

【動機】

僕は梅雨などのシーズンに、降る雨や日常何気なく使っている蛇口を閉めた時に出る1滴の水を見て、しずくが地面に落ちるときどんな動きをしているのだろうかと思い、興味を持った。また自分が好きな宇宙の図鑑や本などを見ているとクレーターのでき方がしずくの動きと似ているなど思ったので実験して確かめていくことにした。また、少年科学館の探求サイエンスの実験で小麦を使ったクレーター再現実験を行った。この実験は面白そうだったので、自分なりに実験しようと思いました。

【実験の内容】

【実験1】身近なしずく1滴の謎を探る

「目的」日頃、蛇口の水から出てくる水滴が落ちているのを見て、しずくの形はどのような形をしているのだろうか、液体によって何か違っているのだろうか、と疑問に思い、実験することにした。

「実験装置の組み立て」

装置を組み立てる。(写真1)

「方法」

- (1)液体(洗剤、アルコール、食用油)を変えて実験し、水滴の違いについて調べる。
- (2)水については深さや落とす高さについても調べる。

(写真1)



「結果」

- やはり液体によってしずくができるものとできないものがあった。しずくの落ち方をカメラの連写で撮影してみると、クラウンという王冠の形をした水しぶきがペトリ皿の所で見られた。(写真2,3,4,5,6)
- クラウンの形は落とす高さが、25cmあたりが最も出来やすく、水の深さが15mmに達するとキレイにできることも分かった。(図2、図3)

