



第5回
科学の甲子園ジュニア 全国大会

実技競技①
「ザ・キューブ」

問題用紙

都道府県名		チーム 番号	
-------	--	-----------	--



科学の甲子園ジュニア

ザ・キューブ

本競技は、科学をたのしむとともに、与えられた規定に即して科学の知識を自由に活用して解を具体化できる柔軟な思考を競うものです。納得のいく成績を残せるよう力を出し合ってください。

1. 競技概要

縦 45 cm×横 45 cm×高さ 45 cm の空間内に、直径 20 mm、重さ約 32 g のステンレス製の「球体」をできるだけゆっくり転がり落とす装置を製作し、「球体」が転がり始めてから「設置面」に着地するまでの所要時間を競う。

装置は事前に設計・試作したうえで、当日製作時間（90 分）内に会場で新たに製作し、競技に臨むものとする。

競技では、スタートの合図で各チームが設定したスタート地点から「球体」をスタートさせ、「設置面」に着地するまでの所要時間を計測し、その長さを競う。

なお、より少ない材料で効率的な装置をデザインするという観点から、平均より軽い重量の装置を作成したチームにはタイムボーナスを与える。

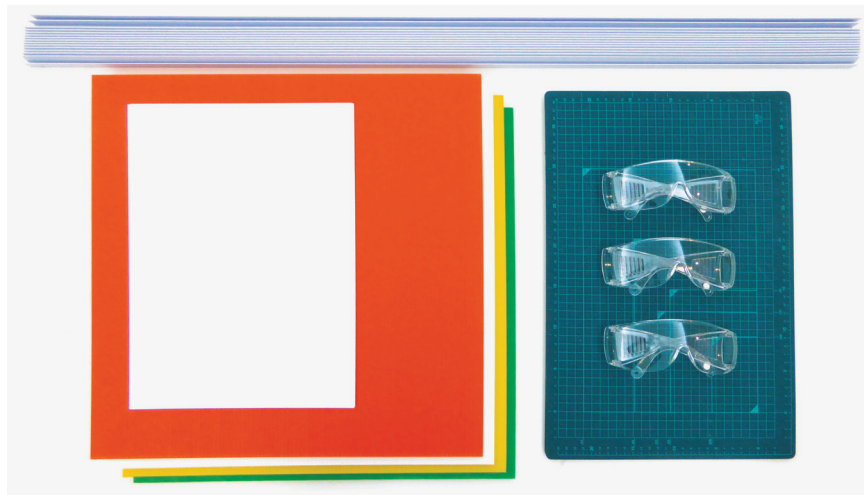
2. 競技人数

3 人

3. 製作材料および製作道具

(1) 製作材料

No	品目	個数	型番等（紙厚の目安）	備考
1	プラスチック段ボール	8 枚	厚さ 4 mm 45 cm×45 cm	
2	プラスチック板	8 枚	厚さ 0.5 mm B4 サイズ	
3	L 型アングル	15 本	15 mm×15 mm 長さ 1000 mm	光モールドホワイトアングル 246
4	結束バンド	50 本	長さ 100 mm×幅 2.5 mm	
5	ステンレス球	1 個	直径 20 mm 重さ約 32 g	マルテンサイト系ステンレス SUS440C



(2) 製作道具

- ・ニッパ（3本）
- ・はさみ（3丁）
- ・目打ち（1本）
- ・^{きり}錐（四つ目^{きり}錐，1本）
- ・カッター（大2，小1，計3本）
- ・カッターマット（A3サイズ 4枚）
- ・50 cm 定規（3本），30 cm 定規（1本）
- ・セロハンテープ（幅 18 mm×35 m 1巻，ニチバンセロテープ CT-18）
- ・両面テープ（幅 15 mm×18 m 2巻，ニチバンナイスタック NW-K15）
- ・布粘着テープ（幅 50 mm×25 m 1巻，ニチバン 102N 着色）
- ・瞬間接着剤（ゼリー状 3 g，1本）
- ・油性マジック（赤1本，黒3本）
- ・分度器（1個）
- ・コンパス（最大半径 15 cm の円が描けるもの 1個）
- ・はかり（Digital Kitchen Scale 最大計量 3000 g 1個）
- ・水準器（1個）
- ・ストップウォッチ（1個）
- ・キムワイプ（1箱）
- ・保護メガネ（3個）



