

**理科概論**

**第12講 5、6年の粒子**

小出良幸

URL <http://ext-web.edu.sgu.ac.jp/koide/rika/>  
Mail [rika2019@ykoide.com](mailto:rika2019@ykoide.com)

理科概説 Lec12:1

**指導計画の作成と内容の取扱い**

- 1 指導計画作成上の配慮事項
- 2 内容の取扱いについての配慮事項
- 3 事故防止、薬品などの管理  
(学習指導要領解説理科編より)

理科概説 Lec12:4

**5、6年の粒子**

**粒子の概念：化学の分野**

- 安全管理  
理科の安全管理への注意とは
- 5年：ものの溶け方  
水の温度や量による溶け方の違いと規則性とは
- 6年：燃焼の仕組み、水溶液の性質  
燃焼による物や空気の変化、水溶液の性質や金属への変化とは

理科概説 Lec12:2

**1 指導計画作成上の配慮事項**

- 主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善
- 問題解決の力の育成
- 障害のある児童への指導
- 道徳科などとの関連  
(学習指導要領解説理科編より)

理科概説 Lec12:5

**配慮事項**

**2 内容の取扱いについての配慮事項**

- 言語活動の充実
- コンピュータや情報通信ネットワークなどの活用
- 体験的な学習活動の充実
- 自然災害との関連
- 主体的な問題解決の活動の充実、日常生活や他教科等との関連など
- 博物館や科学学習センターなどとの連携  
(学習指導要領解説理科編より)

理科概説 Lec12:6

## 指導計画の作成と内容の取扱い

### 3 事故防止、薬品 などの管理

#### → 安全管理

(学習指導要領解説理科編より)

理科概説 Lec12:7

## 解説理科編

### 第4章 指導計画の作成と内容の取扱い

#### 3 事故防止、薬品などの管理

観察、実験などの指導に当たっては、事故防止に十分留意すること。また、環境整備に十分配慮するとともに、使用薬品についても適切な措置をとるよう配慮すること。

観察、実験などの指導に当たっては、予備実験を行い、安全上の配慮事項を具体的に確認した上で、事故が起きないように児童に指導することが重要である。

安全管理という観点から、加熱、燃焼、気体の発生などの実験、ガラス器具や刃物などの操作、薬品の管理、取扱い、処理などには十分に注意を払うことが求められる。野外での観察、採集、観測などでは事前に現地調査を行い、危険箇所の有無などを十分に確認して、適切な事前指導を行い、事故防止に努める必要がある。実験は立って行うことや、状況に応じて保護眼鏡を着用するなど、安全への配慮を十分に行う必要がある。

また、観察、実験の充実を図る観点から、理科室は、児童が活動しやすいように整理整頓しておくとともに、実験器具等の配置を児童に周知しておくことも大切である。さらには、理科室や教材、器具等の物的環境の整備や人的支援など、長期的な展望の下、計画的に環境を整備していくことが大切である。

使用薬品などについては、地震や火災などに備えて、法令に従い、厳正に管理する必要がある。特に、塩酸や水酸化ナトリウムなど、毒物及び劇物取締法により、劇物に指定されている薬品は、法に従って適切に取り扱う必要がある。

(学習指導要領解説理科編より)

理科概説 Lec12:10

## 安全管理

## 安全管理

### 予備実験

- ・ 観察、実験などの指導
- ・ 安全上の配慮の確認

理科概説 Lec12:11

## 学習指導要領

### 第4章 指導計画の作成と内容の取扱い

#### 3 事故防止、薬品などの管理

観察、実験などの指導に当たっては、事故防止に十分留意すること。また、環境整備に十分配慮するとともに、使用薬品についても適切な措置をとるよう配慮すること。

(小学校理科学習指導要領より)