〈水滴クラウンのできるようす〉

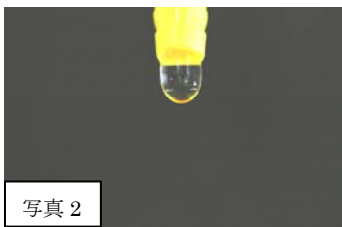


写真2

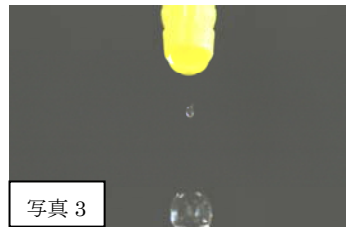


写真3

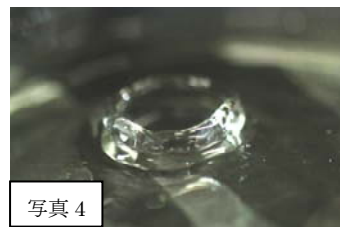


写真4



写真5

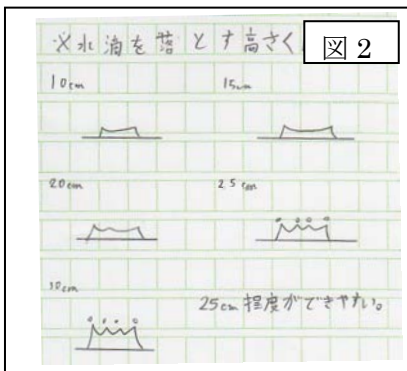


図2

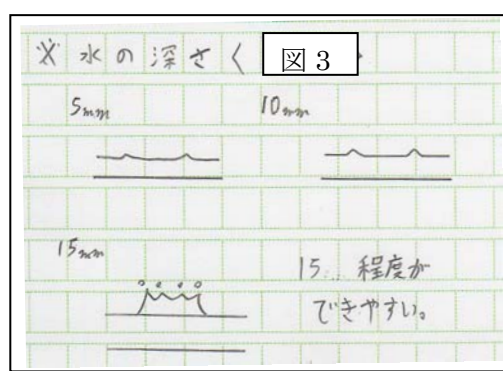


図3

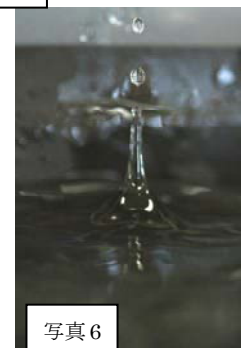


写真6

『洗剤のクラウンのできる様子』

「結果・考察」クラウンができず、波紋が広がるだけだった。粘度が高すぎるために、クラウンができなかったと思う。

『アルコールのクラウンのできる様子』

「結果・考察」小さなしずくのクラウンができた。その動きや菊のような形や柱のようにになっているのが不思議だった。

『食用油のクラウンのできる様子』

「結果・考察」しずくはできたがクラウンはできなかった。粘度が高いためだと思われる。

「実験1の考察」

しずくやクラウンができるためには、液体の粘度が低く、落とす高さが25cmで落ちるところの深さが15mmにすることが必要だったと思った。

液体	しずく	クラウンのでき方
水	○	○
洗剤	×	×
アルコール	○	○
食用油	○	△

【実験2】様々なクレーターの違いについて調べる

「目的」【実験1】でできたクラウンと月などのクレーターの形などがとても似ていたので、まずは、色々なクレーターを調べてみることにした。

「結果」

- 星によってクレーターの形に特徴があった。

・全てのクレーターに共通する特徴

クレーターは円形である。クレーターの縁に山のようなものがある。

○地球のクレーターの様子

- ・カナダクレーター…キレイな円形であり中に水が溜まっている。中の水はできた後、雨や地下水がたまっただろう。
- ・ロシアクレーター…すり鉢状の形ではない。たぶん上が水だけしかないためこうなったのだろう。
- ・シベリアのクレーター…底が平らになって、中央に水が溜まっている。多分下の図のように出来たのだろう。

○月のクレーターの様子

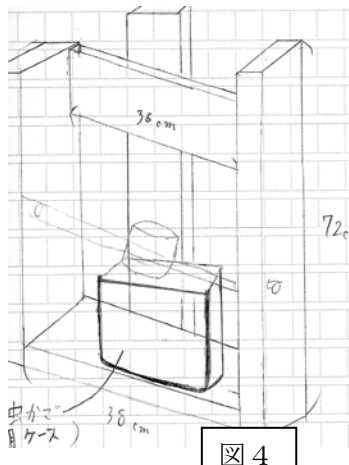
- ・すり鉢状のクレーターよりも底が平らなクレーターの方が多かった。
- ・大きなクレーターは、黒くなって、平らである。クレーターからマグマが染み出してきたのだろう。

○火星のクレーターの様子

- ・すり鉢状のクレーターである。横に伸びたクレーターや平たいクレーターなどがある。横に伸びたクレーターは横からえぐるように衝突してできたのだろう。

「考察」

星によってクレーターの形が異なるのは、①地表に落ちてくる物質 ②落ちてくる物質のスピード ③地表の成分の3つの事柄が関わっていると思った。



【実験3】 模擬的クレーターの再現実験用の装置の作成

「目的」 前回の実験で出た仮説を解明すべく、まずはクレーターのでき方の順序をもとに、限りなく再現できる装置を作ることにした。

「方法」

- (1) ゴムとビニル管を適当な長さに切る。
- (2) ビニル管に穴を開け、ゴムを通す。
- (3) 木材で(図16)のように組み立てる。
- (4) 試しに砂の上に、鉄球を落としその様子を観察し、作った装置の実用性を確かめる。

「結果・考察」

試しに鉄球でやってみると思った以上に狙ったところにクレーターの様な穴を作ることができた。うまく作ることができたので次の実験からこの装置を使って行くことにする。

【実験4】 実験用落下物の種類による落下痕跡の違いについて調べる


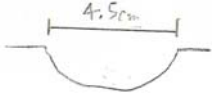

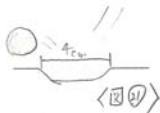

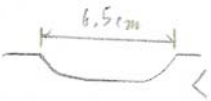
「目的」 クレーターは隕石などの落下物の衝突によってできるので、色々な物を落下物として実験してみることにした


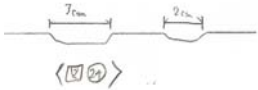

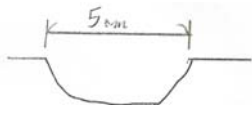
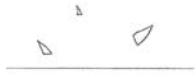
「方法」

- (1) 落下装置を用い、鉄球や木球などを60cmの高さから砂に衝突させる。
- (2) 写真を撮り、痕跡直径を測る
- (3) 落とし方は、①装置をセットする。②ゴムの部分を持ってスタンバイする。③ゴムを一定の高さまで引っ張って、手を放し落とす。



