

## 7. 機關整合競賽(GM)規則說明

## 7.1. 競賽主題：工業 4.0 的時代

工業 4.0 是大量運用自動化機器人、感測器物聯網、供應鏈互聯網、銷售及生產大數據分析，以人機協作方式提升全製造價值鏈之生產力及品質。隨著科技的進步、高速網路的誕生，促進物聯網、智慧製造、數位轉型等觀念普及，工業 4.0 已逐步形成一個完整的智慧產業鏈。期望能以最小的人力，完成最大的工作價值。

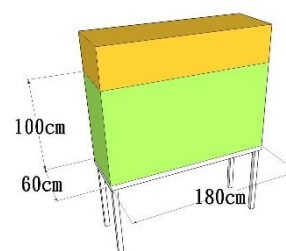
## 7.2. 競賽流程

機關整合賽賽程		
時間	活動內容	備註
07:40-08:20	報到	<ol style="list-style-type: none"> <li>請於此時間內進入比賽會場，將比賽用品整齊放置於桌面下，可將作品最底層之底盤(60x180cm)先組裝完成放置於桌面上。</li> <li>8:00 後報到之隊伍，僅參賽選手得進入比賽會場，指導老師與家長不得進入。</li> </ol>
08:00-08:50	材料檢查&資料繳交	<ol style="list-style-type: none"> <li>08:00 後指導老師離開現場，不得再進入賽場。</li> <li>裁判會進行材料檢查，檢查標準為積木均不得與任何東西連接（包括其他積木或生活用品）；除鍊條外，其餘積木零件均不得事前組裝）。</li> <li>檢查合格後會貼合格標籤，該組同學請坐在桌邊，不得觸碰所有材料。</li> <li>個人隨身包包可帶入場內，需於檢錄時放置於桌面配合檢查。</li> <li>請配合繳交有照片之在學證明，請參閱 10.1. 在學證明資料。</li> </ol>
08:50-09:00	開幕式/規則說明	
09:00-11:40	製作時間	<ol style="list-style-type: none"> <li>請遵守競賽規則。</li> <li>離場時，請勿奔跑，並請注意勿碰觸其他組作</li> </ol>

		品。 3. 比賽時間共 160 分鐘，中午離場前，請記得整理場地，物品可集中放置於桌下。 4. 11:00 將由大會工作人員，至比賽隊伍收取科學概念自評表
11:40-12:30	午餐	請協助做好垃圾分類
12:30-12:40	集合進場	等候大會宣布集合進場，逾時未進場視同棄權。
12:40-12:50	作品微調	等候大會宣布統一開始微調。
12:50-16:30	作品評分	請詳閱 7.4. 評比方式。
16:30-17:00	作品交流	開放家長及指導老師進場交流
17:00	頒獎典禮	視評審狀況而定，敬請見諒

### 7.3. 作品規範：

7.3.1 作品尺寸：整體作品底面積大小為 60cmx180cm 內，高度不限。由底面積算起 100cm 高不得超出底面積範圍，經提醒後仍無法改善，需扣總分 5 分。



7.3.2. 作品材料：參賽隊伍須攜帶未經組合的 GreenMech 零件，其材質須經過國家級合格認證安全無毒的材料，認證如下：CE（歐洲）、ASTM（美國）、ST（臺灣）、CCC（中國），若攜帶未認證之材料進行作品組裝，經檢舉後查證屬實，視情節予以扣分或取消參賽及得獎資格，同時也請參賽隊伍妥善保管所屬零件，以免遺失。

### 7.3.3. 額外材料：

- a. 鼓勵參賽隊伍使用日常生活用品與資源回收之素材現場動手做，增加作品內容，如：紙張、木板、鐵罐、寶特瓶…等。

- b. 所有程式控制、遙控裝置均不得使用於機關之中，唯指定任務區域可使用程式進行自動控制。違者每項扣 5 分。
- c. 所有電子產品，如手機、平板電腦、手提電腦等，均不建議使用於機關之中，若有使用，均不會因其產生的特殊效果而加分。本大賽開放 3D 列印零件及雷射切割零件的使用。每件大小需在 4cm×4cm×4cm 內，且需為零件狀態(尚未組裝)，若不符規定者扣 5 分。
- 7.3.4. 材料安全：作品材料嚴禁使用危險物品，如：火、化學腐蝕藥劑、危險電力元件、生物及會造成人員不適之物品；若私自攜帶入場，經查證後屬實則當場取消該隊參賽資格。
- 7.3.5. 電源限制：為維護參賽選手安全，競賽場地不提供任何電源，所有參賽者需自備電池，每個電池的電壓限制須小於 5V，電池串聯後之總電壓不得高於 15V，以維護比賽選手安全，如經舉發屬實，扣總分 5 分，並需立刻改善，如因此影響該隊成績，需自行負責。本競賽禁止使用鉛蓄電池、不斷電系統 (UPS) …等大型危險電池，經舉發屬實者，扣該隊總分 5 分。若因電池損壞或操作不當造成參賽選手身體損傷，該隊將予以取消參賽資格，且一切後果須由使用隊伍及其指導教師負責。

