題目：STEM 教育 — 從常識科課堂探究走進社區服務的課程設計

講者： 江雪儀女士 （教育局 小學校本課程發展組）
李秀鳳老師、賴慧貞老師、麥偉琼老師、周詠南老師
（聖保祿天主教小學）
梁文慧副校長、李燕芬主任、馬秀賢老師、吳宇傑老師、黃俊蒿老師、李嘉耀老師、蔡凱怡老師
（九龍灣聖若翰天主教小學）

引言

近年，STEM 教育在本港教育界百花齊放，相信大家對這種把學科知識融會貫通的跨學科教學模式一點也不陌生。在美國、英國、中國、日本等國家普遍使用 STEM 這名字，意思為（Science,Technology, Engineering and Mathematics），而德國則使用 MINT 這名字，當中意思為：數學(Mathematik)、計算機科學 (Informatik)、科學(Naturwissenschaft)和技術(Technik)。STEM 教育在日常教學中也有著不同的演繹方式，如 STEAM 教育加入了美術(Art)或人文學科的元素(Arts)；如 STREAM 教育再加入了機械人和編程(Robotic)、閱讀(Reading)或宗教(Religion)等元素。為本來數理科技為主導的課程設計模式加添了人文學科的素養和對日常生活或世界問題的關注(Zeidler, 2016)。不論是哪一種課程演繹方式，它們也有著一個共通之處，就是跨學科元素的靈活運用。本分享環節以《STEM 教育 — 從常識科課堂探究走進社區服務的課程設計》為題，旨在透過聖保祿天主教小學和九龍灣聖若翰天主教小學的課程實例，從兩種不同的課程設計來展示進行 STEM 教育的多元模式。

STEM 教育的理念 — 凝聚跨學科智慧，解決實質世界的問題

STEM 教育這教學概念始於 1980 年代，為要填補職場上科研及技術人才的空缺，工業大國如美國和德國已進行 STEM 教育和 MINT 教育多年了。

在美國，奧巴馬總統在 2009 年 11 月啟動了 「為創新而教」的計劃，希望提高學生 STEM 知識和能力，提升美國 15 歲學生科學和數學成績在世界的排名 (The White House, 2009)。他又在 2014 年呼籲全球所有人都學習編寫電腦程式，並且以身作則參與了「編程一小時」的電腦編程課程，這是美國總統對 STEM 教育發展的肯定。隨後，在 2015 年美國國會推出了「STEM 教育法案 2015」，把電腦科學列入 STEM 教育類別之中(U.S. Government Publishing Office, 2015)。同時亦把另一個與工程科相關的「創客」概念，注入 STEM 日常教學當中。另外，美

國政府亦在 2016 年 9 月發佈了《STEM 2026》報告書，為未來 10 年美國的 STEM 教育提出了六大願景。

「為未知而教，學未來而學」這口號為「中國 STEM 教育 2029 創新行動計劃」展開了序幕。中國教育科學研究院在 2017 年 6 月發表了《中國 STEM 教育白皮書》，為中國未來 20 多年的 STEM 教育定下明確的發展方向，亦對香港 STEM 教育的未來發展有著重要的啟示，當中列出了五個項目，以闡明 STEM 教育的內涵。

這兩份文件中提及的 STEM 教育發展方向有異曲同工之妙，對本港老師在 STEM 課程設計上皆具參考價值。筆者嘗試把它們分為五個領域，並把當中主要內容翻譯及摘錄於（表一）。

表一：《中國 STEM 教育白皮書》與美國的《STEM 2026》的比較及簡單闡述

領域	**《中國 STEM 教育白皮書》** **「中國 STEM 教育 2029 創新行動計劃」**	**《STEM 2026》** **「STEM 教育的創新願景」**
	STEM 教育是：	***願景：***
（一） 培育人才	**國家創新型人才培養戰略** STEM 能為國家在科學和高技能領域培養創新型人才，在軍事戰略上亦非常重要。	**藉著拓闊 STEM 相關的機遇與事業的發展，促進多元化的社會環境及文化** 透過正向社會環境與文化，發展與 STEM 相關的機遇，讓不同人士也有平等發展事業的可能性，以促進種族融和、傷健共融及性別平等。
（二） 學習空間	**國家的終身學習活動** STEM 教育乃終身學習，讓每個公民都具有 STEM 素養，以適應未來社會對應科技帶來的變化。運用科技知識保持國民的健康。	**以創新科技拓展富彈性及共融的學習空間** 配合翻轉教室、網上視訊、虛擬實境、擴增實境、模擬遊戲、流動資訊工具等科技設計課程，讓學習空間變得無界限。
（三） 課程設計	**跨學科、跨學段和富連貫性的課程組織** 讓學生能融會貫通，從各學科所學到的知識到發揮解決問題的能力，是 STEM 教育的主要目標。 STEM 教育需要一個系統化的課程架構，打通學科之間和學段隔膜的課程設計，確保知識結構的完整和系統思維方法的培養。	**運用跨學科模式創設學習經歷以解決社會中的「大挑戰」** 讓學生從現實情境及社區實況中尋找「大挑戰」，透過綜合或跨學科課程設計，讓學生應用所學到的 STEM 技能，為社區、國家、甚至全球的「大挑戰」議題草擬可行方案，讓學生明瞭 STEM 教育的核心價值與解決現實生活中的各項難題之間的關係。 **創新及無障礙的評估模式** 設計多元化的評估模式，來評核學生在學習歷程中所展現的學習成果及共通能力，鼓勵及肯定學生在 STEM 教育中的成就，減低學分與考試的壓力。

（四） 多元素養	**培養學生綜合素質的載體** STEM 教育提倡在真實的任務中學習，強調從動手實踐中學習。這種綜合的學習模式是培養學生（如：理性思維、批判質疑、勇於探究、勤於反思、勞動意識、解決問題、技術運用等）核心素養的重要途徑。	**引入有趣味及富挑戰性的無障礙學習活動** 讓學生從遊戲及實作中探索學科知識。嘗試理解科學研究及工程學中的核心價值，如：尋找不肯定因素、認定事物的不同演繹方法，從失敗中學習。
（五） 共融社會	**全社會共同參與的教育創新實踐** STEM 教育涵蓋面廣泛，貫穿了不同學段，亦打破了不同行業或機構間的領域。要深入實踐所學，STEM 教育需要社會大眾和不同機構（如：政府、企業、高校、研究機構、學校、社會團體等）從不同的角度貢獻力量；共同參與，建構協同創新的教育生態。	**大眾參與及網絡化的社區實踐** 善用不同持份者的人脈網絡及社區資源，讓學生從日常人和事的相互協作過程中發揮好奇心，實踐 STEM 教育所學到的不同知識，為所觀察到的社區問題創設解決方案，發展解難能力。 學校可多與社區不同人士及機構（如：博物館、圖書館、社會企業和商界等）連結成專業網絡，透過課程設計及教學策略，讓學生在社區中實踐他們的解決方案。

