



第6回
科学の甲子園ジュニア 全国大会

実技競技②

「 ザ・キューブ2

～アルミのローラーコースター～」

⌘ 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。

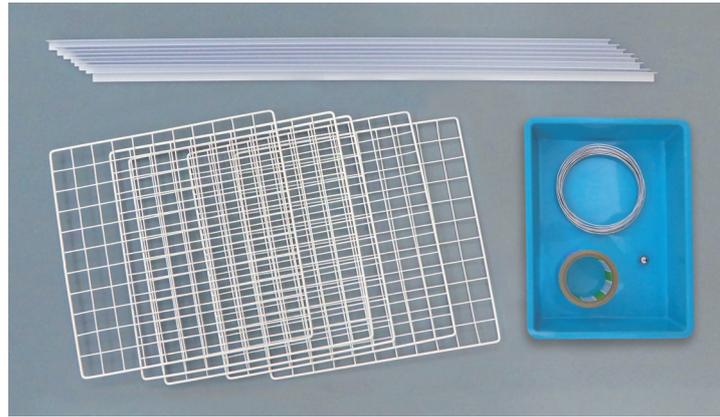
2. 競技人数

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	光モールドホワイトアン 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



(2) 製作道具

- ・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（接着面ではないほうの面）」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」

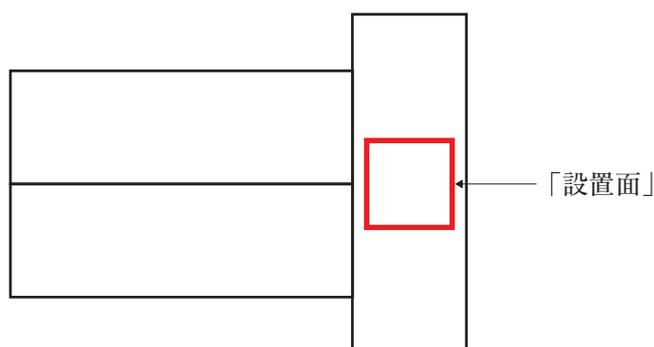
の芯材等に針金等を用いることはできるが、針金等が「球体」に直接触れる形で用いることはできない)

- ・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. 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、製作に関する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。
- ・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1箇所には、ビニールテープで囲った45 cm×45 cm（内寸）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80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80分の終了の合図の後、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 (20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5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。
- 2) 「設置面」に「球体」が着地可能か。
- 3) 「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。

- 4) 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）。
- 5) 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。

その他、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についても併せて点検する。

② 点検の方法

- ・点検の項目 1) については、45 cm の棒を用いて監督の先生 2 名が目視により確認する。
- ・点検の項目 2) ～ 5) 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」のフラッグを掲示する。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 使用しなかった製作材料の確認

- ・「点検合格」を宣告されたチームは使用しなかった製作材料の確認を行う。監督の先生が未使用のワイヤーネットの枚数および未使用の L 型アングルの本数を記録し、残った針金の重量を計測して記録する。

⑤ 点検未終了と再点検

- ・点検の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。「再点検」が終了したチームは、使用しなかった製作材料の確認を行う。

(3) 試技と微調整（5分）

- ・点検に合格したチームは、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（7分×3グループ+「調整3分」+7分×3グループ=45分）

- ・時間計測は 16 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。時間計測を行うグループ以外のチームは着席し待機する、その際に「装置」および「装置」の置かれた

机に触れてはならない。

- ・スタートは、16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「Go」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「Go」の「合図」によって時間計測を開始するのではない)
- ・「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「停止」と宣言して、5秒を計測する。5秒を計測した時点で監督の先生が「ファール」を宣告する。
- ・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。2名の計測時間の平均を「所要時間」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。
- ・時間計測は2回行う。16チームずつの3グループが1回目の時間計測を行った後、全体の指示に従って3分間の微調整を行うことができる。その後、16チームずつ2回目の時間計測を行う。
- ・3分間の微調整は、走路の微調整等にとどめ、部品の着脱を行うような改造は認めない。製作道具の使用もできない。
- ・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。
- ・2回目の時間計測終了後、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。
 - 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。「装置」の設置してある机に触れたり、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。
- ・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ファールとする。ファールとなったチームの「所要時間」は下記のとおりとする。
 - ①「球体」が「設置面」に触れる前に5秒静止した場合。
 - 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 45 cm×横 45 cm×高さ 45 cm 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 45 cm×横 45 cm の「設置面」の外に落ちた場合)。

①の場合、ファールとなったチームの「所要時間」は、監督の先生が「ファール」を宣告した時点の 2 名の監督の先生の計測時間の平均から 5 秒を引いた時間を 2 分の 1 したものとする。

②と③の場合、ファールとなったチームの「所要時間」は、監督の先生がファールとした時点の 2 名の監督の先生の計測時間の平均を 2 分の 1 にしたものとする。

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、10 g につき 1 秒の時間加算を行う (10 g 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。)

注(1)：「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は、2回の時間計測の「所要時間」を合計した時間で「1位」「2位」を決定し表彰を行う。ただし得点は同点とする。

注(2)：2位チームが複数あるときも，注(1)に準じて「2位」チームを決定して表彰を行う。
この場合も得点は同点とする。

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。

※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。

〈「最終記録」算出のしかた〉

「所要時間」の算出 (0.1秒単位, 端数切り上げ)		「最終記録」に加算される「省材料による時間加算」の算出 (秒)	
a	監督①の計測	e	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
b	監督②の計測	f	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
c	2名の平均 ($= (a+b) \div 2$)	g	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 (10g未滿は切り捨て)
d	「所要時間」 ※「失格」「ファール」でない場合 ($=c$) ※「失格」の場合 ($=0$) ※「ファール」の場合 (5秒停止の場合 $= (c-5) \div 2$) (5秒停止以外の場合 $= c \div 2$)	h	「省材料による時間加算」 ($= e+f+g$)
		i	「最終記録」に加算される「省材料による時間加算」 ※ $d \geq h$ の場合 ($=h$) ※ $d < h$ の場合 ($=d$ (1秒単位。端数切り捨て))
「最終記録」の算出 (0.1秒単位)			
j	「所要時間」と「最終記録」に加算される「省材料による時間加算」の合計 ($=d+i$)		

