



第13回
科学の甲子園 全国大会

実技競技①

「アッピン地質ワールド」

解答例と解説

はじめに

宇宙は 138 億年前に誕生し、46 億年前には太陽系が形成されたと考えられている。地球も太陽とほぼ同時に誕生し、以後 46 億年営々と進化を遂げ現在に至っている。しかし人類の繁栄に伴い、地球規模の環境問題が噴出して、国連や各国が対応に追われ、一方で SDGs に示されているように、人々はそれらの課題を整理し、解決方法や対策も考えられてきている。今後の地球環境や未来を考えると、**私たち高校生にも「地学」という時間と空間の連なりを視野に入れた、幅広い総合的な学びが大切となってきた。**

さて、実技競技①では、高等学校で学習する「地学基礎」「地学」のうち地質分野に関して特色ある課題を 3 つ取り上げ、「アップン地質ワールド」を開園した。

競技は、十分に楽しんでいただけたであろうか。

採点については、実技器材や観測地点により測定の違いが生じるので、測定値の差等をあらかじめ実測のうえ、得点に影響しないよう配慮をした。

【課題 1】

「海岸に露出している地層の走向・傾斜を測定し，地質構造を明らかにせよ」

問 1

磁石の針は常に北を指し，クリノメーターの長辺が走向を示す，例えばN30° Wの場合，クリノメーターの長辺の方向がN30° Wなので，常に北を指す方位磁針は走向に対して東へ30° ずれていることになる。ずれる角度が同じで東西だけが逆になるので，初めから東西を入れ替えておけば，目盛りの方向をそのまま読めばよいことになる。

問 2

名称

級化成層(級化層理・級化構造・グレーディング)

上側

北西(北または西でも可)

判定理由

堆積物の粒子の大きさが右(北西)に行くほど細かくなっているから。

問 3

(1) 解答用紙図 5 の A～F の記号付近に記入

(2)