#### 7.4 評比方式

##### 7.4.1 世界大賽評分向度總表

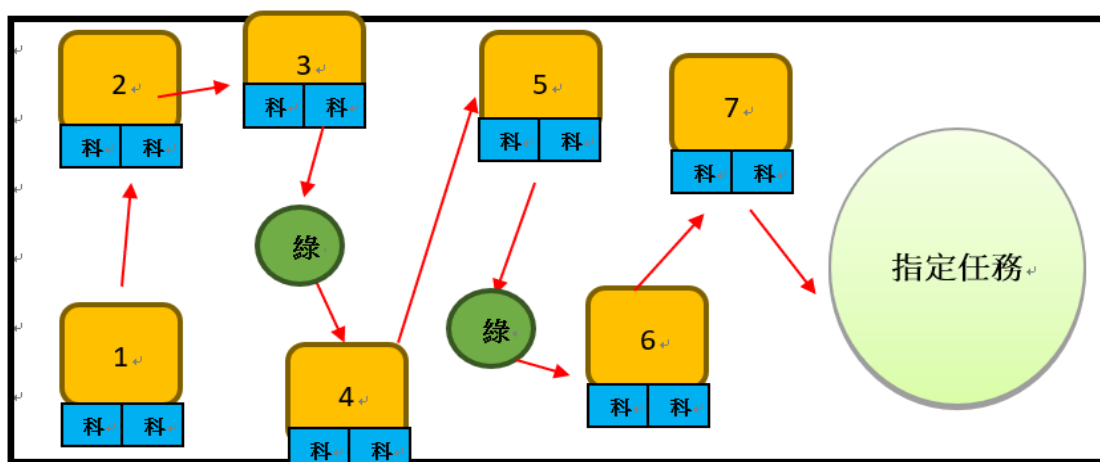
評分向度	分數占比	內容
1. 關卡數量	9%	<ol style="list-style-type: none"> <li>關卡數量只計算主要路徑之關卡，支線的關卡不列入計分，請參賽隊伍明確指出 1~7 關、綠能關卡及指定任務關卡的進料機構。</li> <li>整體作品包含 7 個一般關卡、2 個綠能關卡及 1 個指定任務關卡。</li> <li>關卡數量得分只計算 7 個一般關卡及 2 個綠能關卡部分，不包含指定任務關卡。在每個關卡開始處貼上關卡標籤與綠能標籤即可獲得 1 分，未貼上標籤之關卡記為 0 分。關卡標籤請參閱附件資</li> </ol>

		料 7.5.2。
2. 科學概念	14%	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 科學概念之應用包含科學原理、定律、現象與結構，請參照附件資料 7.5.1 之科學概念表進行製作。</li> <li>2. 每個一般關卡需包含 2 個科學概念(1 個動作計算一個科學概念)，7 個一般關卡內的科學概念不得重複，共計 14 個科學概念，每個可得 1 分，最高總分為 14 分。</li> <li>3. 進場檢錄時，將發放科學概念空白表，請選手自行勾選科學概念表作為自評，並於上午 11:00 時由大會工作人員向比賽隊伍收取，未完成者，本評分向度不予計分。</li> <li>4. 若一個一般關卡有超過 2 個以上的科學概念設計，請選手於自評表內自行填寫要呈現的科學概念。自評表上僅能勾選 14 個科學概念，超過部分不予評分。</li> <li>5. 請詳閱 7.4.5. 科學概念注意事項。</li> </ol>
3. 綠能關卡	10%	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本比賽的綠色能源包含風能、水能、太陽能、磁能及化學能五種。符合綠色能源規範可獲得 3 分，成功運作並啟動下一個關卡可獲得 2 分。</li> <li>2. 本次綠色能源關卡為獨立關卡，不得與普通關卡混合，需配置於第一關卡至指定任務關卡之間，且此兩關卡應用的綠色能源不得重複。此評分向度最高總分為 10 分。</li> <li>3. 若於第 1 關卡及指定任務關卡中使用綠色能源，將無法獲得綠色能源分數。</li> <li>4. 僅有一次機會評分機會。</li> <li>5. 請詳閱 7.4.6. 綠色能源規範表</li> </ol>
4. 流暢度	20%	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 流暢度的判定包含 7 個一般關卡、2 個綠色能源關</li> </ol>

