



科学の甲子園ジュニア

ザ・キューブ2～アルミのローラーコースター～

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、長さ 10 m 幅 50 mm のアルミテープ 1 巻を「走路面」として、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の長さを競う。

装置は事前に設計・試作したうえで、当日製作時間（80 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、より効率的に装置をデザインするという観点から、少ない材料で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

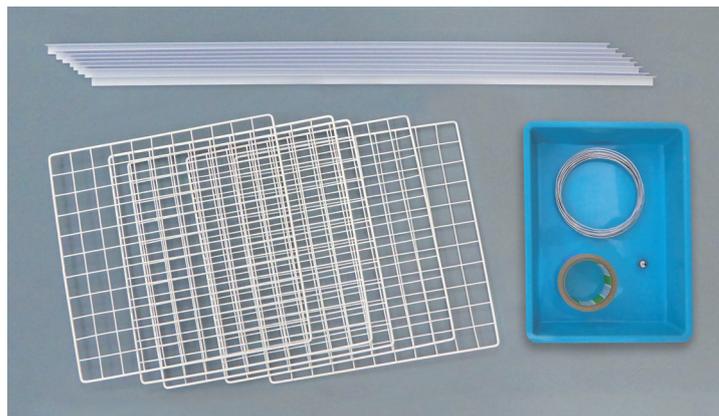
3 人

3. 製作材料および製作道具

(1) 製作材料

No	品目	個数	サイズ等	備考
1	アルミテープ	1 巻	厚さ 0.08 mm (はく離紙含総厚 0.13 mm) 長さ 10 m×幅 50 mm	Nitto PROSELF 厚手 アルミテープ
2	ワイヤーネット	5 枚	40 cm×40 cm	DAISO ワイヤーネット B028
3	L型アングル	8 本	15 mm×15 mm 長さ 1000 mm	光モールホワイトアングル 246
4	針金	1 巻	直径 2 mm 長さ約 10 m 重さ 83 g	アルミニウム製 松村工芸 168-6020-1
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

※当日会場に用意する製作材料と同様のものを試作のために事前配布する。



(2) 製作道具 (大会当日の「製作 (80分)」時に各チームに用意する道具と配布数)

- ・ニッパ (3本) King TCC CN-160
- ・はさみ (3丁) コクヨハサミ (エアロフィット) ワイドハンドル ハサ-210NB
- ・ペンチ (3本)
- ・ラジオペンチ (3本)
- ・目打ち (1本)
- ・錐 (四つ目^{きり}錐, 3本)
- ・カッター (大2, 小1, 計3本)
- ・カッターマット (A3サイズ 3枚)
- ・50 cm 定規 (3本), 30 cm 定規 (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 80 分とする。

(1) 「走路面」について

- ・装置内で「球体」が触れる面をすべて「走路面」とする（例：「球体」が直接触れる壁面等も「走路面」に含む）。
- ・「走路面」は、規定のアルミテープの「おもて面（接着面ではない方の面）」のみとし、アルミテープ 1 巻（10 m）を上限として作成する。アルミテープは自由に折り曲げたり、切れ込みを入れたり、切断することができる。
- ・「走路面」にはアルミテープの剥離紙や接着面を使うことはできない。
- ・「走路面」の補強等の目的で、アルミテープの剥離紙をはがさない状態で使用したり、アルミテープを針金等に接着したりできる。ただし「球体」が直接アルミテープの「おもて面」以外の物に触れないようにする。
- ・アルミテープで作成した「走路面」のすべてを球体が通過する必要はないものとする。

(2) 装置の設計について

- ・ゴールとなる「設置面」を含む装置内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。
- ・「走路面」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。

(3) 装置の設置について

- ・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。

(4) 製作材料の使い方について

- ・安全性の観点から、製作材料のうちワイヤーネットについては、切断したり、折り曲げたりして使用しないこと。ただし、ゆがみを整えることは構わない。
- ・アルミテープは配布された 1 巻のうちであれば、製作材料の接着など「走路面」以外の用途にも用いることができる。

(5) 「球体」について

- ・「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「球体」を用いて、随時試行してよい。

以下の場合には失格とする。

- ・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。
- ・「走路面」にアルミテープの「おもて面」以外の製作材料が用いられている。（例：「走路面」

の芯材等に針金等を用いることはできるが、針金等が「球体」に直接触れる形で用いることはできない)

- ・ワイヤーネットを、切断したり、折り曲げたりして加工している。
- ・「球体」に加工が加えられている。

5. 事前設計と試作

- ・各チームは大会までに装置の設計を行い、設計図と製作に関する手順書を準備する。
- ・製作時間（80分）内に装置を完成できるような設計とし、事前に試作を行い時間内に製作できるように準備する。
- ・大会当日は、設計図と製作手順書は会場に持ちこめるが、筆記用具を除く製作道具やあらかじめ作成した装置の部品及び型紙等は持ちこめない。
- ・競技用の装置の製作方針をレポートにまとめる。レポートは試作段階のベストタイムと装置のデザイン図面、ゆっくり転がり落とす工夫を中心に A4 サイズ 1 枚にまとめること。色は自由とし手書きまたはパソコンソフト等で作成する。

※「ザ・キューブ2」事前課題レポートは、平成30年11月26日（月）午後5時までに電子ファイルで提出する。詳細は別紙による。

6. 競技の進め方

(1) 製作（80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及び型紙を会場に持ちこむことはできない。

