

ぼくの探査機着陸成功！（落下・衝撃吸収の実験）

西条市立神戸小学校 第6学年 川島 聡 真
指導教諭 十 亀 亮 一

1 研究のきっかけ

ぼくの夢は、宇宙工学を学び、はやぶさのような探査機を作ることだ。どうすれば、この探査機が無事に着陸できるか、自分で実験装置を作り、落下・衝撃吸収の研究をすることにした。

探査機を無事着陸させるには、落ちた時の衝撃を少なくする必要がある。そのための2つの方法について調べた。

- (1) 落ちる速度をおそくするには、どうすればよいか。
- (2) 落ちた時の衝撃を吸収するには、どうすればよいか。

2 衝撃実験装置

探査機に見立てた衝撃測定カプセルを、長さ3mの天秤の先に取り付け、いろいろな条件で、カプセルを落として衝撃の大きさを調べた（図1）。

衝撃測定カプセルは、7台の試作機を作り8台目でようやく完成した（図2）

- (1) ふたの外側に、28個のネオジウム磁石がボンドで固定してある。
- (2) 内側にピン型の磁石を磁力で張り付ける。カプセルを落とすと、ピン型の磁石は、衝撃で外れる。外れた磁石の数が、衝撃の大きさを表すと考えた。
- (3) 外れた磁石が、カプセルの中で飛び跳ね、再びふたの磁石に付く場合があることが分かった。それでは、衝撃で外れた磁石の数を正確に調べることが出来ない。それを防ぐために、カプセルの深さを深くして、ふたに取り付けた磁石よりも強力な磁石を、カプセルの側面と底面に取り付けた。衝撃で外れた磁石は、そちらに付くはずだ。

- (4) 28個の磁石が、すべて同じ強さの場合、衝撃が強いと、磁石がほとんど外れて差がつかず、衝撃が弱いと、磁石が1個も外れず差がつかないため、衝撃を測れる範囲がせまくなることが分かった。そこで、重ねる枚数を変えたシールを間に入れて、磁石の強さを段階的に変えた。

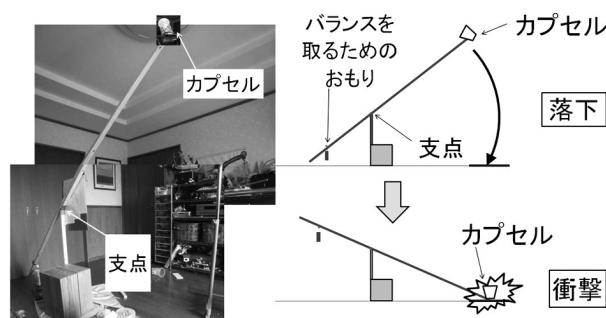


図1 衝撃実験装置

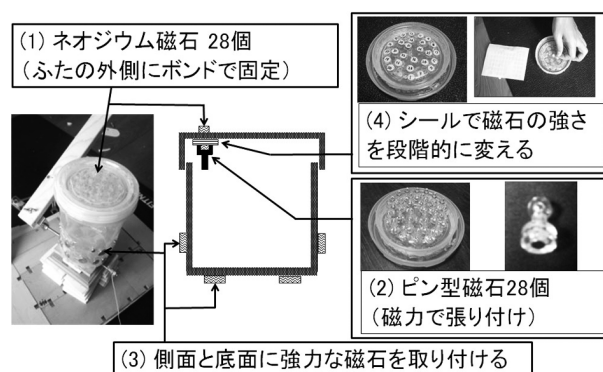


図2 衝撃測定カプセル

完成したカプセルは、落とす高さ、つまり衝撃の大きさと外れる磁石の数が比例している(図3)。外れる磁石の数で、衝撃の大きさを測れることが確認できた。

3 落ちる速度をおそくして衝撃を少なくする実験

落ちる速度をおそくして、衝撃を少なくする方法は、パラシュートについて、調べることにした。

効果の大きいパラシュートの形を見つけるために、形をいろいろ変えて、衝撃実験をする必要があるが、この大きさのパラシュートを何種類も作るのは、難しいと思った。そこで、去年の理科研究で作った風洞を改造して使うことにした(図4)。

風洞にいろいろな形のパラシュートの模型を入れて、抗力の大きさを調べれば、抗力を増やすのに効果の大きいパラシュートの形を探ることができる。

風を起すには、扇風機を使い、抗力の測定には、キッチンスケールと“てこ”を使った。風が当たり、パラシュートの模型が浮きあがると表示が減るので、減った分を抗力として測定した。