		<p>卡的運作及最後是否能啟動指定任務運作的動作。評分時需向評審簡述 1 到 7 關及綠色能源關卡之順序，並簡述每個關卡中的科學概念及綠能設計，最後說明如何進入指定任務關卡的設計。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. 機關運作時，無論是球體、運作物體、機關上的裝飾、積木物件…等，掉落至作品區域 (60x180cm) 外，皆判定為掉落物，需扣掉落 2 分。若相同物件於同一時間一起掉落，僅算一次掉落分數，如多個骨牌一起落出範圍外。若相同物件於不同時間掉落，需扣兩次分數。</li> <li>3. 粉末與液體的掉落不扣分。但影響環境整潔或是影響到其他隊伍運作，將依違規事項規定辦理。</li> <li>4. 區域內的機關運作停滯，待評審許可，始能手動開始運作，需扣手動 2 分。手動開始位置為失敗停滯處。</li> <li>5. 若關卡中的科學概念或綠能設計未能成功運作，但整體運作並未停止，仍需扣手動分數。</li> <li>6. 流暢度評分包含 7 個一般關卡、2 個綠能關卡及啟動指定任務關卡的動作，亦即評分至指定任務的進料機構開始運作為止。</li> <li>7. 流暢度運作需與關卡數量分數加成後才能獲取流暢度分數。例如：作品關卡分數為 7 分，手動一次，掉落一次，流暢度分數為 <math>(20-2-2) \times 7/9 = 12.44</math> 分。</li> </ol>
5. 創意性	15%	<p>為 3 個創意關卡(9 分)及作品整體設計(6 分)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 由 7 個一般關卡中自行挑出 2 個關卡為創意關卡評分，依據關卡的構造設計與美觀創意給予 0~3 分，共計 6 分。</li> <li>2. 第 3 個創意關卡，以指定任務 B 區設計乾燥機構</li> </ol>

		<p>示意機構以及整體指定任務機關設計，依據關卡的構造設計給予 0~3 分，共計 3 分。</p> <p>3. 根據整體作品設計的美觀性、獨特性、結構及程式複雜性…說明給予評分，共計 6 分。</p>
6. 指定任務	32%	請參閱 7.4.4. 指定任務關卡規範。
7. 違規事項	現場扣分制	<p>違規舉動如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 所有機關不得使用程式語言或遙控、圖控…等方式進行系統操作。如發現使用，扣除總分 5 分。唯指定任務區域可使用程式進行自動控制。</li> <li>2. 違反作品尺寸規定，扣除總分 5 分。</li> <li>3. 競賽桌面及環境髒亂，（例：材料散亂、地板濕滑），經勸導後，依然未改善者扣除總分 5 分。</li> <li>4. 不遵守比賽紀律，影響他人比賽作品，扣除總分 5 分；嚴重者將取消比賽資格。</li> <li>5. 違反電源使用規範，扣除總分 5 分。</li> <li>6. 違反 3D 列印零件及雷射切割零件使用規範，扣除總分 5 分。</li> </ol>

7.4.2 作品配置示意圖(綠色能源設計請自行安排於第 1 關及指定任務區之間，不得安排至第 1 關卡)



