

横定の美施（片側、両側横定）@資料

(例②)ある園芸店は新型の有機肥料を開発した。その肥料をジャガガイモで試してみたところ、今までの肥料での単位面積当たりの平均収穫量は 39.3kg で、標準偏差は 2.5kg であったのにに対し、新型肥料の単位面積当たりの平均収穫量は 42.263kg、標準偏差は 2.3742kg であった。新型肥料はジャガガイモの平均収穫量を増加させたといえるだろうか？

(例③)A 地域のトマト農家と B 地域のトマト農家が争っている。A 地域のトマト農家は、「われわれの地域のトマトはサイズが違う。」と主張している。しかし、B 地域のトマト農家は、「われわれの地域のトマトとサイズは変わらないのに、ブランド化されたら、被害を受ける。そんなことはやめてほしい。」と主張している。実際、それぞれ L サイズに区分される 10 個ずつのトマトの直径の平均は 10.6cm、標準偏差は 2.0cm、B 地域の直径の平均は 9.8cm、標準偏差は 2.0cm であった。農家 A と B のトマトに違いはあるだろうか?

【t 検定の実施方法(例②)】

1. 帰無仮説をたてる
帰無仮説は「新型肥料は効果がない」とする。つまり、「従来の肥料と新型の肥料では収穫量の平均は同じである」という仮説をたてる。

2. 公式を使つて t_0 値を求める。※公式は(例①)参照

$$公式にあてはめると、t₀=(42.263-39.3)÷(2.3742÷\sqrt{10-1})=3.7433$$

また、t 分布表で、自由度 9、p=0.01 で t 値を求めると、3.2498
 $\therefore t < t_0$ より、帰無仮説は棄却される。

3. 結論を述べる。ここでは、「新型肥料は効果がないとはいえない」と考えられる。

— Point —

- (1)帰無仮説は「2つの平均は同じ」という仮説をたてる。
- (2) t_0 と t の値をそれぞれ求める。
- (3) $t_0 < t$ のとき、帰無仮説は成り立つ、 $t < t_0$ のとき、帰無仮説は棄却される。

(Excel を使って p 値を求めて検定する)

- T.INV を使って t 値を求める。(例②) → =T.INV(0.01, 9)=3.2498
- ※ 両側検定であれば TINV.2T を使う。

- ・T.DIST を使って p_0 値を求める。
- ・ $=T.DIST(t_0 \text{ 值}, \text{ 自由度}(n-1), \text{ 尾部})$
- ※ t_0 値は 1. の値、n は データ個数(サンプル数)、尾部は、両側検定 → 2、片側検定 → 1。
(例②) → =TDIST(3.7433, 9, 2) = 0.0046(p_0 値)
検定を行う

[検定の仕方]
 $p_0 < p$ のとき、帰無仮説は棄却される。 $p_0 > p$ のとき、帰無仮説は棄却されない。

t 検定は、帰無仮説の立て方から、結論までの流れを理解すること。また、片側検定か両側検定かにによって計算方法が異なるので、条件を確認すること。

モティベーラーによるシミュレーションの実施と資料

(3) データの相関
(例①) ある家庭の屋根に太陽光発電装置を設置し、5年間の日照時間と太陽光発電量の月別平均を計測したところ次の表のようになつた。横軸を平均日照時間、縦軸を平均太陽光発電量として散布図を作成し、2つのデータに相関があるか、じゅんかじゅべい

(例③)A 地域のトマト農家と B 地域のトマト農家が争っている。A 地域のトマト農家は、「われわれの地域のトマトはサイズが違う。」と主張している。しかし、B 地域のトマト農家は、「われわれの地域のトマトと
のだから、ブランド化して、売っていきたい。」と主張している。そんなことはやめてほしい。」と主張している。実際、それ
サイズは変わらないのに、ブランド化されたら、被害を受ける。それで L サイズに区分される 10 個ずつのトマトの大きさを測定したところ、A 地域のトマトの直徑の平均は 10.6cm、標準偏

【t 検定の実施方法(例②)】

(1. 帰無仮説をたてる

帰無仮説は「新型肥料は効果がない」とする。つまり、「従来の肥料と新型の肥料では収穫量の平均は同じである」という仮説

この説をこじる。
公式を使って t_0 値を求める。※公式は(例①)参照
 $t_0 = (42.263 - 39.3) \div (2.3742 \div \sqrt{10-1}) = 3.7433$
また、t 分布表で、自由度 9、 $p=0.01$ で t 値を求めると、3.2498
 $\therefore t < t_0$ より、帰無仮説は棄却される。

— Point —

- (1)帰無仮説は「2つの平均は同じ」という仮説をたてる。
- (2) t_0 と t の値をそれぞれ求める。
- (3) $t_0 < t$ のとき、帰無仮説は成り立つ、 $t < t_0$ のとき、

【Excel を使って p 値を求めて検定する】

- T.INV を使って t 値を求める。(例②) → =T.INV(0.01, 9)=3.2498
- ※ 両側検定であれば T.INV.2T を使う。

- ・T.DIST を使って p_0 値を求める。
- ・ $=T.DIST(t_0 \text{ 值}, \text{ 自由度}(n-1), \text{ 尾部})$
- ※ t_0 値は 1. の値、n は データ個数(サンプル数)、尾部は、両側検定 → 2、片側検定 → 1。
(例②) → =TDIST(3.7433, 9, 2) = 0.0046(p_0 値)
検定を行う

[検定の仕方]
 $p_0 < p$ のとき、帰無仮説は棄却される。 $p_0 > p$ のとき、帰無仮説は棄却されない。

t 検定は、帰無仮説の立て方から、結論までの流れを理解すること。また、片側検定か両側検定かにによって計算方法が異なるので、条件を確認すること。

29

(3) データの相関
(例①) ある家庭の屋根に太陽光発電装置を設置し、5年間の日照時間と太陽光発電量の月別平均を計測したところ次の表のようになつた。横軸を平均日照時間、縦軸を平均太陽光発電量として散布図を作成し、2つのデータに相関があるか、じゅかせん。

平均日照時間と平均太陽光発電量の比較
平均太陽光発電量 (kWh)

平均日 照 時間(h)	186	166	176	180	193	149	181	204	136	136	144	169
-------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