教育局於 2016 年向每間小學撥款 10 萬元，並在 2017 年向每間中學撥款 20 萬元，以促進 STEM 教育的發展。在 2019 年 2 月的財政預算中，再考慮撥款逾 360 億元推動創科教育，可見香港政府對 STEM 教育之重視。

教育局鼓勵學校推動 STEM 教育，讓老師有較大的專業自主空間。有些學校把 STEM 教育的各項元素融入正規課程之內；有些學校安排在多元智能課進行；有些學校視 STEM 教育為拔尖課程，積極參與校外比賽，讓獎項成為在學界吐氣揚眉的「閃亮點」；有些運用撥款僱用機構舉辦教師培訓或帶領學生進行課外活動；有些把撥款化為美輪美奐的 STEM 室.....

在百花齊放下，不妨讓我們還原基本步，想一想到底我們希望學生在小學階段從 STEM 教育中學到什麼呢？如何運用校本課程把 STEM 教育的主要元素融入現有密集的教學安排中呢？

學校分享：以不同模式實踐 STEM 課程設計的概況

本分享環節以《STEM 教育 — 從常識科課堂探究走進社區服務的課程設計》為題，旨在從兩種不同的課程設計來展示進行 STEM 教育的多元模式，在不同程度上實踐了《中國 STEM 教育白皮書》和美國《STEM 2026》（表一）當中所列的 STEM 教育內涵及願景。

不約而同，兩所學校皆曾參與常識科校本課程服務，從計劃中初步擬定了「校本 STEM 教育框

架」，以常識科為校本 STEM 課程的軸心，然後從常識科課程重點選取出與科學、科技、工程及數學各學科中的相關學科知識與技能，打通了學科之間的隔閡，讓學生把所學到的科學素養和資訊科技素養融會貫通；亦把不同共通能力有系統地羅列入框架之中，讓 STEM 教育的課程規劃變得較為系統化。兩所學校透過有趣味及富挑戰性的校本課程設計，運用專題導向式推行 STEM 或 STREAM 專題研習。

示例一《STEM 教育 — 常識科課堂探究的課程設計》

分享學校：聖保祿天主教小學
課程模式：常識科 STEM 專題探究
活動名稱：迷你超「吸」大師
年級：五年級

聖保祿天主教小學分享在五年級進行 STEM 專題研習經驗--「迷你超『吸』大師」，闡述如何透過校本 STEM 能力發展縱向架構（附件一）和詳列於常識科課業簡介中的縱向科學探究技能的學習和評估架構（附件二）的科探課堂設計，讓學生運用在四年級學過有關空氣特性和五年級閉合電路的已有科學知識，以簡單零件製作吸塵機，並且進行測試。

課程設計配合了「創客」取向，運用了「預測—觀察—解釋」科學探究模式，並加入與設計循環相關的思維工具 SCAMPER。在分析數據後，學生需要運用觀察力了解市場中不同吸塵機設計的優劣，然後運用創意來改良產品，再進行測試。課程設計中增加了重覆測試、數據整合和運用平板電腦進行實驗記錄的能力培訓，讓學生透過設計循環，應用不同的組件作為實驗變項，以進行公平測試，再運用數據進行分析及反思，並改良吸塵機的設計，以達致最佳效能。

從課堂觀察可見，學生非常投入「迷你超『吸』大師」這項 STEM 教學活動，能運用課堂中所學到的學科知識和技能於產品製作過程之中。在這個產品研發的過程中，老師運用了開放式科學探究取向，並沒有提供任何製作程序指示。老師善用提問，引導及激勵學生作多方面的嘗試，從錯誤中吸取教訓並改良產品。老師堅持同學之間必須運用科學用語進行「科學對話」，解說所觀察到的現象，並就着所得數據加以分析、解說、推斷及整合結論。學生的科學對話充滿「火花」，平時文靜的小女孩頓時變成了聰穎敢言的小小科學家。

從學生習作(圖一)可見，學生能運用思維工具 SCAMPER 改善原本的設計，有些改善了吸嘴的設計；有些改良了隔塵網的裝置；有些運用創意把電箱隱藏在漂亮的機殼中；有些設計還匯聚了美感和實用性於創作成果之中呢！

圖一 ：學生所設計的吸塵機作品

聖保祿天主教小學的實例，回應了《中國 STEM 教育白皮書》中有關課程設計和多元素養的兩個重要項目(表二)：

表二：聖保祿天主教小學的課程設計與《中國 STEM 教育白皮書》重要項目的關聯

《中國 STEM 教育白皮書》STEM 是：	**聖保祿天主教小學的課程設計**	
跨學科、跨學段和富連貫性的課程組織	設計了系統化的校本 STEM 課程架構 ，打通學科之間和學段之間的隔閡。透過一至六年級的 STEM 教育課程設計，確保知識結構的完整和系統思維方法的培養。(詳見附件一) 生活化的課程設計讓學生能融會貫通，運用從各學科所學知識，發揮解決問題的能力。(詳見附件二)	
	科學	•閉合電路、電流方向和氣壓等科學概念
	科技	•應用閉合電路和真空的科學概念於日常科技產品之中，解決日常生活的問題 •透過多方面觀察，參考市面上現有的科技產品，分析其效能的優劣及箇中原因，並思考改良產品的方法
	工程	•運用閉合電路、馬達、扇葉、塑膠瓶等部件製作吸塵機 •挑選並利用合適的工具協助工作 •透過設計循環改良製成品

	數學	•選用合適工具進行數據量度 •運用圖表表達所得數據，並進行分析 •運用合適數據評鑒產品的成效
	語文	•進行跨科閱讀 •運用文字表達背後的意念，記錄過程並進行反思 •運用語言溝通傳意，進行科學思辨
	美術	•運用創意及美工改良產品的外觀及實用性
培養學生不同能力	課程以開放式科學探究模式，讓學生完成真實的任務，從動手實踐中學習。 培養核心素養： （如：理性思維、批判質疑、勇於探究、勤於反思、解決問題、技術運用等）	