7.4.3. 評分注意事項

<p>評分準備</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 作品評分時段，除了準備及接受評審評分時，其餘時間皆需坐在作品旁等待，不得嬉戲、隨意走動，若屢勸不聽無法改善，將依違規事項規定扣總分 5 分。</li> <li>2. 評分前，請依工作人員指示進行機關修復，待時間結束，請坐下等待評審進行評分。</li> <li>3. 評分過程中，請參賽選手依工作人員指示站立於規定位置，不得隨意觸碰作品。</li> </ol>	
<p>評分向度</p>	<p>關卡數量</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 請選手自行選擇主要路徑之關卡，並確認 1~7 一般關卡標籤及綠色能源標籤是否確實貼妥。</li> <li>2. 評分完畢請選手簽名並確認分數。</li> </ol>
	<p>科學概念</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 請參賽選手依關卡順序，簡述科學概念運作原理。</li> <li>2. 評審得要求科學概念運作之效果，以利評判。</li> <li>3. 評分完畢請選手簽名並確認獲得分數。</li> </ol>
	<p>綠色能源</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 綠色能源需安排在第 1 關與指定任務中間。</li> <li>2. 需由參賽選手詳述運作過程，如何使用綠能啟動下一關卡。</li> <li>3. 評審得要求綠色能源運作之效果，以利評判。</li> <li>4. 評分完畢請選手簽名並確認獲得分數。</li> </ol>
	<p>流暢度</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 請參賽選手依關卡順序簡單介紹運作動線及科學概念。</li> <li>2. 包含主線關卡及支線關卡，都需列入計分。</li> <li>3. 若有掉落或是需要手動時，需等待評審指示</li> </ol>

		才可動作。 4. 僅有 1 次評分機會，其分數需與關卡數量分數加成。 5. 評分完畢請選手簽名並確認獲得分數。
	指定任務	1. 請簡述運作流程。 2. 由最後一關開始動作，連動至指定關卡任務完成。 3. 僅有 1 次評分機會。 4. 評分完畢請選手簽名並確認獲得分數。
	創意性	1. 講述整體作品設計理念。 2. 由多位評審進行評分，評分完畢不需簽名確認。
評審分組	待報名隊伍數確認後，評分向度組合及評分時間將於賽前一星期於官網進行公告，請參賽隊伍密切注意。	

## 7.4.4. 指定任務-工業 4.0 的時代

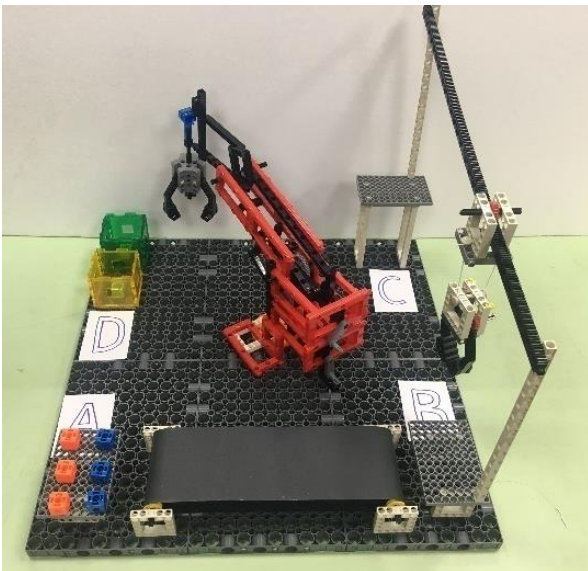
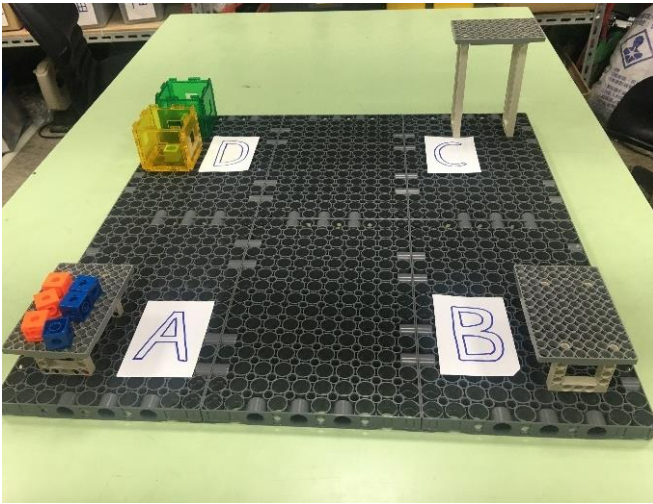
## 7.4.4.1. 指定任務流程

工業 4.0 生產線流程										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
準備 平台	進料 裝置	輸送 帶	計數 裝置	除靜 電平 台	乾燥 機構	運作 警示 燈	送料 裝置	分料 平台	機械 手臂	貨物 集送 箱
A	A	A-B		B	B	B	B-C	C	C-D	D

