

'17

前期日程

理科小論文

(教育学部)

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. 問題冊子は1冊(5頁)、解答用紙は3枚、下書用紙は1枚です。落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所等があった場合には申し出てください。
3. 氏名と受験番号は解答用紙の所定の欄に記入してください。
4. 解答は指定の解答用紙に記入してください。
5. 解答用紙は持ち帰ってはいけません。
6. 問題冊子と下書用紙は持ち帰ってください。

問 題

紙風船(図1)に関する次の文章を読み、問1から問6に答えなさい。

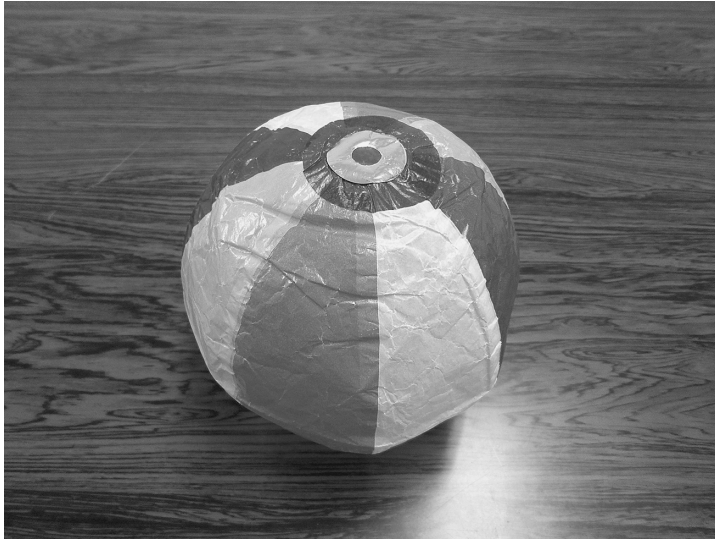


図1

紙風船は昔ならどんな小さな駄菓子屋にも売っていたきわめて庶民的なオモチャである。赤黄青緑など色とりどりのパラフィン紙を地球儀のように貼り合わせてつくった紙製の球で、直径は5センチぐらいから、大きいのは30センチぐらいまでであるが、地球儀なら北極に相当するところに小さい(直径5ミリばかりの)穴があって、そこから空気を吹きこんでふくらませる。それを手のひらで(まりつきと反対に)ポンポンと上へついて遊ぶわけである。ただの紙でできているわりには気持ちよくポンポンはずむのは、なかの空気の弾性のためだろう。

ところで、いまも言ったように、紙風船には小さいとはいえ穴があって、なかの空気は外と通じている。だから、ポンポンついているうちには、だんだんとなかの空気が押し出されて、風船はつぶれてしまいそうなものである。もっとも最近の風船に

は、穴のところの内側に紙の舌をつけて、弁のはたらきをさせるようにしたものもあり、そうすれば空気が逃げることは防げるわけであるが、実際はそんな弁などなくても少しはへこむけれども、ある程度以上はへこみは増さない。それどころか、わざとペシャンコに近いぐらいにまで押しつぶしたものを手で根気よくついでいると、そのうちにだんだんとひとりでにふくらんできて、結局は、口で吹いてふくらませた場合と同じにまるくふくらんだ最終状態に落ちつく。紙風船で遊んだことのある人なら誰でも知っていることであるが、じつに不思議で、何十年来の未解決な宿題として、私の頭を去らなかったものの一つである。

(中略)

以上のように暗中模索で、ほとんどさじを投げかけていた難問が、最近のこと、ふとしたことから、いわば急転直下、アッケなく解決される(もしくはほぼ見当がつく)ことになったのである。そういう結果になった鍵はというと、じつに簡単なことで、いままで手で空中に突き上げていた風船を、まな板の鯉のように、机の上に置いて、それをあちこちから手先で小突きまわす、という実験をただけなのである。空中でつくかわりに、板の上で、つまり片側でなくて両側から押されるという状態で押してやっても、同じようにだんだんとふくれてくることがわかったのである。たったそれだけのことであるが、今まで思いつかなかったのは、やはり一つの盲点だったのだろう。

