

## アカジソ由来の酸塩基指示薬の作成と小中学校理科教材への応用

Preparation of acid-base indicators made from red shiso and  
its application to the science experimental teaching  
materials of elementary and junior high schools.

早川 潤\*・鎌田 正喜\*

Jun HAYAKAWA\* and Masaki KAMATA\*

**Key words:** Red Shiso, *Perilla frutescens*, Acid-base indicator, Experimental teaching material

## 1 はじめに

小学校・中学校理科の教科目標として、(1) 自然の事物・現象に進んでかかわること、(2) 目的意識をもって観察、実験を行うこと、(3) 科学的に探究する能力の基礎と態度を育てること、(4) 自然の事物・現象についての理解を深めること、(5) 科学的な見方や考え方を養うこと、が挙げられている[1-2]。新指導要領では、児童・生徒に自然科学に関する知識の集積だけでなく、自ら、自然の事物・現象に興味や関心を持ち、十分な実験・観察を行うことによって、それらに対する理解を一層深めるための活動や実体験を求めている。一方、OECD（経済協力開発機構）のPISA調査では、日本の児童・生徒に関して、『知識・技能を活用する能力に課題』があることが指摘されている[3]。その原因は、現在の小中学生が、身の回りや、生活の中で起こる科学現象の観察や理解が不十分で、学校の理科授業で得た知識とこれらとの関連づけができていないためと考えられる。そのため、小中学校の理科教材として、身のまわりの事物・現象を活用した「ものづくり」を行い、直接的に「使える知識を与えられる教材の開発」が必要である。

本研究では、小中学校の理科、「水溶液の性質」の単元から、身近なものを用いた酸塩基指示薬の作成に着目した。ムラサキキャベツ由来の酸塩基指示薬を利用した理科実験教材が報告されており[4]、現在、小中学校の理科教科書にも、身近で使われている酸塩基指示薬の例としてムラサキキャベツから抽出した色素に関する実験が記載されている[5]。これは、ムラサキキャベツの色素であるアントシアニンが、身近の酸性・アルカリ性水溶液の水素イオン濃度に対応して構造変化することで、その色が変化する現象を利用したものである[4]。しかし、ムラサキキャベツは、一年間を通じて入手することが難しいこと、長期間保存することが難しいこと、比較的値段が高いことなどの理由から、オールシーズン用の指示薬としては向かないこと、さらには色素としての利用が指示薬としてのみ限られ、生活の中の科学現象との関連がないというデメリットを持っている。

そこで、本研究では、ムラサキキャベツに代わりアカジソを天然の指示薬として利用すべく研究を開始した。アカジソは、含アントシアニン食品で梅干には欠かせない素材である。梅が塩漬される過程で、梅が豊富に持つ有機酸によって梅酢は酸性となり、溶け出したアカジソ由来のアントシアニンが赤色に変化する。そのため、緑色であった梅がアカジソのおかげで赤く着色される[6]。もし、アカジソの色素を酸塩基指示薬として利用できるならば、アカジソは、ムラサキキャベツと違って安価で大量に入手できるうえ、乾燥す

2011.11.14 受理

\*新潟大学教育学部化学教室：Department of Chemistry, Faculty of Education, Niigata University, 950-2181 Japan

ることで長期保存が可能になるため、時期を選ばず、いつでも使用できるというメリットが出てくる。本研究においては、この身近な現象に着目し、アカジソ由来の酸塩基指示薬の作成方法と理科教材としての活用方法を検討するとともに、これまで酸塩基指示薬として用いられてきたムラサキキャベツ由来の酸塩基指示薬との比較も行ったので報告する。

## 2 アカジソ酸塩基指示薬の調製とその使用法

### 2.1 準備

アカジソ（八百屋等で購入）、電子レンジ（本研究では500Wの電子レンジを使用した）、キッチンペーパー、ジップバック、お茶パック（不織布）、300mlビーカー、サランラップ（キッチンペーパー、ジップバック、お茶パックおよびサランラップはすべて100円ショップで購入できる）。