- a. 國小組任務：需製作出流程 1 至流程 7，將 A 區原料依序個別送至 B 區。流程 1 至流程 7 外的區域，可放置一般關卡或綠能關卡。
- b. 國中組任務：需製作出流程 1 至流程 9，將 A 區原料依序個別送至 B 區後，再將 B 區將原料送至 C 區。流程 1 至流程 9 外的區域，可放置一般關卡或綠能關卡。
- c. 高中組任務：需製作出流程 1 至流程 11，將 A 區原料依序個別送至 B 區後，再將 B 區將原料送至 C 區，並自製一組機械手臂將 C 區原料自動分類放置於 D 區。



2020 World GreenMech Contest



7.4.4.2. 指定任務規範

	運作規範
A 區	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 於 A 區範圍內，使用一個 8x12 底盤及兩個 5x5 正方框製作一個原料準備平台，此平台位置依作品設計自行擺放，但不得超出 A 區 20cmx20cm 範圍。</li> <li>2. 使用智高積木製作一個進料裝置(大小及位置不限，可超過 A 區)，將兩種顏色共六個原料(880-W10-N1G)，<u>依序個別</u>放置於輸送帶上面。</li> <li>3. 三個黃色及三個綠色共六個原料，放置方式可自行設計擺放，但六個原料的初始放置位置其正投影位置需完全置於 8x12 底盤的範圍內。</li> </ol>
AB 區間	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 使用智高積木製作一個輸送裝置，將原料依序個別送至除靜電平台。</li> <li>2. 僅輸送裝置平面可使用紙材、塑膠板...等非智高積木材料，且可使用膠帶、泡棉膠...等膠合物品膠合輸送裝置平面。</li> <li>3. 於輸送裝置附近製作一個計數器，當原料通過計數器裝置時，可以依序顯現出 1-6 的數字。</li> </ol>
B 區	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 於 B 區範圍內，使用一個 8x12 底盤及兩個 5x5 正方框製作一個除靜電平台，此平台位置依作品設計自行擺放，但不得超出 B 區 20cmx20cm 範圍。</li> <li>2. 於除靜電平台設計感測裝置及警示燈，當原料放置平台時，警示燈會亮起，平台上沒有原料時，警示燈會關上。</li> <li>3. 六個原料的正投影位置需完全置於 8x12 底盤的範圍內，且須低於 C 區之分料平台。</li> <li>4. 使用智高積木製作一個象徵乾燥裝置的機構(大小及位置不限，可超過 B 區)。此機構依其設計運作結構之複雜度給予創意性分數(創意性評分)。</li> </ol>

BC 區間	使用智高積木製作一個送料裝置，將除靜電平台上的原料，運送到分料平台上（從低平台運送至高平台），可使用橡皮筋增加夾具的摩擦力。
C 區	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 於 C 區範圍內，使用一個 8x12 底盤及兩個 5cmX15cm 孔長方框製作一個分料平台，此平台位置依作品設計自行擺放，但不得超出 C 區 20cmx20cm 範圍。</li> <li>2. 六個原料的正投影位置需完全置於 8x12 底盤的範圍內。</li> </ol>
CD 區間	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 使用智高積木製作出一組機械手臂(可使用橡皮筋增加夾具的摩擦力)可自動將原料由 C 區送至 D 區集送箱。機械手臂包含手臂結構本體、馬達、控制板、感應器等。</li> <li>2. 其任務為自動將 C 區分料平台之原料分類裝箱，亦即將兩色原料分別放入至兩個貨物集送箱(評分僅依原料顏色分類情形為主，貨物集送箱顏色不拘)。</li> </ol>
D 區	<p>使用 D-正方板製作兩個貨物集送箱，貨物集送箱位置依作品設計自行擺放，但不得超出 D 區 20cmx20cm 範圍。</p> <p>將黃綠兩色原料分別放置兩集送箱，蒐集原料較多的箱子定義為 A 箱，A 箱中的較多的顏色定義為 A 色，顏色匹配正確者得 10 分，不正確者得 5 分，如下範例：</p> <p>(1) A 箱( 3A)；B 箱 (3B)，可得 30+30= 60 分</p> <p>(2) A 箱 (3A1B)；B 箱 (2B)，可得 35+20=55 分</p> <p>(3) A 箱(2A)；B 箱 (1A1B)，可得 20+15=35 分</p>
指定任務區域 注意事項	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 指定任務區域中的機構皆須使用智高積木(含馬達或伺服馬達)組裝而成，不得使用其他積木以外之材料，其上方正投影範圍僅能有指定任務機關。</li> <li>2. 輸送帶的平面可使用紙材、塑膠片等非智高積木材料，且可使用膠帶、膠水等膠合物品。</li> <li>3. 橡皮筋、棉繩、螺絲、束帶及磁鐵皆可使用於指定任務區域。</li> <li>4. 智高型錄表上所有零件(含裝飾紙板)皆可視為智高積木使</li> </ol>