「結果」 落下物の重さで落下物の直径と痕跡直径の差が大きかった。

落下物	写真	本体直径	痕跡直径	結果・気づき	図
鉄球		4cm	4.5cm	すり鉢状のくぼみができた。鉄球が重いのでこのような形になったのだろう。	
木球		4cm	4.5cm	あまり深くなかった。軽すぎたため、飛び上がりあまり深い穴はできなかった。	
氷球(大)		5.5cm	6.5cm	くっきりと後ができなかった。落下させるとき滑って、実験しにくかった。	

落下物	写真	本体直径	痕跡直径	結果・気づき	図
氷球(小)		2.5cm	3cm 2cm	割れて2つになった。小さすぎて、地面に衝撃が伝わらなかった。	
だんご粉を固めたもの		4cm	5cm 	すり鉢状の穴ができた。団子は欠けた。だんご粉が硬かったのでキレイな穴ができたのだろう。	
ミョウバンの結晶	落下痕跡なし	3cm	なし	落下痕跡なしミョウバンの結晶が砕けて割れてしまった。	

「考察」 落下物は重くなっていくほど痕跡直径が拡大していくと思った。

【実験5】 落下物速度と落下痕跡の違いについて調べる

「目的」 自分が体育の授業で走り幅跳びをした時急に高さがあるほど足跡が深くなっていった。クレーターも同じではないかと思い、調べることにした。

「方法」

- (1) 装置を使って鉄球を落とす。
- (2) 落とす高さを 30cm、60cm、90cm と変えて衝突痕跡の変化について調べる。

「結果」

鉄球を落とす高さが高いほどできた穴の深さが深くなっていくことがわかった。ことがわかった。

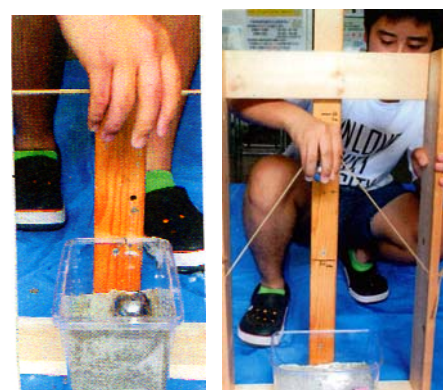


写真 10

ゴムを引き落下

写真 11

落下物高さ	写真	本体直径	痕跡直径	結果・気づき	図
30cm		4cm	4cm	くっきりと落下痕跡が残った。鉄は重いのでほぼ自由落下の状態でもかなりあとがくっきり残ったのだと思った。	
60cm		4cm	4.5cm 5.0cm	ぶつかった衝撃で跳ね返って2つの穴ができた。1回目の1回目の落下地点は30cmの時より大きく深くなっていた。重さが球の勢いで大きくなったから、穴も大きくなったのだろう。	
90cm		4cm	5cm	横をえぐるように大きな穴が開いた。	

「考察」

- この実験で落下物速度と落下痕跡の関係は、30cm から 90cm になると、落下物速度が大きくなり、落下痕跡の直径も大きくなっている。この実験で出た値をグラフに表すと(図5)のようになり、落下物のスピードと穴の大きさの関係がわかる。
- 今後、くわしく調べてみたい。
- 90cmの時の横をえぐるような痕跡は、たぶん火星に見られた横に長いクレーターとよく似ていて、斜めから落下して、このようにしてできたのだろうと思う。

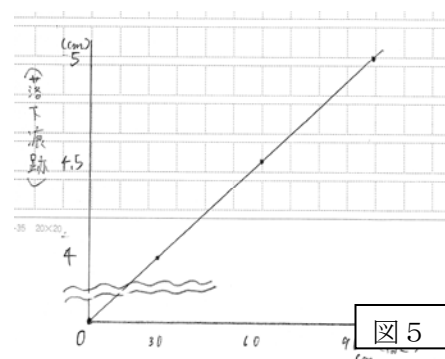


図 5

【実験6】 落下物の種類と地面液体の粘度の落下痕跡の違い

「目的」

月の平たいクレーターは地表の中のマグマが関係していると考えられるが、地下のマグマがドロドロだったら、落下物は見えなくなり、穴からマグマが出てきて、平らに広がるだろうと思う。そのことを立証する。

