

平成21年度（第53回）
岩手県教育研究発表会資料

高等学校生物におけるシロイヌナズナを用いた 教材の開発に関する研究

《補助資料目次》

岩手県立総合教育センターにおけるシロイヌナズナ教材に関する覚書	1
「遺伝情報とその発現」プリントNo.1～5	2
「遺伝情報とその発現」事前・事後アンケート	9
「遺伝情報とその発現」単元テスト	11

平成22年2月18日
岩手県立総合教育センター
長期研修生
所属校 岩手県立大槌高等学校
八尾晃一

岩手県立総合教育センターにおけるシロイヌナズナ教材の開発に関する覚書

岩手県立総合教育センター（以下「教育センター」という）と独立行政法人理化学研究所バイオリソースセンター（以下「理研 BRC」という）は、平成 21 年度に教育センターで実施する理科教材の開発研究に対し、理研 BRC が保有する実験植物シロイヌナズナの野生系統及び変異体系統の種子（以下「植物種子」という）を提供するにあたり、次の事項に合意する。

1. 理研 BRC は、教育センターが実施する理科教材の開発研究の趣旨に賛同し、当該開発研究を支援するため無償で植物種子を教育センターに提供する。
2. 理研 BRC は、植物種子及びこれに由来する個体の由来・性質・維持方法等、付随する情報を必要に応じて教育センターに提供する。
3. 教育センターは、管理取扱場所を科学産業教育担当生物実験室内として、自らの責任のもと植物種子を利用して理科教材の開発研究を実施する。
4. 教育センターは、理研 BRC から提供を受けた植物種子を理科教材の開発研究及び当該教材を用いて教育センターが実施する教育活動にのみ使用し、他の機関に提供してはならない。
5. 教育センターは、理研 BRC から提供された植物種子及びこれに由来する個体、組織、種子等を適切に管理し、使用を終えた際には自らの責任で適切な方法により不活性化して処分する。
6. 教育センターは、理科教材の開発研究の成果を公表する際には理研 BRC の協力を得たことを明示するとともに、その内容について理研 BRC に報告する。理研 BRC は、事業の成果としてそれを公表することができる。
7. 教育センターは、開発した理科教材の使用を他の教育機関が希望する場合には、理研 BRC に提供を依頼する。理研 BRC は、当該機関と別途覚書を締結した後、無償で植物種子を提供する。
8. 理研 BRC は、教育センターが行う理科教材の開発研究への使用等によって教育センター及び第三者に発生した損失等についてその責を負わないものとする。
9. 本覚書に定めのない事項については双方で別途協議し処理する。

以上により覚書 2 通を作成し、教育センター、理研 BRC それぞれ 1 通を所持する。

年 月 日

教育センター

機関名：岩手県立総合教育センター
住 所：岩手県花巻市北湯口第 2 地割
82 番 1

機関長：所長 藤原忠雄 印

取扱責任者：長期研修生 八尾晃一 印

理研 BRC

機関名：独立行政法人理化学研究所
バイオリソースセンター
住 所：茨城県つくば市高野台 3-1-1

機関長：センター長 小幡裕一 印

遺伝子の本体をめぐる研究

遺伝子は、遺伝の法則を発見したメンデルが個体（体細胞）には、形質を現すもとなる何らかの要素（エレメント）があると考え、それは配偶子によって子に運ばれると考えたことから始まる。その後、遺伝子とはどのような物質であるかということが議論され染色体の構成物であるタンパク質か DNA（デオキシリボ核酸）かをめぐる研究が行われた。生物 I で学んだグリフィス、アベリー、ハーシーとチェイス、ワトソンとクリックのそれぞれの研究からどのようなことが結論づけられたのか確認しよう。

1 生物 I の復習

(1) 遺伝子とは？

【 】は、生物の個体（体細胞）には、形質を現すもとなる何らかの要素（エレメント）があると考え、それは配偶子によって子に伝えられると考えた。【 】が考えた要素は、その後【 】と呼ばれるようになり、【 】は染色体に存在することが証明されている。

(2) 遺伝子の本体=DNA を示す実験

遺伝子は、【 】を発見するとともに、それを次代に伝えることができる物質でなければならない。その物質は、はじめ【 】であると考えられてきた。しかし、現在は、【 】が遺伝子の本体であることが様々な実験によって明らかにされてきた。

