

貝のカタチというもの

筑波大学付属中学校

1年2組1番 東 弘一郎

去年は、夏休みに「ぐるぐる巻くこと」について調べた。その時、巻く物の幅が同じものは人工物（蚊取り線香など）・植物に見られる事が多く、幅が違うものは成長する生き物や自然界の物（台風・星雲など）が多いと分かった。たくさんの巻きの種類は調べられたが、それぞれの巻き方について、きちんとしたルールがあるか確認できなかったのだ。そこで今年は、「生き物の成長のルールを見つける」をテーマに、巻貝をつかって、もう一度「巻くルール」についてモデルを作って調べてみることにした。

1. 巻貝はどれでも同じか

海岸に行くときよく見かける「貝」。貝の特徴の一つとして、「たくさんの形がある」という事がある。一見すると、貝にはオウムガイのように巻いている「巻貝」と、アサリやホタテガイのように平たい「二枚貝」、そしてアワビのように平たいけれども一枚の「特殊な貝」に分けられる。

これらは、なぜこのような形をしているのだろうか。



オウムガイ



カタツムリ



アワビ



ホタテ



アサリ



タカラガイ

巻貝には、サザエや、オウムガイ、陸上の巻貝として、かたつむり等がある。真上から巻貝を見てみると、年輪らしきものがある。

それは、中心からぐるぐると、なだらかな曲線で広がっていつている。これらの貝は「巻貝」という名前の通りぐるぐる巻いていつているのだが、この巻き方はどんな巻貝でも通用するのだろうか。



オウムガイ

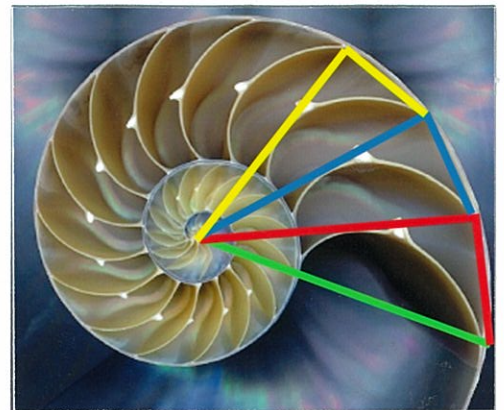


カタツムリ



サザエ

昨年は、図鑑の表紙のオウムガイを使って巻き方を調べてみた。とても分かりやすいので、今回も、まず、オウムガイを調べてみる。オウムガイの写真を見てもらうと分かると思うが、バナナのような形がだんだんと大きくなっている。このバナナは、過去の大きさと形を示している。つまり、この形に添って先の方をのぼして成長すると、形を崩さずに貝殻を大きくすることができるということだ。「形を崩さずにそれに応じた大きさが増える＝相似」なので、「成長の仕方は、相似の形を順に大きくする配列をすれば巻貝ができる」ともいいかえられる。



なぜオウムガイがわかりやすいか。それは、オウムガイは、ほとんど厚さが同じ貝だから、平面図形として扱いやすいのである。サザエなどの巻貝は、見てわかるように空間図形になっている。

2. 巻き方のモデルを作ろう Part. 1

「三角形の相似」を利用して巻貝のモデルを作ってみる。このモデルは立体を無理やり平面にしているために、重なっている所と重なっていない所の区別がつきにくくなっている。観察をするために作るのではなく、仕組みを知るためにはこの方法が良いと思う。



簡単な手順で紙を切ってつなげていくだけで、前ページの写真のような巻貝の「らせん」の形を作ることができる。

1、まず新聞紙を拵げたサイズの広告で直角三角形を作る。



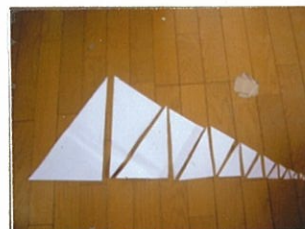
↳この大きさの紙を使う

2、直角を作っている頂点から向かいの辺に直角な線を折って作る。写真のように、交互に折って、小さな直角三角形を作っていく。いくら作ってもよいが、ひとまず10個～15個くらい。



↳斜め半分に分ける

3、できた直角三角形を切り、大きい方から順に、ひとつおきに裏返ししながら、写真のように台紙に並べていく。



↳直角な線をおって作る

4、セロテープでどんどん貼りつけていく。気のすむまで小さい直角三角形をはりつづけて、巻貝のモデルのできあがり。右巻き左巻きは、どちらにセロテープをはるかによって変えることができる。