「方法」

- (1)装置を使い、落下物を小麦粉の地面に落とし、その様子を調べる。
- (2)小麦粉200gに水を50グラムずつ加えていき、どの様に変化するか観察をする。

「仮説」


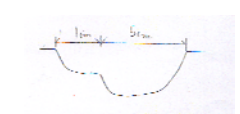
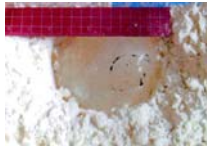
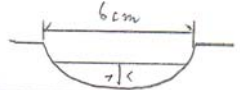


粘度が高くなればなるほど、すぐに穴が広がって、きれいな穴ができると思う。

「結果」

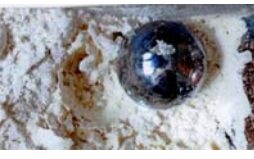
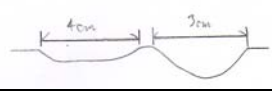

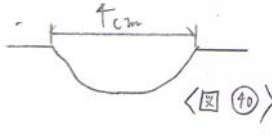


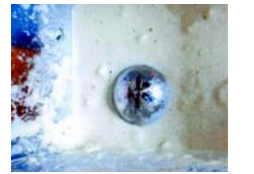
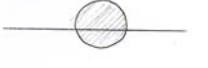
粘度が高くなっていくほど底が平らにきれいなクレーターの様な形の穴ができることが分かった。

特に、砂と小麦粉を混ぜた落下物は、衝突した後、破片として四方八方に飛び散り、最も月のクレーターに近い形をしていた。

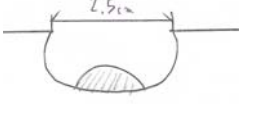
方法(1) 小麦粉100%に落下物を落とす。

鉄球		4cm	5cm	深い穴が出来た 鉄球が重かったので穴が深くなったのだろう	
氷(大)		5.5cm	6.0cm	鉄球と同じように大きな穴ができた。少し放置すると溶けて底が平ら平らになった。月のクレーターに似ている。	
砂と小麦粉を固めたもの		3.0cm	3.5cm	このように落下物が見えるくらい埋まった。	

方法(2) 鉄球を小麦粉の粘度の違う液に落とす。

小麦粉粘度	写真	本体直径	痕跡直径	結果・気づき	図
小麦粉200g 水50g		4cm	4cm	落下痕跡があまり大きくならなかった。 粘度が高いためだろう	
小麦粉200g 水100g		4cm	4cm	少し深い穴ができた。 地面が固かったから取ろうと思う	
小麦粉200g 水150g		4cm	4cm	穴が深くなった。 粘度が低いため、めり込む程度になったと思う	
小麦粉200g 水200g		4cm	なし	鉄球が埋もれてしまった。 粘度が低いため、埋もれてしまった。	

方法(3) 砂と小麦粉を固めたものを小麦粉の粘度の違う液に落とす。

小麦粉粘度	写真	本体直径	痕跡直径	結果・気づき	図
小麦粉200g 水50g		3cm	変化なし	地面が硬すぎてくぼみができなかった。	
小麦粉200g 水100g		3cm	変化なし	地面が硬すぎてくぼみができなかった。	
小麦粉200g 水150g		2.5cm	2.5cm	半分埋まった。粘度が低くなったのでくぼみができ、埋まってしまった。	

「考察」

- ・クレーターのでき方には、地下の物質の粘度が関わっており、粘度が低いほどクレーターの底が平らになりやすいと考えた。
- ・砂と小麦粉混ぜた落下物の実験で、衝突後破片が飛び散って、月のクレーターに近い形になったので、クレーターが出来る要因の一つであると考え、隕石は岩石と同じような成分が含まれていると思った。
- ・氷の落下物の実験で、小麦粉の表面が平らになった。この後も放置してみると少し固まってマグマが固く固まったようになった。このことから、月の大きなクレーターの形成には、マグマなどの液体が関係していることがわかった。