しゅうきよく
褶曲軸の数

5 本

(3) 解答用紙図 5 の下半部水平な線より下に記入

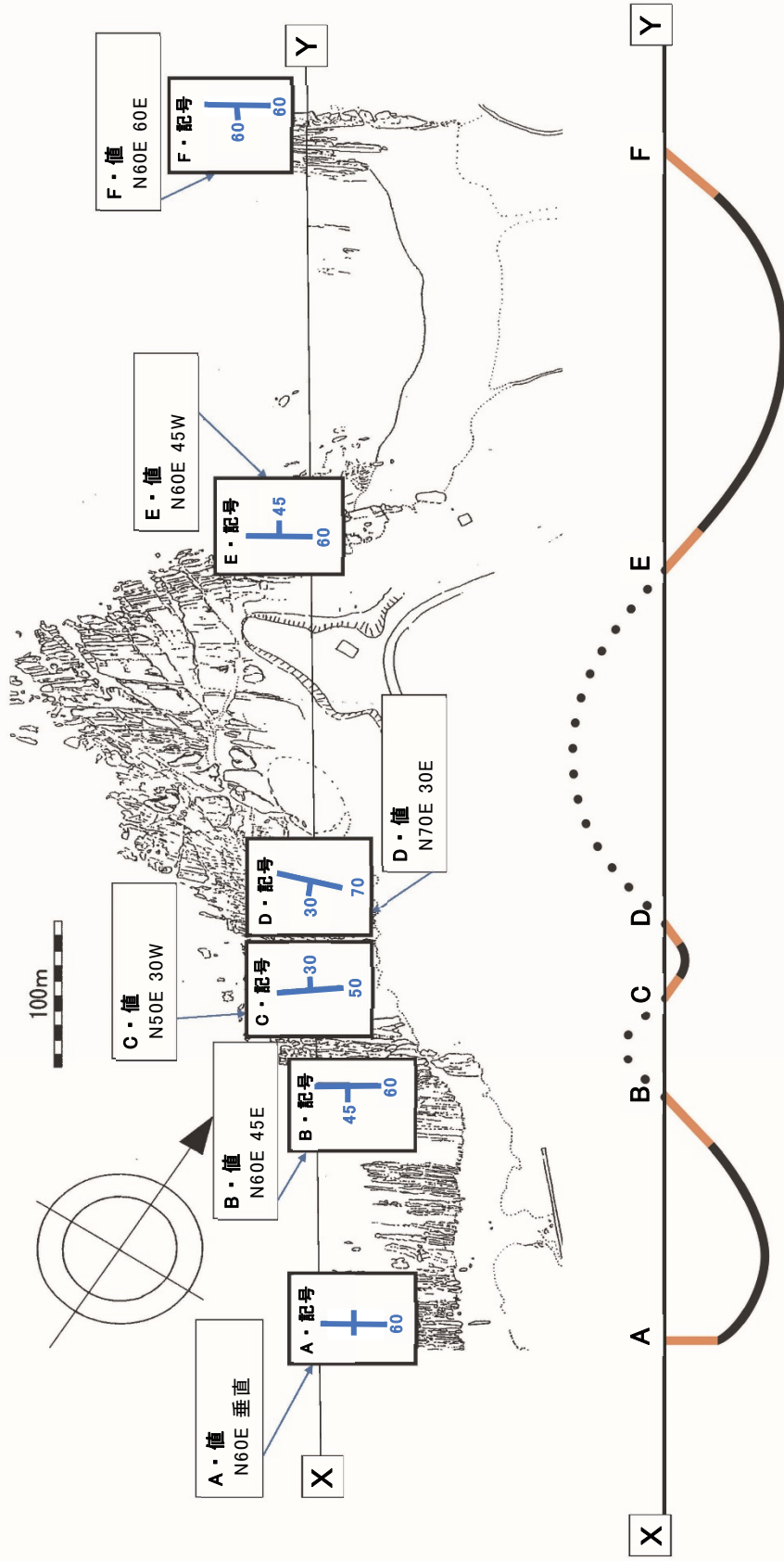
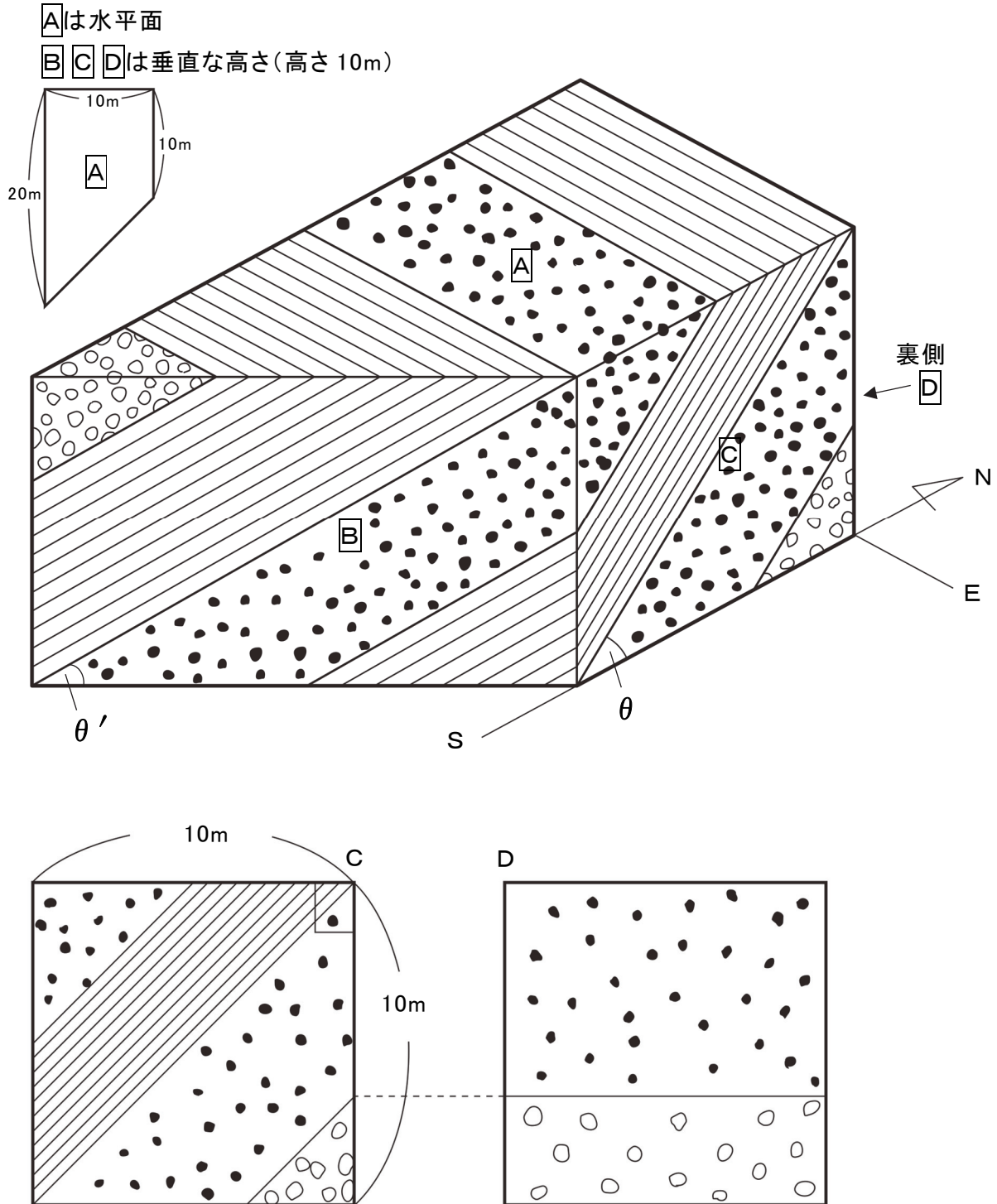