↳組み立てていく



↳貼り付けていく



↳完成したモデル

このモデルの三角形は、初めから「直角三角形」で作られている。直角三角形を広告や画用紙などで作るのは簡単だ。だが、すべての巻貝がこの形ではない。もっと巻く数が多いものだってあるはずだ。「直角三角形」という物は作りやすさを主としている。このルールを外せばもっと自然な巻貝が作れるのではないか。

3. モデルを作ろう Part. 2

巻貝のモデルの三角形を直角三角形以外の三角形で作ると、どうなるだろうか。

左側のモデル(A)は、先程作ったものだ。これは、36度, 54度, 90度, の直角三角形で作られている。

新しく作ったモデル(B)は、45度, 55度, 80度, の角度で作られている。

それぞれ比べてみると、Aのモデルは、360度回るのに10個の三角形を使っていて、一周する速度が遅い。それに対しBのモデルは、一周するのに8個の三角形で済む。

つまり、三角形一つ分の成長を一年の成長とすると、Aの貝は10年、Bの貝は8年で1周する。2周目になると高さができて立体的な形になり、貝の立場からすると、生きていくのにとっても有利になる。

このことから回転する角、つまり中心に常に当たっている角の大きさが回る個数を決めていることが分かってくる。実際にこの角度と個数を求めてみる事にする。

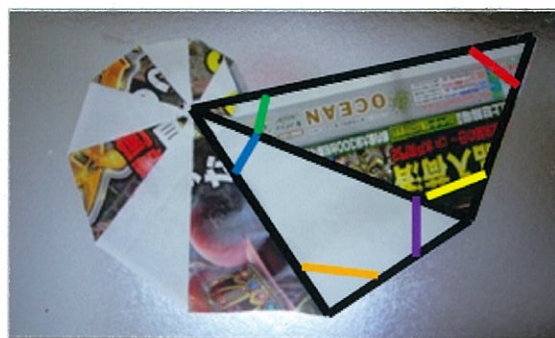
- A $360^\circ \div 36^\circ = 10$
 $90^\circ + 54^\circ = 146^\circ \dots$ 一周に10個必要
 \angle 黄紫が146度で回転
- B $360^\circ \div 45^\circ = 8$
 $80^\circ + 55^\circ = 135^\circ \dots$ 一周に8個必要
 \angle 黄紫が135度で回転



モデル (A)



モデル (B)



この2つの巻貝の式からは、共通して言えることが3つある。

(前ページ写真参照)

- ①. \angle 青が360度を割り切る事ができるならば2周目以降の三角形も重なる事ができる。
- ②. 貝の形は、 \angle 黄+ \angle 紫によって決まる。大きければ大きいほど巻き方が大きくなってしまふ。

- ③. 辺「緑 - 黄」 = 辺「青 - 紫」になっていないと、相似の三角形を作れるが、巻いている三角形は作れない。

つまり巻貝の形を「円」としてみれば、三角形の大きさの変化や相似の重なり具合が分かる。もっとリアルに作るためには、きっと厚さのある段ボールや木材で作ればいいのかと思う。「上の方は薄めで、下の方に厚みがあるもの」が巻貝なのだから、作るのはとても難しい。人間の手では再現しにくい物、それがきっと自然界の生き物といえるのではないかと思う。

4. モデルを作ろう Part. 2

では、必ず 90 度や 80 度でないとも巻貝のモデルを作ることができないのだろうか。試してみよう。

まずは、成長している角の大きさが、45 度, 60 度, 80 度, 100 度を使う。

一番上の図は、成長している角が 45 度の三角形を使った巻貝である。ふつうの巻貝は反時計回りで、中心から少しずつ大きくなっていくのだが、三角形の角度が 100 度より上だと変化の量が多くなってしまふ。凄いときには、1 個目の三角形と 2 個目の三角形の大きさが 20 倍違ったりする。