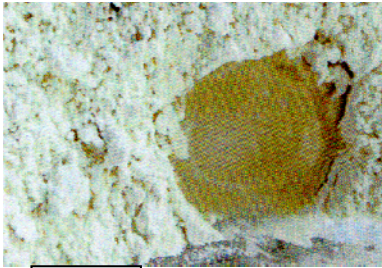


写真 12 乾き平らになる



写真 13 乾き平らになる



写真 14 周囲まで溶けている

〈落下痕跡の様子〉

「結果」

落ちた後かごから出てしまった。少し硬かったので反動で飛び出してしまったのだろう。飛び散った様子が、クレーターに衝突したみたいなき感じだった。



写真 15 鉄球落下の様子

「実験 7」 落下物と地面 2 層の落下痕跡の違いについて

「目的」

理科の教科書を見てみると、地球の構造について書かれていた。おそらく月なども層になっていると思い、実験をすることにした。

「方法」

- (1)2層を作る。
 - (A)…上は小麦粉+下はゼラチン
 - (B)…上は小麦粉+下は小麦粉と 200c の水
 - (C)…上は小麦粉+下は小麦粉 100g、200g (赤色)
 - (D)…上はゼラチン(赤色)+下はゼラチン(透明)
- (2)落下物は鉄球と砂と小麦粉を固めたもの、2種類を使用する。60cmから落下。


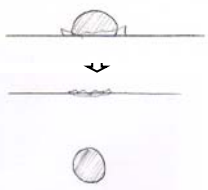

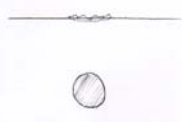


写真 16 使用したゼラチン・小麦粉


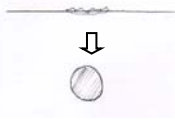

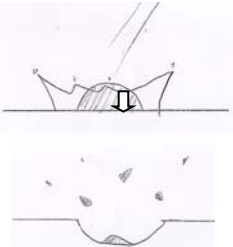
(3)装置を使って、実験し変化を観察する。

(A) 上は小麦粉+下はゼラチンの実験

「結果」

鉄球		4cm	痕跡なし	鉄球が埋まってしまい、跡形がなくなった。中からわずかにゼラチンが出てきた。	
砂と小麦粉を固めたもの		3cm	痕跡なし	下まで埋まって、ゼラチンの上の方で止まっていた。	

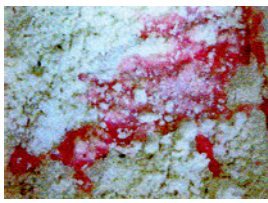
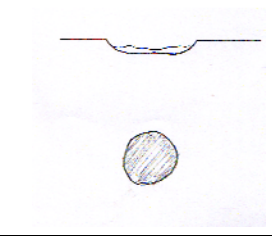

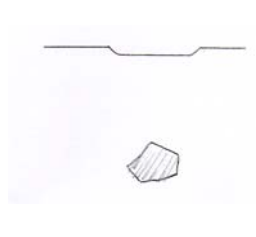
(B) …上は小麦粉+下は小麦粉と 200c の水の実験

鉄球		4cm	痕跡なし	はじめ3分の2以上が埋まり、徐々に埋まった。下の層の粘度が高く、はじめ埋まらなかったのだろう。	
砂と小麦粉を固めたもの		3cm	4cm 後は痕跡なし	衝突後、砕けとび散った。衝突後、砕けてすり鉢状の穴ができ、その後下の液が出てきて、平らになってきたと考える。黒いのは飛び散った破片。	

(C-1) …上は小麦粉+下は小麦粉 100g(赤色)の実験

鉄球		4cm	痕跡なし	完全に埋まってしまった。下の層が液体でしみだしてきた。	
砂と小麦粉を固めたもの		3cm	痕跡なし	下の層が出てきた。飛び出た下の赤い液は飛び散っていた。	

(C-2)…上は小麦粉+下は小麦粉 200g(赤色)の実験

鉄球		4cm	痕跡なし	完全に埋まってしまった。下の層の液体が四方八方に跡が広がった。下の層が衝撃で浮きあがったと思う	
砂と小麦粉を固めたもの		3cm	痕跡なし	完全に埋まってしまった。下の層の液体が四方八方に跡が広がった。小さなクレーターのようなものもできた。	