	<p>用，唯須以積木組裝方式製作，不得以任何方式膠合。</p> <p>5. 指定任務可使用電路控制，程式控制部分可使用市面上各種類型的控制板，如 Arduino、microbit…等。唯須以積木組裝之方式將其固定於設計位置，不得使用任何膠合方式固定。</p> <p>6. 可使用市面上各式品牌之感應器、開關、警示燈、電線…等電路元件。唯須以積木組裝之方式將其固定於設計位置，不得使用任何膠合方式固定。</p> <p>7. 原料在運送過程中，皆須經過 ABC 平台投影正上方(可以不觸碰平台)</p> <p>8. 原料在運送過程中掉落不扣掉落分數。</p> <p>9. 若完全達成可獲得 60 分，若部分達成可獲得 20 分，若完全無法運作則為 0 分。</p> <p>10. 指定任務運作時間:3 分鐘(國小組), 4 分鐘(國中組), 5 分(高中組)以內。</p>			
分數轉換計算		國小組	國中組	高中組
	結構分數	700	900	1100
	運作分數	360	480	600
	總分	1060	1380	1700
	轉換後分數	32	32	32
	<p>計算範例：</p> <p>1. 國小組結構得 600 分，運作得 240 分，則轉換分數為：  <math>(600+240)/1060 \times 32 = 25.36</math> 分(小數第二位四捨五入)</p> <p>2. 國中組結構得 780 分，運作得 420 分，則轉換分數為：  <math>(780+420)/1380 \times 32 = 27.83</math> 分(小數第二位四捨五入)</p>			

## 2020 World GreenMech Contest

### 7.4.4.3. 指定任務評分向度

指定任務結構分數(每向度中，每個不符規定地方扣 20 分，未製作扣 100 分)			
評分向度	國小組(700 分)	國中組(900 分)	高中組(1100 分)
獲得總分			
1. 準備平台			
2. 進料裝置			
3. 輸送帶			
4. 計數裝置			
5. 除靜電平台			
6. 乾燥機構			
7. 運作警示燈			
8. 送料裝置			
9. 分料平台			
10. 機械手臂			
11. 貨物集送箱			