理科概説 Lec12:9

## 安全管理

### 室内実験

#### 実験中

- ・ 加熱、燃焼、気体の発生などの実験
- ・ ガラス器具や刃物などの操作

#### 管理

- ・ 薬品の管理、取扱い、処理に注意

理科概説 Lec12:12

## 安全管理

### 野外での活動

#### 事前に現地調査

- ・ 観察、採集、観測など
- ・ 危険箇所のチェック

#### 事前指導

- ・ 事故防止に努めること

理科概説 Lec12:13

## 学習指導要領の目標の構成

- ① 【単元】の理解を図り、観察、実験などに関する**基本的な技能**を身に付けるようにする。
- ② 【単元】について追究する中で、主に差異点や共通点を基に、**問題を見いだす力**を養う。
- ③ 【単元】について追究する中で、**主体的に問題解決しようとする態度**を養う。

番号順に内容が統一

## 安全管理

### 理科室

#### 整理整頓

児童が活動しやすいように

#### 薬品の管理

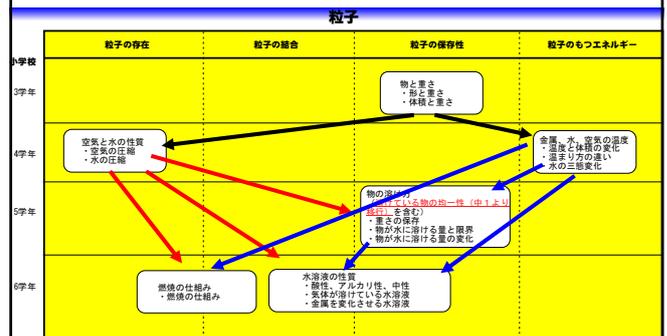
地震や火災に備えて法令に従い管理

#### 劇物指定

塩酸や水酸化ナトリウムなど、毒物及び劇物取締法に従って

理科概説 Lec12:14

## 粒子の構成



教科の論理にもとづいている

理科概説 Lec12:17

# 5、6年の粒子 単元構成

## 小・中学校の理科・粒子

系統性のある内容  
中学校への関連

	粒子の存在	粒子の結合	粒子の保存性	粒子のもつエネルギー
小学校				
3学年			物と重さ ・ 粒と重さ ・ 体積と重さ	
4学年	空気と水の性質 ・ 空気の圧縮 ・ 氷の圧縮		物の溶けやすさ （溶けやすい物・溶けにくい物） ・ 重さの保存 ・ 物が水に溶ける量と関係 ・ 物が水に溶ける量の変化	金属、水、空気の温度 ・ 温度と体積の変化 ・ 湯まじりの違い ・ 水の三態変化
5学年				
6学年	懸濁の仕組み ・ 懸濁の仕組み		水溶液の性質 ・ 酸性、アルカリ性、中性 ・ 酸味が保たれている水溶液 ・ 金属を変化させる水溶液	
中学校	物質の存在 ・ 物質の存在 ・ 物質の存在	物質の結合 ・ 物質の結合 ・ 物質の結合	物質の保存性 ・ 物質の保存性 ・ 物質の保存性	物質のエネルギー ・ 物質のエネルギー ・ 物質のエネルギー
エネルギー				物質のエネルギー ・ 物質のエネルギー ・ 物質のエネルギー

赤字は新規や変更があった内容

理科概説 Lec12:18

# 5年：ものの溶け方

## ものの溶け方

### 問題

水200gに塩10gを完全に溶かしました。食塩水の重さは、どうなるでしょうか。

- A：210gのまま
- B：210gより軽くなる
- C：210gより重くなる

理科概説 Lec12:22

## ものの溶け方

### 内容

物の溶け方について、溶ける量や様子に着目して、水の温度や量などの条件を制御しながら調べる活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身に付けること。

- (ア) 物が水に溶けても、水と物とを合わせた重さは変わらないこと。
  - (イ) 物が水に溶ける量には、限度があること。
  - (ウ) 物が水に溶ける量は水の温度や量、溶ける物によって違うこと。また、この性質を利用して、溶けている物を取り出すことができること。
- イ 物の溶け方について追究する中で、物の溶け方の規則性についての予想や仮説を基に、解決の方法を発想し、表現すること。

