



結果

ポイント

実験結果を表に
まとめる。

物質	加熱したときの変化	石灰水の変化
砂糖		
食塩		

考察

ポイント

- ・石灰水の変化から、どのようなことがわかるか。
- ・実験に使った物質は、どのように分類することができるか。

1年生前半の「理路整然」で、結果と考察の違いへの理解を深めます。

理路整然 — 智に働けば役に立つ —

どうする、結果と考察

この探究では、「ロウを燃やしたあとの空気を石灰水に通すと、石灰水が白くにごる」ことがわかりました。



この探究では、「ロウを燃やしたあとに二酸化炭素が出る」ことがわかりました。



二人の言っていることがちがいますね？
どちらも「わかったこと」ですが、実は区別できます。



探究では、自然と「わかったこと」が出てきます。「わかったこと」には、大きく分けて2種類あります。

1つは「結果」です。「結果」は「事実」です。事実とは実際に起こったことがらです。

この探究では、「ロウを燃やしたあとの空気を石灰水に通すと、石灰水が白くにごった」というのが事実です。だれがやっても同じように「白くにごる」からです。

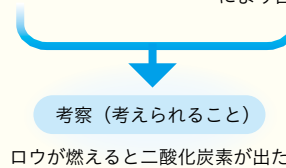
「結果」の「わかったこと」では、「○○という手順で実験を行い、△△ということがらが起きた」というように書きます。

もう1つの「わかったこと」は「考察」です。「考察」は、結果（事実）や、知識をもとに、あ

なたが「判断（ぶんせき分析・かいしゃく解釈）したことです。

結果（事実）
石灰水が白くにごった

もともと知っている知識
石灰水は二酸化炭素
により白くにごる



この探究では「ロウを燃やしたあとに二酸化炭素が出る」というのが考察です。このように、探究の手順としては、まず「結果」を明らかにして、さらに「結果」にもとづいて「考察」としての「わかったこと」を考えていく必要があります。

物質を燃やすと、「二酸化炭素が出る」なかまも、「二酸化炭素が出ない」なかまに分類できます。



そうか！「二酸化炭素が出てきた」のは、「見えた」わけではなく「そう判断した」んだ。判断は、人によってちがうかもしれない。だれが見ても同じ「結果」をもとに、自分が判断したことが「考察」なんだね。



理路整然 — 智に働けば役に立つ —

この探究を例に、仮説から実験の計画までをふり返ってみましょう。最終的には右ページのような手順で実験を行いますが、その裏には、以下のような思考の流れがかかれています。

どうする、実験計画

仮説

植物のからだをつくる炭素 C のもとは、空気中の二酸化炭素 CO_2 ではないか。



結果の予想

もしそうなら、植物が光合成をすると、空気中の二酸化炭素が減るのではないか。

1 仮説を確かめるには、何が必要だろう

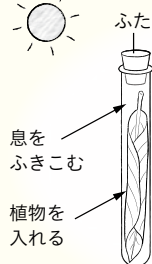


二酸化炭素が減ることを調べるにはどうしたらいいだろう。石灰水を使うと、増えたことはすぐわかるけれど……。

はく息には二酸化炭素が多くふくまれるね。容器に息をふきこんで、植物を入れ、光合成をさせたあとの気体は、石灰水がにごらなくなることを確かめればいいよ。



2 どんな装置にするか、考えよう



二酸化炭素が出入りしないよう、密封できる容器に入れよう。



この容器ごと日光に当てたあとに、石灰水を入れればよいね。



3 同じにする条件、変える条件は？

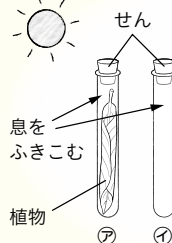


植物があるかないかで、実験結果にちがいがあれば、仮説が確かめられたことになるね。

それ以外の、息をふきこむことや、容器の大きさなどの条件は、同じにする必要があるね。



4 対照実験を加えて、装置を改善しよう



試験管㉗（本実験）
密閉した容器に二酸化炭素を加え、植物を入れる
試験管㉘（対照実験）
密閉した容器に二酸化炭素を加え、植物を入れない
この2つの条件を比べよう。