【散布図を作ったデータ相関の検討】

1. 散布図を作成する。※ 散布図・・・データの傾向を調べるために使用する図。グラフ

たとえば、「日照時間が長ければ発電量は増えるのか？」といったように、2つのデータに相関があるかないかを散布図を書いて調べる。

2. データの相関があるかないかを検討する。

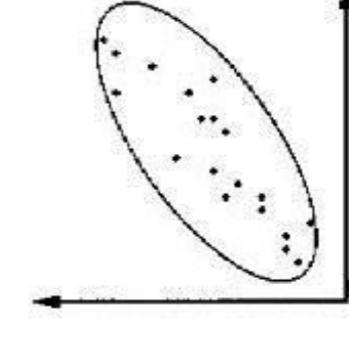
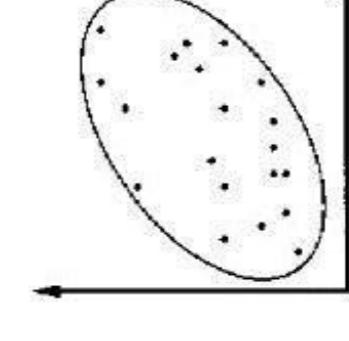
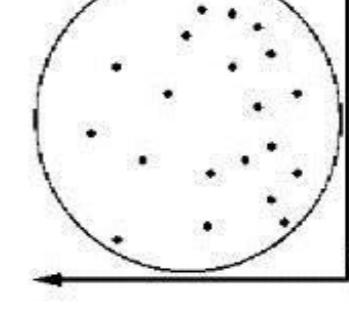
2つのデータのうち、一方が増加すると他方も増加する傾向にある場合、正の相関があるという。また、一方が増加すると他方が減少する傾向にある場合、負の相関があるという。どちらの傾向もない場合は、相関がないという。

3. 相関係数を求める。

2つのデータ x、y の共分散を s_{xy} とし、x と y の標準偏差を s_x 、 s_y とすると、相関係数 r は

で、求められ、相関係数 r の値は次の不等式が成り立つ。

$$-1 \leq r \leq 1$$

$r=0$ のとき	相関なし	
$0 < r < 0.4, -0.4 < r < 0$ のとき	非常に弱い相関	
$0 < r < 0.6, -0.6 < r < 0$ のとき	やや相関がある	
$r > 0.6, r < -0.6$ のとき	強い相関がある	

【関数を使って相関係数を求める】

=CORREL(配列1、配列2)
※ 配列1、配列2は必ず入力し、必ずしも同じデータ数でなくともよい。

モデル化とシミュレーションの実施(④)資料

(4) モデル化とシミュレーション
① (2)のデータを利用し、最適なモデルを見つけ、いろいろな条件を設定してシミュレーションを行う。

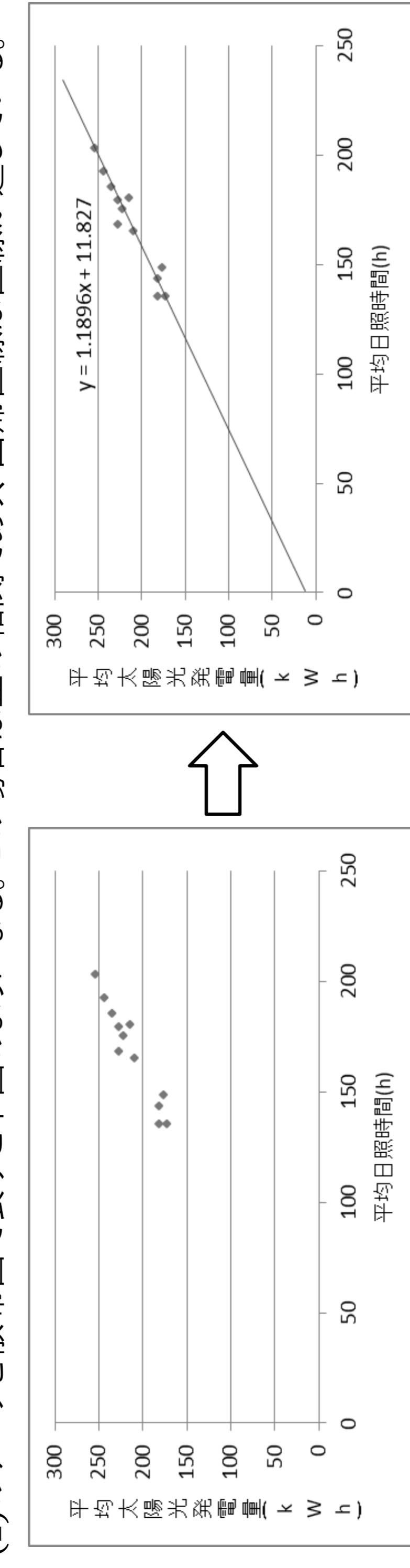
【散布図を使ったデータ分析と回帰直線の作成】

データの傾向を知るために、(3)で利用した散布図を書くとよい。分析の観点は主に2つある。

分析の観点

- ① 相関の有無→正の相関、負の相関、相関なし
- ② 回帰直線→直線、曲線、直線+曲線、その他

(2) のデータを散布図で表すと下図のようになる。この場合は正の相関であり、回帰直線は直線が適している。



※近似曲線：線形近似、前方補外(30)、後方補外(135)に設定

【モデル式の作成】

1. 最適なモデルを見つける。

$$y = ax + b \quad \text{となる} \dots \dots \dots \textcircled{1}$$

ここでは、直線状から、日照時間 144、発電量 182 と日照時間 204、発電量 254 の2点をとつて①に代入する。

$$\begin{cases} 182 = 144a + b & \dots \dots \dots \textcircled{2} \\ 254 = 204a + b & \dots \dots \dots \textcircled{3} \end{cases}$$

したがって次の数式がモデルとして作成される。

$$y = \boxed{}x + \boxed{} \dots \dots \dots \textcircled{4}$$

2. モデル式の妥当性を検証する。(最小二乗法)

④の解である1か月あたりの太陽光発電量 y を計算し、平均太陽光発電量 z との差 $y-z$ の値を用い、ヒストグラムを作成する。計算値 y と平均太陽光発電量の差 $y-z$ が小さいほど、0付近に集中するグラフつまりそれが最適なモデルとなる。このようにして最適なモデルを見つける統計手法を最小二乗法という。

Excel 上では、回帰直線は自動的に生成することができます。
ただし、最小二乗法の仕組みを理解した上で、利用することが重要である。

統計

モデル化とシミュレーションの実施(④)資料

(例②) 最近、野生動物の絶滅が問題となっている。そこで、ある野生動物保護区における野生のニホンカモシカの生息数が時間の経過とともにどのように変化していくかをモデル化し、今後15年間の生息数をシミュレーションせよ。