示例二《STEM 教育 — 走進社區服務的課程設計》

分享學校：九龍灣聖若翰天主教小學 課程模式：跨學科 STREAM 專題研習 （服務學習） 活動名稱：「家有一寶」 年級：六年級

九龍灣聖若翰天主教小學分享了六年級跨學科 STREAM 專題研習，學校善用跨學科團隊的共力，運用「創客」概念及使用電腦編程，讓學生進行一系列富創意的 STREAM 課程。課程以六年級「人口老化」課題為背景，要面對這個本港社區甚至全球人口的「大挑戰」，老師設計了名為「家有一寶」的跨學科服務學習課程（附件三），讓學生運用跨學科課程中各科目的學習重點和 STREAM 教育中的各項素養，經歷研發創科產品的設計循環，在真實的社區環境中嘗試尋找解決方案，透過服務學習，從而學以致用，回饋社區。

學習歷程主要分為三部分（附件四）：學生先透過社會探究，從二手資料了解本港人口老化的問題；再由「老有所醫」計劃的老人科醫生、腦科醫生及職業治療師主講的醫學講座，理解現今香港長者在家中面對的生活困難、日常家居的危害和認識腦退化症；然後再透過訪問長者，進一步了解長者的需要，優化其由 micro:bit 控制的創科產品「家有一寶」的設計，以促進獨居長者的家居安全，幫助他們解決生活上的困難。

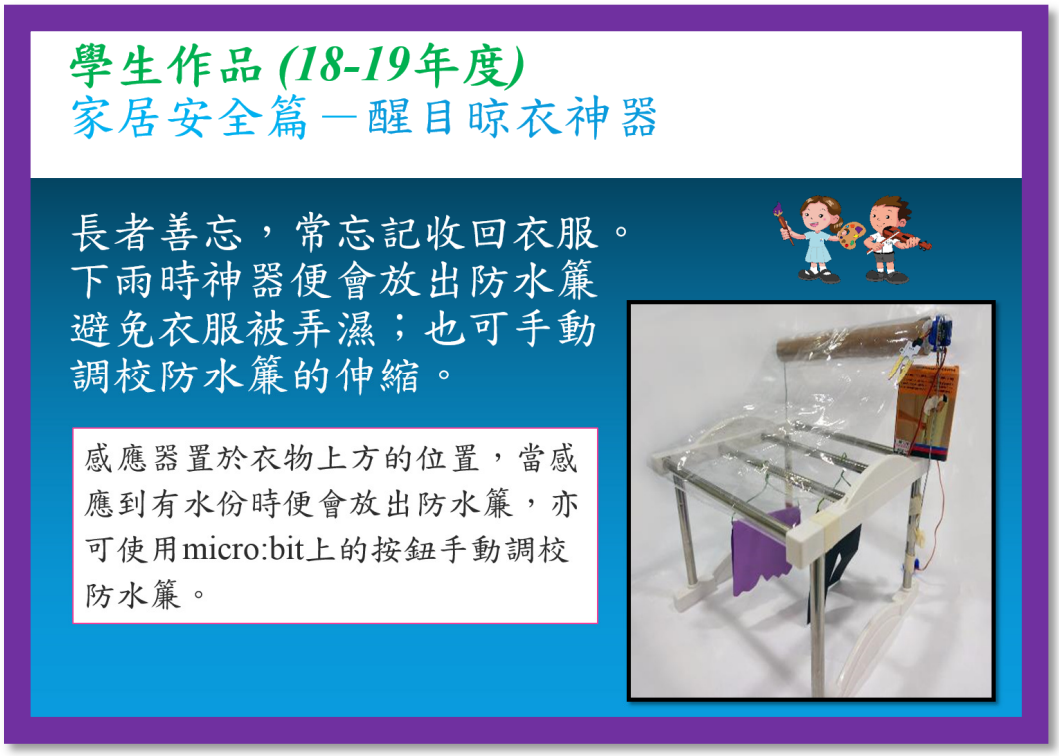
在訪問長者的過程中，長者告訴學生他們時常忘記把拐杖放在哪裏。於是，學生便發揮創意，發明一個特製儲存拐杖的箱子，拐杖的重量會令 micro:bit 壓力感應器發出信號，使箱子的 LED 燈亮起，這樣便能提醒長者拐杖的位置了。另外，有同學製作了會發光的拖鞋，長者穿上