図5 アッピン地質ワールドの海岸の地図 A～Fは走向・傾斜測定地点 図の下側（北東側）が陸 上側（南西側）が海
 ※答えは、水平な線より下の部分です。点線部分は参考までに引いてあります。
 ※ A～Fの値については「°」を省略してあります。

(解説 1)

今回は走向・傾斜の測定から断面図を描くことを目指した

《地層の真の傾斜 θ と見かけの傾斜 θ' - 露頭での地層の現れ方》



図の上は、走向 E-W、傾斜 45° S の地層の立体模型図である。A は水平な表面、B・C・D はそれぞれ A に垂直な断面（高さ 10 m）を表す。

図の下左は、上の地層の南北断面つまり走向に対して直角な断面（C 断面）である。ここに現れた地層は、傾斜も地層の厚さも正しく表現されている。

これに対して下右は、東西断面つまり走向に平行な方向での断面（D 断面）である。地層が傾斜しているにもかかわらず、この断面では地層は水平に現れる。

一方、北東-南西断面（B 断面）では、地層の傾斜 θ' は真の傾斜 θ より緩い傾斜で現れる。このように、同じ地層でも露頭の方角によって見かけの傾斜が異なることに注意が必要になる。

《まとめ》傾斜している地層では、地層の真の傾斜を θ 、見かけの傾斜を θ' とすると

走向に対して直角な断面では → 地層の見かけの傾斜 $\theta' =$ 真の傾斜 θ

走向に対して斜めな断面では → 0° （水平） $<$ 地層の見かけの傾斜 $\theta' <$ 真の傾斜 θ

走向に対して平行な断面では → 地層の傾斜 $= 0^{\circ}$ （水平）

よって、正確な断面図を書くときは、走向に対して直角な断面を選ぶのがよいことになる。

以上の説明をもとに課題 1 を考えてみよう。走向は $N60^{\circ}$ E 前後の値が多く、X-Y 断面は走向にほぼ直角に引かれている。測定した 6 カ所の走向を X-Y 断面に延長して傾斜を記入し、それをつなぎ合わせればほぼ断面図が描け、向斜軸と背斜軸の位置もほぼ特定できることになる。