内容の取扱い

水溶液の中では、溶けている物が均一に広がることにも触れること。

理科概説 Lec12:20

## ものの溶け方

### 答え

はかりの上で実験したと考えると、わかりやすいかも。

理科概説 Lec12:23

## ものの溶け方

### 物が水に溶ける

重さは変わらない→質量保存

### 物が水に溶ける量

限度がある→溶解度と飽和

水の温度や量、溶ける物によって違う

→物質による溶解度の違い

### 水の温度で溶ける量が違う

溶けている物を取り出すことができる

→蒸発・乾固

理科概説 Lec12:24

## ものの溶け方

### 重要

ものが溶けるとは、  
どういうことか

理科概説 Lec12:24

## ものの溶け方

## 溶ける：溶解

構成粒子が水分子中に拡散すること

液体に、気体、液体、固体などが混合して**均一な液相**になること

理科概説 Lec12:25

## ものの溶け方

## 濃度とは

溶液の**濃度**は、溶けたもの（**溶質**）の量、**溶液全体**の量を理解することを基礎とする。

$$\text{濃度} = \frac{\text{溶質の重さ(g)}}{\text{溶液全体の重さ(g)}} \times 100(\%)$$

理科概説 Lec12:25

## ものの溶け方

## 水の温度と溶け方

- ・ **水温の変化**と**溶ける量**
  - ・ 水に対する**気体、液体および固体の溶解**を理解すること
- **溶解度**

理科概説 Lec12:26

## ものの溶け方

## 溶液の蒸発

蒸発して**水の量が減ると**、  
水に**溶けていたものが**  
**結晶**として出てくる  
→ **析出（沈殿）**

理科概説 Lec12:29

## ものの溶け方

**溶液**：ものが水に溶けたもの

- ・ 溶液は**ろ紙を通り抜ける**
- ・ **同じ濃さ**
- ・ **一定量の水に溶けるものの量には限り**がある
- ・ **溶けるものの量は水の量に比例**

理科概説 Lec12:27

## レポート：コーヒーの砂糖

## 重要

レポートの砂糖と味噌汁の意味は？

ある児童と、こんな会話をしました。  
児童「お父さんは、コーヒーを何度もかき混ぜているのは、砂糖が溶けにくいからかな」  
先生「そうだよ。砂糖を入れたコーヒーは、混ぜてもしばらくしたら、下が濃くなるからだよ」  
児童「そうか。だから味噌汁も最後の味が濃くなるのか」

理科概説 Lec12:30

## レポート：砂糖と味噌汁

### 砂糖と味噌の違い

**砂糖**：水に溶ける

**味噌汁**：塩分やある種の成分は、水に溶解できるが、溶けない成分もある

**味噌の溶けない成分**

かき混ぜれば水中を漂うが、  
→時間がたてば密度が大きいので**沈降**する

理科概説 Lec12:31

## 砂糖と塩の溶解度の違い

正しい答えを知るには、**比較実験**が重要になる

・**砂糖と塩**が水に**どれくらい溶ける**のか？

→ **溶解度の違い**

・**温度の変化**で**溶ける量**にどの程度の差が生じるのか

→ **温度による溶解度の変化**

理科概説 Lec12:34

## レポート：砂糖と味噌汁

**レポートの会話：間違い**  
溶解するものと、しないものを比べて、同じ現象であるといっている点

理科概説 Lec12:32

## 砂糖と塩の溶解度の違い

### 問題

砂糖と塩はどちらが  
たくさん溶けるか

理科概説 Lec12:35

## レポート：砂糖と味噌汁

**コーヒーの砂糖**：条件さえ整えば、  
**すべて水に溶解**できる

**味噌汁の塩分**：塩のような水に溶解する成分もある

砂糖も塩も温度の低下で沈殿してきたら、同じといえるのでは？

理科概説 Lec12:35

## 砂糖と塩の溶解度の違い

### 質量による溶解度の比較

食塩（塩化ナトリウムNaCl）

砂糖（ショ糖  $C_{12}H_{22}O_{11}$ ）

25°C、水100gでの溶解度

**塩：35.2g**

**砂糖：204.6g**

けっこう、溶けます!!