(3) グリフィスの実験

グリフィスは、【 】の S 型菌と R 型菌を用いた実験により、非病原性の R 型菌が【 】を起こすことを発見した。

(4) アベリーの実験

グリフィスの実験を受けつぎ、【 】を起こす物質が【 】と【 】のうち【 】であることを強く示唆した。

(5) ハーシーとチェイスの実験

【 】を用いて【 】が遺伝子の本体であることを明らかにした。

(6) ワトソンとクリックのモデル

【 】がどのような立体構造をしているかを明らかにした。その構造は、【 】と呼ばれ【 】と【 】,【 】と【 】が【 】に互いに対になるような弱い結合でむすばれている。

まとめ : これらの発見により、遺伝子の本体が DNA であることが証明されてきた。遺伝子の本体である物質が解明されることによって、生物学にもたらしたことを考えてみよう。

年 月 日 曜日 時間目 _____ 年 組 番 氏名 _____

DNAの抽出

遺伝子の本体とされる DNA (デオキシリボ核酸) は、1871 年にスイスのミーシャーにより発見された。そのとき用いられた材料はヒトの包帯に付着したウミ (白血球) やサケの精巣であった。今回の実験では、植物の遺伝子の研究に用いられるシロイヌナズナ (学名: *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh) とこれと同じアブラナ科であるブロッコリーについて、実際の生物から取り出してみよう。

【目的】 生物から DNA を抽出し、物質 (核酸) であることを確認するとともに、生物の部位により抽出される DNA を比較する。

【材料】 ブロッコリーの花蕾と葉・シロイヌナズナの葉

【器具】 蒸留水 100ml, NaCl (食塩) 12g, 中性洗剤数滴 (→これらが DNA 抽出液とよばれる) 無水エタノール, ビーカー, ガラス棒, 乳鉢, 乳棒, ガーゼ

【方法】

- (1) 蒸留水 100ml に食塩・中性洗剤を加え、DNA 抽出液を作成する。
- (2) 材料を 5g 計り、乳鉢にいれ乳棒で細胞を粉砕する。
- (3) DNA 抽出液を乳鉢に入れ、10 分間静かに整置する。(予想をプリントにまとめる)
- (4) ガーゼでビーカーに濾しとる。
- (5) ガラス棒を用いて、静かにエタノールを注ぐ。(もう一人が析出する状態の観察とメモ)
- (6) DNA 抽出液とエタノールの二層にわかれ、エタノールの層に DNA が析出してくる。
- (7) 抽出された DNA をガラス棒で絡めとり、ろ紙に付着させる。
- (8) 酢酸オルセインを数滴たらし、乾燥させ観察する。(今まで学んだこととの関連を考察する)