「燈帶」便會發出亮光，協助長者在夜間上洗手間。

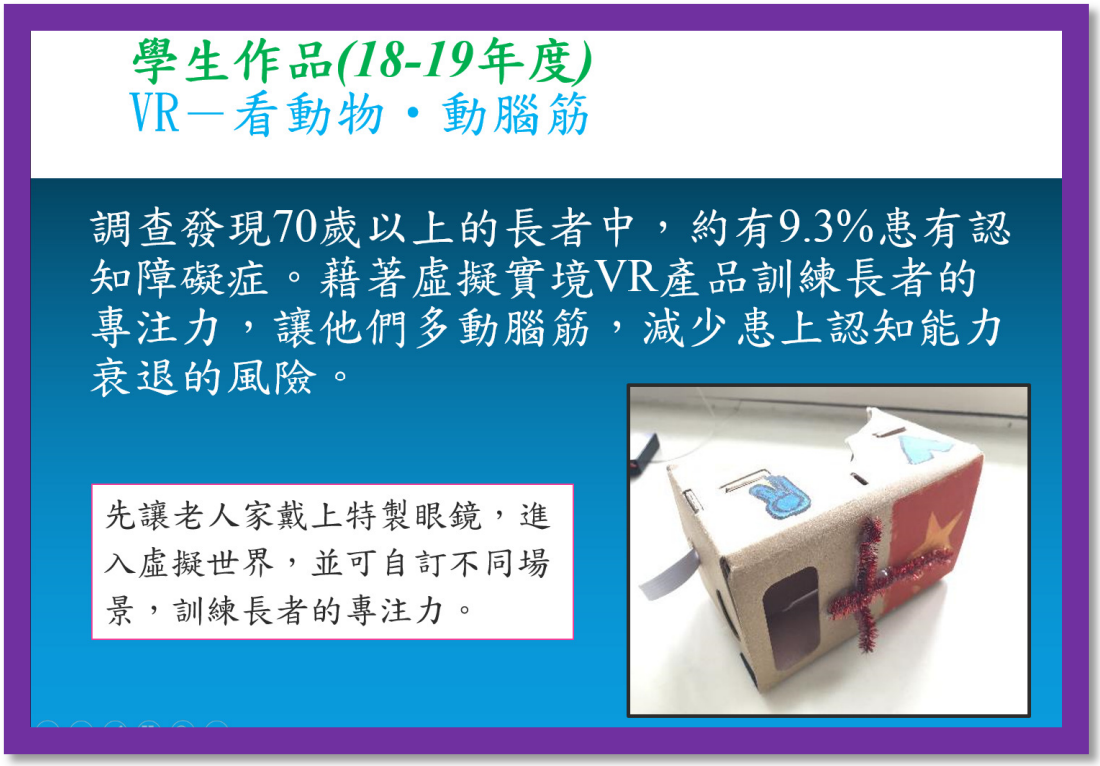
學生亦利用科技提升家居安全和保安，有學生利用 micro:bit 和閉合電路的概念，設計了會發光的鎖匙盒，提醒長者出門時攜帶鎖匙及鎖好門窗；另外，學生利用了溫度感應器，如偵察到室內溫度急升，便有發生火警的可能，於是發出聲響提醒長者逃生；還有學生運用濕度感應器來預防浴室洗手盆滿溢所引致的水浸，以免發生家居意外等；亦有學生怕長者在下雨天趕着收衫而跌倒，設計了能因應濕度而放下或收起膠簾的「醒目晾衣神器」(圖二)。學生又根據「老有所醫」腦科醫生的建議，運用虛擬實境來設計有趣的玩意(圖三)，學生先從網上資源挑選合適的虛擬實境場景，然後在資訊科技課學習剪輯成大概兩分鐘的片段。當中主題分別為「香港一日遊航拍片段」和「動物大觀園」，透過科技帶領長者進行跨時空和國界的「眼睛旅行」。其次，一組學生製作「走火警」 為題的片段，讓長者仿如置身火災單位，透過學生即場提問，讓長者多動腦筋想想在火警中如何帶著「逃生三寶」離開火場，從而帶出切勿囤積太多傢具的訊息，提高家居安全意識。學生在片段中加插了簡單的問答題，讓長者一邊觀看片段，一邊口述答案，從中加強長者的專注力，幫助長者預防認知障礙症 (Garcia-Betances et al., 2015)。

整個跨學科課程為期約三個月，學校運用多元智能課，創造了「創客空間」，讓學生在常識室內利用不同的工具設計產品。跨學科課程除以常識科概念為本，亦配合了資訊科技課的編程學習及 STREAM 教育模式，讓學生綜合運用資訊科技素養和工程學中的拼砌技能，經歷產品的研發及設計循環的過程。為了讓學生更有信心走進社區面對陌生的人士作講解，老師特意安排了校內產品推廣時段，讓低年級學生了解設計及作出提問，訓練六年級同學的即席演說技巧及溝通技巧。在聖誕節假期前，全級 150 多人，浩浩蕩蕩帶着 micro:bit 產品「家有一寶」走進人口老化嚴重的啟業邨，向長者推廣家居安全及健康的訊息，進行服務學習活動。

跨學科專題研習佔六年級常識科期終考分數 30%，肯定學生在整個研發過程中所付出的努力。從課堂觀察可見，學生共通能力及學術素養均有所提升。透過跨學科服務學習為課程基本架構，讓學生融會貫通，了解人口老化概念。從專題研習過程中，學生先了解本港人口老化的概況，再從醫生講座中，學生能透過專業醫護人員的介紹，明白長者生活中遇到的困難，從而思考如何透過 micro:bit 產品的設計來協助他們活得安康。另外，從服務學習中學會與長者相處溝通的技巧。



圖二：學生作品：「醒目晾衣神器」



圖三：學生作品：「VR—看動物・動腦筋」

九龍灣聖若翰天主教小學所設計的校本STREAM教育以融會知識和應用於日常生活解難為本，這個「家有一寶」的跨學科服務學習課程，正能讓學生從真實環境中把知識融會貫通，讓學習成果惠澤社群。這個課程剛好回應了美國《STEM 2026》的其中幾項願景：

表三：九龍灣聖若翰天主教小學的課程設計與美國《STEM 2026》中STEM教育的願景的關聯

美國《STEM 2026》STEM教育的願景：	**九龍灣聖若翰天主教小學的課程設計**
運用跨學科模式創設學習經歷以解決社會中的「大挑戰」	課程讓學生從現實情境及社區實況中探討「大挑戰」— 本港的人口老化問題，並草擬可行方案 透過跨學科課程設計，讓學生應用STEM的知識和電腦編程技能，運用micro：bit製作「家有一寶」為人口老化議題草擬可行方案，讓學生明瞭STEM教育的核心價值與解決現實生活中的各項難題之間的關係。
創新及無障礙的評估模式	學校設計了多元化的評估模式並配合校本評估標準，以評核學生在「家有一寶」跨學科專題研習的學習歷程、學習成果及共通能力。 學習成果佔六年級常識科期終考的分數30%，以鼓勵及肯定學生在STEM教育中的成就，減低考試的壓力。
引入有趣味及富挑戰性的無障礙學習活動	「家有一寶」專題研習結合了跨學科課程、STEM 教育與服務學習的元素，讓學生探索學科知識。 在廣泛資料蒐集、籌組意念和製作產品的過程中，實踐出科學研究及工程學中的核心價值，並且從失敗和他人的批評中學習反思及自我完善。
大眾參與及網絡化的社區實踐	善用人脈網絡及社區資源 老師邀請了專業醫療人員及連結社區網絡，讓學生從日常人和事的相互協作過程中發揮好奇心，拓闊視野。為觀察到的社區問題和長者口中所提及的日常生活困難，創設解決方案，發展解難能力，實踐STEM教育。 學校與專業醫療人員組成的「老有所醫」計劃、「長者安居協會」和房屋署合作，連結成專業網絡，透過課程設計及教學策略，讓學生在社區中實踐他們的解決方案。

結語

從兩所分享學校的課程經驗，闡述了 STEM 教育課程設計的不同模式。兩所學校同樣運用了校本 STEM 教育能力發展架構,把一至六年級的 STEM 教育重點和所須建立的各項能力整合起來，建立跨學科、跨學段和富連貫性的課程。這樣有助各科組老師管理 STEM 教育相關知識。