【モデル式の作成からシミュレーションまでの手順】

1. モデルを構成する要素とその関係の検討を行う。
このモデルで重要なのは、ニホンカモシカの増殖率である。環境が整い、十分なエサの量が確保できれば、増殖率は一定(2-1.~)と考えられる。また、環境やエサの量が変化するのであれば、増殖率も変化(2-2.~)すると考えられる。
2. モデル式の作成

野生のニホンカモシカの増殖率(出生率-死亡率)を一定とするモデルを考える。

2-1-1. 出生率、死亡率、増殖率は次のように決める。

$$\text{出生率} = \frac{1 \text{ 年間に出生する個体数}}{\text{その年の全個体数}}$$

2-1-2. 個体数の増加、減少は増殖率を使って次のようなモデル式で決定する。

$$\text{ある年の個体数} = \text{前年の個体数} + \text{前年の個体数} \times \text{増殖率}$$

2-1-3. 出生率を p 、死亡率を q 、増殖率を r とすると、 $r = \boxed{}$ 。

また、 n 年におけるニホンカモシカの生息数 a_{n-1} を、前年の生息数 a_{n-1} を用いて表すと、次のモデル式ができる。

3-1. シミュレーションによる検討を行う。

はじめのニホンカモシカの生息数 $a_0 = 200$ 、出生率 20%、死亡率 10%、シミュレーション年数は 15 年とする。

よって、 $r = \boxed{}$ 、 $a_n = \boxed{}$ ($1 \leq n \leq 15$)となる。

C4 に増殖率、C5 に a_0 を入力し、F5、G4、G5 に適切な数式を入力して、15 年分コピーする。

2-2. 増殖率の変化を考えたモデル式の作成

野生のニホンカモシカの増殖率(出生率-死亡率)の変化を考えてモデル化する。

2-2-1. 個体数を求めるモデル式は 2-1-2. と同様のものを利用する。

$$\text{ある年の個体数} = \text{前年の個体数} + \text{前年の個体数} \times \text{増殖率}$$

2-2-2. n 年の増殖率 r は、増殖要因 α 、阻害要因 β 、 $n-1$ 年の個体数 a_{n-1} を用いる。

$$\text{増殖率} = \text{増殖要因} + \text{阻害要因} \times \text{前年の個体数}$$

よって、 $r = \boxed{}$ となる。

2-2-3. 2-2-1.、2-2-2. より、 n 年におけるニホンカモシカの生息数 a_n は次のようになる。

$$a_n = \boxed{}$$

3-2. シミュレーションによる検討を行う。

はじめのニホンカモシカの生息数 $a_0 = 200$ 、 $\alpha = 0.5$ 、 $\beta = 0.00025$ 、シミュレーション年数(は 15 年とする)。

よって、 $r = \boxed{}$ 、 $a_n = \boxed{}$ ($1 \leq n \leq 15$)となる。

C25 に α 、C26 に β 、C27 に a_0 を入力し、F27、G26、G27 に適切な数式を入力して、15 年分コピーする。

このように数式モデルを用いることで、さまざまな実験データや観測データなどをわかりやすく表現するだけでなく、将来どのような変化をするかを予想することもできる。
ただし、モデル化のプロセスにおいて、さまざまな要因を考える必要があるので、正確なシミュレーションを行うためには、複雑な要因を入れる必要があります。

<参考2>本校理数科課題研究の研究テーマ(研究テーマタイトルと研究要旨)(過去11年分)

物理系分野 【研究テーマタイトル】	研究要旨(アブストラクト)
<p>2017 (H29) SSH 3期 3年目 創生研究 発展研究 3テーマ ／ 8テーマ</p>	どこでも発電 太陽光パネルでの発電量の不安定さを改善するために、本研究では、圧電素子を用い、雨粒と雨樋と水流での発電方法の開発とそれぞれのエネルギーの変換効率の調査及びその有用性の比較を目的に行った。その結果、雨粒の実験では、雨粒1粒の運動エネルギーが大きければ、より効率良く発電できることが分かった。雨樋実験では、水を滴下する手法で、かつ位置エネルギーがある程度小さい方が、発電効率が上がることが分かった。水流実験では、水流の運動エネルギーが小さい地点での発電が、効率よく発電が行えると考えられる。変換効率は、水流での発電が最も良いと判明した。また、それぞれの実験で発電量の試算を行った。
	回転球と無回転球の着水時の空気の巻き込まれ方の違いの解明 本研究では、予備実験として水面上2cmの高さから回転させた球と無回転球を落下させたところ水中へ巻き込まれる空気の量に違いがあることを発見した。そこで、球の回転数による水中へ巻き込まれる空気量の違いを定量的に確認することを目的として研究を行った。結果、ボールの回転数と巻き込まれる空気量に関係性があることがわかった。しかしながら、この現象の詳細なメカニズムの解明までには至らなかった。
	空气中での2球の落下運動 先行研究(三宅 大和他:2015)で、空气中で2つの円錐形物体を水平に並べ落下させると、接近した後、離れながら落下する運動が起こることが報告された。本研究では落下させる物体の形状を球に変えて、シミュレーションと落下実験を行った。シミュレーションから、2球の周りの圧力は周期的に変化することが明らかになったが、実際の落下実験では2球は一度接近し、後に離れたものの、再度の接近は確認できず周期性は認められなかった。
<p>2016 (H28) SSH 3期 2年目 創生研究 発展研究 3テーマ ／ 9テーマ</p>	熱音響冷却装置の製作と冷却原理の考察 ステンレス製のパイプを束にして作ったスタックをアクリル製のパイプに挿入し、これに音波を入射させたところ、アクリルパイプ内のスタックの両端の空気の温度が下がることが確認できた。この原理として、音波の振動により、スタックとアクリルパイプ内の空気の間で熱交換が生じ、温度が低下していくというモデル(仮説)を考案した。
	メートルブリッジを用いた黒鉛複合体の電気抵抗の温度係数測定 本研究ではエナメル銅線と炭素の温度係数 α を求める実験を行った。より正確な値を出すために電流計と電圧計の内部抵抗を考慮せずに済むホイートストンブリッジ回路を用いた。その結果温度係数が正か負かの判断を確実に得ることができた。
	不規則銀河Arp147の見かけの等級の差(B-V)の分布を可視化する 一般的に連続スペクトルの青が強い恒星は比較的若いが、赤色のスペクトルが強い恒星は比較的年老いた恒星ばかりではなく比較的若い恒星も含まれるといわれている。私たちは銀河同士の大規模な衝突が起きた Arp147 での領域ごとの見かけの等級の差(B-V)の分布を調べた。MIKULSKI ARCHIVE FOR SPACE TELESCOPES ¹⁾ で公表されている Arp147 の画像データ全体で、領域ごとの見かけの等級の差(B-V)を可視化することで、画像内で比較的新しい恒星が集まる領域を視覚的に表すことに成功した。可視光での見かけの等級の差(B-V)の分布図を作成することができた。
<p>2015 (H27) SSH 3期 1年目 課題研究 I, II 4テーマ ／ 9テーマ</p>	糸電話の物理的性質についての研究 本研究では、糸電話において音の伝わり方に影響を与えるものについて研究する。最初に弦の種類、長さ、張力を変えて音の伝わり方を比較した。しかし、音の伝わり方は大きく変化しなかった。そこから、この原因は糸電話で本来は紙コップの部分であるところの特性であると考え、その部分の長さを変えて実験した。しかしそれでも音の伝わり方は大きく変化しなかった。結果、糸電話において音の伝わり方に大きな影響を与えるものを特定することはできなかった。
	回転台を用いた液体の粘度の測定 本研究ではビーカーに入った液体を回転させたとき、ビーカーの中に入った液体が剛体回転を始めるまでにかかる時間が液体の粘度によって異なることを利用して粘度の分からぬ液体の粘度を測定した。その結果、大まかな粘度を求めることができた。