理科概説 Lec12:36

## 塩の濃度について

塩の溶解度：35.2g (25°C)  
 → 塩分濃度は35%  
**塩味で美味しいと感じる濃度：**  
**0.6%から1.2%**  
 → 2%を超えるとしょっぱく感じる  
 だから、海の水 (3.5%) はしょっぱくて飲めない

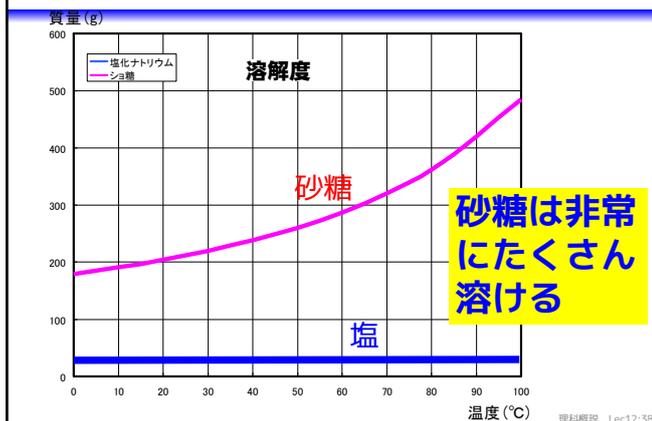
理科概説 Lec12:37

## 温度による溶解度の違い

冷めても砂糖や塩が**析出することはない**ので、もともと**溶けてない**砂糖や塩が、**底に沈んだ**だけ (沈殿ではない)

理科概説 Lec12:40

## 温度による溶解度の違い



理科概説 Lec12:38

## ものの溶け方：5年

小学校では  
**砂糖の方がたくさん溶ける**  
 が正解

問題「砂糖と塩はどちらがたくさん溶けるか」には、  
**科学的には (高校生以上)**  
**では、別の答えがある**

理科概説 Lec12:41

## 温度による溶解度の違い

### 温度低下による析出の可能性は？

砂糖も塩もたくさん溶ける  
 低温でも砂糖 (ショ糖) の溶解度は大きい  
 20°Cの水100g  
 砂糖：203.9g  
 塩：35.2g

理科概説 Lec12:39

## モル数で考える

### モル数で比較

モル数は、質量を分子量で割ったもの。  
 水に溶けた粒子数 (モル数) でどちらが多いかを比べることである。

25°Cで溶けた物質量は、

**食塩：0.61 mol**

**砂糖：0.60 mol**

となり、食塩の方がたくさん溶ける。  
 さらに、食塩は溶解すると電離するので、溶解粒子数は食塩の方が多い。

理科概説 Lec12:42

### モル数で考える

#### ■モル数で比較

25℃で溶けた物質量は、

食塩：0.61モル

砂糖：0.60モル

モル数で考えると  
塩の方がたくさん溶ける  
が正解となる

理科概説 Lec12:45

### 燃焼の仕組み

植物体が燃えるとき

→酸素が使われ、二酸化炭素ができる

物が燃えたとき

→空気の変化

→植物体の変化

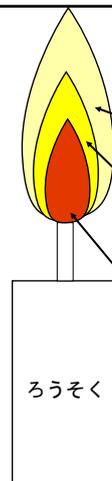
#### 重要

ろうそくの炎の特徴は？

理科概説 Lec12:46

## 6年：燃焼の仕組み

### ろうそくの炎



外炎：

→もっとも高温約1400℃。見えにくい。

内炎：

→最も明るい。約1200℃。（炭素の粒が光っている）

炎心：

→約900℃。燃えていない。一番暗い部分。

理科概説 Lec12:47

### 燃焼の仕組み

#### 内容

燃焼の仕組みについて、空気の変化に着目して、物の燃え方を多面的に調べる活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身に付けること。