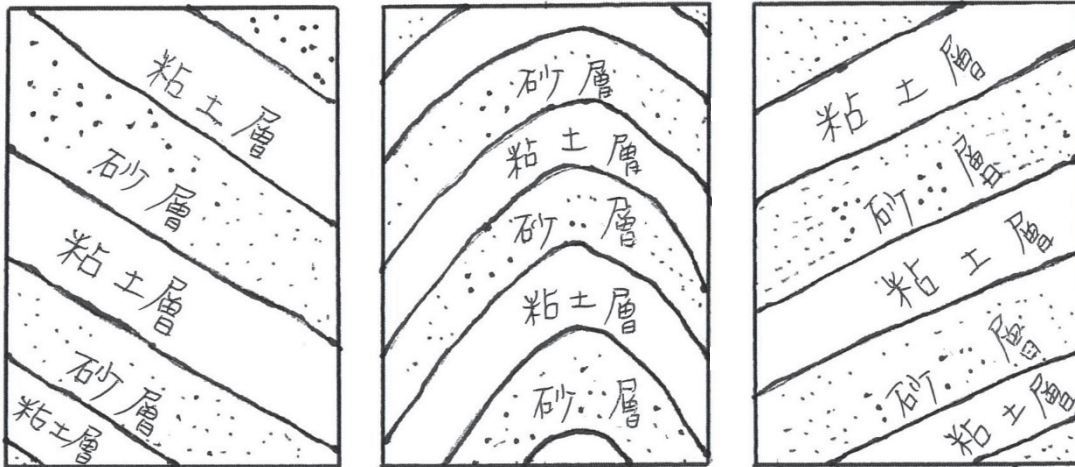
今回の出題の意図は「走向・傾斜の測定からおおまかな断面図を書く」ことにある。X-Y 断面にぴったり垂直ではない走向もあるが大きく外れているわけではないので、露頭をつなぎ合わせてできる地層の立体構造がおおまかに理解できればよしとした。

【課題 2】

「トンネルをARで調査し、地質構造の模型をつくれ」

問 4 (解説 2)

ARでトンネル内部(天井部)を見ると、一見褶曲構造(背斜)に思えるが、左右壁も併せて観察すると(下図1, 図2), ここにある地層がある一定方向に傾く単斜構造であることがわかる。



(1)左壁

(2)上部(天井)

(3)右壁

図 1 トンネル内部の地層の重なりの手書き

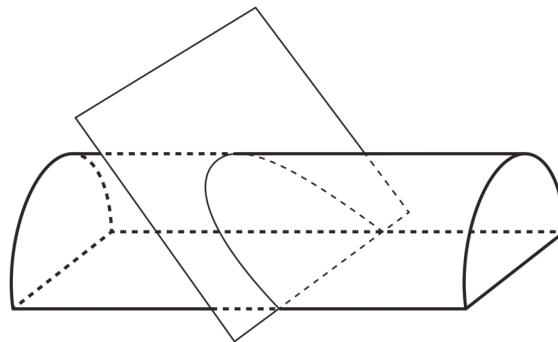


図 2 単斜構造とトンネルの関係

粘土で単斜構造を製作し、その後トンネル部分を地層の重なりが乱れないように慎重に掘れば、完成する。(図3)