	水中における2球の落下運動	水中で2球を鉛直に並べて落下させ、その運動を観測した結果、後を追う球が先行する球を追い越した後、2球が接近したり離れたりを周期的に繰り返しながら落下していくという現象が確認された。
	アルミホイルを用いた電磁誘導式床発電装置の開発	床発電の発電方法において、一般的によく使われている圧電素子ではなく身近にあるアルミホイルを用いた電磁誘導を利用した床発電装置を開発した。その結果、多くのアルミホイルが必要となるが、発電が可能であることが確認できた。
2014 (H26) SSH 2期 5年目 課題研究 I, II 4テーマ / 10テーマ	スペースコロニーでの自由落下	宇宙で人工的に重力を生み出すことにより、地球上と同じような生活を行なうことができるが知られている。私たちは遠心力による「擬似重力」に興味を持ち、研究を行った。この研究では、地球上での実際の重力下と、擬似重力下での物体の運動の違いを、表計算ソフトウェアによるシミュレーションと回転台を用いた実験のビデオ撮影により比較・検討した。物体の自由落下の軌道と落下地点のシミュレーションを行い、回転台での実験の映像と比較したところ、よい一致を見た。擬似重力下では自由落下する物体はまっすぐ地面に落下せず、回転方向とは逆の向きに曲線を描きながら落下していくことが確認できた。
	空気中で軽い2物体がふるまう奇妙な落下運動	私たちは、空气中で、軽い2物体を水平に近づけて並べ落下させると、それらはどのような運動をするのか実際に落下させ観測した。その結果、2物体は互いに最初は接近しながら落下し、そして衝突することなく互いに離れながら落下する様子が確認された。この現象は、空気に粘性の概念を導入することで説明できることが分かった。
	消波ブロックによる消波効果	本研究では、消波ブロックが設置された水槽内で波を起こし、その波の高さを測定する。消波ブロックが設置されていない時の波の高さと比較し、どれくらい波を小さくできるのか変化を検証することで、消波ブロックによりどれくらいの効果が現れるかを調べた。また、水深を3cm, 4cm, 5cmと三段階に変化させたところ、それぞれの消波率は異なっていた。その結果波が一定の高さ以上になると消波効果が小さくなることがわかった。
	水柱共鳴を用いた音速測定	高校物理の授業で音速について学び、水中の音速を実際に測定しようとしたが、水中音速測定装置は高価であると分かった。そこで気柱共鳴を応用して水中の音速測定方法を考案した。この装置は、振動数 500Hz ~ 2000Hz で水中における音速の理論値とのずれ - 45m/s(3%程度)で測定可能である。
2013 (H25) SSH 2期 4年目 課題研究 I, II 3テーマ / 9テーマ	風メガホンによる風力発電の効率化	本研究では、風メガホンを開発し、風メガホン出口に設置したプロペラの回転による仕事率を測定することで、風力発電の効率を高める方法を検証した。風メガホンの形状により、プロペラの回転による仕事率がどう変化するかによって、仕事率が最大になる風メガホンの形状を調べた。また、風メガホン内の風速を測定することで、プロペラに均等に風があるとき、プロペラの回転による仕事率が最大になることがわかった。
	物体の横揺れが流体抵抗に与える影響について	水中を落下する密度の違う球の運動のビデオ映像を解析し、物体の速度と水の流体抵抗の関係を微分法により測定することを試みた。その結果、ストークス、ニュートンの抵抗法則を検証することができたが、グラフに不明な点が生まれた。私たちは、その点を横揺れによるものと考え差分法によって物体の速度と水の流体抵抗を表すことを試みた。その結果、鉛直方向に働く抵抗と水平方向に働く抵抗がグラフのある領域においてばらつきが多いことを示すことができた。それにより物体はある一定の速度で横揺れを起こすことが分かった。
	マイクロ波による光速の測定	本研究では、マイクロ波を用いて光速を測定するための装置を作成し、その装置を用いて、波長を測定することによって光速を算出する方法の妥当性を検討した。また、複数の測定方法を考案してより良い測定方法を探った。その結果、自作の実験装置とマイクロ波を用いた測定方法の妥当性を明らかにすことができた。