(D)…上は小麦粉+下はゼラチン(赤色)の実験

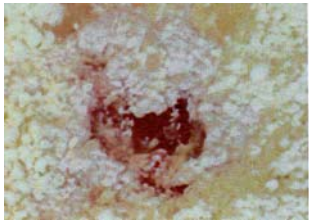

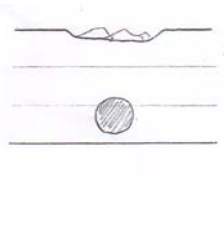

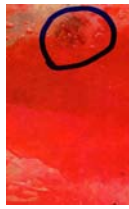
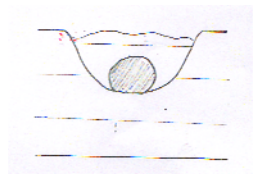
鉄球		4cm	痕跡なし	鉄球は、最下層まで落ちた。落下物が重いから 	
砂と小麦粉を固めたもの		3cm	痕跡なし	落下物は、上方で止まっていた。落下物が軽いから。 	



写真 17 ふるいで細かく小麦粉をまく

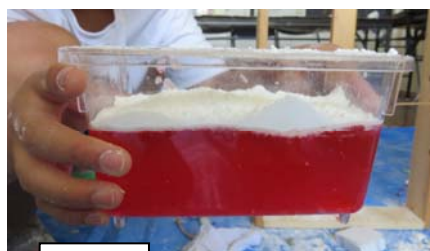


写真 18 小麦粉層と色水層



写真 19 砂+小麦粉の混合物



写真 20 ゴムをひく



写真 21 衝突した瞬間



写真 22 クレーターの完成

【研究のまとめ】

僕はこれらの実験をしていくうちに、クレーターの形成について、4つの条件ができた。

- ① 落下物の種類
- ② 落下物のスピード
- ③ 地表の粘度
- ④ 地下の成分と割合

以上の条件を考慮して惑星のクレーターのでき方を考察した。

① 地球のクレーター

地球のクレーターは、すり鉢状のものが多い。このクレーターは砂に鉄球を落とした時のように 大きなすり鉢の痕跡ができていた。地表に 隕石が衝突した後、破片が飛び散りできたのだろう。底が平らなクレーターは、衝突後に、底に飛び散った破片埋まってできている。また、地球のクレーターは、大きいものもあるが、形がはっきりしない。月のようなクレーターはあったと思うが、雨風で地形が変化してしまったのだろう。

② 火星のクレーター

火星のクレーターは、すり鉢状のものが多い。中には横に伸びた謎のクレーターがあった。火星に岩石の様なものが地表をえぐられた痕跡がある。これは、斜めから衝突して、その後、地下からのマグマや破砕物が底に埋まって平らになってできたのだろう。

③ 月のクレーター

月のクレーターは、すり鉢状のものや大きなクレーターも多く見られる。クレーターの中を見ると平らになっていることから、隕石の衝突後、中からマグマが出てきて平らになったと考えられる。