【予想】 抽出される DNA の予想を立てよう！

《材料名》	予想される色	予想される形	予想される量

それぞれの DNA の比較からわかったこと

DNA を酢酸オルセインで染色することで、わかったこと

遺伝子と DNA の違いを考えよう。

実験の感想

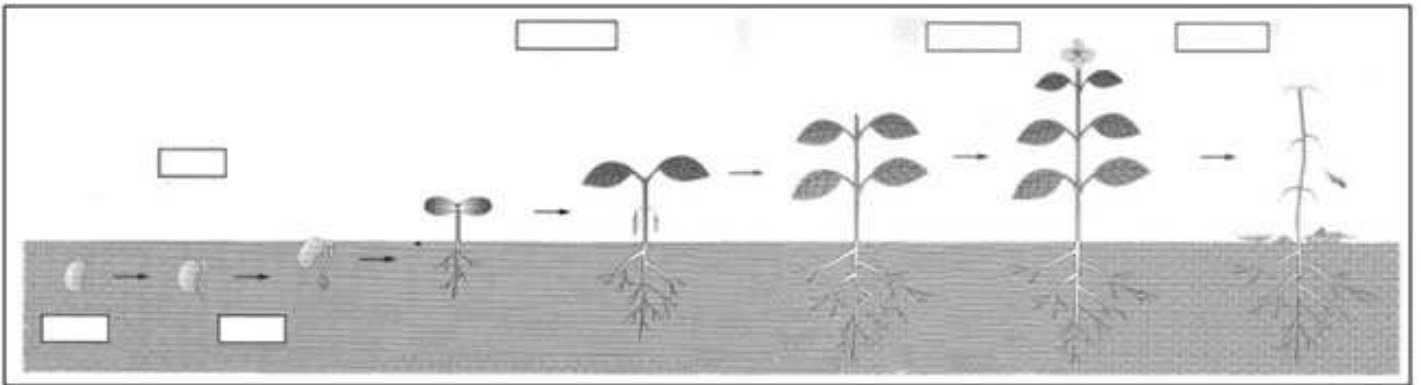
年 月 日 曜日 時間目 _____ 年 組 番 氏名 _____

生物の遺伝子研究で用いられている植物について

現在、生物において遺伝情報の解明（ゲノムの解読）がさかんに行われている。植物においては、シロイヌナズナ（学名：*Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh）が2000年に最も早くすべてのDNA配列が解明された。シロイヌナズナは「モデル植物」といわれ、ここ数年で植物のさまざまな生物現象の解明に大きな役割を果たしている。この植物を利用して「遺伝情報とその発現」について学習しよう。

（1）一般的な植物の生活について

生物と遺伝子の関わりを学ぶためには、対象となる生物の生活について詳しく知らなければならない。生物Iでは、植物の生活として次のようなことを学んだ。空欄を埋め、関連する植物ホルモンをまとめよう。



（2）シロイヌナズナの生活について

シロイヌナズナの形態や生活の特徴を観察しながらスケッチし、なぜ遺伝子に関する研究材料となったのかをまとめ、その理由を考えよう。

	<p>栽培が簡単で、発芽から結実までの一生が短い</p> <p>染色体数が $2n=10$ でゲノムサイズが植物中で最少。</p> <p>自家不和合性が高い。</p> <p>アブラナ科である。</p>
--	---

年 月 日 曜日 時間目 _____ 年 組 番 氏名 _____

遺伝子による器官形成の調節（被子植物の ABC モデル）

目的 花の器官形成と遺伝子の関係を考えながら、シロイヌナズナ (*Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. ; 被子植物門アブラナ科) の花の構成部位（がく，花弁，雄しべ，雌しべ）を観察する。

【材料】 シロイヌナズナの花

【器具】 光学顕微鏡，ピンセット，柄つき針，スライドガラス，カバーガラス，蒸留水，スポイト

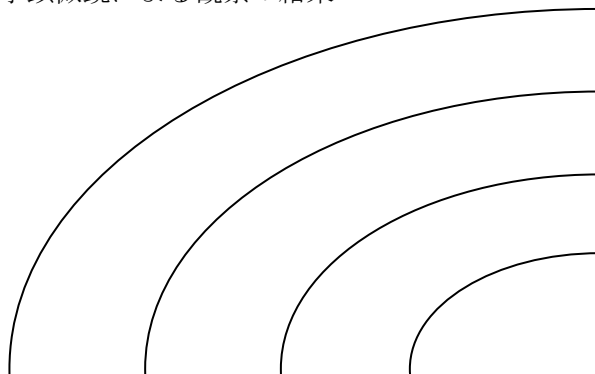
【方法】

- (1) シロイヌナズナの開花している花をピンセットでつまみ，観察した後，スライドガラスの上で，ピンセットを用いて「がく」・「花弁」・「雄しべ」・「雌しべ」の4つの部位にわけろ。
- (3) それぞれをスライドガラスの上に置き，水で封じて低倍率で観察し，スケッチする。
- (4) 調節遺伝子と花の器官形成である ABC モデルを考察する。

問：がく片・花弁・雄しべ・雌しべそれぞれの数を答え，表を完成させなさい。

部位	がく片	花弁	雄しべ	雌しべ
数				

光学顕微鏡による観察の結果



ABC モデル

感想

年 月 日 曜日 時間目 年 組 番 氏名

シロイヌナズナの遺伝子変異体

目的 遺伝情報による形質発現を考えながら、シロイヌナズナ (*Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. ; 被子植物門アブラナ科) の野生型と変異体を観察する。