### 2.2 アカジソの乾燥とその粉末化

八百屋で購入した（7月初～中旬頃に購入できる。1束10本で800～900円。乾燥すると約100gの粉末が得られる）アカジソの束（図1）から葉を収穫し、それを水で洗った。キッチンペーパーなどを用いてアカジソの葉についた水気をよく切る。アカジソの葉を重ねないようにキッチンペーパーの上に敷き詰めて電子レンジで1分間加熱し、葉を裏返して、再度30秒加熱する。葉の乾燥が不十分だったら、乾燥するまで葉を裏返ししながら、30秒ずつの加熱を繰り返して行った。総計でおよそ2分間程度の加熱で十分に乾燥できることがわかった（図2）。乾燥したアカジソの葉をジップバックに入れ、外から揉むことでアカジソの葉を粉末化した（図3）。アカジソ粉末は、ジップバックに入れた状態で空気をなるべく除き、冷凍することで長期保存が可能である。

### 2.3 アカジソ酸塩基指示薬の調製

2.2で作成したアカジソ粉末1gをお茶パック（100円ショップで購入）に入れた。そのお茶パックと水200mlを300mlビーカーに入れ、10分間放置した。その後、アカジソ色素が溶け出した液をデカンテーションし、アカジソ酸塩基指示薬とした（図4）。アカジソ酸塩基指示薬を用いる際は、空気中の酸素と反応するので使用直前（1時間以内）に抽出する必要がある。そのため、使用直前までは容器にサランラップをかけて冷蔵庫で保存するのが望ましい。使用時には、サンプルびん（または試験管）にアカジソ酸塩基指示薬を3ml量りとり、そこにpHを調べたい液体を1ml加える。

## 3 アカジソ酸塩基指示薬を用いた実践例

### 3.1 授業におけるアカジソ酸塩基指示薬の調製

小学校・中学校の授業において、配布資料として用いることのできるプリント（アカジソ酸塩基指示薬の調製方法と使用方法）を作成した（巻末資料として掲載）。

### 3.2 身近にある食品や薬品の液性評価

表1に身近な食品や薬品のpHと、アカジソ酸塩基指示薬を添加した際の色の変化、そして添加後の溶液のpHを示した。この実験において、pHメータはHANNA instrumentsのポータブルpHメーターを用いた。有効成分が塩酸のサンポールは強酸、有効成分が有機酸のポッカレモン、ミツカン穀物酢は弱酸、ファミリーフレッシュ、エマールは中性、アルカリ成分が含まれている部屋干しトップ、水酸化カリウムが含まれているキレイキレイ、有効成分がアンモニア水のキンカン、高級脂肪酸カリウム塩の食器洗いセッケンは弱塩基、有効成分が水酸化ナトリウムのカビキラー、パイプマン（濃厚タイプ）は強塩基として区分した。

アカジソ酸塩基指示薬を添加した際、強酸と区分したサンポールは濃赤色になり、弱酸と区分したポッカレモンとミツカン穀物酢は淡赤色となった。中性と区分したファミリーフレッシュ、エマールは紫色のままアカジソ酸塩基指示薬の色から変化しなかった。弱塩基として区分した部屋干しトップ、キレイキレイ、

表1 身近な食品や薬品のpHと、アカジソ酸塩基指示薬を添加した際の色の变化とその時の溶液のpH

	原液			アカジソ酸塩基指示薬添加後	
	商品名	成分	pH	色	pH
強酸	サンポール 	塩酸(9.5%), 界面活性剤(アルキルトリメチルアンモニウム), 洗浄助剤	0.32	濃赤	0.67
弱酸	ポッカレモン 	レモン, 香料	2.27	淡赤	2.31
	ミツカン穀物酢 		2.47	淡赤	2.68
中性	ファミリーフレッシュ 	界面活性剤(18% 高級アルコール系(陰イオン)), 安定化剤	6.71	紫	7.01
	エマール中性 	界面活性剤(18% ポリオキシエチレンアルキルエーテル), 安定化剤, 分散剤	6.90	紫	7.03
弱塩基	部屋干しトップ 	界面活性剤(39% ポリオキシエチレンアルキルエーテル), 安定化剤, アルカリ剤, 抗菌剤, 酵素)	9.19	緑	9.12
	キレイキレイ 	有効成分: イソプロピルメチルフェノール その他の成分: グリセリン, ラウリン酸, ミリスチン酸, 水酸化K, ラウリルジメチルアミンオキシド液, アクリル酸アルキル共重合体エマルジョン-2, モノエタノールアミン, EDTA, 安息香酸塩, 黄4, 青1	10.49	緑	10.19
	キンカン 	本品 100 ml 中 アンモニア水(21.30 ml), l-メントール(1.97 g), d-カンフル(2.41 g), サリチル酸(0.57 g), トウガラシチンキ(0.35 ml)	10.78	緑	10.51
	食器洗いせっけん 	純石けん分(28% 脂肪酸カリウム)	11.24	緑	10.67
強塩基	カビキラー 	次亜塩素酸塩, 水酸化ナトリウム(0.5%), 界面活性剤(アルキルアミンオキシド), 安定化剤	12.34	黄	11.98
	濃効パイプマン 	次亜塩素酸塩, 水酸化ナトリウム(0.8%), 界面活性剤(アルキルアミンオキシド)	12.95	黄	12.35
	アカジソ酸塩基指示薬		6.50	-	-