5 ほかに考えるべき条件はないか？



4では、両方の試験管を日光に当てているけれど、日光に当てたことで二酸化炭素が減る可能性はないかな。

そうか、光を当てない対照実験も必要だね。



6 実験計画を立てよう

	㉗	㉘	㉙	㉚
日光	当てる	当てる	当てない	当てない
葉	入れる	入れない	入れる	入れない

仮説を確かめるために必要な実験条件は、この4通りだ。同じ容器を使うこと、息をふきこむことは「変えない条件」だね。





温度など、連続する条件を変えるときの方考え方を紹介しています。

理路整然 一智に働けば役に立つ

どうする、連続する条件の決め方

方法1で試験管をあたためたのはなぜだっけ？



アミラーゼは、ヒトの体温でうまくはたらくようにできているからです。



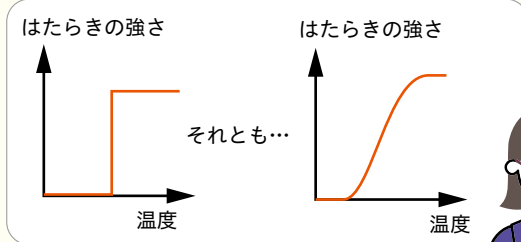
アミラーゼがはたらきやすい温度と、そうでない温度があるんですね。



アミラーゼがはたらきやすい温度を探究できそう。



アミラーゼには、よくはたらく温度があります。その温度は、何℃なのでしょう。はたらきかたは、温度によって「オン・オフ」のように急に変わるのでしょいか。それとも、ゆるやかに変わるのでしょいか。



p.84の「変える条件・そろえる条件」という考え方では、ある条件の「ある・なし」を決めました。しかし、温度という条件は「ある・なし」を決めることができません。このように、調べる内容によっては、条件が連続していることがあります。このようなときは、一般に次のように段階的に実験を組み立てていきましょう。

①まず温度をだまかに決める

実験に必要な時間や費用を考えて、効率のよい実験方法を組み立てます。もちろん0.1℃ずつ区切って0℃から40℃まで400回実験を行うという方法も可能です。しかし、まずはだまかに傾向をつかみ、どの範囲を集中して調べるべきなのか目安を知るのが優先です。

たとえば、アミラーゼがよくはたらく温度を調べる場合は、0℃、20℃、40℃…と、等間隔でだまかに区切って実験を行うのが適切でしょう。

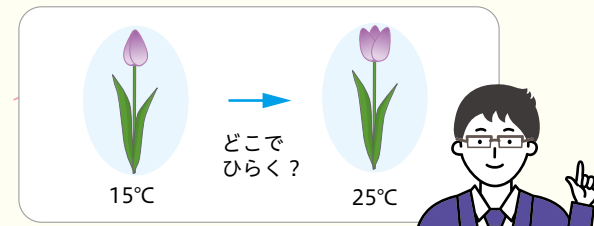
②次にこまかい間隔で決める

先の実験の結果、アミラーゼが20℃から40℃の間でよくはたらくとわかったとします。今度は、20℃と40℃をさらに細かい間隔に区切って調べます。20℃、25℃、30℃、35℃、40℃などに分けて調べることが考えられます。

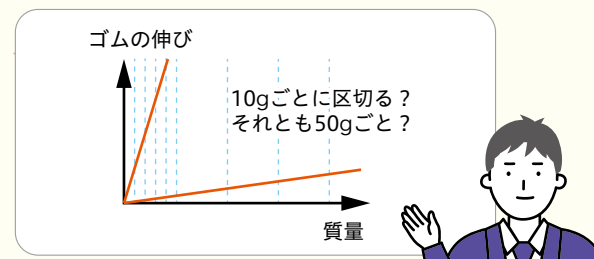
さらに区間をしぼって細かく区切れば、どの温度ではたらきが変化するか、くわしくわかるでしょう。

この実験方法は次のようなときに応用できます。

◆チューリップの花は、温度によって、とじひらきする特徴がある。何℃が境かを調べたい。



◆ゴムにおもりをつるして、伸びとおもりの質量の関係を調べたい。質量の区切りを適切に決め、実験計画を立てるときの目安を決めたい。



このように、条件を区切っていくという手法もうまく使えるようになります。



方法

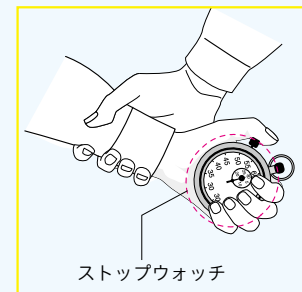
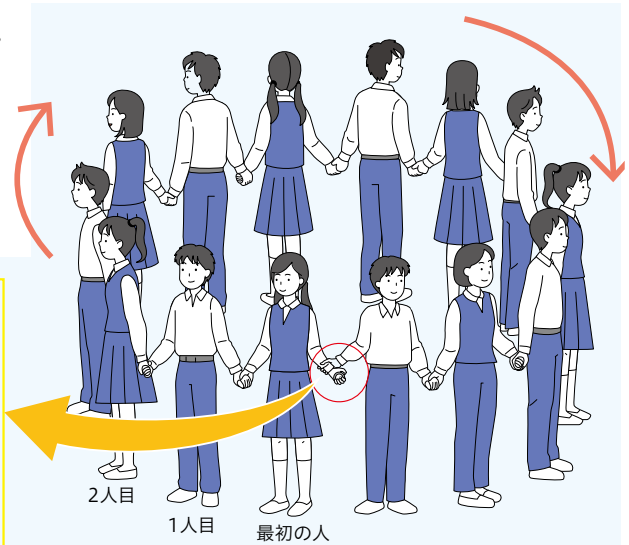