【材料】 シロイヌナズナ (恒温 26℃, 24h 照射, 40 日生育) 理化学研究所より種子提供。

野生型 (colombia)

変異体 (gl1 : 毛 (トライコーム消失) ,abi1 (アブシシン酸耐性))

【器具】 光学顕微鏡, ピンセット, 柄つき針, スライドガラス, カバーガラス, 蒸留水, スポイト

【方法】

- (1) シロイヌナズナの植物体 3 個体を比較しながら観察し, 違いをまとめる。
- (2) それぞれの葉を摘み, 葉をうすくはぎとり水で封じて低倍率で検鏡する。
- (3) 形質の違いを意識しながら, 毛や気孔をスケッチする。
- (4) 野生型と変異体の遺伝情報による形質発現の違いを考察する。

【結果と考察】

- (1) 外観から気づいた点
 - (ア) 野生型 (colombia)

(イ) 変異体 (gl1)

(ウ) 変異体 (abi1)

変異体については、それらの遺伝子に関する情報が Web 上にデータベース化されている。情報を見ながら形質について顕微鏡を用いて観察し、遺伝情報による形質発現を考えよう。

(2) トライコームの様子

(3) 気孔の様子

--	--

(4) 顕微鏡による観察から気づいたこと

(5) 遺伝情報との形質発現に関して考えたこと

年 月 日 曜日 時間目 _____ 年 組 番 氏名 _____

「遺伝情報とその発現」事前アンケート

3年 組 番 氏名

このアンケートは、生物Ⅱ「遺伝情報とその発現」の単元において、みなさんの興味関心などを調べるためのアンケートです。テストなど評価に関係しませんので安心して答えてください。