キンカン、食器洗いセッケンは緑色となり、強塩基として区分したカビキラーと濃厚パイプマンは黄色となった。

また、図5(a)に各溶液(①サンポール、②ポッカレモン、③ミツカン穀物酢、④酸塩基指示薬原液、⑤ファミリーフレッシュ、⑥エマール、⑦部屋干しトップ、⑧キレイキレイ、⑨キンカン、⑩食器洗いセッケン、⑪カビキラー、⑫パイプマン)にアカジソ酸塩基指示薬を添加した液色の時間変化を図5(a)に示した。アカジソ酸塩基指示薬を添加した直後と20分経過後の溶液の色を比較すると、強酸、弱酸、中性付近、強塩基の水溶液と弱塩基の部屋干しトップとキレイキレイに関しては色の変化がなかったが、弱塩基のキンカンと食器洗いセッケンを添加したものは、時間の経過とともに緑から茶褐色に変化した。この原因は、アルカリ性pH領域では、アカジソ酸塩基指示薬が溶存している酸素と反応しやすくなり、色素がさらなる化学反応を起こすためと考えられる。

### 3.3 アカジソ粉末の長期保存耐久試験

2.2で作成したアカジソ粉末がどの程度の期間使用できるか、2011年8月に作成したアカジソ粉末と2010年8月に作成したものの比較試験を行った。図5(a)に今年度作成したアカジソ粉末を使用した酸塩基指示薬、図5(b)に昨年度作成したアカジソ粉末を使用した酸塩基指示薬を、それぞれ身近の食品や薬品(①サンポール、②ポッカレモン、③ミツカン穀物酢、④酸塩基指示薬原液、⑤ファミリーフレッシュ、⑥エマール、⑦部屋干しトップ、⑧キレイキレイ、⑨キンカン、⑩食器洗いセッケン、⑪カビキラー、⑫パイプマン)に添加した際の経時変化を示した。退色が生じるキンカンと食器洗いセッケンの色の変化に注目すると、今年度作成したアカジソ粉末を使用した酸塩基指示薬を添加したものは10分間緑色を保っていたのに対して、昨年度作成したアカジソ粉末を使用した酸塩基指示薬を添加したものは4分間しか緑色を保たなかったが、短時間なら酸塩基指示薬として十分使用できることがわかった。

## 4 アカジソ由来の酸塩基指示薬とムラサキキャベツ由来の酸塩基指示薬との比較

### 4.1 ムラサキキャベツ由来の酸塩基指示薬の調製とそれを用いた食品や薬品の液性評価

本研究においては、『ムラサキキャベツで指示薬を作ろう』[7]を参考にして、ムラサキキャベツ由来の酸塩基指示薬を冷水で抽出した。この文献では、ムラサキキャベツの使用量の提示が、『数枚』というあいまいな表現であったので、g表記にした。ムラサキキャベツ、包丁、まな板、200mlビーカーを用いた。ムラサキキャベツの葉を15g(葉の枚数にして、1~2枚程度)を細かく刻み、水100mlと一緒に200mlビーカーに入れた。このビーカーを10分間放置した後、デカンテーションして液を分離した。溶液の色は紫色であった。

先に記載した文献[7]には、ムラサキキャベツから抽出した酸塩基指示薬の具体的な使用方法が記述されていない。そのため、本研究においては、上述のようにして調製したムラサキキャベツ酸塩基指示薬3mlに被検査液体1mlを加えることで液性の評価を行った。

表2に身近な食品や薬品のpHと、ムラサキキャベツ酸塩基指示薬を添加した際の色の変化、そして添加後の溶液のpHを示した。ムラサキキャベツ酸塩基指示薬を添加した際の水溶液の色の変化とpHの値は、アカジソ酸塩基指示薬の結果とほぼ一致することがわかった。