建基於跨學科概念上的 STEM 課程設計，不但能讓學生融會貫通地應用各學術領域的知識及實作技術於作品之中，也能讓學生透過完成教學活動和各項挑戰而培養共通能力，包括：創意能力(Creativity)、明辨思維能力(Critical thinking)、協作能力(Collaboration)及溝通能力(Communication)。

產品研發過程中，每組同學要協作和運用創意去建立不同產品的創作概念，透過細心觀察和比較市面上不同產品設計的優劣，與同儕進行科學思辨，平衡各方意見後尋求小組共識，找出最好方案，再動手製作產品。完成作品後，再向用家（低年級同學及啟業邨的長者）介紹其產品的理念及用法，聽取用家意見後再進一步改良產品。

這兩個分別為期約三個月的 STEM 教育活動，一方面能讓學生實踐關心身邊的人和有需要的社群。另一方面，學生能從產品研發的過程中體會到有效溝通的重要性。各小組成員要分工合作，擔當不同任務如繪畫產品設計圖、編寫程式、產品硬件製作和美化、與用家溝通及推廣產品等，各組員要互相配合才能一起完成產品。這些共通能力正是 21 世紀社會「通才」的必備條件，在各行各業也中用。

附件一：聖保祿天主教小學校本 STEM 能力發展縱向架構

			一、二年級	三、四年級	五、六年級
S c i e n c e	科學探究過程技能	觀察	● 定性觀察 ● 察覺物體的屬性會因某變因改變而產生變化 ● 察覺事物具可辨識的特徵和屬性	● 定量觀察 ● 持續變化觀察 ● 多角度觀察	● 多角度觀察 ● 依某一屬性或規則性作有計畫的觀察
		預測及假設	● 根據所觀察的現象，預測未發生的事情	● 根據所觀察的現象，預測未發生的事情，即「原因」預測到可能的「結果」	● 對所探究的問題提出解釋或建議，藉此核對觀察所得的結果
		記錄	● 簡單變化、單一性記錄 ● 利用簡單文字、圖畫及數字作記錄	● 持續變化記錄 ● 自訂記錄實驗中的參數	● 持續變化記錄 ● 自訂實驗所需記錄的項目
		分類	● 單層次分類 ● 比較圖樣或實物，辨識相異處，說出共同處 ● 知道物件的屬性不同(形狀、透水、透光、導電等)可作不同的分類	● 單層次分類 ● 比較圖樣或實物，說出相異及共同處 ● 知道物件的屬性不同(如：可浮起物品)可作不同的分類	● 多層次分類 ● 知道物件的屬性不同(如：導電體)可作不同的分類
		比較	● 比較兩種同類事物，如：物件的滲水程度	● 比較多種同類事物 ● 比較同一實驗的先後情況	● 自訂比較項目
		測量工具	● 運用日常工具進行簡易測量	● 選用合適的儀器進行測量 ● 自製簡單測量工具進行校準及測量	● 自訂測量工具
		驗證及公平測試	● 準確地排列實驗步驟的次序 ● 學生在老師指導下進行測試，認識公平測試的原則(了解控制變項的重要，在不同的情況下引致不同的結果，所以只可有一個變項)	● 準確地列出所有實驗步驟的次序 ● 學生在老師引導下，辨認影響某現象變化的各種變因，包括：獨立變項、應變項和控制變項，運用公平測試的原則進行測試	● 因應實驗活動，設計實驗流程 ● 根據測試目的，學生自行辨認影響某現象變化的各種變因，包括：獨立變項、應變變項和控制變項，運用公平測試的原則進行測試
		傳意	● 透過老師提問，學生嘗試利用簡單文字、數字、圖表、說話等表達探索所得的發現，作出科學化解釋 ● POE：Prediction(預測)、 　● Observation(觀察)、 　● Explanation(解釋)	● 運用文字、數據、圖表、實物示範、說話等不同的演示，以科學化推斷，為結果作出合理解釋 ● POE： Prediction(預測)、Observation(觀察)、Explanation(解釋)	● 透過小組討論發展科學思辨能力 ● 運用文字、數據、圖表、說話、實物示範或實驗展示等，表達探索所得的發現，作出合理及科學化的解釋 ● POE： Prediction(預測)、Observation(觀察)、Explanation(解釋)

	科學原理		● 如：物料的分類	● 如：導熱性能、水的探究、空氣的探究、溫度	● 如：光聲電的原理、導電測試、力和機械

Technology	科技應用	電腦和多媒體工具	● 數碼記錄	● 數碼記錄 ● 運用數碼工具，協助計算 ● 利用平板電腦拍攝照片，運用資訊科技，展示作品成果	● 數碼記錄 ● 運用數碼工具進行量度及計算，如：大廈的高度、車子的速率 ● 利用平板電腦拍攝照片或製作影片，運用資訊科技，展示作品成果
		文書處理及軟件應用	不適用	● 老師指引下，利用合適的軟件平台(如文字處理或圖形軟件)，處理資訊或數據	● 選擇所需的軟件平台(如文字處理或圖形軟件)，處理資訊或數據，協助傳意表達
	機械設計	程式運用	不適用	● 初步嘗試程式編寫(coding)，如：micro:bit、mBot	● 應用不同程式編寫(coding)，如：micro:bit、Arduino 或 3D 打印技術於機械設計之中
Engineering	工程	使用工具及技能	● 懂得使用不同的工具作簡單工作，如：剪紙、鑽孔 ● 懂得放置電池 ● 選擇合適的工具處理不同物料 ● 能綁繩結	● 懂得挑選合適的工具輔助工作 ● 懂得使用工具的技巧 ● 懂得放置電池，並且在老師指導下，嘗試加強電力或改變其他變因，以加強實驗效果 ● 製造合適的工具處理不同物料	● 懂得使用合適的工具輔助工作 ● 具備使用工具的安全意識 ● 能適當使用不同的工具，如螺絲批、熱熔膠槍、美工刀、「他錶」、顯微鏡等 ● 懂得製作閉合電路、穿電線、接駁摩打等
		改良循環	● 簡單設計改良	● 設計循環及設計改良 ● 能具體解說設計改良背後的意念	● 設計循環及設計改良 ● 能運用數據分析，具體解說設計改良背後的意念
Mathemati	度量	測量	● 選取合適的測量工具，如：尺子(長度)、磅(重量)進行測量	● 利用合適的測量工具量度，進行量化比較	● 自訂測量工具
		單位應用	● 老師教導學生選用合適的數學單位，如：容量(升、毫升) 、長度和距離(米、厘米)、時間(年、月、日、時、分)等	● 利用合適的數學單位表達數據，如:溫度(攝氏) 、容量(升、毫升) 、長度和距離(米、厘米)、時段(時、分、秒)等	● 利用合適的數學單位表達數據，如：角度、時段(時、分、秒) 、容量(升、毫升)、重量(公斤、克、毫克)、長度和距離(米、厘米)、速率(公里/小時)等
	數據	記錄	● 老師指引學生記錄數據	● 老師指引學生，記錄合適的數據	● 學生選擇合適的數據記錄