図 1

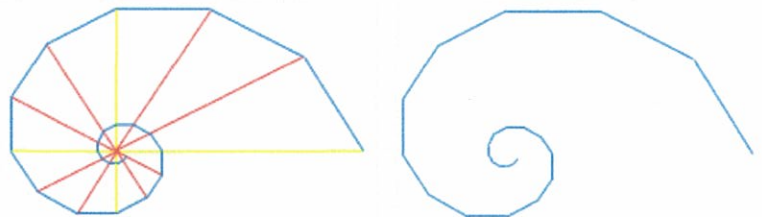


図 2

それに対して、45 度以上の相似ならば変化の量がかなり減る。だが、そのルールも 80 度までしか成り立たない。30, 75, 75, 等の二等辺三角形でできる円を境目に、相似の三角形が内側に巻きこんでいくのだ。内側に巻きこんでいく、つまり、反時計回りが時計回りになるということにもむすびつけられる。

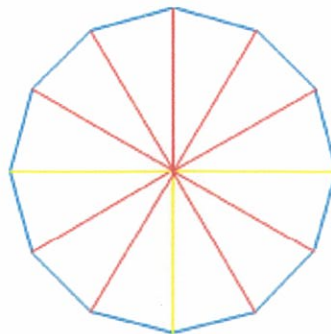


図 3

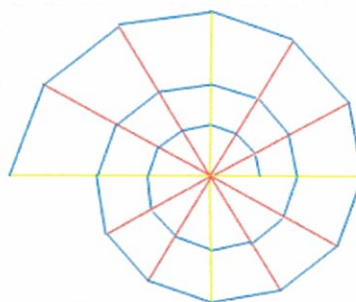


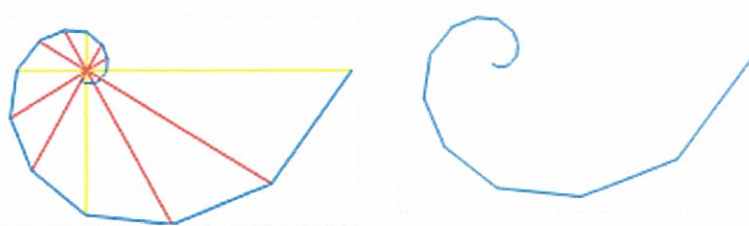
図 4

だが、巻きの変化の量は前と同じルールである。

それに対して、45度以上の相似ならば変化の量がかなり減る。だが、そのルールも80度までしか成り立たない。

30, 75, 75, 等の二等辺三角形でできる円を境目に、相似の三角形が内側に巻きこんでいくのだ。

内側に巻きこんでいく、つまり、反時計回りが時計回りになるということにもむすびつけられる。だが、巻きの変化の量は前と同じルールである。

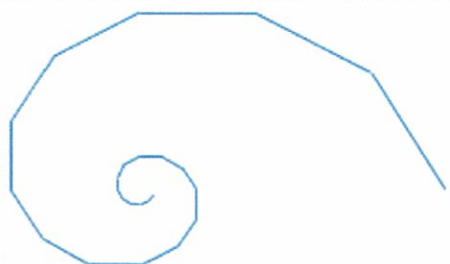


5. モデルを作ろう Part. 3

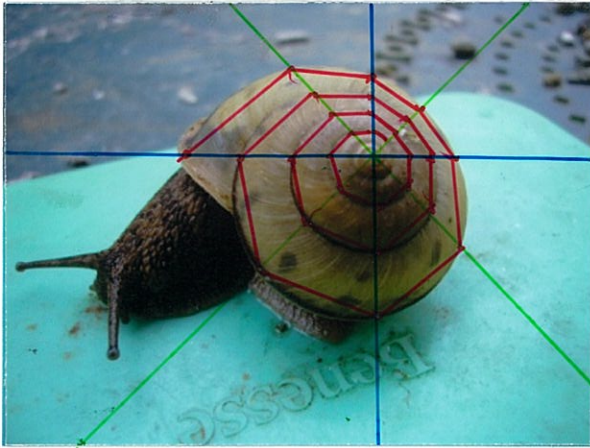
これまで、いくつかの巻貝のモデルを三角形で作ってきたところ、全て相似のルールに沿っていることが分かる。これらの巻貝のルールとして、1番長い辺と次の三角形の2番目に長い辺が同じであり、常に相似形を保っている。

また二等辺三角形の「円」でもこのルールが成り立つ。360度をきれいに回りきれるように中心を30度にとると観察する時に分かりやすい。一周に12個の三角形を使って、巻貝のモデルを作れる。