質問に対して、素直に自分の最も近いものを選んで記号を○で囲んでください。

1 次の(1)～(7)について興味・関心がありますか。

(1) 自然

ア ある イ どちらかというところ ウ どちらかというところない エ ない

(2) 生き物としての生物全般

ア ある イ どちらかというところ ウ どちらかというところない エ ない

(3) 生物のしくみやはたらき

ア ある イ どちらかというところ ウ どちらかというところない エ ない

(4) 高校の生物の学習

ア ある イ どちらかというところ ウ どちらかというところない エ ない

(5) 生物の観察や実験

ア ある イ どちらかというところ ウ どちらかというところない エ ない

(6) 生物の遺伝分野（メンデルの遺伝の法則など）

ア ある イ どちらかというところ ウ どちらかというところない エ ない

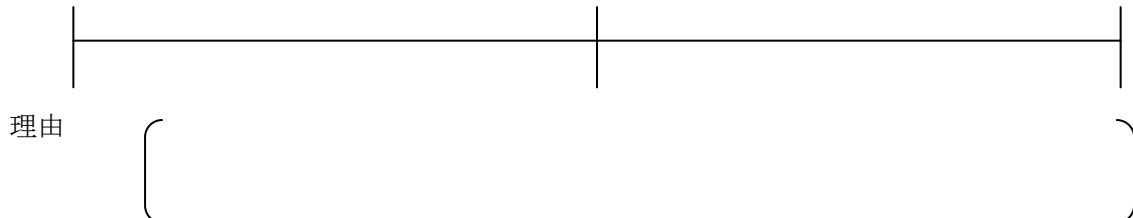
(7) 生物の遺伝子のはたらき

ア ある イ どちらかというところ ウ どちらかというところない エ ない

2 次の質問に対する今の自分の状態について数直線の位置として、あらわしてください。

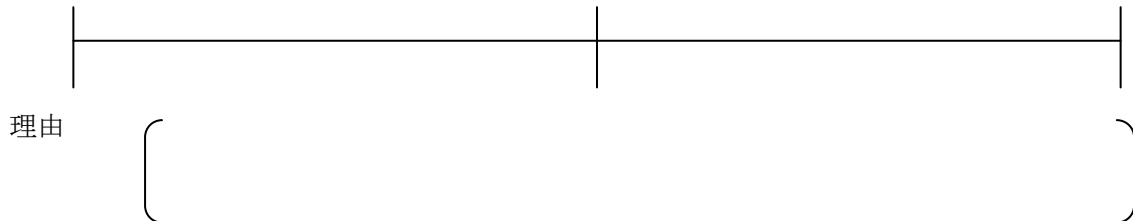
(1) 遺伝子について学ぶことは、あなたにとって役に立つと思いますか。

役に立つ どちらともいえない 役に立たない



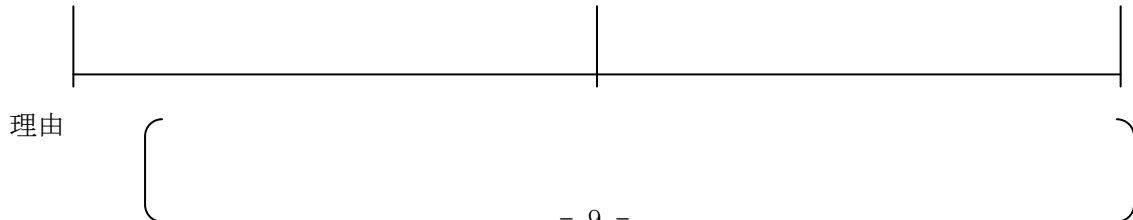
(2) 遺伝子操作やバイオテクノロジーについて興味や関心がありますか。

ある どちらともいえない ない



(3) 遺伝子について、より深く学びたいと思いますか。

思う どちらともいえない 思わない



《事後のみ》

3 授業で用いた「シロイヌナズナを用いた教材」について、次の質問に答えてください。

それぞれの観察や実験は、「遺伝情報とその発現」の単元での授業理解に役立ちましたか。記号で答えてください。

(1) DNAの抽出

ア はい イ どちらかという、はい ウ どちらかという、いいえ エ いいえ

(2) 植物体と種子の観察

ア はい イ どちらかという、はい ウ どちらかという、いいえ エ いいえ

(3) 花の観察による形質発現の調節 (ABC モデル)

ア はい イ どちらかという、はい ウ どちらかという、いいえ エ いいえ

(4) 野生種と遺伝子変異体の観察

ア はい イ どちらかという、はい ウ どちらかという、いいえ エ いいえ

(5) 「遺伝子に関する技術・研究と私たちの暮らし」小論文

ア はい イ どちらかという、はい ウ どちらかという、いいえ エ いいえ

4 それぞれの教材に関する意見や要望を答えてください。

(1)

(2)

(3)

(4)

(5)

5 授業全体に関する意見や要望を答えてください。

1 遺伝子の本体が DNA であることを示した次の文を読み，下の問いに答えなさい。

遺伝の法則の発見者である【①】は，生物の個体（体細胞）には，形質（生物の形態や性質の特徴）を現すもととなる何らかの要素（エレメント）があるとし，それは配偶子によって子に伝えられると考えた。その後，その要素が【②】と呼ばれるようになった。【②】は，形質を発現するとともに，それを次代に伝えることができる物質でなければならない。その物質は，はじめ【③】であると考えられていた。

イギリスのグリフィスは，【④】の S 型菌と R 型菌を用いた実験により，非病原性の R 型菌が【⑤】を起こすことを発見した。グリフィスの実験を引き継ぎ，アメリカのアベリー（エイブリー）が，形質転換を起こす物質が【③】と DNA のうち，DNA であることを強く示唆した。さらに，ハーシーとチェイスが【⑥】を用いて DNA が遺伝子の本体であることを明らかにした。

そして，DNA はらせん構造をもつことが示され，いろいろな生物の DNA について塩基【⑦】と【⑧】，【⑨】と【⑩】の数がそれぞれ等しいことが示された。その後，アメリカのワトソンとクリックは，DNA が【⑪】構造であると提唱した。

問 1 文中の【①】～【⑪】に当てはまる語句を答えなさい。

《ただし【⑦】～【⑩】は記号ではなく，物質名で答えること》

問 2 DNA は，右の図のような構成単位で構成されている。

図中のアは物質名を，イは糖の種類を答えなさい。

問 3 図の構成単位の名称を答えなさい。

問 4 DNA 以外の核酸の名称を答えなさい。

問 5 問 4 の核酸が DNA と異なる点を，2 点答えなさい。

問 6 ある DNA の 2 本鎖の一方が CTTTGTCCG の塩基配列をもつ場合，これと対になるもう一本の鎖の塩基配列はどのようなになるか。

問 7 ある生物の DNA に含まれる塩基のなかで，C で示される物質（シトシン）の割合を調べたところ，15%であった。残りの塩基 A（アデニン），G（グアニン），T（チミン）の割合をそれぞれ答えなさい。