CS	處理	數據詮釋與表達	● 合理地分析數據，作出簡單的結論 ● 可利用簡單圖表或繪圖表達數據		● 合理地分析數據，作出結論，推想造成這結果的「原因」和解釋結果 ● 可利用方塊圖或棒形圖表達數據		● 有系統地把數據綜合、分析、判斷並加以解釋 ● 學生選擇合適的圖表表達數據	
活動建議			一年級 ● 自製玩具 ● 萬能手套/圍裙 ● 空氣騎士	二年級 ● 溫室種植 ● 植物的生長 ● 雨聲筒	三年級 ● 保溫箱 ● 螺旋運送器	四年級 ● 電動船 ● 智能檯燈	五年級 ● 吸塵機 ● 模型車	六年級 ● 動感足球機 ● 羅馬砲台

附件二：常識科專題研習教師指引（五年級: 迷你吸塵機）

年級　　：　五年級

STEM 專題探究　　：　迷你超「吸」大師 — 迷你吸塵機

範疇　　：　電的探究（光、聲、電）

為配合課程持續更新，STEM 教育、資訊科技教育等是發展的主要重點，因此，本年度五年級將以專題研習模式發展 STEM 教育，於科學、科技、工程及數學範疇讓學生建立穩固的知識基礎，加強學生的應用、歸納、分析等能力。以專題研習模式發展 STEM 教育，能使學生透過搜集資料、觀察、預測、設計、製作及改良過程，製作一項解決問題的科技產品或方案，讓學生有系統地進行科學探究活動，培養共通能力、學習公平測試、應用適合的資訊科技等研習能力，以達致全方位學習。透過 STEM 專題探究除了讓學生學習不同學習領域的相關學習元素，亦能懂得吸塵機的原理，並掌握影響迷你吸塵機吸力的不同因素。

<u>縱向科學探究技能的學習和評估架構</u>

			小五
S C I E N C E	科學探究過程技能	觀察	● **依某一屬性或規則作有計畫的觀察** 1. 迷你吸塵機的吸力變化 2. 迷你吸塵機吸起紙屑的情況
		預測及假設	● **對所探究的問題提出解釋或建議，藉此核對觀察所得的結果** 1. 吸塵機能吸東西的原理 2. 如何改良迷你吸塵機，讓它更有效率
		記錄	● **持續變化記錄** 1. 利用數據圖表記錄迷你吸塵機在運用不同瓶身長度和不同扇葉直徑所產生的吸力的變化 ● **實驗所需記錄的項目** 1. 每次吸起 50 粒紙屑所需的時間與分貝
		比較	● **比較項目** 1. 不同瓶身長度、不同扇葉直徑所形成吸力和噪音的不同
		測量工具	● **自訂測量工具** 1. 計算吸紙屑的時間（分、秒） 2. 量度迷你吸塵機發出的聲量（分貝）
		驗證及公平測試	● **因應實驗活動，設計實驗流程** 1. 利用設計循環模式，設計活動流程 ● **根據測試目的，學生自行辨認影響某現象變化的各種變因（包括：獨立變項、控制變項和應變變項），並運用公平測試的原則進行測試**

			1. 測試目的：不同瓶身長度、不同扇葉直徑是否會影響吸力（應變變項） 2. 控制變項：電動機、電池數量、電池盒、同款的飲品瓶 3. 獨立變項：瓶身長度、扇葉直徑 4. 運用公平測試的原則進行測試：每款迷你吸塵機須作 3 次測試，並取得其平均時間，以作記錄；紙屑的大小及放置的範圍等
		傳意	● **透過小組討論發展科學思辨能力** 1. 基本分為 2 人小組（一樣扇葉直徑、不同瓶身長度） 2. 4 人一組比較數據 ● **運用文字、數據、圖表、說話、實物示範、或實驗展示等，表達探索所得的發現，作出合理及科學化的解釋** 1. 透過 STEM 專題小冊子，學生利用文字、數據、圖表、圖片、實物等為探究內容作出解釋
	科學原理		● **科學原理** 1. 閉合電路的接駁 2. 電的效應 3. 電流的方向 4. 空氣的壓力（氣壓）和真空