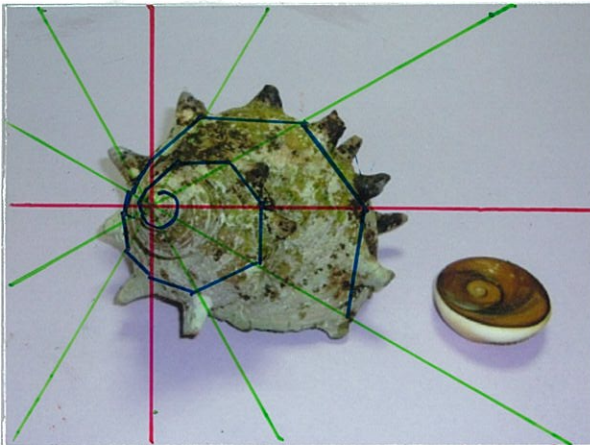
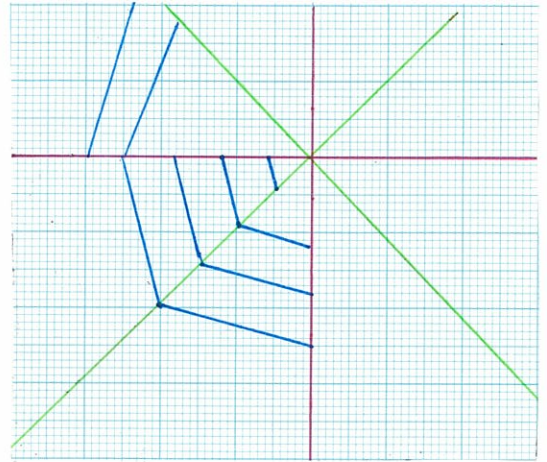
相似の三角形のうち1つの角が30度だと決まっているため、残りの一つを決めるだけで三角形が完成する。つまり残りの2辺の合計が150度になる。という事はある角度で、曲線のような緩やかな角度が作れるということだ。たくさん角をつければかなり緩やかになるが、その中の1つ1つの角度を見ていく事にしていく。曲線のラインに近づけるためには、「120度以上170度以下」といったようにどれがより曲線に近いかを見極めて、その角度で都合のよいモデルを作るといいのだ。



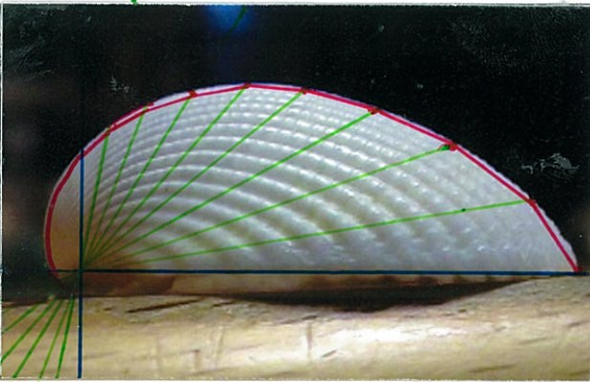
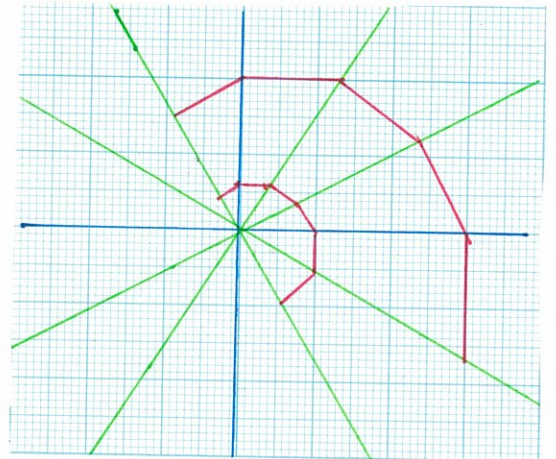
6. 確かめてみよう