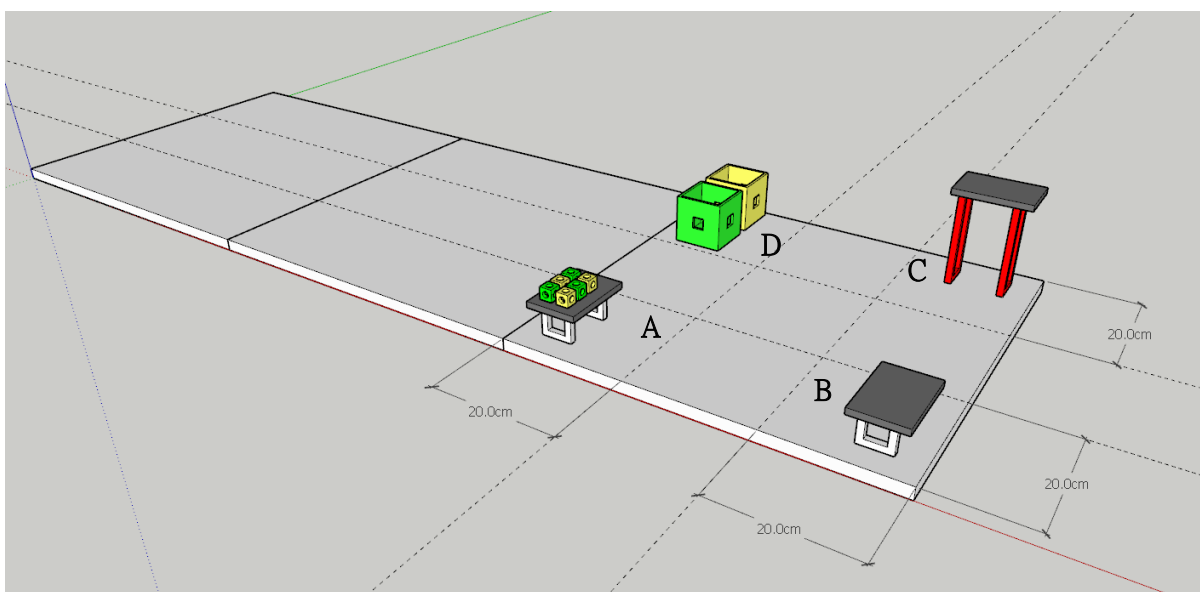
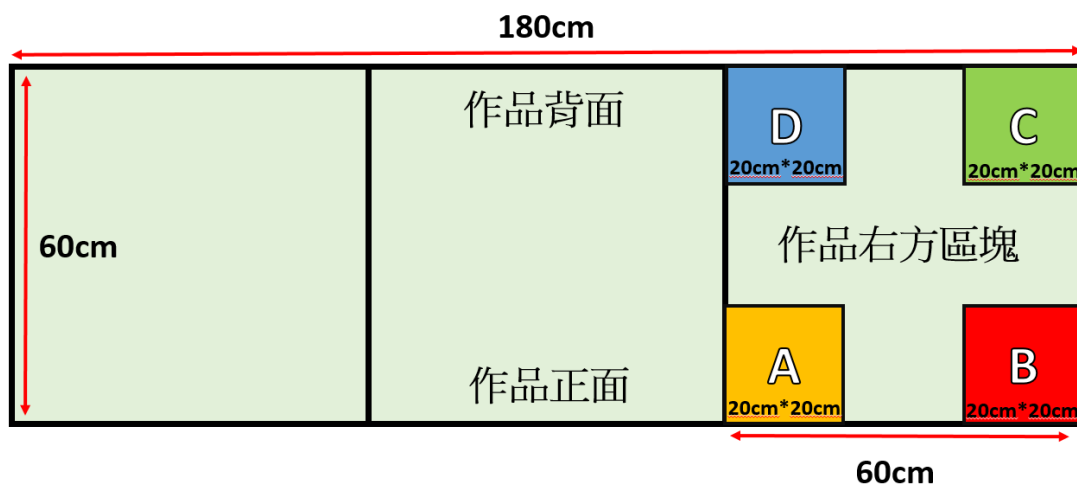
指定任務運作分數			
評分向度	國小組(360 分)	國中組(480 分)	高中組(600 分)
獲得總分			
1. 原料置於準備平台範圍內(60 分，每個 10 分)			
2. 原料依序送至輸送帶 (完全做到 60 分，部分做到 20 分)			
3. 計數器依序顯示 1-6 數字 (完全做到 60 分，部分做到 20 分)			
4. 原料置於除靜電平台範圍內 (60 分，每個 10 分)			

2020 World GreenMech Contest

5. 乾燥機構運作(60分)			
6. 警示燈運作(完全做到60分，部分做到20分)			
7. 送料裝置運作(60分)			
8. 原料置於分料平台範圍內(60分，每個10分)			
9. 機械手臂運作(60分)			
10. 貨物集送箱 (60分，顏色正確每個10分，顏色不正確每個5分)			

7.4.4.4. 指定任務相對位置圖

- 1、指定任務相關結構需設置於作品右方區塊，ABCD 相對位置如圖所示。
- 2、指定任務區域(60cmx60cm)可以整個向上提升(不用貼於桌上)，流程 1~流程 11 之結構設計需製作於同一平面。



#### 7.4.5. 科學概念注意事項

本次科學概念設計須符合動手組裝或是自行設計之基本原則，參賽選手須能了解其製作原理及內容，並簡述於評審判定。

1. 科學概念的得分判定，需為積木或物件組裝後才產生的效用，始能獲得分數。若為市售產品或是成品，經評審判定非自行組裝設計而產生的效用，將無法獲得該科學概念分數。
2. 14 個科學概念需能簡述讓評審了解。每個動作僅能判得獲得一個科學概念分數，建議選手在設計機關時，能明確表示個別科學概念為主。
3. 科學概念表僅能勾選 14 個概念進行評分，請自行選擇最有把握的 14 個科學概念，多勾選部分將要求選手自行去除，大會將於 11:00 收取自評表後，不得再行更改。
4. 每個關卡需規劃兩個科學概念進行評分，若該關卡有多個科學概念可以選擇，請自行勾選需要判定之科學概念。評審僅依科學概念自評表上進行評分，於評分時不得再更換自評表上之勾選項目。
5. 自評表共有五個自選項目，選手可以依作品設計自行填寫，至多填寫五個，且不得與自評表內之項目重複。