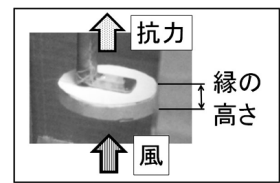
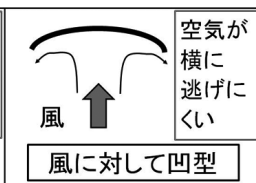
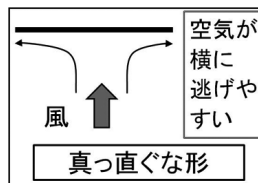


図5 パラシュートの形と空気の流れ

図6 縁付きの円盤

本物のパラシュートは、凹型になっている。その方が、空気が逃げにくいので、空気抵抗が大きい、つまり抗力が大きいのもかもしれない(図5)。

そこで、円盤の周りに縁を取り付け、縁の有り無しで抗力がどう変わるかを調べた(図6)。

直径が大きい時は、縁がある方が抗力は大きくなった(図7)。しかし、縁の分だけ材料が余分に必要になる。この実験の目的は、より少ない材料で、より抗力が大きくなる形を見つけることだ。そこで、材料1cm²当たりの抗力を計算して比べてみた(図8)。

使った材料1cm²当たりの抗力は、縁がある方が少なく、縁に使った材料は、それに見合った効果を出していないことが分かった。

縁をつけると縁の分だけ材料が必要になるので、うまくいかない。もっと単純に円盤を曲げたらどうかと考えた。円盤を糸で引っ張って曲げ、糸の長さを変えて抗力を調べた(図9)。

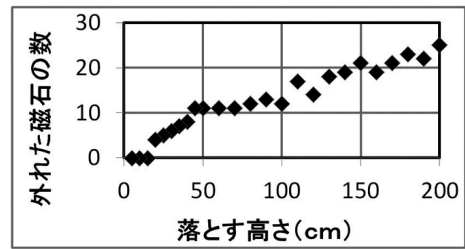


図3 落とす高さとお外れた磁石の数

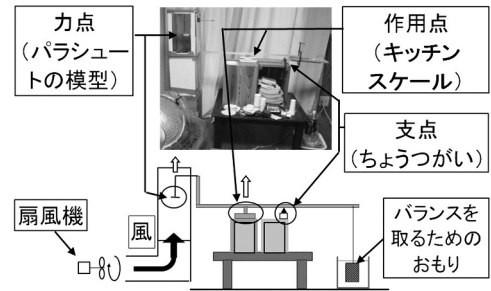


図4 風洞実験装置

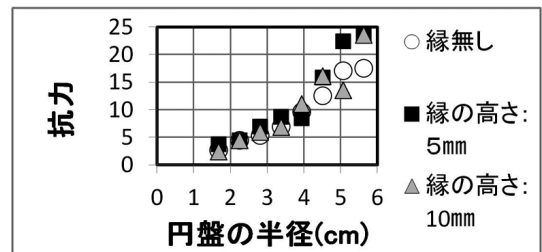


図7 縁の有り・無しと抵抗

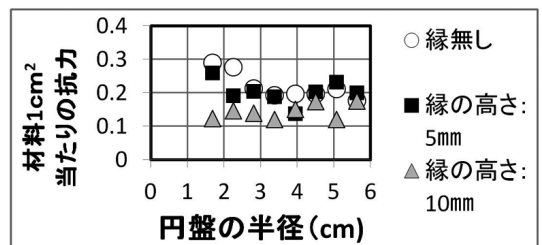


図8 材料1cm²当たりの抗力

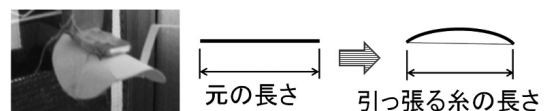


図9 円盤を曲げての風洞実験

少し曲げると抗力は、大きくなった (図10)。
この方法なら、材料を増やさずに抗力を増やすことができる。

風洞実験で分かったことを確かめる為に、衝撃測定カプセルに取り付けたパラシュートを、少し曲げて実験をした (図11)。パラシュートを少し曲げると空気抵抗が大きくなり、落ちる速度が遅くなるので、外れる磁石の数は少なくなるはずだ。