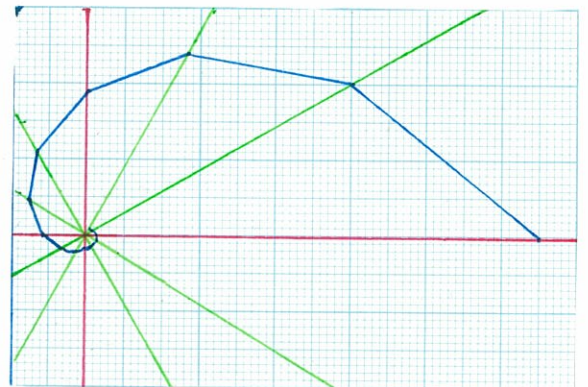
カタツムリ

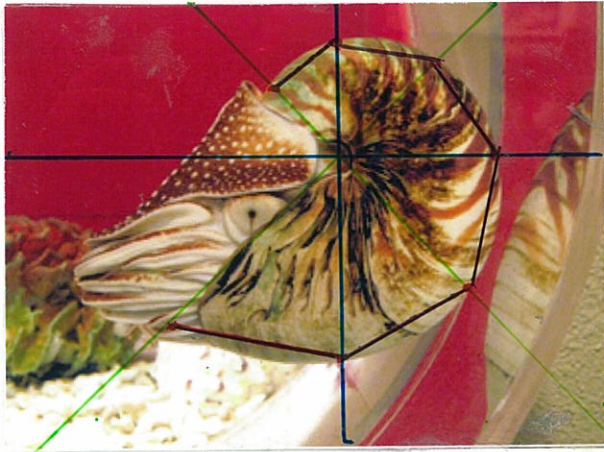


サザエ

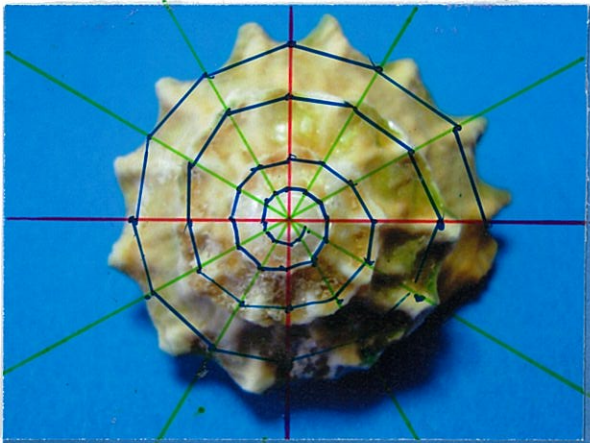
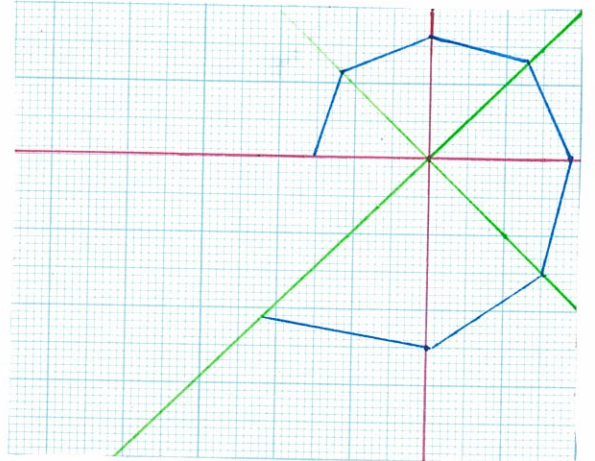


イカザル

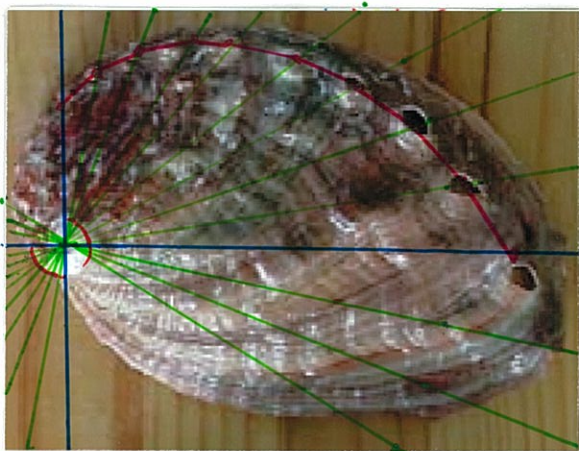
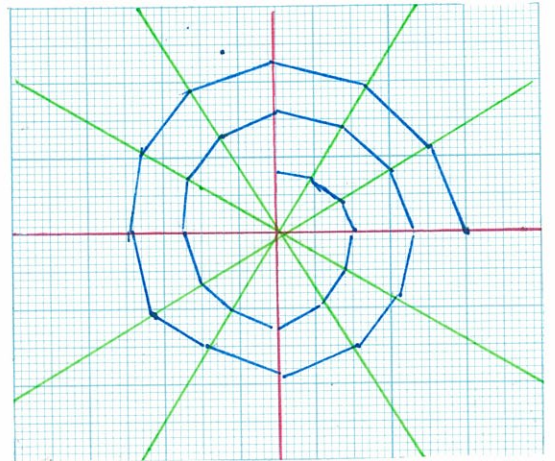