2012 (H24) SSH 2期 3年目 課題研究 I, II 4テーマ / 10テーマ	圧電素子と電磁誘導で得られる電気エネルギーの比較研究	圧電素子と電磁誘導から得られる電気エネルギーを比較研究した。その結果、変位と速度が小さい運動を電気エネルギーに変換するには、圧電素子の方が効率よく電気エネルギーに変換でき、変位と速度が大きな運動の場合は、電磁誘導の方が効率よく位置エネルギーを電気エネルギーに変換できる傾向があることが分かった。
	燃料電池の電極に用いる金属の種類とコストからみた効率化について	燃料電池の電極に用いる金属を変化させることによるコストの低減化について研究した。アルカリ型燃料電池を用い、最大出力と材料費用の関係について調べた。その結果、電極に黄銅を用いたものが最大出力・費用対効果ともに高い数値を示し、電極に用いる金属に適しているという結論に至った。
	揚力・空気抵抗の測定を行う風洞装置の開発	本研究では、揚力・空気抵抗の測定を行う際に使用する風洞装置を開発し、その装置を用いた測定方法の妥当性を、揚力と空気抵抗に関する3つの性質を用いて検証した。装置作製の際に、電子天秤で揚力と空気抵抗が測定できるように工夫した。その結果、自作の風洞実験装置を用いた測定方法の妥当性を証明できた。
	水の流体抵抗の測定方法の考察とその検証	水中を落下する鉄球の運動のビデオ映像を解析することにより、鉄球の速度・半径と水の流体抵抗の関係を測定することを試みた。その結果、速度の小さい領域で、ストークスの抵抗法則を検証することに成功した。一方、データ数の不足のため、速度の大きい領域で、ニュートンの抵抗法則の検証には至らなかったが、2つの領域間で、流体抵抗が減少することを検証することに成功した。このことから、今回考案した測定方法の妥当性をほぼ立証することができた。
2011 (H23) SSH 2期 2年目 課題研究 I, II 4テーマ / 10テーマ	鉄球が受ける空気抵抗に関する研究	小物体が受ける空気抵抗は極めて微小であり、一般には大掛かりな装置を用いて測定することが多い。私たちは、高校の物理実験室にある器具を工夫した空気抵抗の測定装置を開発した。これを用いた測定により、小球が受ける空気抵抗が風速と半径に比例することの検証に成功した。
	シュテファン=ボルツマンの法則の検証方法の探究	一般に、物体の温度が上昇するにつれて、その放射エネルギーは強くなっていく。例えば白熱電球では明るくなるにつれて表面温度が上昇し、放射エネルギーも上昇する。特に、黒体の放射エネルギーは絶対温度の4乗に比例するという法則がある。この法則を『シュテファン=ボルツマンの法則』という。本研究では、実験によって σ (シュテファン=ボルツマン定数)の値を求め、理論値と比較することにより、シュテファン=ボルツマンの法則を帰納的に検証する方法を探求していく。
	湿度による音速の変化に関する研究	音速と湿度の関係を調べるために自作の気柱共鳴管及び測定用の実験箱を開発した。これらを用いた測定データを統計的に解析した結果、音速と湿度との間には正の相関があることが示唆された。
	落下したボールの衝撃の吸収に関する研究	変形しやすい物体である水ボールを落下させ、ハイスピードカメラで撮影した画像から床に衝突している際の時間と垂直抗力の関係をグラフ化した。その結果、垂直抗力は周期的に変化し、さらにそのピークは次第に小さくなっていることが分かった。この結果に基づいてモデルを作成したところ、水ボールと同様な周期的な振動と減衰が確認できた。
2010 (H22) SSH 2期 1年目 S工房 3テーマ / 11テーマ	揚力と翼の形状の関係	翼の形状のみを変化させ、風洞からの距離、風速、翼面積、翼の横幅を一定にした状態で揚力の値の変化を調べた結果、ジューコフスキ翼と呼ばれる形状が、最も大きく安定した揚力を得られる事が分かった。
	パラボラによる音波の収束に関する研究	パラボラアンテナを使って音を収束させて、音が最も聞こえる点(収束点)と焦点との関係性について調べた。実験手段は2つあり、1つ目は水の波を用いた実験を行いパラボラの焦点と収束点との関係を調べた。2つ目は、実際にパラボラアンテナを作成して音の波で実験し、その結果と1つ目の実験の考察とを比較検討した。
	低周波の電磁波がカイワレの発芽に与える影響に関する研究	低周波の電磁波をカイワレに曝露させる実験を行ったところ、低周波の電磁波は、種子の発芽を遅延させている事が明らかになった。また、その効果は60Hzで最大となることが明らかになった。

<p>2009 (H21) SSH 1期 5年目 S工房 2テーマ ／ 10テーマ</p>	スプライトの観測	我々は雷の発生時に起こる高高度発光現象のスプライトについて興味をもった。そこで高校天体観測ネットワークに参加し、他の高校と連携をとりながら、カメラによる観測とアンテナによる電波の観測を行うことにした。スプライトの同時観測に成功し、電波と同時観測を行うことができた。
	測量と誤差	現在行われている測量の多くはレーザーが使われている。レーザー光線を反射板に当て、反射して返ってきた時間を元に距離が出されている。また、日本で初めて正確な日本地図を作製したのは伊能忠敬である。当時はレーザーによる測量などなかったため、巻き尺の役割をする鉄鎖や目印となる梵天を利用し、北斗七星の位置などを元に作製したようだ。今回私たちは当時の方法に近いと考えた巻き尺での測量と、現在の測量方法に近いレーザーを用いた測量を行い、正確さに違いができるのかを調べた。さらに、携帯用G P Sにより測定結果を比較した。また、これらのデータを座標平面に表示し、国土地理院の地図と重ね合わせ検証した。
	壁による音の遮断効果	私達は『素材』、『厚み』及び『表面形状』を様々に変えた壁を用意して、それぞれの壁が音を遮断する効果の高さを測定した。本研究の目的は、測定結果をグラフ化し、音に対して高い遮断効果を示す壁にある、特異の性質や規則性を発見し、その理由を科学的に検証することである。音の測定にはオシロスコープを使用した。オシロスコープに接続したマイクにより、音源であるスピーカーからの音を測定対象の壁越しに拾わせた。実験の結果、『素材』と『厚み』を変えた壁による実験では、『面密度』が大きい壁ほど音の遮断効果が高いことが分かった。さらに、『表面形状』においては、表面の形状が平面の壁よりも、凹凸があり、変化のある壁のほうが優れた音の遮断効果がでた。
	ものの強度	物の強度についてヤング率を用いて測定した。実験の試料には塩化ビニル板を使い、実験装置として先行研究で使用していたもの用いた。最初に、実験装置に改良を加え、正しくヤング率が測定できるかどうか、改良前の値と比較した。改良前後得られた値はほぼ一致した。次に、塩化ビニル板に穴をあけ、数や並び方によるヤング率の違いを調べた。その結果、穴の数、並び方によってヤング率が違うことがわかった。また、おもりの質量とひずみの関係のグラフを見ると、ヤング率を測定するのに適したおもりの質量があることが分かった。
<p>2008 (H20) SSH 1期 4年目 S工房 2テーマ ／1 10テーマ</p>	物の強度	我々は構造物の形状による強度の違いに興味をもち、測定するために、まず学校にあるもので実験装置を作った。まず、我々の実験装置の正確さを知るために、ユーイングの実験装置との比較をする実験をおこなった。その結果、我々の実験装置とユーイングの実験装置で得られたヤング率は文献値と比較しても満足の値となったため我々の実験装置は正確であると分かった。次に塩化ビニルを長方形に切り、それに穴を空けて穴の数や、穴の位置によって強度が変わると考え、実験を行った。この実験により穴の位置、数による強度の変化を測ることができた。
	防音壁の形状の違いによる音の遮断効果	私たちは、どのような形の壁が最も音を遮断するのかを調べる為にこの実験を行った。アルミ板に防音効果があることを確認した後に、スピーカー、マイク、防音壁などの設置条件を考えた。次に、ロックで防音壁を囲い、マイクと防音壁の距離を一定にして、防音壁に対するスピーカーの距離を変動させた。そして、その時の音をマイクで採集し、オシロスコープでそのP-P（電圧差）を測定した。壁の形を変えることによって防音壁の遮断効果も変化することが分かったが、防音壁に対するスピーカーの距離が30cmのところでピークの発生が確認された。この原因是、周りを囲んでいるコンクリートのブロックが音を反響して定常波ができているのではないかという仮説を立てた。音を吸収する素材で実験器具を囲むなど、実験環境を変えて再度実験を行った。結果として、私たちは30° の防音壁で防音壁に対する距離が45cmの時に最も防音壁が音を遮断する事を発見した。