4. 製作規定

- ・製作時間は 90 分とする。
- ・装置は、「球体」が転がる面（トラック）およびそれを支える柱等から構成されるものとし、トラックの形状は問わない。
- ・装置は縦 45 cm×横 45 cm の面の中に設置する。この面を「設置面」という。競技では、「球体」をスタートさせてから「設置面」に着地するまでの時間を計測するので、「設置面」の少なくとも一部は製作材料で覆わずにおくこと。
- ・装置の全体が縦 45 cm×横 45 cm×高さ 45 cm の空間内に収まるものとする。
- ・ゴールとなる「設置面」をふくむトラックのすべての箇所において、「球体」の位置が外部から観察可能であるようにすること。
- ・装置内の「球体」をスタートさせる地点に油性マジックで印をつけること。
- ・「球体」へのいかなる加工も行わないこと。
- ・製作中は、配布されたステンレス球を用いて、随時試行してよい。

以下の場合失格とする。

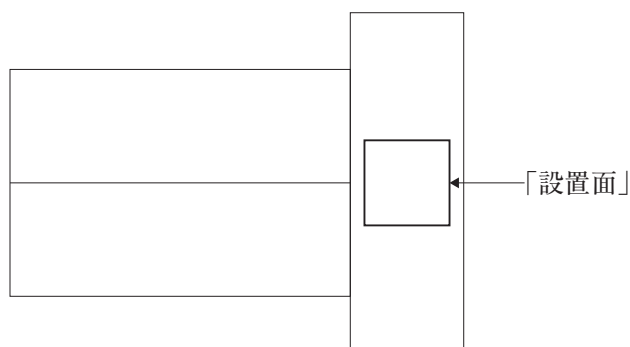
- ・装置が規定の空間内に収まらない。
- ・「設置面」がすべて製作材料で覆われていて「球体」が「設置面」に着地できない。
- ・「球体」に加工が加えられている。

5. 競技の進め方

(1) 製作 (90 分)

各チームは、事前の設計・試作をもとに、用意された製作材料と製作道具を使い、製作規定にしたがって製作時間内に装置を製作する。設計図、手順書等の資料の持ちこみは自由とするが、筆記用具を除く製作道具や事前に加工した製作材料を会場に持ちこむことはできない。

- ・製作場所は抽選で決められた場所とする。各チームの製作場所には、【図1】のように180 cm×60 cmの長机が3つ配置されている。【図1】にあるように、机のうちの一カ所に、ビニールテープで囲った縦45 cm×横45 cmの「設置面」が明示してある。
- ・「装置」の製作は、「設置面」を含む各チームの製作場所のどこで行っても良いが、製作時間90分が終了した時点で「設置面」に「装置」が設置されていること。
- ・製作時間90分の終了の合図の後、「点検」時の指示がある場合を除き「装置」に手を触れることはできない。



【図1】 製作場所と「設置面」(平面図)

(2) 点検 (30分)

①点検の項目

監督の先生が、各チームの「装置」を点検する。点検の重点項目は以下の4点とする。

- 1) 装置が縦45 cm×横45 cm×高さ45 cmに収まっているか。(縦45 cm×横45 cm×高さ45 cmの箱を上からすっぽりかぶせることができるか)
- 2) 「設置面」に「球体」が着地する部分があるか。
- 3) スタート地点が明示されているか。(油性マジックでつけた印があるか)
- 4) ゴールとなる「設置面」を含むトラックの全ての箇所において、「球体」の位置が外部から観察可能であるか。

その他、製作規定に則っているか。

②点検の方法

- ・点検の項目1)については、会場に用意された縦45 cm×横45 cm×高さ45 cmの箱を、競技者が「装置」の上からかぶせ、装置が箱にすっぽりとおさまるかを2名の監督の先生が目視により確認する。競技者が装置の一部を手で押さえこむなどして装置を無理に箱に入れることは不可とする。なお、点検のためにかぶせた箱は、監督の先生の指示で競技者が取り除く。
- ・点検の項目2)～4)及びその他については、監督の先生が目視により確認する。

③点検の終了と合格

- ・「点検」が終了し、監督の先生から「点検合格」を宣告されたチームは、都道府県名の掲示されたフロアスタンドに、「アッピン」が印刷された「点検合格」のボードを掲示する。点検に合格したチームは「装置」に手を触れてはならない。

④点検未終了と再点検

- ・規定の箱に収まらない場合、着地する部分が確認できない場合、スタート地点が明示されていない場合など、点検項目に不備があったチームについては、「点検未終了」とする。
- ・監督の先生から「点検未終了」を宣告されたチームは、全チームの「点検」が一通り終了した後に、5分間の修正のための作業時間を与える。この際、作業開始の指示があるまで「装置」に手を触れてはならない。
- ・「点検未終了」のチームは、5分間の修正のための作業時間終了後に「再点検」を受ける。「再点検」では、「点検」と同じ方法で改めて全項目の再点検を行う。「再点検」で1項目でも点検不合格の項目があったチームは「失格」とする。

(3) 競技 (60分)