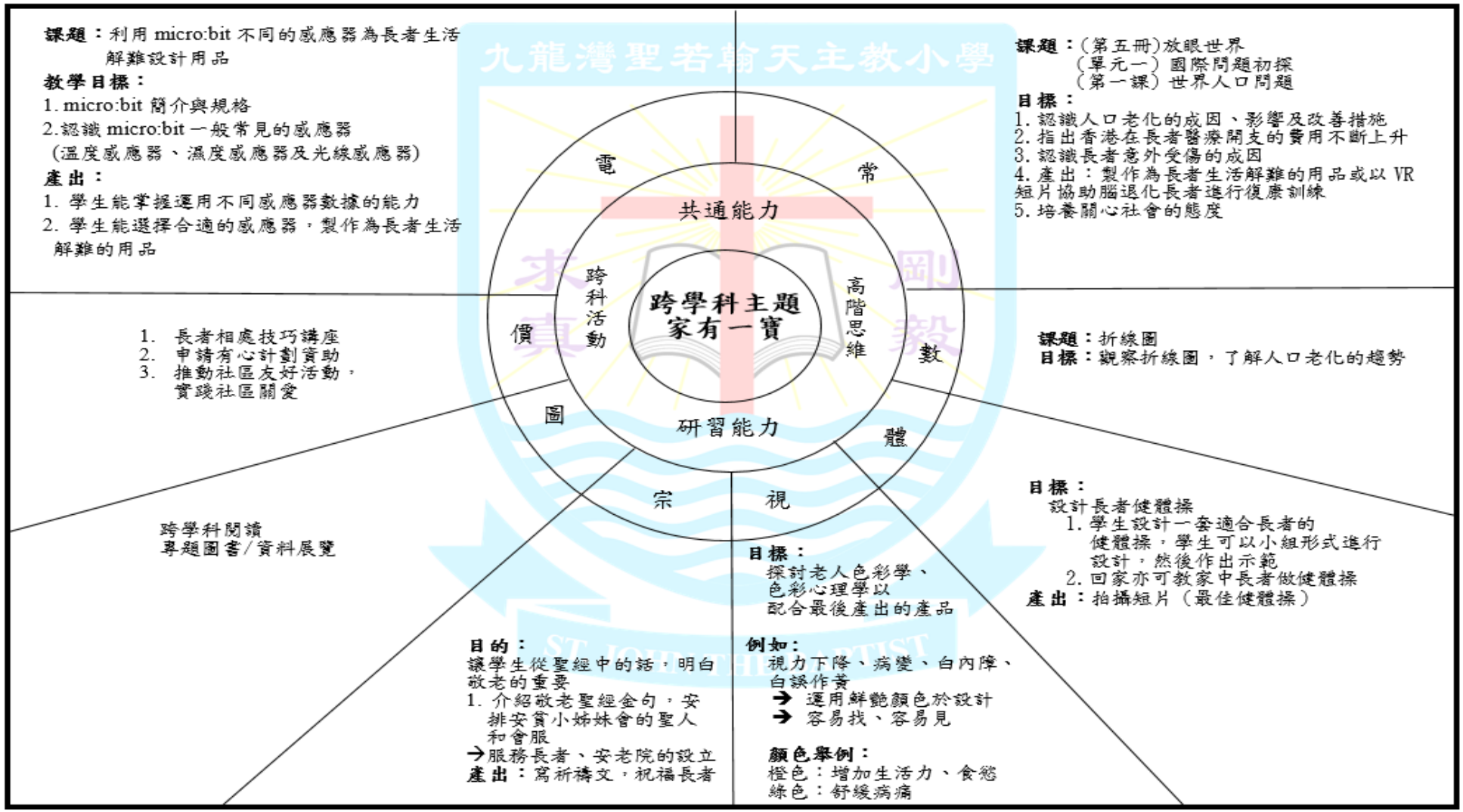
TECHNOLOGY	科技應用	電腦和多媒體工具	● **數碼記錄** 1. 拍攝迷你吸塵機外貌 2. 攝錄迷你吸塵機吸紙屑的情況 ● **運用數碼工具進行量度及計算** 1. 利用平板電腦的計時秒錶功能量度吸紙屑的時間（分、秒） 2. 利用分貝儀 / 量度分貝的應用程式量度迷你吸塵機發出的聲量（分貝） ● **利用平板電腦拍攝照片或攝錄影片，運用資訊科技，展示作品成果** 1. 攝錄迷你吸塵機吸紙屑的情況作成果展示及匯報
		文書處理及軟件應用	● **選擇所需的軟件，如文字處理或圖形軟件，處理資訊或數據** 1. 利用計算機計算平均時間 2. 利用電腦、平板電腦進行預習、搜集資料 3. 利用電腦、平板電腦（powerpoint ／google slides）準備及進行匯報
ENGIN	工程	設計製作	● **懂得使用合適的工具輔助工作** 1. 懂得使用剪刀剪電線和剪開膠樽 2. 懂得使用美工刀和熱熔膠槍 3. 懂得使用電線夾剪移除電線外的塑膠保護層 4. 懂得如何安放電池於電池盒內

EERING			● **具備使用工具的安全意識** 1. 使用剉刀、剪刀、電線夾、熱熔膠槍時要專心工作，避免意外 2. 接駁電線時，要先確定電池不在電池盒內及關上開關掣 3. 測試電動機、扇葉與電池時注意安全，要注意手要遠離扇葉，以免被刮傷 4. 如需要可佩戴勞工手套以保護雙手 ● **懂得製作閉合電路、穿電線、接駁摩打等** 1. 懂得製作閉合電路、穿電線、接駁摩打、電流方向會影響扇葉產生吹力還是吸力
		改良循環	● **設計改良或循環** 1. 利用設計循環、SCAMPER 等思考模式，進行迷你吸塵機的設計與改良
MATHMACTICS	度量	測量	● **自訂測量工具** 1. 量度時間：電子秒錶、平板電腦的計時秒錶、平板電腦的攝錄功能 2. 量度分貝：分貝儀、量度分貝應用程式
		單位應用	● **利用合適的數學單位表達數據** 1. 用分、秒量度時間 2. 用分貝量度聲量
	數據處理	記錄	● **選擇合適的數據記錄** 1. 記錄用不同瓶身長度、不同扇葉直徑製成的迷你吸塵機，吸起 50 粒紙屑所需的時間及產生的分貝
		數據詮釋與表達	● **有系統地把數據綜合、分析、判斷，並加以解釋** 1. 透過所收集的數據，進行分析、判斷不同瓶身長度、不同扇葉直徑會如何影響吸力、吸紙屑所需時間，並加以解釋 ● **選擇合適的圖表表達數據** 1. 利用複合棒形圖展示不同瓶身長度、不同扇葉直徑製成的迷你吸塵機，吸起 50 粒紙屑所需的時間

