を活用したり、種子の周りにゲル被膜を形成したりするなどの工夫を行いました。発芽を抑制したり促進したりする要因が複数存在しているらしいことや、発芽を促進する物質のひとつはタンパク質である可能性が明らかになってきました。今後も研究を続けて、発芽抑制・促進物質の正体を追究したり、物理的要因と発芽率の関係を調べたりしたいと思います。

【講評】

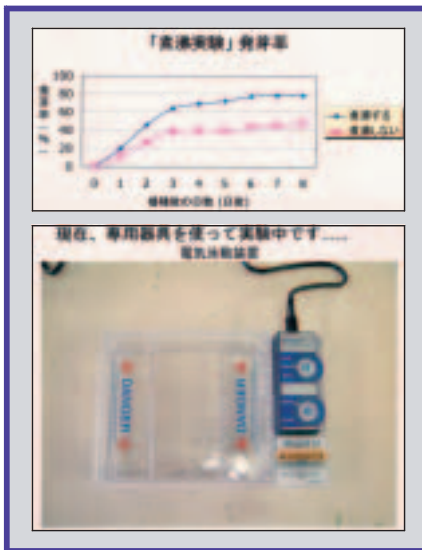
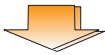
カイワレダイコンの種子の発芽率を抑制する原因は何であるのか？昨年の研究で検証された化学的要因説（密度が高くなると高濃度になる種子から分泌される物質が原因）に基づき、発芽抑制物質が種子のどの部分から出るどのような物質であるのかを追究している研究である。新たな疑問が生じるたびに、仮説を立てて、検証のための実験方法を考案し、専門の研究者の意見も参考にしつつ、自分たちの予想の正否を明らかにしていくという研究姿勢は高く評価できる。また、実験の際の条件制御の緻密さや、理科室にある身近な器具で検証実験を行っていること、実験結果をグラフ化して容易に理解できるように処理する技法も模範となるものである。

疑問の解明がすぐに次の疑問を生み、学校のクラブ活動の中で一つの研究テーマが年々発展しながら先輩から後輩へと引き継がれている。クラブ活動で科学研究を行う際の一つのモデルケースとなっている研究作品である。

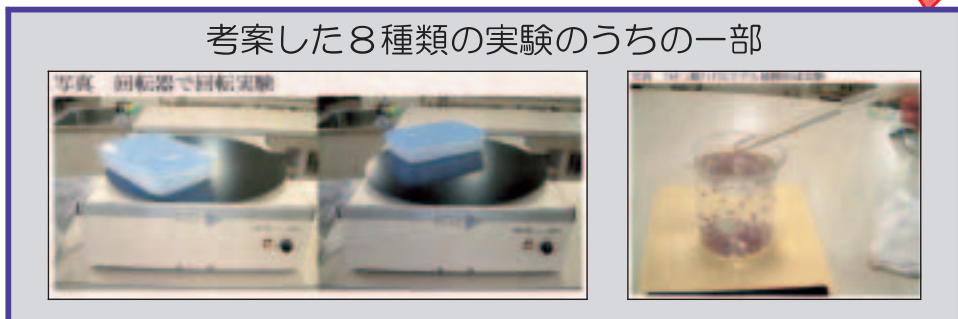
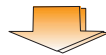
明確な分析を行って実験結果をグラフ化し、検定によって実験の信頼性を確認している。この実験によって、発芽を抑制する物質が「中身」から出ることが明らかになった。さらに「種皮」には発芽を促進する物質が含まれていることが、予想を越えた新たな知見として見いだされた点が高く評価できる。



煮沸実験によって「水溶性の熱に弱い物質」であることが明らかになった。さらに一歩進んでタンパク質である可能性を探るため、電気泳動実験へと発展させている。



種子が転がりやすくなると発芽率が抑制されるのはなぜかについては、理科室の身近にある実験器具を使ってできる8種類の検証実験方法を考案しており、研究の独自性の点で評価できる。結果は予想を証明するには至らなかったが、予想に反した結果からも、新しい考えを導き出している点は高校生の研究として高く評価できる。



研究タイトルのネーミングも十分に検討したい。一目で、何の研究であるか分かることも重要であるが、「これは何の研究だろう?」「おもしろそうだ。読んでみたい」と思わせるような的を射たタイトルであることも大切である。



考案した8種類の実験のうちの一部