### 4.2 アカジソ酸塩基指示薬とムラサキキャベツ酸塩基指示薬の色の耐久性比較試験

アカジソ酸塩基指示薬(図5(a))とムラサキキャベツ酸塩基指示薬(図5(c))を添加した際の水溶液の色の経時変化を比較すると、ムラサキキャベツ酸塩基指示薬を添加した水溶液は20分経過しても色の変化はなかったが、アカジソ酸塩基指示薬をキンカンと食器洗いセッケンに添加した水溶液に関しては時間経過とともに黄緑色に変化した。色の耐久性に関しては、ムラサキキャベツ酸塩基指示薬のほうがアカジソ酸塩基指示薬より強いことがわかった。

表2 身近な食品や薬品のpHと、ムラサキキャベツ酸塩基指示薬を添加した際の色の変化とその時の溶液のpH

	原液			ムラサキキャベツ酸塩基指示薬添加後	
	商品名	成分	pH	色	pH
強酸	サンポール	 塩酸(9.5%), 界面活性剤(アルキルトリメチルアンモニウム), 洗浄助剤	0.32	濃赤	0.77
弱酸	ポッカレモン	 レモン, 香料	2.27	淡赤	2.56
	ミツカン穀物酢	 穀物酢	2.47	淡赤	2.96
中性	ファミリーフレッシュ	 界面活性剤 (18% 高級アルコール系 (陰イオン)), 安定化剤	6.71	紫	6.95
	エマール中性	 界面活性剤 (18% ポリオキシエチレンアルキルエーテル), 安定化剤, 分散剤	6.90	紫	6.94
弱塩基	部屋干しトップ	 界面活性剤 (39% ポリオキシエチレンアルキルエーテル), 安定化剤, アルカリ剤, 抗菌剤, 酵素)	9.19	緑	9.00
	キレイキレイ	 有効成分: イソプロピルメチルフェノール その他の成分: グリセリン, ラウリン酸, ミリスチン酸, 水酸化K, ラウリルジメチルアミンオキシド液, アクリル酸アルキル共重合体エマルジョン-2, モノエタノールアミン, EDTA, 安息香酸塩, 黄4, 青1	10.49	緑	9.95
	キンカン	 本品 100 ml 中 アンモニア水(21.30 ml), l-メントール(1.97 g), d-カンフル(2.41 g), サリチル酸(0.57 g), トウガラシチンキ(0.35 ml)	10.78	緑	10.38
	食器洗いせっけん	 純石けん分 (28% 脂肪酸カリウム)	11.24	緑	10.29
強塩基	カビキラー	 次亜塩素酸塩, 水酸化ナトリウム(0.5%), 界面活性剤(アルキルアミンオキシド), 安定化剤	12.34	黄	11.91
	濃効パイプマン	 次亜塩素酸塩, 水酸化ナトリウム(0.8%), 界面活性剤(アルキルアミンオキシド)	12.95	黄	12.15
	ムラサキキャベツ酸塩基指示薬		6.01	-	-

#### 4.3 まとめ

アカジソは安価に購入することができ、粉末化した後に冷凍保存することができるが、ムラサキキャベツはオールシーズンの入手が困難で価格がやや高いこと、さらには、加工することが困難なためそのまま冷凍保存しなければならないなど、入手、保存の点でデメリットがある。

また、酸塩基指示薬の調製過程を比較すると、アカジソを用いる際は、不織布に入れた乾燥粉末を水に漬けるだけで酸塩基指示薬が調整できるのに対し、ムラサキキャベツを用いる際は、ムラサキキャベツを細かく刻み、それを水出しする必要があるなど非常に手間がかかり、授業前に調製するための時間を要する。

酸塩基指示薬としての能力は添加直後なら、アカジソ由来のものもムラサキキャベツのものも同等の能力を持っているが、呈色後の指示薬としての耐久性は、pH 11前後の領域ではムラサキキャベツのほうが優れている。また、アカジソ由来の酸塩基指示薬を授業で用いる際は、調製とその利用を迅速に行う必要がある。