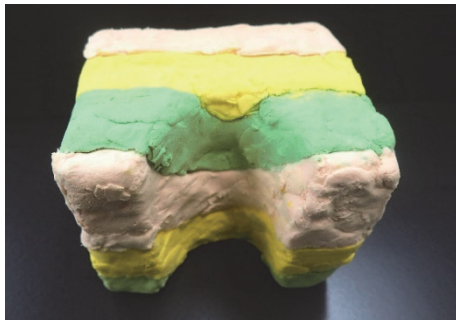
以下の粘土模型の作成例を参考に、立体的に示していること



左斜め上から見た図



右斜めから見た図



やや斜め下から見た図



下から見た図

図3 模型全体のスケッチ

岩石標本カード

【課題3】

「地質ワールドで採取できる岩石の標本を製作せよ」

問5 審査物：①岩石標本箱 ②岩石標本カード

1回目	合格	不合格
2回目	合格	不合格
3回目	合格	不合格
4回目	合格	不合格
5回目	合格	不合格
6回目	合格	不合格

4回目

砂岩	泥岩
石灰岩	チャート
火山岩 (安山岩)	深成岩 (閃緑岩)

5回目

砂岩	泥岩
石灰岩	チャート
火山岩 (安山岩)	深成岩 (閃緑岩)

6回目

砂岩	泥岩
石灰岩	チャート
火山岩 (安山岩)	深成岩 (閃緑岩)

〔注意事項〕

- ・採点には、標本箱の蓋をかぶせて持ってくること!
- ・本課題は、何度でもチャレンジできる。

〔合格基準〕

標本箱に記された岩石名に従って、採取・鑑定・確認したすべての岩石（^{れき}礫）が、正しい場所に収まっていること。回数に応じて点数が加算される。（1回目の合格で得点が一番高くなる）

(解説 3)

岩石標本について

今回の出題は、学校によくある整形した四角い、お店から買ってきたような標本ではなく、実際の川原や海岸で拾ってきた礫を集めました。何が違うのかというと、学校にある岩石標本は、皆同じ大きさ、同じ形に成形されているために、その岩石の持つ個性（キャラクター）が失われているのです。ところが、水に削られた、川原や海岸の礫は、その岩石の持つ固さや脆さ、削れやすさなどが、よお〜く現れており、それぞれが特徴的な形をしています。

例えば、手元の標本を見てください。泥岩は水切りがしやすいような平べったい形をしているし、チャートは硬くて脆^{もろ}い、君たちの「友情」のような岩石なので、ごっつい外形とがさがさした表面を持っています。かたや石灰岩は、削れやすいため、つるつると、頬ずりをしたくなるようにすべすべです。どうでしょう、気がつきましたか、岩石の識別をするためには、見かけの粒の大きさや粒のようすだけではなく、そのような割れ方の特徴や表面のようすなども大きなヒントになるのです。専門家は、さらに岩石を割ってなめたり、匂いを嗅^かいだりして区別をしています。

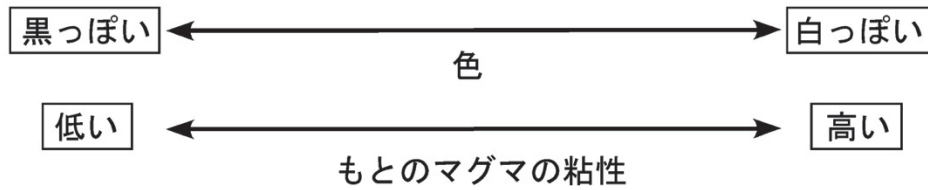
岩石は大別するとその成因から、火成岩、堆積岩、変成岩に分類されます。今回、わがアッピン地質ワールドには、このうちの火成岩と堆積岩6種類が海岸の礫浜をつくる礫として見ることができます。

火成岩はマグマが冷却固結した岩石であり、鉱物の結晶で構成されています。一方、堆積岩は堆積物が固化した岩石であり、生物の遺骸や碎屑^{さいせつ}物で構成され、化石を含むことがあります。本課題では、火成岩として閃緑岩および安山岩を取り上げました。また、堆積岩としては、碎屑岩から泥岩と砂岩を、生物岩としてチャートと石灰岩を取り上げました。「標本箱」の中身は、以下のように整理されることとなります。