2007 (H19) SSH 1期 3年目 S工房	質量の違いによる強磁性体の磁気的性質の研究	歪ゲージを使用して強磁性体についてNiとFeについて調べさらに質量の違いによる磁化の強さと残留磁場の変化について調べた。最後に磁性の違いによる磁化の強さの変化についても調べ、検証した。結果として質量の違いによる磁化の強さでは質量の大きいほうが強く、残留磁場の大きさに関しては飽和磁化に達しない場合質量が小さいほど磁化しやすいので小さい方が大きいことが分かった。
4テーマ / 13テーマ	物の強度～フックの法則による測定～	この研究は、「曲がる強度」がフックの法則に従っているかどうかを調べた。そのために、変形しやすいハガキを測定しやすいように自分たちで測定器を作つて測定した。そして、ハガキの大きさ、形を変えたり、重ねたりして、ハガキの歪みの値を比較していった。その結果、「曲がる強度」がフックの法則に従っていることがわかった。
落雷の被害～避雷針による雷対策～		雷で特に多い被害は、建物等への落雷による停電や火事である。このような被害を防ぐ為に発明されたのが避雷針である。避雷針は雷を誘導し、建物などへの落雷を防ぐ。また、電位差を解消して雷自身を起きにくくする効果もある。この研究では雷の誘導に着目して実験を行つた。誘導コイルを使用し、身近にある物質で自分達で製作した避雷針に電気を落とし、避雷針の性能を調べた。そして、今回の実験から避雷針は素材として銅に比べアルミが有効であることなどが分かった。
身边なものを用いた太陽電波の観測		本研究は、太陽から出る太陽電波と呼ばれる電波を身近なものを用いて観測することにした。まず、傘を用いて電波を観測しようとしたが、上手く集めることができなかつた。そこで、BSアンテナを使うことにした。通常、太陽電波の観測にはセンターフィードアンテナが用いられるが、今回使うBSアンテナはオフセットアンテナと呼ばれるものである。また、観測しやすくするために、検波器を製作した。これらのBSアンテナ、検波器に加えて、ブースター、テスター用いて電波望遠鏡を製作した。蛍光灯を用いて、この電波望遠鏡で電波を観測できること確認した後、実際に屋外で太陽電波を観測した。

化学系分野 【研究テーマタイトル】	研究要旨（アブストラクト）
2017 (H29) SSH 3期 3年目 創生研究 発展研究	デンプンに含まれるアミロペクチンの含有量の比較法
2テーマ / 8テーマ	本研究では、デンプンに含まれるアミロペクチンの含有量の比較法を研究した。その方法とは、 β -アミラーゼを用いてデンプンから還元糖を生成し、Somogyi-Nelson 法を用いて還元された糖との反応で生成されたモリブデン酸イオンの青色を比色する。その結果を、作成していた検量線を用いて、デンプン溶液中の還元糖の濃度を比較するという方法である。結果、デンプンと β -アミラーゼを2分以内で反応させると、アミロペクチンの濃度の比較を吸光度からできることが明らかになった。
2016 (H28) SSH 3期 2年目 創生研究 発展研究	果実に含まれるタンパク質分解酵素群の効果
1テーマ / 9テーマ	酢豚などの肉料理にパイナップルが使われていることから、果実に含まれるタンパク質分解酵素群が、生肉を柔らかくすることを知った。当初、生肉を用いて実験を行つたが、生肉は純粋なタンパク質ではないため、タンパク質分解酵素以外の影響が考えられる。そこでアルブミンを主成分とする卵白を用いた実験を行つたところ、単独の果実より複数の果実の果汁を混合することで、効果が大きくなるという結果が得られた。
NaCl aq-Cu 電極濃淡電池での起電力発生の原因	研究者の中学時の課題研究で NaCl aq と Al, Zn, Cu, C 電極の組み合わせの濃淡電池で起電力が発生することが分かつた。だが Na はこれらの電極金属よりイオン化傾向が大きいため起電力は発生しないと考えられる。そこで我々はこの NaCl aq-Cu 電極の濃淡電池の起電力発生の原因を調べるために、様々な条件を変え実験を行つた。様々な塩の水溶液での起電力の比較、水溶液中の溶存酸素を変化させての起電力の比較を行つた。これらの結果から本実験の電池の起電力はイオンの移動速度に影響されず、陽イオンと陰イオンの種類にのみ依存する、そして溶解酸素が阻害要因となる反応が起きているのではないかということが考えられる。