### 5 薬品処理の注意事項

アカジソ酸塩基指示薬とムラサキキャベツ酸塩基指示薬、本実験で用いた各水溶液は液性を中性にして廃棄すればよい。ただし、塩酸が主成分であるサンポールと、次亜塩素酸が含まれているカビキラーやパイプマンが混ざると、塩素が発生する。片づける際にはこの点に十分注意する必要がある。

### 6 まとめ

本研究において、アカジソ由来の酸塩基指示薬の調製方法とその使用方法を報告した。さらに、身の回りの物を用いた酸塩基指示薬として、これまで用いられてきたムラサキキャベツとの比較を行った。呈色した指示薬としての耐久能力に関しては、ムラサキキャベツのほうが優れてはいるが、原料の保存、調製など授業前の準備に関する簡便性はアカジソのほうが優れていることがわかった。

アカジソ粉末を不織布に入れ、水に漬けるだけで抽出できるアカジソ色素は、授業前の準備が容易な教材として小中学校の理科実験に導入が期待できる。また、実際に授業でこれを使用することで、学校での理科学習と身の回りの現象が密接に関係していることを理解させることができる。さらに、アカジソの栽培やアカジソの乾燥、粉末化など子供たちと一緒にアカジソ酸塩基指示薬を作ることで「ものづくり」という観点からも役立つ教材になると期待している。

### 参考文献

- [1] 「小学校学習指導要領解説 理科編」, 平成20年9月, 文部科学省.
- [2] 「中学校学習指導要領解説 理科編」, 平成20年9月, 文部科学省.
- [3] 「OECD生徒の学習到達度調査」, (PISA2009), 文部科学省,  
[http://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/detail/\\_icsFiles/fieldfile/2010/12/07/1284443\\_01.pdf](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/_icsFiles/fieldfile/2010/12/07/1284443_01.pdf).
- [4] M. Foster, J. Chem. Edu., **1978**, *55*, 107.
- [5] 「みんなと学ぶ 小学校理科6年」, 学校図書.
- [6] 「赤シソや赤キャベツの煮汁にお酢を加えると色が変わるのはなぜですか?」, キリヤ化学,  
<http://www.kiriya-chem.co.jp/q&a/q07.html>.
- [7] 「ムラサキキャベツで指示薬を作ろう」,  
<http://www.aichi-c.ed.jp/contents/rika/syotou/h15syouto/muraskya/index.htm>.



図 1. 八百屋で購入したアカジソの束

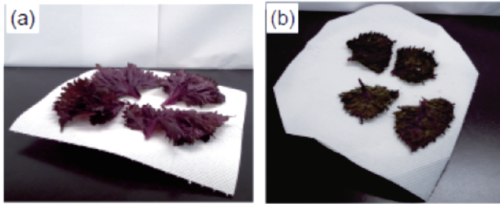


図 2. アカジソの乾燥の過程: (a) 乾燥前のアカジソ; (b) 乾燥後のアカジソ



図 3. アカジソ粉末の作成: (a) アカジソを入れたジップバック; (b) (a)のジップバックごと握り、揉んでいる過程; (c) アカジソの粉末化後

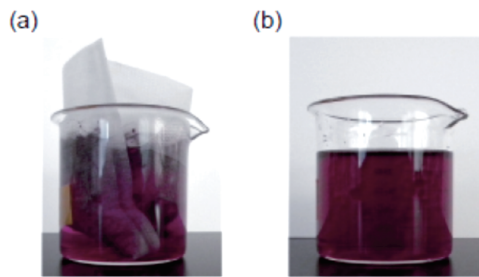
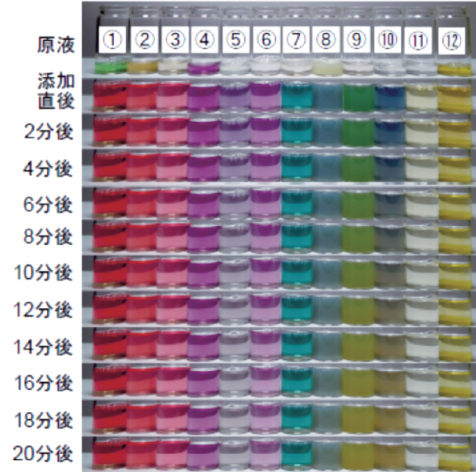
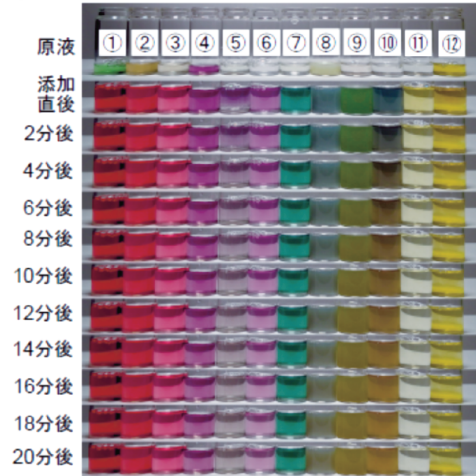