問 8 ある生物の 1 本鎖の DNA に含まれる塩基のなかで C が 20%，G が 25%，A が 30%，T が 25%であった。この生物の DNA に含まれる塩基の割合を A，T，C，G すべて答えなさい。

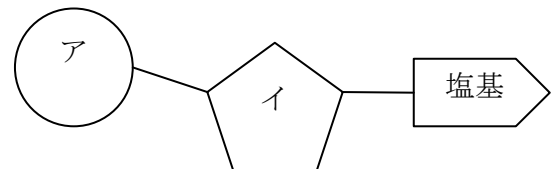
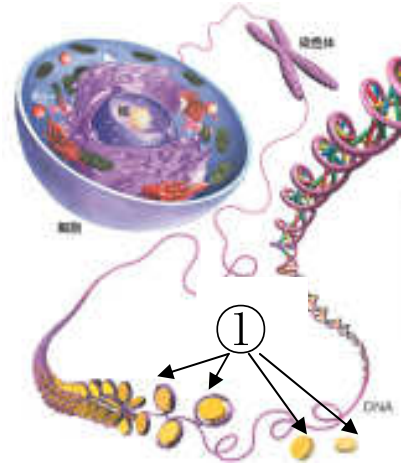


図 DNA の構造

2 DNA と染色体について次の文を読み問いに答えなさい。

生物の中で、原核生物では DNA は環状で、ほとんど裸の状態が存在する。これに対して真核生物の細胞では通常 (①) と呼ばれるタンパク質と結合して染色体を形成している。1本の染色体に含まれる DNA は、切れ目のないひとつづきに DNA 分子で、核の中には染色体数と同じ DNA 分子があることになる。

- 問1 文中の①にあてはまるタンパク質の名称を答えなさい。
問2 ヒト、大腸菌、シロイヌナズナは、それぞれ原核生物か真核生物か。
問3 ヒト($2n=46$)、シロイヌナズナ($2n=10$)、大腸菌それぞれの DNA 分子は、一つの細胞の中にいくつあるか答えなさい。



3 次の a~e の文は、遺伝情報によるタンパク質合成の過程について説明したものである。問いに答えなさい。

- a リボソームでは、mRNA のコドンに対応するアミノ酸を結合した tRNA がやってきて、アンチコドンの部分で mRNA と結合する。
b 真核細胞では、合成された RNA から不要な部分が除かれ、必要な部分がつなぎあわされて mRNA ができる。
c mRNA は核膜孔から細胞質へ出て、リボソームと結合する。
d tRNA によって運ばれたアミノ酸はできつつあるタンパク質 (ペプチド鎖) の末尾のアミノ酸とペプチド結合して、tRNA は mRNA から離れる。
e DNA の2本鎖の一部がほどけて、DNA の塩基配列を写しとるようにして RNA が合成される。

- 問1 上の a~e をタンパク質合成の正しい順序に並び変えなさい。
問2 a~e の中で、e を特に、遺伝情報の何とよばれるか。漢字二文字で答えなさい。
問3 a~e の中で、b を特に、遺伝情報の何とよばれるか。カタカナ五文字で答えなさい。
問4 a~e の中で、a を特に、遺伝情報の何とよばれるか。漢字二文字で答えなさい。
問5 RNA は3種類存在し、タンパク質合成の過程でそれぞれ働く。次のア~ウの RNA の働きを表した文として最も正しいと思われる文の記号 I~III を選び、答えなさい。

- | | |
|---------------------|-------------------------------------|
| ア mRNA (メッセンジャーRNA) | I DNA の情報を運ぶ (運搬)。 |
| イ tRNA (トランスファーRNA) | II DNA の情報を伝える (伝令)。 |
| ウ rRNA (リボソーム RNA) | III DNA の情報によりタンパク質と結合し、リボソームを構成する。 |