<p>2015 (H27) SSH 3期 1年目 課題研究 I, II</p> <p>3テーマ / 9テーマ</p>	<p>発光バクテリアの発光条件の制御</p>	<p>現在使用されている蛍光灯や電球などは光だけでなく熱を多く発生するため、エネルギーが無駄になっている。そこで、熱をほとんど発生しない発光である生物発光ならば、エネルギー効率の高い照明になると考えられる。本研究では、最終的に発光デバイスを作製することを視野に入れて、発光生物の中でも、イカと共生していて入手が容易で培養が可能な発光バクテリアを用いて、発光の制御を試みた。その結果、酸素や電解質に対する発光の変化を明らかにすることができた。</p>
	<p>炎色反応の発光順序に関する評価方法の検討</p>	<p>炎色反応を示す元素を含んだ水溶液を混合したときの発光順序がどうなるか、という点に疑問をもち、これを明らかにするための評価方法を検討した。炎色反応は原子中の電子が熱エネルギーによって励起され、電子が基底状態に戻る際に、励起によって得たエネルギーが光エネルギーとして放出される現象である。本研究では炎色反応を示す元素を含んだ混合水溶液を試料とし、目視および Windows (商標) のペイントツールを用いて画像の RGB 解析を行い、炎色反応の発光順序の確定を試みた。その結果 Ba → Li → Cu → K → Sr → Ca の順であると推定できた。また、詳細な分析のため分光分析計を用いての評価手法にも着手した。しかしへクトル解析ではノイズの少ないスペクトルは得られなかった。現在、強度の小さい光でも解析可能な方法を検討中である。</p>
	<p>色素増感太陽光電池の色素と補色による発電量の関係</p>	<p>私たちは色素増感太陽光発電の原理を知り、本研究で発電効率の上昇の方法について調べた。実験を行ったところ、太陽光での実験では天候や角度などの条件が固定できないため光源を用いて調べた。また、私たちは色相環の補色の関係によって発電効率が上昇するのではないかと考えた。そして、光源の色と色素の色が発電量に及ぼす影響を見いだすことになった。その結果、光源の色と、補色の関係と同様の関係にある色素を使用した時、発電量が他の色を使用した時に比べ多くなることが分かった。このことから、光源の色と色素の色との間に色相環の補色の関係と同様の関係が見られた。</p>
<p>2014 (H26) SSH 2期 5年目 課題研究 I, II</p> <p>3テーマ / 10テーマ</p>	<p>濃硫酸と希硫酸の境界～脱水作用からの検証～</p> <p>身近な物質を用いたタンニン酸の代用</p> <p>油脂で培養したコウジカビによるデンプンの分解性維持</p>	<p>濃硫酸と希硫酸の境界の濃度を検証するため、濃硫酸の性質である脱水作用に着目し実験を行った。本実験では濃度の違う硫酸を角砂糖に滴下して黒くなった部分の RGU (色の三原色である Red,Green,Blue を数値化した値で 0 に近づくほど黒くなる) を windows のペイントツールを使用して色の変化を調べたところ、定量的に 80 ~ 85 % のあたりで RGU の値の変化が大きくなることが分かった。よって、脱水反応の観点から濃硫酸と希硫酸の境界は 80 ~ 85 % の間にあると考えられる。</p> <p>タンニン酸は鉄が錆びるのを防ぐことができる事が知られている^{1)~3)}。タンニン酸は簡単に手に入らないので身近な物質(紅茶、緑茶)で、タンニン酸の代用できるのではないかと考えた。実験から、緑茶、紅茶ともに耐食性が確認され、そのうち緑茶がよりタンニン酸に近い耐食性があると示唆された。</p> <p>米コウジのコウジカビはデンプンやタンパク質を分解し、糖やアミノ酸に分解することはよく知られている。文献調査により、油脂(脂質)も分解することを知ったので、ゴマ油およびベニバナ油を含む寒天培地を用いて、米コウジのコウジカビを培養したところ良好な生育を示した。そして、そのコウジカビがデンプン分解性を維持していることを確認した。一部の条件においてはより効率良くデンプンを分解することが分かった。</p>
<p>2013 (H25) SSH 2期 4年目 課題研究 I, II</p> <p>4テーマ / 9テーマ</p>	<p>コンブに含まれる旨味成分の効果的な抽出条件</p>	<p>コンブで出汁を取る際には、沸騰直前でコンブを取り出すのがよいと言われている。そこで私たちは、なぜ沸騰直前がよいのかと考え、水を一定の温度に保ち、コンブの抽出液に含まれるグルタミン酸をホルモール滴定を用いて定量する実験を行った。また、これと並行してニンヒドリン反応を用いてコンブ抽出液中のグルタミン酸抽出量の変化を確認する実験を行った。その結果、一定の温度で抽出量が最高値を示すことが分かり、その温度における時間経過によるグルタミン酸抽出量を追跡したところ、30 分後を境に抽出量の増加は停止し、さらに 30 分を過ぎるとグルタミン酸抽出量が低下していくことが分かった。</p>