実験A

意識して起こる反応にかかる時間を求める

準備 ストップウォッチ

- ① 最初の方は、となりの人の手をにぎると同時にストップウォッチをスタートさせる。
- ② 手をにぎられた方は、すぐに次の人の手をにぎる。
- ③ 最初の方は、最後の方に手をにぎられたらすぐにストップウォッチを止める。
- ④ かかった時間を人数で割り、1人当たりの時間を求める。



結果



ポイント

刺激を受けてから反応するまでの、1人当たりの時間を求める。

考察



ポイント

刺激を受けてから反応するまでの信号の経路を、モデル図をかいて考える。

この実験の場合、関わる感覚器官と運動器官は何だろう。

感覚神経と運動神経は、どのようにつながっているかな。



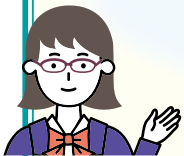
各探究の手順の妥当性が納得できるような内容を紹介しています。

理路整然

— 智に働けば役に立つ —

どうする、反応にかかる時間の計算

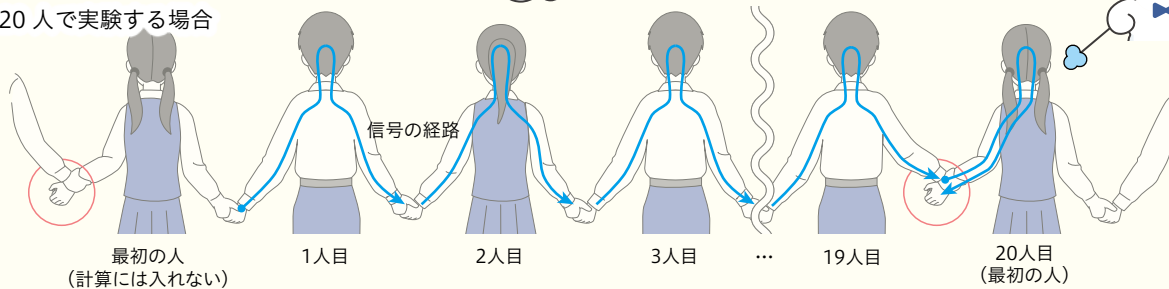
この実験では計算で何を求めているのだろうか？



20人で実験したとしましょう。割り算して平均を求めるということは、「刺激→反応」の関係が、全員同じでなければいけません。最初の方は、ストップウォッチを押したと同時にとなりの人の手をにぎり、この時間は計算にふくめません。次の人から「刺激→反応」にかかる時間としてあつきます。

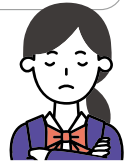
19人目が20人目（最初の方）の手をにぎったとき、20人目の人は左手で刺激を受けて、左手で反応します（ストップウォッチを再度押します）。20人目の「刺激から反応までの経路」は、厳密には他の人とちがいますが、中学校で行いやすい実験として可能な範囲で全員の経路を同じにして、人数分同じ経路をたどったとみなします。ストップウォッチを最初に押してから最後に押すまでの時間を人数（ここでは20）で割ると、1人にかかった平均の時間が求められます。

20人で実験する場合



試験管⑦、⑧にヨウ素液を加えたとき、変化は見られたか。

土を加熱したのは、どのような理由があったのかな？



実験の結果から、デンプンはどのように変化したと考えられるか。また、そのようになった原因は何だと考えられるか。

3年生の「理路整然」では、自然現象への理解の歴史的な変遷を多く取り上げています。

理路整然 — 智に働けば役に立つ —

どうする、微生物の混入

厳密な実験を行うときは、微生物が混ざらないようにすることが大切だね。でも、どうして？



微生物が混ざることによって結果が変わってしまうことがあるからです。そのため、一度使った器具は微生物が残らないようにきれいにします。



医療現場では器具などをアルコールでふくことがあります。あれは殺菌のためですね。日常でも、熱湯をかけて殺菌することがあります。このような操作は、いつから行われているのですか？



この探究では、微生物がいる条件といない条件を比べるために、加熱して殺菌をしました。また、そのあとでは、空気中の微生物がまぎれこまないようにビーカーにふたをしました。

目に見えない微生物のはたらきは、どのように明らかになってきたのでしょうか。

17世紀終わりごろまで、食べ物からは、ウジ（ハエの幼虫）やカビが自然に発生すると考えられていました。「自然に」というのは、本当に「何もないところから生物が発生する」という意味です。200年前は、食べ物などが腐る理由が科学的にわかっていなかったともいえます。