そのような実験から、重要な事実が見つかったのである。風船を突いた結果、突かれた部分はもちろんへこむが、それがまた、しばらく見ていると、ジワジワと戻って、つまりふくらんでくるではないか。といっても、突く前と同じところまで戻るわけではもちろんない。しかし、かなりの程度、へこんだ体積の3分の1から2分の1ぐらいは回復する程度にふくらむのである。「これだ!」と思わずひざをたたいた次第である。いままで、たたいた瞬間に空気が入ると思っいろいろ考えをめぐらしていたが、じつはそうでなくて、空気は風船をたたいたあと、次にたたくまでの間、時間をかけてゆっくりと入っていくのだったのだ。

こうして、へこんだ部分がひとりでに戻ってふくらむのはなぜだろうか。それは疑

いもなく、紙のもっている弾性のために違くない。いらなくなった紙を捨てる時、紙をクシャクシャに丸めてくずかごに捨てる。すると、捨てられた紙屑はくずかごのなかで少しずつしわがのびて、ひろがっていく。それと同じことで、紙にある変形を与えると、そのうちの何パーセントかは、ある時間のうちに後戻りするのである。

これで、風船が空気を吸い込んでふくらむことの可能性はわかったが、これだけではまだ、はじめに述べた謎を解決したことにはならない。まず、風船のへこみが戻っても、けっして100パーセントは戻らないのに、実際には、風船の体積が1回たたくごとに、結果的には前より増すのはどういうわけなのかという疑問である。

その(一応の)解答はこうなる。風船をたたいたときは短時間衝撃的に力を加えるから、空気は小さい穴を通して出る時間がなく、したがって、その瞬間に風船の失う空気の量は比較的少量であるということである。風船はへこむのに、どうしてそれが可能かという、そのとき必ず別のところ、つまりいままではへこんでいたところが押されて出っばって、総容積はあまり変わらないということである。

さて、ここで問題の核心的な部分に入る。いままでの説明で、押されてへこんだところがジワジワと回復することはわかった。しかし、たたいたときに、逆にふくれた部分のほうも同じように回復して元に戻るのではなかろうか。いままでの、そちらのほうを忘れた議論ではないか、という疑問にどう答えられるかである。しかし実験のほうからは、一方側をたたいたために、ふくれたほうの側はぜんぜん戻ろうという気配を見せない。同じ紙でできていて、どうしてこちらは戻らないのだろうか。

ここで、へこんだ部分と出っばった部分を観察したときの明確な違いは、へこんだところはひどくしわがよった不規則な状態であるのに対して、たたいてふくれた部分は紙のくせとなった細かいしわは別として、おおむね滑らかなきれいな球面となっていることである。そして、球面は風船の紙のもっとも自然な状態である。であるから、いったんふくれて球面になった部分は、そこが再び直接たたかれてへこむ場合のほかは、けっして変形しないのであろう。

(出典：ロゲルギスト『新 物理の散歩道 第1集』筑摩書房、2009、一部改変)

問 1 この文章で取り上げられている紙風船の謎を 100 字以内でまとめなさい。

問 2 紙風船の謎を解明するため、著者はどのような実験を行い、その実験でどのような事実を発見したか、100 字以内でまとめなさい。

問 3 著者の実験は、空中でつくような実際の場合と比べ、謎を調べる上でどのような利点があるか。また、著者の実験と実際の場合との間にはどのような相違点があるか。あなたの考えを述べなさい。

問 4 一般に物体の弾性とはどのような性質のことか説明しなさい。また、身近な例であるばねの弾性力について、詳しく説明しなさい。

問 5 図 2 のように上がへこんだ紙風船を下から 1 回たたいて空中に打ち上げ、さらに空中で間を空けて 3 回たたいた。たたいた瞬間をそれぞれ順に時刻 O, A, B, C とするとき、次の問いに答えなさい。



図 2

- (1) 時刻 O 直後と時刻 A 直前における紙風船の鉛直方向の断面を図示しなさい。
ただし、図はおおよそのものでよく、紙風船の向きは変わらないものとする。

(2) 紙風船の体積は時間とともにどのように変化していくか，解答用紙にあるグラフに示しなさい。ただし，グラフはおおよそのものでよい。

問 6 紙風船の謎について，その仕組みを著者は最終的にどのように考えたか，250字以内でまとめなさい。