	キレート滴定による濃度測定	普段使われている水の「硬度」に関するカルシウムイオンに関心を持ち、本研究を実施するに至った。水の硬度とは水溶液中に含まれているカルシウムイオンやマグネシウムイオンの量である。そこで私たちはキレート滴定という硬度測定法を用いて、二酸化炭素を添加したときの炭酸カルシウムの水への溶解度の変化や土壤に含まれるカルシウムイオンの量を調べた。その結果、カルシウムイオン量の測定は植物の生育に適した土を簡便に見分ける指標として用いることが出来ると考えられる。
	古紙を用いた炭の吸着能力	昨今、ゴミの増加が環境問題となっている。そこで、優れた吸着効果で知られている活性炭を、我々は古紙から作成することにした。一般的なガス賦活ではなく、炭酸カリウムを用いた薬品賦活という方法で活性炭を作成した。使用した後の活性炭を加熱することによって、吸着能力が元の状態に回復することを踏まえ、電子レンジによる加熱で吸着能力の回復を行った。また、古紙に染み込ませる薬品の量を変え、吸着能力に変化は現れるのか調べた。その結果、古紙の質量に対して2.0倍の炭酸カリウムを染み込ませた時が一番良い結果となり、それ以外の場合は能力が下がると考えられた。次に、薬品賦活で使用する薬品を変えると能力に変化は現れるのかを調べることにしたところ、塩化ナトリウムから最も良い結果が得られた。
	反応物の反応した割合を調べる方法の開発～エチレングリコールの酸化反応を追いかけて～	私たちは授業で酸化還元反応を学んだことにより、酸化還元反応に興味を持った。そこで硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を用いてシュウ酸を酸化すると、二酸化炭素を発生することから、エチレングリコールを硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を用いて酸化し、二酸化炭素を発生させることにした。この反応で発生した二酸化炭素による質量の変化を使って、反応して二酸化炭素になったエチレングリコールの割合を求める試みを試みた。その結果を考察した。
2012 (H24) 2期 3年目 課題研究 I, II 2テーマ ／ 10テーマ	保湿性と殺菌性を兼ね備えたアルコール消毒液の作成	エタノールは消毒液として使用されているが、過度なエタノールの使用は手荒れを引き起こすことを文献調査で知った。そこで私たちは、保湿によって手荒れを軽減できないかと考え、保湿力のあるアルコールと殺菌力のあるアルコールを混合してその殺菌力と保湿力を調べる実験を行った。その結果、エタノールとエチレングリコールの混合物が両方の性質を相対的に高く持っていることがわかった。
	陰イオンの違いによるダニエル電池の起電力の違いについて	ダニエル電池の両極の金属の種類は変えず、陰イオンを硫酸イオン以外に硝酸イオン、塩化物イオンに変えた場合の起電力を測定した。その結果、いずれの場合も起電力が硫酸イオンの場合と比べて減少した。この理由を陰イオンが正極に接している水溶液と負極に接している水溶液を隔てる膜(ビスキングチューブ)の通過しやすさの違いに基づいて考察した。
2011 (H23) SSH 2期 2年目 課題研究 I, II 2テーマ ／ 10テーマ	銀樹の析出量と時間の関係	銀樹の析出量と時間との間にはどのような関係があるかを調べるために、先行研究をふまえて銅と硝酸銀水溶液を用いて5分間隔で60分まで研究した。結果、時間が経つにつれて硝酸銀水溶液の濃度が低くなったりにより、銀樹の析出速度が次第に遅くなることが分かった。しかし、60分までには全ての銀イオンが銀樹として析出しなかったため、1日静置してみた。すると、銀イオンはほぼ完全に銀樹として析出していた。このことから、60分から1日の間で硝酸銀水溶液中の銀イオンがほぼ銀樹として析出されたと考えられる。
	残留塩素の除去方法の評価	水道水は塩素によって消毒・殺菌されているが、そこに含まれる残留塩素は身体に害を与えることを文献調査の結果で知った。そこで、私たちは次亜塩素酸ナトリウム水溶液を用いて「加熱する」「紫外線を照射する」「還元剤を加える」の3つの実験を行い、残留塩素の除去効率について、それぞれ評価した。その結果「還元剤を加える」が最も効率よく残留塩素を除去することがわかった。

<p>2010 (H22) SSH 2期 1年目 S工房</p> <p>3テーマ / 11テーマ</p>	<p>発熱反応の制御および促進条件</p>	<p>発熱及び吸熱反応を利用した商品には「使い捨てカイロ」「レンジのいらない弁当」「蒸散性殺虫剤」「瞬間冷却剤」などに幅広く用いられている。特に酸化カルシウム (CaO) が水と反応して水酸化カルシウム (Ca(OH)₂) になるとき大きな熱量を発生するためこの反応は様々な物に用いられている。ただこの発熱反応は一気に進んでしまい、制御が困難であり、例えば飲み物や食べ物を自分の好みの温度にしたくても熱くなりすぎたり、逆に温度が上がりきらなくなることがある。そこで、発熱を止めるような物質はないだろうかということに着目し、同時に促進条件も検討した。</p>
	<p>超伝導体の作製と評価</p>	<p>私たちは、世界的に注目されている超伝導について興味をもった。そこで先輩の研究や文献などを参考にしながら超伝導体の作製を試みることにした。本研究の目的は超伝導体の性質を理解して、かつ表面積や焼成温度による転移温度の変化を科学的に検証することである。まずは、基本となる超伝導体の作製に着手した。最初の実験での失敗から原因をつきとめた結果、超伝導体を作製することができた。また、焼成温度、穴の数の変化による転移温度の変化を調べてみると、焼成時間の違いにも、穴の有無によっても転移温度に違いがあることがわかった。今後作製する試料の数を増やし、その規則性について考えることが課題である。</p>
	<p>柑橘類の果汁および外皮中の精油の紫外線吸収効果</p>	<p>身近な柑橘類にはクエルセチンという物質が含まれており、紫外線を吸収するはたらきがあることを文献調査の結果知った。そこで柑橘類の果実から果汁と外皮に含まれる精油を抽出し、紫外線吸収率を測定する実験を行った。その結果、柑橘類の果汁と精油には紫外線を吸収するはたらきのある物質が含まれることがわかった。しかしそのはたらきがクエルセチンに起因すると確認することは出来なかった。</p>
<p>2009 (H21) SSH 1期 5年目 S工房</p> <p>4テーマ / 10テーマ</p>	<p>テルミット反応を用いた純銅の生成</p>	<p>純粋な金属を生成する時、現在の重工業ではボイラーや溶解炉などの大規模な装置が用いられる。今回私達が実験に使用した銅も主に電気分解によって生成される。しかし、アルミニウムとの酸化還元反応（通称テルミット反応）を用いれば、上記のような大規模な装置や熱源を必要とせずに金属を生成する事が出来る。だが、この反応はとても激しいため、反応の途中で試料の大部分が消失する。また、不純物が混入して合金化するなどのデメリットを有する。そこで私達は、純銅をある一定の割合ずつ試料に加えることで反応を適度に抑制しようと考えた。そしてその結果、生成物の純度にどのような変化をもたらすのかを調査した。</p>
	<p>身近な食品からの液晶合成</p>	<p>私たちは液晶に興味を持ち、調べてみた結果、身近にある食品に含まれるコレステロールからコレステリック液晶という液晶を作ることができることが分かった。そこで私たちはイカ墨から液晶物質を合成することを目的に実験を始めた。まず、イカ墨からコレステロールを抽出した。しかし、この操作で得たコレステロールは微量であったため、リバーマン・ブルヒアルト反応によりこの試料がコレステロールであると確認した後、市販のコレステロールを使用し、液晶物質の合成を続けた。コレステリック液晶はコレステロールのエステル化によって合成され、本実験では酢酸、安息香酸、パルミチン酸の三種のカルボン酸を用いて行った。そして得られた試料の温度による変化を観察した。</p>
	<p>超伝導</p>	<p>近代になり急激な進歩をしてきた超伝導だが、まだ未知のことが多い分野もある。中でも新しい分野である高温超伝導に着目した。高温超伝導とは、イットリウムを中心構成された物質であり、酸素欠損型ペロブスカイト構造という結晶構造をしている。酸素欠損型とはいうものの、どれだけ酸素が欠損しているのかについて明言はされていない。そこで、形状を変えることにより酸素含有量を変化させ、それによる転移温度の変化を測定した。その結果、形状の変化によって転移温度に変化は見られないものの、試料を均一に作製することが出来ることが判明した。</p>