パラシュートを少し曲げると、外れる磁石の数は、少なくなった (図12)。

必要な材料を増やさずに、落ちる速度をおそくして、衝撃を少なくすることができた。

風洞実験で、いろいろな形のパラシュートを試すことによって、同じ材料でより大きな効果を出す方法を見つけることができた。

4 衝撃を吸収して衝撃を少なくする実験

(1) 衝撃吸収材として紙ばねを使った実験

次は、落ちた時の衝撃を吸収する方法について調べた。衝撃を吸収する方法として、まず、画用紙で作ったばねを衝撃吸収材に使用して実験をした (図13)。

紙ばねがある方が、外れる磁石の数は少なくなる、つまり、衝撃を紙ばねで吸収できていることが分かった。紙ばねを3本以上にすると、外れる磁石の数が増えてしまう、紙ばねの本数を増やし過ぎると良くないことが分かった (図14)。

同じ本数を使った時に、並列に並べたのと、直列につないだのとでは、どちらが良く衝撃を吸収するかを比べた。紙ばねの合計本数が2本、4本の場合ともに、直列につないだ方が、外れる磁石の数が少ない、つまり衝撃をよく吸収することが分かった (図15)。

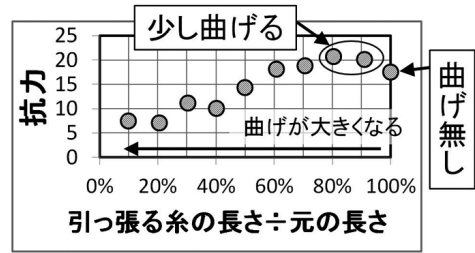


図10 曲げた円盤の抗力

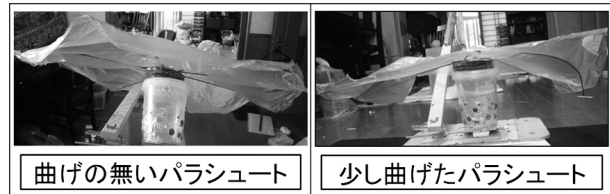


図11 パラシュートの曲げ有り・無し

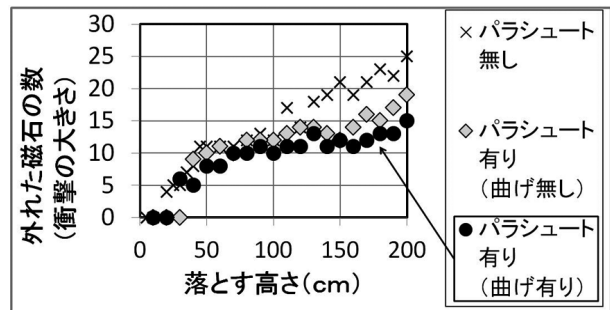


図12 パラシュートを曲げての衝撃実験

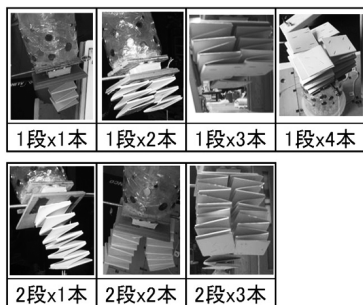


図13 紙ばね

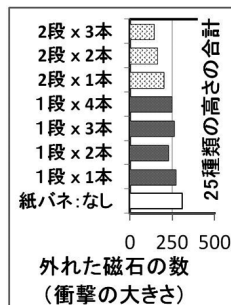


図14 実験結果

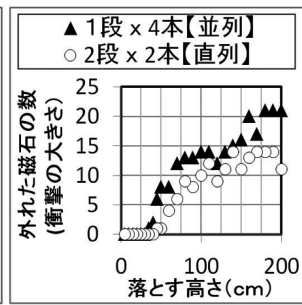
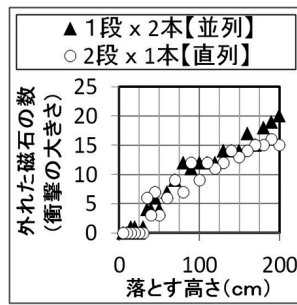


図15 並列と直列の比較

(2) 衝撃吸収材として、つぶれる物を使った実験

自動車などでは、積極的にボディをつぶして、衝撃を吸収していると聞いたことがある。探査機に見立てた衝撃測定カプセルの下に、衝撃吸収材として、つぶれる物を取り付けて、カプセルを落とし、衝撃がどのぐらい少なくなるかを調べた。