(ア) 植物体が燃えるときには、空気中の酸素が使われて二酸化炭素ができること。

イ 燃焼の仕組みについて追究する中で、物が燃えたときの空気の変化について、より妥当な考えをつくりだし、表現すること。

理科概説 Lec12:48

### 燃焼の仕組み

外炎：完全燃焼  
→もっとも高温  
約1400℃。見え  
にくい

内炎：不完全燃焼  
→最も明るい。約  
1200℃。（炭素の  
粒が光っている）

炎心：ろうの気体。  
約900℃。燃えてい  
ない。一番暗い部分。

#### 重要

炎の特徴を調べる実験  
には、どんなものがあるのか

理科概説 Lec12:49

### 炎の性質を調べる方法

炎心にガラス管を差し込み火をつけると燃える

割り箸

割り箸

ろうそく

### 方法1

ぬれた割り箸を炎に入ると、焦げている部分の違いで、炎の温度がわかる

### 方法2

理科概説 Lec12:49

### 燃焼の仕組み

乾燥

試験管を下げて実験する (木から液体がでるから)

マッチの火を近づけると燃える

乾いた木→炭

アルコールランプ

褐色の液体 (木タール、木酢液)

白い煙 (木ガス)

### 重要

ガスの集める方法には、どのようなものがあるか？

理科概説 Lec12:52

### 燃焼の仕組み

割り箸

割り箸

ろうそく

ぬれた割り箸を炎に入ると、焦げている部分の違いで、炎の温度がわかる

炎心にガラス管を差し込み火をつけると燃える

### 重要

乾留 (かんりゅう) とは？

理科概説 Lec12:50

### 気体の集め方

#### 気体の集め方

- 水上置換
- 下方置換
- 上方置換

集める気体の性質によって、使い分ける必要がある。

理科概説 Lec12:53

### 乾留

乾燥

試験管を下げて実験する (木から液体がでるから)

マッチの火を近づけると燃える

乾いた木→炭

アルコールランプ

褐色の液体 (木タール、木酢液)

白い煙 (木ガス)

空気が入らないようにして、木材などを強く熱して、揮発性の部分と不揮発性の部分に分けること。むしろ焼きともいう。

理科概説 Lec12:51

### 気体の集め方

空気より軽い気体 水に溶けやすい気体

集気ビン

集気ビン

空気より重い気体 水に溶けにくい気体

水に溶けにくい気体

理科概説 Lec12:54

## 気体の集め方

集めた気体の**二酸化炭素の有無**

→ **石灰水の利用**

酸素や二酸化炭素の**割合を調べる**

→ **気体検知管や気体センサーの利用**

理科概説 Lec12:55

# 6年：水溶液の性質

## 気体検知管

酸素：**青色**の検知管  
 薄い二酸化炭素：**黄色**  
 濃い二酸化炭素：**赤色**



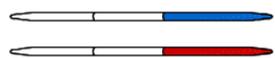
チップホルダ

気体採取器



カバーゴム

気体検知管



理科概説 Lec12:56

## 水溶液の性質

### 内容

水溶液について、溶けている物に着目して、それらによる水溶液の性質や働きの違いを多面的に調べる活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身に付けること。