(2) 点検（20分）競技役員が、各チームの装置を点検し、使用しなかった製作材料の確認を行う。点検項目は以下のとおりとする。

- ・装置が縦 45 cm×横 45 cm×高さ 45 cm に収まっているか。
- ・「設置面」に「球体」が着地可能か。
- ・「走路面」にアルミテープの「おもて面」以外の材料が用いられていないか。
- ・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）。
- ・ゴールとなる「設置面」を含む「走路面」の全ての箇所に於いて、「球体」の位置が外部から観察可能であるか。
- ・折り曲げたり切断したりしたワイヤーネットが用いられていないか等、製作規定に則っているか。

点検に合格しなかったチームは、5分間の修正作業時間の後、再点検を行う。再点検に合格しなかったチームは失格とする。

点検に合格したチームは、(3)試技と微調整の時間まで装置に触れることはできない。

- (3) 試技と微調整（5分） 点検に合格したチームは競技前に、装置と「球体」を用いて試技と微調整を行うことができる。試技と微調整の時間は製作道具の使用はできない。また、新たに製作材料を追加したり、「装置」から部品を取り除いたりすることはできない。
- (4) 競技（45分） 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、競技役員の合図で「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。競技役員は「球体」がスタートしてから「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名の競技役員が行い、2名の計測時間の平均を「所要時間」とする。時間計測は2回行う。時間計測はあらかじめ抽選で分けたグループごとに行い、全てのチームが1回目の時間計測を行った後、全体の指示に従ってごく短時間の微調整を行う時間を設ける。その後、2回目の時間計測を行う。2回の時間計測の「所要時間」のうち、長い方をそのチームの「所要時間」の記録とする。

記録は最終的に端数を切り上げて0.1秒単位とする。

7. 競技規定

- ・競技中に以下の状況が生じたとき競技役員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。
 - ①「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。
 - ②スタート後に「球体」または装置に外から力を加えた場合。
- ・競技中に以下の状況が生じたとき競技役員が判断した場合はファールとする。ファールとなったチームの「所要時間」は、競技役員がファールとした時点（①の場合を除く）の2名の競技役員の計測時間の平均を2分の1にしたものとする。
 - ①「球体」が「設置面」に触れる前に5秒静止した場合（この場合、計測時間は競技役員がファールとした時点ではなく「球体」が静止した時点の時間とする）。
 - ②「球体」が「設置面」に触れる前に装置内の「走路面」以外の箇所に接触した場合（例：「球体」がむき出しの針金等に接触した場合）。
 - ③「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）。

8. 競技順位と得点の算出

(1) 競技順位の算出

各チームの順位は、「所要時間」に「省材料による時間加算」を行って算出する「最終記録」によって決定する。

「省材料による時間加算」は、下表の要領に基づき1秒単位で付与する。

ただし、「省材料による時間加算」によって「最終記録」に加算される時間の上限は、そのチームの「所要時間」とする（1秒単位、端数切り捨て）。

例：「所要時間」が15.5秒のチームの場合、「省材料による時間加算」が規定上18秒だとしても、実際に「最終記録」に加算されるのは15秒のみである。

製作材料	時間加算規定
ワイヤーネット	完全に使用しなかったワイヤーネット1枚につき3秒の時間加算を行う
L型アングル	完全に使用しなかったL型アングル1本につき2秒の時間加算を行う (例：半分程度使用したL型アングル3片があっても、あわせて1本分とはカウントしない)
針金	使用しなかった針金の総重量を測定し、10gにつき1秒の時間加算を行う (10g未満は切り捨て)。

表：「省材料による時間加算」一覧

「最終記録」が最も大きいチームを1位とする。なお、「最終記録」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。

(2) 得点の算出

1位チームの得点は300点とし、「失格」の場合の得点は0点とする。

2位以下のチームの得点については、1位チームとの「最終記録」の差に応じて、下記の3通りの式で算出し与える。

- (1) 「最終記録」が、1位チーム「最終記録」の85%（小数点以下は切り捨て）以上のチーム（ n はチーム順位）

$$300 - 3(n - 1)$$

- (2) 「最終記録」が、1位チーム「最終記録」の85%（小数点以下は切り捨て）より小さく70%（小数点以下は切り捨て）以上のチーム（ n はチーム順位）

$$300 - 5(n - 1)$$

- (3) 「最終記録」が、1位チーム「最終記録」の70%（小数点以下は切り捨て）より小さいチーム（ n はチーム順位）。ただし、下式による算出が50点以下の場合は50点を与える（「失格」の場合を除く）。

$$300 - 7(n - 1)$$

例1：1位チームの「最終記録」が60.5秒、5位チームの「最終記録」が51.3秒だった場合、1位チーム「最終記録」の85%は51秒（小数点以下は切り捨て）となるので、1位チーム「最終記録」の85%以内の「最終記録」である5位チームの得点は(1)の計算式で求められ、288点となる。

例2：1位チームの「最終記録」が60.5秒、40位チームの「最終記録」が38.4秒だった場合、1位チーム「最終記録」の70%は42秒（小数点以下は切り捨て）となるので、1位チーム「最終記録」の70%より少ない「最終記録」の40位チームの得点は(3)の計算式で求められ27点となる。ただし、算出された得点が50点以下の場合は50点を与えるという規定があるので、40位チームの得点は50点となる。

なお、「最終記録」、「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：3位に同順位が2チームあった場合の次の順位は5位とする。）

「1位」と「2位」のチームを表彰する関係から、1位チームが複数あるときまたは2位チームが複数あるときは、別途ルールを設けて「1位」「2位」を決定する。

※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。

※この問題は、2017年度科学の甲子園ジュニア全国大会で出題した「ザ・キューブ」を一部改題したものです。