① 衝撃吸収材に正方形の筒を使った実験

長さを変えた24種類の正方形の筒を画用紙で作製し、衝撃測定カプセルの下に取り付けて落下させ、外れる磁石の数を数えた(図16)。

衝撃吸収材の長さが長くなる程、外れる磁石の数は少なくなる、つまり衝撃をよく吸収することが分かった。9cmの長さで外れる磁石の数はとうとうゼロになり、目標である“2mの高さから落として、外れる磁石の数をゼロにする。”を達成することができた(図17)。

② 衝撃吸収材を強い形にした実験

長方形の筒を二つ並べて、正方形より強い形の衝撃吸収材をつくり、正方形の場合と比べてみた。5種類の長さについて実験をした(図18)。強い形にすると、外れる磁石の数が大幅に増えた(図19)。

強い形は、落下の衝撃であまりつぶれないため、衝撃の吸収が少なくなることが分かった(図20)。

③ 衝撃吸収材の材料を変えた実験

今までは、すべて画用紙で衝撃吸収材を作製して実験していた。衝撃吸収材に、より強い材料として厚紙、より弱い材料としてコピー用紙を使ったら、どうなるかを調べた。形については、強くない程、衝撃をよく吸収することが分かったため、材料についても一番弱いコピー用紙が、一番よく衝撃を吸収するのだろうか。

厚紙とコピー用紙で長さ9cm、大きさ3種類(5cm×5cm, 7cm×7cm, 9cm×9cm)の正方形の筒を作り、カプセルの下に取り付けて衝撃吸収の実験をした。その結果を同じ形の画用紙の結果と比較した(図21)。

外れた磁石の数は、画用紙、コピー用紙、厚紙の順番で少なかった。材料は、強すぎてもダメ、弱すぎてもダメなことが分かった。

5 おわりに

この研究では、衝撃を測定する部分を作ることが、本当に大変だったが、装置を完成させ、衝撃の強さを数値で比べることができ、いろいろなことが分かった。どうなるかは分かったが、なぜそうなるかという疑問は残る。毎年の理科研究で、ぼくの“なぞ”は増えてゆくばかりだ。ぼくの将来の夢である宇宙工学を学んでゆく中で、これらを解明していきたい。そのために、今できる、学力、体力、友だちとのチーム力を毎日一つ一つつけていこうと思う。

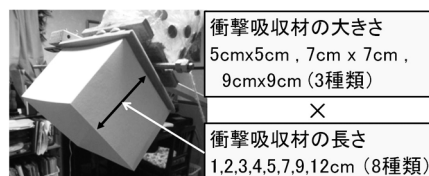


図16 正方形の筒

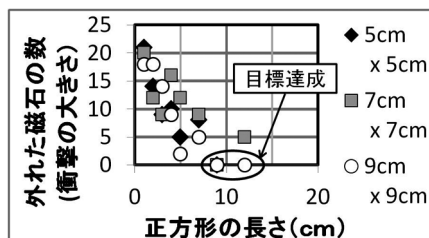


図17 実験結果(正方形の筒)

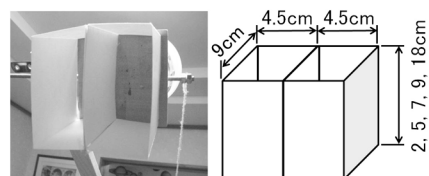


図18 長方形を並べた衝撃吸収材

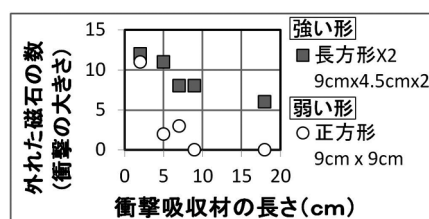


図19 形を変えての実験

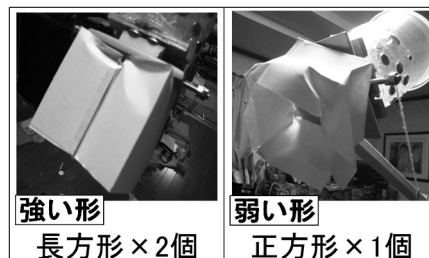


図20 つぶれ方の比較

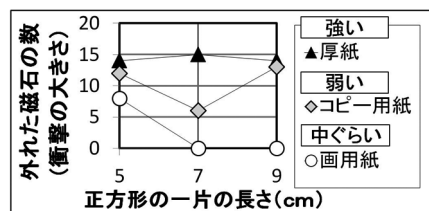


図21 材料を変えての衝撃実験