この考えを実験でくつがえたのがレディ（イタリア、1626～1697年）です。レディは、容器に食べ物を入れ、ガーゼでふたをすると、ウジは発生しないことを証明しました。

また、このころ、顕微鏡の発達のおかげで、私たちの身のまわりのどこにでも微生物がいることがわかってきました。さらに微生物が食べ物を分解することが腐る原因であることも、だんだん理解されるようになってきました。

微生物のはたらきをつきとめたのが、パスツール（フランス、1822～1895年）です。パス

ツールは、下図のようなフラスコの中で肉汁を煮たあと、1年たってもにごらない（腐らない）ことを発見しました。このフラスコでは、空気は出入りができますが、空気中の微生物は肉汁にたどり着けないしくみになっています。これにより「肉汁が腐るのは、外界からの微生物の混入による」ということを示しました。



パスツール

パスツールが実験したフラスコ（模型）
内容をフラスコで煮た直後に、
急いでガラスを加工し、口を細くした。

殺菌は、缶詰などの長期間保存ができるものにも生かされていますね。食品を容器に密閉して高熱を加えると、中は殺菌され、そのあと外から微生物が入ることもありません。この探究で、みなさんは「有機物が腐る」というしくみも理解したのです。



① 殺菌は、微生物を殺す操作を指して一般的に使われる言葉である。



3年生の「理路整然」、宇宙への理解の歴史的な変遷を取り上げました。

理路整然 — 智に働けば役に立つ —

どうする、すい星

すい星は太陽の近くを通る細長い楕円軌道をもっていて、周期的に地球の近くにやってきます。たとえば、ハレーすい星は、約70年おきに現れる星として紀元前から歴史上の記録に残っています。古代や中世では、すい星や日食などは、不吉な前兆と考えられており、大災害や疫病が起るのではないかと、人々は不安になっていました。

ハレーすい星が最も近年で太陽に近づいたのは1986年、その前は1910年でした。

…そのころ、ある天文学者がハレーすい星の尾に毒となる成分がふくまれていることを発見し、その毒が地球に届くと主張しました。これは全くの誤解でしたが、世界中で騒ぎになり、日本でも「地球の酸素が5分間なくなる」などのうわさが広がりました。

青森県八戸町（現在の八戸市）に住む時計屋の主人、前原寅吉はアマチュア天文愛好家でもあり、店を訪れたすい星を恐れる人々に、うわさ話の無益さを説いたといわれています。

前原は8歳の時に学校で「東西南北」の方角を初めて知りました。10歳の時にはさまざまな星々に興味をもち、いろいろな本を読んだり聞いたりしたことを「天文日誌」に書きはじめました。13歳で父を亡くし、間もなく、時計屋に弟子入りをします。彼は働きながらも、いろいろな本を読んで宇宙を観測し天文日誌に書きこんでい

きました。23歳で店をもち、しっかり働いて念願の「天体望遠鏡」を買ったと、近所の写真館の人と共同で研究し、「明治の月」（図17(a))の撮影に成功します。また、「太陽面直接観察眼鏡」を發明し太陽黒点の撮影も行いました。さらに、これらの写真や星図、すい星軌道の図をもちこんで「天体之現象」という教材（図17(b))を作り全国の学校に配りました。多くの人に宇宙のことを知ってもらいたかったのです。また、太陽面を通過するハレーすい星の観測を試みて、その報告は新聞に掲載されました。その後、目が見えなくなりますが、家族の協力で星の観察記録を残し続けました。彼は今では「野の天文学者」とよばれています。

彼は、尋常高等小学校（現在の中学校）までしか行けませんでした。科学の楽しさは「興味をもつこと、疑問を大切にすること、自分で調べること、そして自分で考えること」であることを私たちに教えてくれています。

現在の私たちは、宇宙のすがたを学び、知っています。災害や疫病には、すい星や日食とはまったく無関係の原因があることを理解して、それぞれ対処しています。天文イベントがあれば、その日は空を見上げて楽しみます。つまり私たちの教養や文化は、科学の発達とともに変わっていくのです。

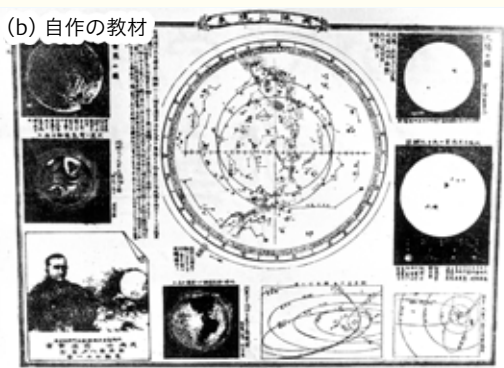


図17 前原寅吉の活動記録