以下為科學概念的判定範例：

1. 啟動光源裝置，光源照射到設計物件，產生反射、折射、繞射…等光學現象，可得光學概念分數。若啟動電源開啟 LED 光源，僅可獲得電學分數。
2. 小球滾下撞擊鈴鐺或是設計之物件產生規律或多樣的聲音，可獲得聲學的分數。若啟動電源開啟蜂鳴器，僅可獲得電學分數。若撞開連桿，開啟市售之音樂盒產生音樂，音樂盒非自行設計與製作，僅可獲得連桿分數。



7.4.6. 綠色能源注意事項

1. 本比賽的綠色能源包含風能、水能、太陽能、磁能及化學能五種，在關卡區域內使用綠色能源驅動機關並成功啟動下一關卡即可獲得5分。作品中須於第1關與指定任務中間安排2個綠色能源關卡，且此兩關卡使用的綠色能源不得重複。此評分向度最高總分為10分。
2. 往常綠能向度的部分，通常是有使用就獲得分數，但大部分的綠能展現，並未達到機關的標準。本次比賽規範，除了強調能源轉換的概念外，綠能還需要能啟動下一關卡才算完成綠能分數。
3. 綠色能源的展現不得搭配使用電池來呈現。

風能

由前一關卡啟動風力裝置，使用風力驅動此區域內的設計關卡運作，經由關卡的運作後連結啟動下一關卡，完成風能關卡。

水能

由前一關卡開啟機關讓水流動(位能差或壓力差)，使用水力驅動此區域內的設計關卡運作，經由關卡運作連結啟動下一關卡，完成水能關卡。

◎液壓連桿、水的浮力皆為科學概念部分，不列入水的綠能分數。

太陽能

由前一關卡需開啟光源(模擬太陽能)或是讓光源照射到太陽能板，使用太陽能驅動此區域的關卡運作，經由關卡的運作後連結啟動下一關卡，完成太陽能關卡。

◎若僅是讓LED亮起，無法開啟下一關卡，算是綠能關卡失敗。

◎因太陽能板產生電流過小無法啟動馬達，往常的作法會再串聯電池作為預備。此時太陽能板僅視為電路開關運作，無法當作主要能源驅動機構，算是綠能關卡失敗。

磁能

由前一關卡啟動磁能裝置，使用磁能驅動此區域內的設計關卡運作，經由關卡的運作後連結啟動下一關卡，完成磁能關卡。

◎由磁能轉換成電能或是磁能轉換為動能，例如電磁感應現象產生電能，或是高斯彈弓將小球加速撞擊，導致下一個機關的開啟，才算完成磁能關卡。

◎僅使用磁鐵相吸與相斥視為科學概念部分。

### 化學能

由前一關卡啟動化學能裝置，使用化學能驅動此區域內的設計關卡運作，經由關卡的運作後連結啟動下一關卡，完成化學能關卡。

◎此向度通常比較難達到，舉水果電池為例，若要真正驅動 LED，至少要三組以上的水果電池串聯才可達到，更別說要驅動馬達或是其他機關，往常的作法會再串聯電池作為預備。如此，水果電池的裝置只是一個通斷路裝置，並非真的使用化學能源。

◎充電電池等不認定為綠色能源中化學能之應用。

## 7.5 附件資料

7.5.1 科學概念及機械結構參照表

科學概念及機械結構參照表					
項目	關卡編號 (選手自填)	評審評分	項目	關卡編號 (選手自填)	評審評分
慣性定律			連桿		
力與加速度或 重力位能			桁架		
作用力與 反作用力			鍊輪或 皮帶輪傳動		
重心或骨牌			軌道		
槓桿			棘輪、棘齒		
圓周運動 向心力			聲學		
帕斯卡原理			電學		
連通管原理			熱學		
白努力定律			磁力		
輪軸			彈力		
單擺			摩擦力		
靜電			浮力		
蝸輪蝸桿			其他(學生 自行填寫)		
毛細作用 虹吸現象			其他		
滑輪裝置			其他		
凸輪			其他		
齒輪或齒條			其他		

註一：表格不可任意增列及修改，只可在其他部分內填寫自行設計之科學概念。

註二：科學概念與綠能不得重複計算，僅可選填 14 個科學概念，超過請自行選擇刪除。

註三：關卡編號僅可填入單一選項，不得填入多個關卡選項，超過請自行選擇刪。

7.5.2 關卡標籤及綠能標籤

關卡標籤及綠能貼紙大小為清楚易見即可，顏色可為黑白列印。