図 4. アカジソ酸塩基指示薬の抽出: (a) お茶パック (不織布) の中にアカジソ粉末と水を入れ、アカジソ酸塩基指示薬を抽出中; (b) 抽出後のアカジソ酸塩基指示薬

(a) アカジソ酸塩基指示薬(今年度)



(b) アカジソ酸塩基指示薬(昨年度)



(c) ムラサキキャベツ酸塩基指示薬



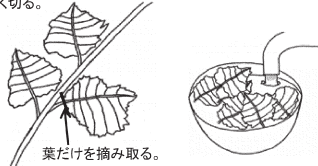
図 5. 各溶液 (①サンポール, ②ポッカレモン, ③ミツカン殺菌剤, ④酸塩基指示薬原液, ⑤ファミリーフレッシュ, ⑥エマール, ⑦部屋干しトップ, ⑧キレイキレイ, ⑨キンカン, ⑩食器洗いせっけん, ⑪カビキラー, ⑫濃効パイプマン) に各酸塩基指示薬を加えた際の色とその時間変化: (a) アカジソ酸塩基指示薬 (今年度作成); (b) アカジソ酸塩基指示薬 (昨年度作成); (c) ムラサキキャベツ酸塩基指示薬

## アカジソを用いた酸塩基指示薬の作成

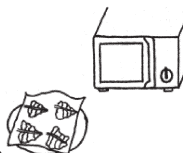
## アカジソ粉末の作成

準備  
 ・アカジソ  
 (八百屋などで購入できる)  
 ・ボウル、ざる  
 ・電子レンジ(500 W)  
 ・チャック付きナイロン袋

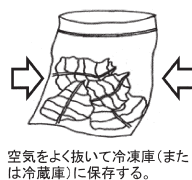
① アカジソの葉を収穫し、それボウルに入れてよく洗い、水をよく切る。



② ①のアカジソを電子レンジで30秒間加熱する。そのアカジソが乾燥するまで、アカジソを裏返して、電子レンジで10秒間加熱する作業を繰り返す。



③ 乾燥したアカジソをジップバックに入れ、もみつぶすことで粉末にする。



アカジソ粉末の完成。  
 これを用いて、アカジソ酸塩基指示薬を調製する。

## アカジソ酸塩基指示薬の調製

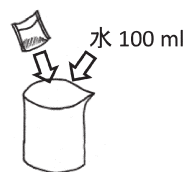
準備  
 ・アカジソ粉末  
 ・お茶パック(不織布)  
 ・100 ml ビーカー

アカジソ粉末を用いて、  
 アカジソ酸塩基指示薬を調製する。

① アカジソ粉末を1gお茶パックの中に入れる。



② ①のお茶パックと水100 mlを100 ml ビーカーにいれる。



③ ②のビーカーから、液を分離する。



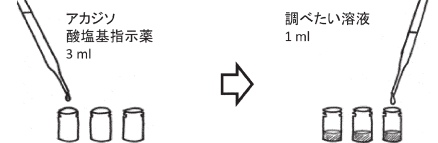
アカジソ酸塩基指示薬の完成。  
 これを用いて、身の回りの物の水溶液の性質を調べよう。

## アカジソ酸塩基指示薬を使って、身の回りの物の液性を調べよう

## アカジソ酸塩基指示薬の使い方

準備  
 ・駒込ビレット(3 ml)  
 ・サンプルびん、または試験管  
 ・酸塩基を調べる溶液

サンプルびん(あるいは試験管)に、アカジソ酸塩基指示薬を3 ml入れ、次に調べたい溶液を1 ml加える。



溶液の色は以下のように変化する。

濃赤 淡赤 紫 緑 黄

← 酸 中性付近 塩基 →

調べた結果をまとめよう。

調べる液						
変化した色						
液の性質						

わかったことをまとめよう。