(3) 上の仮説が正しいか、今までを行った実験の結果や考察を見ていくと、隕石の衝突などの様子のパターンは、3つあると考えた。

- ① 衝突の衝撃で隕石が砕けて、クレーターができない。
- ② 衝突し、すり鉢状のクレーターができる。
- ③ 衝突し、底が平たいクレーターができる。

<① 衝突の衝撃で隕石が砕けてクレーターができない場合>

図6のように地面が硬かったり、氷のように隕石がもろかったりすると、落下の衝撃で砕けてしまいクレーターができなくなるのだろう。

- (1) 落下物が落下してくる。
- (2) もろかったり、地面が硬かったりして、砕ける。地球の場合、雨風で風化して跡形もなくなる。

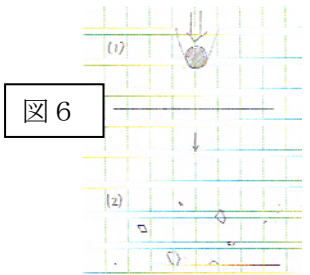


図 6

<② 衝突し、すり鉢状のクレーターができる場合>

写真33・図7のように衝突して、マグマがしみ出すことができず、衝突の衝撃で砕け散って、すり鉢状のクレーターができるのだろう。

また、落下物の痕跡がないのは、写真32・図7のように地面にめり込んで見えなくなったためであると考えられる。

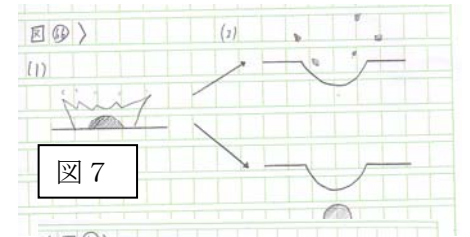


図 7

<③ 衝突し底が平たいクレーターができる場合>

写真 38, 39, 40, 図8のように、衝突した層が狭い場合、衝突の衝撃でできた亀裂からマグマがしみ出し、落下物を溶かしながら、底を平らにしていき、冷えて固まってできるのだろう。

大きなクレーターの周りにある小さなクレーターは、c-2、図9のように、落下の衝撃で砕けた破片がぶっかったりして、大きなマグマの湖ができたのだろう。

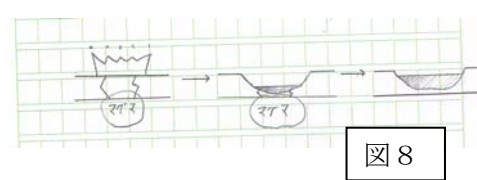


図 8

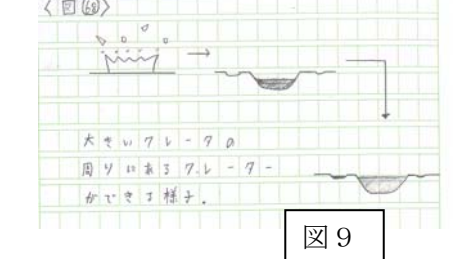


図 9



写真 23 地球クレーター



写真 24 混合物衝突



写真 25 火星クレーター



写真 26 鉄球衝突



写真 27 月クレーター



写真 28 混合物衝突



写真 29 大きなクレーター



写真 30 大きなくぼみ

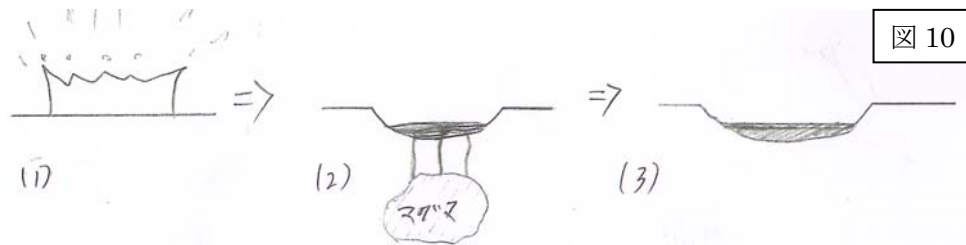


図 10

時間がたつと石(砂+小麦粉)のかたまりが沈んでいく。



写真 31



写真 32

時間がたつと下から液体がしみだしてくる。



写真 33



写真 34



写真 35

時間がたつと表面が平らになっていく。

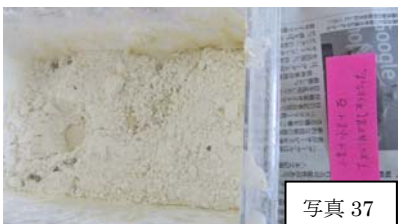


写真 37



写真 38

しだいに固まる。



写真 39



写真 40

【感想】

僕は中学3年であることもあり、十分に実験ができる日は少なかったが、それでも期待通りの実験結果が出せたので嬉しかった。このように謎を探求し解明していく実験は、小学5年生の探求サイエンス教室がきっかけであった。初めは失敗が多く、分からないことが多かったが、それも探求の楽しみだと実感し、科学の世界への関心が広がったと自分でも分かることができた。

今まで「光」というテーマにしぼり、深めていたので、今回の実験は未知のことが多かった。でも、両親や他の先生の協力で、今まで以上に良い結果を残すことができた。

これまで支えてきてくれた人の恩を形にして返したいと思って、研究に没頭できたからだと思う。その人たちに感謝の気持ちを一言で表すなら「本当にありがとうございました」と伝えたいと思います。

【参考文献】

- 未来へ広がるサイエンス1 啓林館
- 平成19年度 衝突クレーターに関する実験
- クレーターの作り方 厚木市子ども科学館