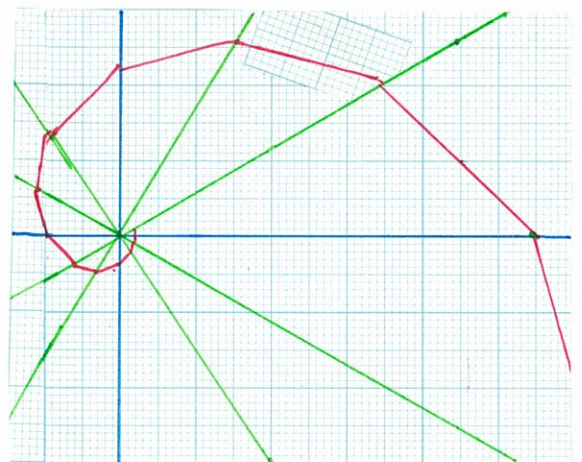
オウムガイ



家にあった巻貝



アワビ



貝の螺旋の分類

95~100	サザエ
110~120	アワビ
130~140	ハマグリ
150~160	ホタテ

7. 分かったこと

- ・ 巻貝は、相似の三角形の重なりでできている。たくさん巻いている貝は、巻いている分だけ高さができている。
- ・ 貝には、内側に巻きこんでいくものはない。巻き込むものの例として、竜巻や渦潮などがあげられる。
- ・ 二枚貝にも螺旋があり、巻貝にとっても近い生物である。

8. 不思議なこと

- ・ ここまで調べてみて、「特殊な貝」と分類されていたアワビも「薄っぺらい巻貝」として分類できる事が分かってくる。巻ききれずに平たくなってしまい、体がむき出しになってしまい、危険だ。守ってくれるものがないので、仕方なく岩に張り付いているようだ。だが、タカラガイは、どの条件にも合っていないように感じる。両側からまきこんでいたら、相似の関係にならないし…。
- ・ ここのレポートにあげた巻貝は、貝の螺旋が上から見て時計回りになっているものが多い。「貝の図鑑」を見ても反時計回りになっている巻貝は数点しか見つからない。うちの庭には、左巻きマイマイが生息している。だが、左巻きが珍しいようで、一度も見た事がない人が大勢いた。どう考えても、ほとんどの巻貝が時計回りになっているようだ。台風やふろの水が流れる渦巻きも、地球の自転が関係しているそうだ。北半球では反時計回り、南半球では時計回りだと言うのに、貝に関しては、場所に関係なく、なぜ時計回りがほとんどなのだろうか。

9. 感想

巻貝の巻く仕組みが相似の三角形のつながりだと分かった後、それを実際に貝に当てはめてみると、なかなかうまくいかない。グラフや計算上ではほぼ間違いないのだが、どうしてもうまく数値が出ない。家にある貝も、数が少なく、たくさんの実験を重ねる事ができなかった。結局、図鑑を調べたり、インターネットで貝の写真を探し、それに印をつけていくしかなく、実物をあつかわない、中途半端な調査になってしまった事が残念だ。

だが、アワビが巻貝であるとか、逆に、アンモナイトは巻貝ではないとわかったり、渦巻きの向きと地球の関係等に興味をもてたのは良かった事だと思う。自然を対象にしたものは、まずは素材が集まるかどうかを考えて調査を開始する事が必要だと感じた。

参考文献、HP

- ・ 生き物たちのエレガントな数学 著：上村文隆 技術評論社
- ・ 貝（学研の図鑑） 学習研究社
- ・ 貝がらのずかん（やさしい科学） 著：奥谷喬司 さ・え・ら書房
- ・ のんびりオウムガイとせっかちアンモナイト 著：三輪一雄 偕成社

- ・ 貝のHP、多数