(ア) 水溶液には、酸性、アルカリ性及び中性のものがあること。

(イ) 水溶液には、気体が溶けているものがあること。

(ウ) 水溶液には、金属を変化させるものがあること。

イ 水溶液の性質や働きについて追究する中で、溶けているものによる性質や働きの違いについて、より妥当な考えをつくりだし、表現すること。

理科概説 Lec12:59

## 気体検知管の使い方

- 1 気体の種類によって、使う気体検知管を決める
- 2 検知管の両端を、チップホルダで両方の端を折る。
- 3 検知管の一方の端（Gのマーク）にカバーゴムを取り付ける
- 4 気体採取器のハンドルがおしこまれていることを確認
- 5 気体検知管を、気体採取器に差し込む
- 6 **調べたい気体を入れた袋に気体検知管を差し込み、**ハンドルを一気にひく
- 7 一定時間（約1分）待ち気体検知管を気体採取器からはずす
- 8 変色している部分の境い目の目盛りを読み取る

理科概説 Lec12:57

## 水溶液の性質

### 水溶液

**酸性、アルカリ性、中性**

**気体が溶けているもの**

**金属を変化させるもの**

理科概説 Lec12:60

### 水溶液の性質

**重要**  
 水に溶けるものと、  
 溶けないものは？

理科概説 Lec12:G1

### 水溶液の調べ方 2

#### 溶液の特徴

**刺激臭**：塩酸、アンモニア液  
**独特なにおい**：酢酸液、アルコール、（過酸化水素水）  
**蒸発で白い固体が残る**：ホウ酸水、水酸化ナトリウム水溶液

理科概説 Lec12:G4

### 水溶液の性質

	水に溶けるもの		水に溶けないもの (溶けにくいもの)
	溶けているもの	水溶液の名前	
<b>固体</b>	ホウ酸 食塩 水酸化ナトリウム 水酸化カリウム (消石灰)	ホウ酸水 食塩水 水酸化ナトリウム水 溶液 石灰水	でんぷん 二酸化マンガン 鉄粉 石、ゴム
<b>液体</b>	酢酸 硫酸 アルコール	薄い酢酸(酢) 薄い硫酸 アルコール水	石油 水銀
<b>気体</b>	二酸化炭素 アンモニア 塩化水素	炭酸水(ソーダ水) アンモニア水 塩酸	窒素 水素 酸素

理科概説 Lec12:G2

### 水溶液の調べ方 3

#### 溶液の特徴

**石灰岩を入れると二酸化炭素が発生**：  
 塩酸、（炭酸水、ホウ酸水、酢酸水）  
**二酸化マンガンを入れると酸素が発生**：  
 過酸化水素水  
**鉄・亜鉛を入れると水素が発生**：  
 塩酸  
**アルミニウムを入れると水素が発生**：  
 塩酸、水酸化ナトリウム水溶液

理科概説 Lec12:G5

### 水溶液の調べ方 1

**酸性**：塩酸、炭酸水、ホウ酸水、酢酸水

**アルカリ性**：水酸化ナトリウム水溶液、アンモニア液

**中性**：アルコール、過酸化水素水

**重要**  
 各種の溶液を見分ける

理科概説 Lec12:G3

### 溶液の性質をさまざまな方法で調べて種類を見分けていく

	塩酸	炭酸水	ホウ酸水	酢酸水	水酸化ナトリウム水溶液	アンモニア液	アルコール	過酸化水素水
刺激臭	○					○		
独特なにおい				○			○	(○)
酸性	○	○	○	○				
アルカリ性					○	○		
中性							○	○
蒸発で白い固体が残る			○		○			
石灰岩を入れると二酸化炭素が発生	○	(○)	(○)	(○)				
二酸化マンガンを入れると酸素が発生								○
鉄・亜鉛を入れると水素が発生	○							
アルミニウムを入れると水素が発生	○				○			