- ・時間計測は、8チームずつのグループで行う。
- ・時間計測を行うグループのチームは、全員が立ち、スタートを行う生徒は監督の先生から、競技用の「球体」を受け取り、スタート地点にスタンバイする。
- ・スタートは、8チーム一斉のカウントダウンによって行う。
- ・あらかじめ明示したスタート地点に「球体」をスタンバイさせ、カウントダウンの「スタート」の合図があったら「球体」から手を離し、「球体」をスタートさせる。スタート時に「球体」に力を加えてもかまわない。
- ・監督の先生の時間計測は、そのチームの「球体」が手を離れたところから行う（カウントダウンの「スタート」の「合図」によって時間計測を開始するわけではない）。
- ・「球体」が動き出した後、「設置面」に着地する前に「球体」が止まった場合は、監督の先生が「球体が止まりました」と宣言して、3秒を計測する。3秒計測した時点で監督の先生が「失格」を宣言する。
- ・監督の先生は「球体」が動き出してから「設置面」に着地するまでの時間（「所要時間」）をストップウォッチで計測する。時間計測は1チームにつき2名の監督の先生が行い、2名の計測時間を記録用紙に記録する（0.1秒単位、端数切り上げ）。2名の計測時間の平均を「所要時間」とする。
- ・時間計測は、各チーム1回とする。
- ・時間計測終了後、「装置」の重量を測定する監督の先生の指示により、競技者が「装置」をはかりに載せ、監督の先生が装置の重量を測定する。重量は50g単位で測定し、端数は切り上げる。

- ・重量測定終了後、「装置」の重量を測定する監督の先生の指示により、都道府県名のシールを競技者が「装置」に貼る。

6. 競技規定

競技中に以下の状況が生じたとき監督の先生が判断した場合は失格とする。失格となったチームの「所要時間」は0秒とする。

- ・「球体」を装置上にあらかじめ明示したスタート地点以外からスタートさせた場合。
- ・「球体」が「設置面」に触れる前に3秒以上静止した場合。
- ・スタート後に「球体」または装置に外から力を加えた場合。「装置」の設置してある机を揺らしたり、床を蹴ったりなど、間接的に装置に力を加えた場合も、監督の先生の判断で失格とすることがある。注意すること。
- ・「球体」が「設置面」に触れる前に縦45cm×横45cm×高さ45cmの空間の外に出た場合（例:「球体」が「設置面」に着地する前に装置の上部から直接縦45cm×横45cmの「設置面」の外に落ちた場合）。

7. 競技順位と得点の算出

各チームの順位は、「所要時間」に「装置の総重量による時間加算」を行って決定する。

「装置の総重量による時間加算」は、各チームの装置の重量をもとに平均重量を算出し、平均重量より軽い装置を作成したチームに以下の要領で付与する。

平均重量より軽い装置を作成したチーム数を n チームとして、最も重量が軽い装置を作成したチームに n 秒、以下、 $n-1$ 秒、 $n-2$ 秒を加算し、 n 番目に軽い装置を作成したチームに1秒の「装置の総重量による時間加算」を付与する。

なお、重量は50g単位（端数切り上げ）で測定し、同順のチームが複数あった場合、同じ「装置の総重量による時間加算」を付与する。例えば、最軽量のチームが3チームあった場合、3チームに n 秒を付与し、次の重さのチームは4位として $n-3$ 秒を付与する。

「所要時間」と「装置の総重量による時間加算」の合計値が最も大きいチームを「優勝」とする。なお、合計値が同じチームが複数ある場合、「所要時間」が長いチームを上位とする。

得点は、競技順位点とし以下の計算式による。

第1位のチームの得点は300点とし、「失格」の場合は0点とする。

2位以下のチームの得点については、「失格」以外のチーム数が M の場合は、第 M 位を60点とし、第 m 位の得点については下式で与える。小数点以下は切り捨てる。

$$300 - \frac{240}{M-1} \times (m-1)$$

また、「所要時間」と「装置の総重量による時間加算」の合計値、「所要時間」ともに同じ場合は同順位とし、その次の順位については、その前の順位に同順位となったチーム数を加

えた数の順位とする。

(例：第3位に同順位が2チームあった場合の次の順位は第5位とする。)

順位	1位	…	m 位	…	M 位	失格
得点	300点	…	$300 - \frac{240}{M-1} \times (m-1)$	…	60点	0点

8. その他

- ・ 製作中は保護メガネを着用し、安全に考慮して作業すること。
- ・ 製作道具の取扱いに注意すること。特にカッターなどの刃物を扱うときは、怪我に十分注意すること。
なお、怪我等のトラブルが発生したときは、近くにいる監督の先生に知らせること。
- ・ 競技終了後は、監督の先生の指示によって、全員で片付けを行うこと。

※この問題は、米国 Science Olympiad 2017 で実施された Roller Coaster 問題を参考に作成しました。