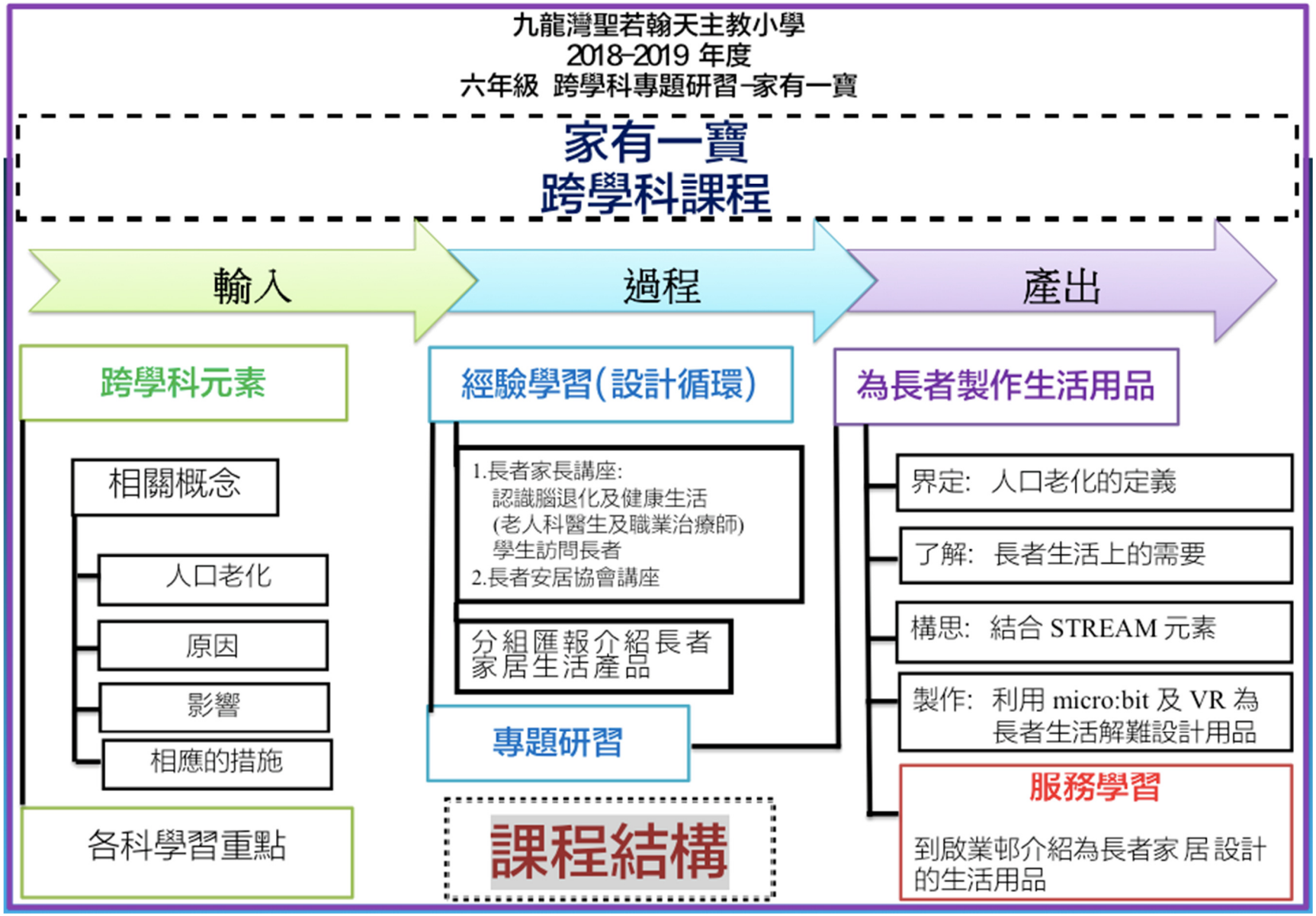
為使學生掌握、學會及發展不同的 STEM 能力，本校利用「校本 STEM 能力發展縱向架構」設計「迷你超『吸』大師」STEM 專題探究活動。透過專題探究活動，讓學生在整個過程中能培養創新思維及科學思辨能力。同時，希望鼓勵學生從全新角度發現問題和分析問題，從親手實踐中經歷創科過程，培養其「無懼失敗，敢於修正，大膽假設，細心驗證」的科學探究素養，並運用創意解決問題。

附件三：跨學科專題研習課程元素

18-19 P.6 跨學科專題研習課程元素



附件四：STREAM 課程結構



附件五：九龍灣聖若翰天主教小學 STREAM 課程縱向技能的學習架構

第二學習階段（四至六年級）				學習活動
Science	科學探究過程技能	預測及假設	➢ 對探究的問題提出解釋或建議，藉此核對觀察所得的結果	STEM 多元智能課
		傳意	➢ 透過小組討論發展科學思辨能力 ➢ 運用文字、數據、圖表、說話、實物示範等，表達探索所得的發現，作出合理及科學化的解釋	
Technology	科技應用	文書處理及軟件應用	➢ 選擇所需的軟件，處理資訊或數據	P.6 專題研習「家有一寶」
	機械設計	程式運用	➢ 初步嘗試程式編寫(coding)及機械設計	STEM 多元智能課 micro:bit
Engineering	工程	設計製作	➢ 懂得使用合適的工具輔助工作 ➢ 具備使用工具的安全意識 ➢ 懂得製作閉合電路、穿電線、接駁摩打等	STEM 多元智能課
		改良循環	➢ 設計改良循環	STEM 多元智能課 P.6 專題研習「家有一寶」
		操作器具	➢ 懂得使用螺絲批、螺絲釘 ➢ 懂得使用熱溶膠槍、摩打	P.6 專題研習「家有一寶」
Mathematics	數據處理	數學詮釋與表達	➢ 有系統地把數據綜合、分析、判斷，並加以解釋	P.6 專題研習「家有一寶」
Art	設計製作	操作器具	➢ 懂得使用合適的工具進行創作：雕刻刀、美工刀、釘槍、熱溶膠槍、萬能膠、顏料、木料、塑膠、環保物料等	P.6 專題研習「家有一寶」
	創造力/想像力	設計製作	➢ 連繫視覺藝術與科學、科技、數學等知識，把藝術相關知識應用於解決真實情境中的問題 ➢ 運用設計思維的流程輔助探究	STEM 多元智能課 VR 創作
Religion	態度培養		➢ 用基督的心去設計產品 ➢ 從推己及人的角度分析產品的可行性	P.6 專題研習「家有一寶」

參考文獻

1. Garcia-Betances, R.I., Jiménez-Mixco, V., Arredondo, M.T., & Cabrera-Umpiérrez, M.F. (2015). Using Virtual Reality for Cognitive Training of the Elderly. *American Journal of Alzheimer's Disease & Other Dementias* 2015, Vol. 30(1), 49-54. DOI 10.1177/1533317514545866.

2. The White House. (2009). *Educate to Innovate.* Retrieved from https://obamawhitehouse.archives.gov/issues/education/k-12/educate-innovate

3. U.S. Department of Education, Office of Innovation and Improvement. (2016). *STEM 2026: A Vision for Innovation in STEM Education.* Washington, DC: Author.

4. U.S. Government Publishing (2015). *STEM Education Act of 2015.* Public Law 114-59-OCT.7, 2015. Authenticated U.S. Government Information GPO.

5. Zeidler, D. L.（2016）. "STEM education: A deficit framework for the twenty first century? A sociocultural socioscientific response." *Cultural Studies of Science Education*, 11(1), 11-26.

6. 中國教育科學研究院 (2017)。**中國 STEM 教育白皮書**。北京：中國教育科學研究院 STEM 教育研究中心。