泥岩	チャート	閃緑岩
砂岩	石灰岩	安山岩

* 火成岩の分類

	塩基性岩 (苦鉄質岩)	中性岩	酸性岩 (ケイ長質岩)
火山岩 (斑状組織)	玄武岩	安山岩	流紋岩
深成岩 (等粒状組織)	斑れい岩	閃緑岩	花こう岩



* 堆積岩の分類

* 構成成分による分類

生物岩	チャート (SiO ₂) : 放散虫や珪藻などの遺骸
	石灰岩 (CaCO ₃) : サンゴや有孔虫などの遺骸
碎屑岩	陸源碎屑物
火山碎屑岩	火山噴出物

* 粒の大きさによる分類

	1/256 mm	1/16 mm	2 mm	4 mm
碎屑岩	泥岩		砂岩	礫岩
	粘土岩	シルト岩		
火山碎屑岩	凝灰岩			火山角礫岩

以下、それぞれの標本の特徴について解説します。

1) 閃緑岩

閃緑岩は、中性の等粒状組織を持つ火成岩で、そのうちの深成岩に分類されます。見かけはやや白っぽく、一般的に結晶が粗粒～極粗粒であることを特徴とします。本標本に見られる目立った鉱物として、石英（透き通った白）、長石（乳白色～ピンク）、および黒色の輝石や角閃石などが見られます。比較的風化に強いことから、石碑や墓石、ビルの建材などによく用いられています。



2) 安山岩

安山岩は、日本列島に一般的に見られる火成岩で、桜島や浅間山、大雪山など多くの火山がこの安山岩を噴出させています。南米アンデスの火山岩に対し命名されたもので、「アンデス山の石」の意味で、安山岩と呼ばれています。中性の斑状組織を持つ火成岩で、有色鉱物が多いためやや灰色で、斑状組織が見られることを特徴とします。石基の部分が微少な結晶からなるために砂岩との区別が難しいのですが、角閃石や輝石からなる斑晶が見られることで砂岩と区別することができます。難しかったですか？



3) チャート

生物起源の堆積岩で二酸化ケイ素（ SiO_2 ）を主成分とします。主に、海洋プランクトンである放射虫の被殻の濃集した岩石で、電子顕微鏡で観察すると、大きさ100マイクロメートルほどの微少な殻の集合体からなることがわかります。このような微少質の石英の結晶からできていることから、本来であれば無色透明なはずですが、少量の炭素やイライト（粘土）、緑泥石や赤鉄鉱などを含むことで、それぞれ黒色や灰色、緑色や赤色などの多様な色を示します。みなさんの鑑定したチャートは何色でしたでしょうか。



4) 石灰岩

石灰岩も生物の遺骸からできている堆積岩で、こちらは、校庭のライン引きなどでおなじみの炭酸カルシウム (CaCO_3) を主成分とする岩石です。一般に白色～明るい灰色で、主にサンゴやウミユリ、二枚貝などの石灰質の骨格を持つ生物の遺骸からつくられています（よく見ると、サンゴやウミユリの一部のような模様が見られるかもしれません）。川や海などの水の流れによって削られて、表面がつるつるしているのも石灰岩の大きな特徴です。



5) 泥岩

砕屑物からなる堆積岩のうち、粒の大きさが $1/16$ (0.06) mm 以下のものをいいます。簡単にいうと、目で見て粒が見えるか見えないかのギリギリのラインが泥岩と砂岩の境目になります。泥岩は粒が見えないのです。色は黒色や灰緑色、灰色などを示すことが多いですが、今回は黒っぽい泥岩が多かったようです。



6) 砂岩

砕屑物からなる堆積岩のうち、粒の大きさが $1/16$ (0.06) mm 以上、 2 mm 以下のものをいいます。泥岩のところでも述べましたが、砂岩の簡単な見分け方は、砂粒が見えることです。石英や長石など、白っぽい砂粒が多く含まれている場合は灰白色に、チャートなど他の岩石の破片が多く含まれる場合は、暗灰色～灰色を示します。