理科概説 Lec12:G6

## 酸性・アルカリ性・中性

### 高校の化学での説明

**酸**：水に溶かした時、電離してオキシニウムイオン $\text{H}_3\text{O}^+$ を生じるような水素化合物を酸という。

・水素イオン ( $\text{H}^+$ ) を与えるもの。

**塩基**：水に溶けて水酸化イオン $\text{OH}^-$ を生じる化合物を塩基という。水に溶けやすい塩基を、アルカリと呼び、塩基の水溶液をアルカリ性という。

・ $\text{H}^+$ を受け取ることができるもの。

**重要**：中和とは？

理科概説 Lec12:67

## 水溶液の性質

### 酸性の水溶液と金属

アルミニウム、亜鉛、鉄は、**塩酸**と反応して**水素**を発生する  
(銅は反応しない)

### アルカリ性水溶液と金属

アルミニウム、亜鉛は、**水酸化ナトリウム水溶液**と反応して**水素**を発生する (銅、鉄は反応しない)

理科概説 Lec12:70

## 代表的な中和反応

**酸**

**アルカリ**

塩酸 ( $\text{HCl}$ ) + 水酸化ナトリウム ( $\text{NaOH}$ )

**塩**

**水**

→ 食塩 ( $\text{NaCl}$ ) + 水 ( $\text{H}_2\text{O}$ )

**酸**

**アルカリ**

二酸化炭素 ( $\text{CO}_2$ ) + 水酸化カルシウム ( $\text{Ca(OH)}_2$ )

**塩**

**水**

→ 炭酸カルシウム ( $\text{CaCO}_3$ ) + 水 ( $\text{H}_2\text{O}$ )

理科概説 Lec12:68

## 水溶液の性質

### 水溶液と金属の反応が速くなる条件

- ・ 水溶液の濃度：
- ・ 水溶液の温度：
- ・ 金属の表面積：

ほど、反応が**速い**

理科概説 Lec12:71

## 水溶液の性質

### 中和反応

**酸性**の水溶液と**アルカリ性**の水溶液が反応して**水**と**塩** (えん) ができること

**重要**

水溶液と金属の反応とは？

理科概説 Lec12:69

## 水溶液の性質：6年

### 水溶液と金属の反応

酸性やアルカリ性の水溶液と金属の反応とその速度には違いがある。

**重要**

酸性、中性、アルカリ性を調べる薬品と色の変化は？

理科概説 Lec12:72

### 水溶液の性質

**指示薬**：酸性とアルカリ性を調べる薬品

梅干しで覚える

	特徴	水溶液
酸性	すっぱい味	塩酸、炭酸水、ホウ酸水、酢酸、レモン汁、ビール、ワイン、しょう油、アルカリ飲料、青インク
中性		アルコール、食塩水、過酸化水素水、ざとう水、蒸留水
アルカリ性	苦い味	水酸化ナトリウム水溶液、石灰水、アンモニア水、石鹸水、灰汁、重曹水、牛乳

理科概説 Lec12:73

## 5、6年の粒子

■安全管理  
理科の安全管理への注意

■5年：ものの溶け方  
水の温度や量による溶け方の違いと規則性

■6年：燃焼の仕組み、水溶液の性質  
燃焼による物や空気の変化の理解、水溶液の性質や金属への変化を理解

理科概説 Lec12:74

### 水溶液の性質

梅干しは、すっぱい（酸性）  
梅の実の色  
緑→黄（BTB）  
梅干しへの変化  
青→赤（リトマス紙）

理科概説 Lec12:74

### レポート

## 欠けた月と月食との違い

ある時刻に欠けている月が見えました。その月は、普通にかけている月なのか、それとも月食で欠けているかを見分ける方法を考えてください。

理科概説 Lec12:75

### 水溶液の性質

酸性・アルカリ性・中性  
中学・高校ではイオンや電子をつかって説明。

	梅干しへ	梅の実
	リトマス試験紙	BTB指示溶液
酸性	→ 青→赤	→ 緑→黄
中性	変化なし	緑
アルカリ性	→ 赤→青	→ 緑→青

理科概説 Lec12:75

### レポート

## どちらが欠けた月で月食？見分け方




理科概説 Lec12:76