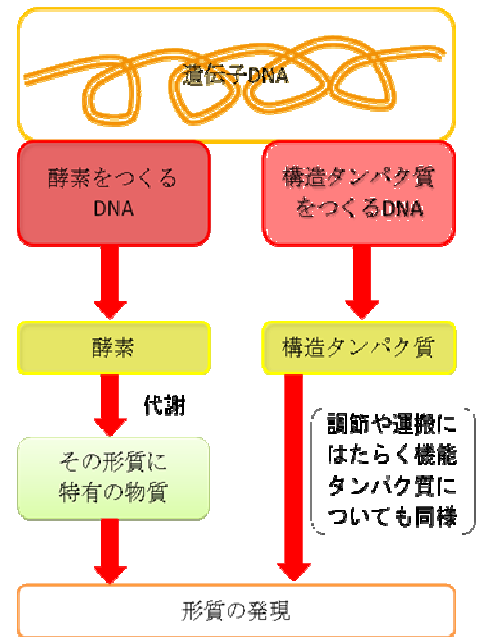
4 遺伝 DNA による形質の発現について、図を見ながら問いに答えなさい。

問1 実験では「シロイヌナズナの遺伝子変異体の観察」を行った。シロイヌナズナの毛（トライコーム）の形質が発現しない変異体 *gl1* は、「酵素をつくる DNA」と「構造タンパク質をつくる DNA」どちらに異常があると考えられるか。

問2 問1と同様に、アブシシン酸耐性の形質をもつ変異体 *abi1* は、「酵素をつくる DNA」と「構造タンパク質をつくる DNA」どちらに異常があると考えられるか。

問3 アブシシン酸耐性である変異体 *abi1* は、乾燥に弱く、野生型にくらべ成長・生殖は早いが発芽率が低い。これは、植物ホルモンであるアブシシン酸がシロイヌナズナのなかで伝達されていないことによる。

乾燥に弱いという形質は、アブシシン酸のどのような働きのために発現したと考えられるか。また、発芽率が低いという形質は、アブシシン酸のどのような働きのために発現したと考えられるか。



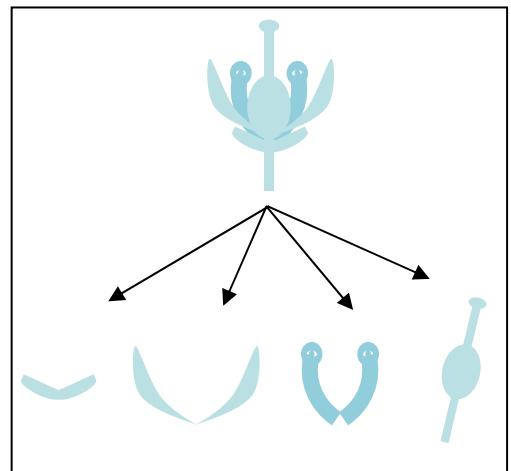
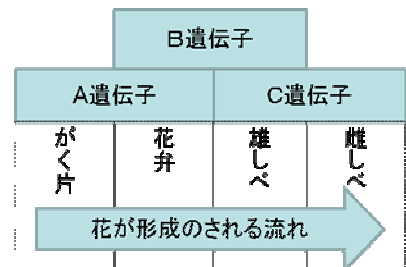
5 被子植物の形態形成について、次の問いに答えなさい。

問1 遺伝子のなかには、他の遺伝子の発現を調節するものがある。そのような遺伝子をなんというか。

問2 被子植物の花の形成には、問1の遺伝子がはたらいている。そのはたらきは、()モデルと呼ばれ、右のような図で示すことができる。()にあてはまる語句を答えなさい。

問3 A 遺伝子, B 遺伝子, C 遺伝子, ABC 遺伝子すべてに異常が生じたときのシロイヌナズナの花は、それぞれどのような花になるか。右の被子植物の模式図を参考に、図と文字（部位を書く）で説明しなさい。

正常な花の形成に関わる調節遺伝子



6 動物では、クローン動物や ES 細胞、植物では、遺伝子導入や遺伝子組換え食品などの技術により社会にあたえる恩恵（よい影響）と今後の社会の課題（問題となること）を一つずつ自分の考えをわかりやすく答えなさい。ただし、科学的な用語や概念を使用して説明すること。