

科學、科技和數學教育

與香港創新科技的發展



© 2016 港科院

未經港科院書面許可，不得轉載、存儲或以任何形式傳播本書或任何部分，
中華人民共和國香港特別行政區《版權條例》規定除外。

目錄

縮略語	2
引言	3-4
關於作者	5-6
行政撮要	7-10
背景與現況	11-14
第1章：STEM與社會	15-32
第2章：數學	33-50
第3章：跨學科技巧與知識	51-64
第4章：為了語文，犧牲STEM？	65-68
第5章：其他：資訊及通訊科技（ICT）	69-72
參考文獻	73-76
鳴謝	77-80
港科院簡介	81

縮略語

3-3-2-2	香港中學文憑試中國語文科3級、英國語文科3級、通識教育科2級及數學科2級成績
4C + 2X	文憑試四大核心科目（中國語文、英國語文、通識教育、數學）及兩科選修科
AP Programme	大學先修課程
ASHK	港科院
BAFS	企業、會計與財務概論
EDB	香港特別行政區教育局
GCSE	普通中學教育文憑考試
GDP	本地生產總值
HKALE	香港高級程度會考
HKCEE	香港中學會考
HKDSE	香港中學文憑教育
HKEAA	香港考試及評核局
HKU	香港大學
HL	國際文憑課程，高級程度
IBDP	國際文憑課程
ICT	資訊及通訊科技
IELTS	國際英語測試系統
IT	資訊科技
IVE	香港專業教育學院
M1	香港中學文憑試數學科延伸課程單元一
M2	香港中學文憑試數學科延伸課程單元二
OECD	經濟合作及發展組織
PISA	學生能力國際評估計劃
R&D	研究及發展
SL	國際文憑課程，基礎程度
STEM	科學、科技、工程、數學
TIMSS	國際數學及科學趨勢研究
TMT	科技、媒體及電信
UGC	大學教育資助委員會
US	美國
VTC	職業訓練局

引言

「我們千萬不能用提出問題時的一套思維模式解決問題。」

愛因斯坦

隨著創新與科技在各國發展策略中的地位日益上升，科學、科技、工程、數學（STEM）教育近年成為各國重要議題。STEM教育是醫療、能源、新材料、環保、互聯網及其他新興工業範疇中造福人類科技革新的重要的基石。因此，促使學生修讀STEM學科，訓練學生以批判思維處理科學與非科學的議題，培養STEM知識，成為各國確保供應足夠專才，履行世界公民責任的重要任務。

香港需要投資創新與科技產業，促使多元發展，建立知識型經濟，故此STEM教育也成為重要議題。可是，即使香港年青一代在國際科學與數學測試中屢獲佳績，但他們在高中選修科目和就業選擇時，卻不重視STEM。雖然醫科、財經金融等一眾具吸引力的工種均需要STEM知識，但本港製造業根基薄弱，經濟規模小，有礙建立強大的STEM人才庫。這個趨勢不斷削弱社會增值的能力，形成惡性循環，阻礙創新發展。

過去十年，隨著全球化及新科技興起，本港的教育制度亦積極回應社會不斷改變的需求，有所改革；譬如高中與專上教育已建立了更多更廣的學習機會；此外，作為科學與邏輯思考的基礎，數學科已被定為所有高中生的必修科。不過，我們確實仍需努力不懈，兼顧STEM各個層面，持續改進，強調STEM與日常生活的關係，培育學生對STEM的興趣，加強系統化考證和概念發展過程中應有的態度和技巧，以及為學生建立穩固的科學基礎，有利他們將來升學或就業。作為學校課程持續改革的一部分，香港特別行政區教育局最近發表了一項有關STEM教育的報告¹。

本研究報告由港科院主理撰寫，旨在審視香港STEM教育發展下的一個生態層面：高中的STEM教育。本報告延續團結香港基金的《香港創新科技業概況研究報告》²，該報告探討發展香港成為知識型經濟所需生態環境。**本報告的研究篇幅有限，不能涵蓋全面的課題**，其中STEM人力及勞動市場、職業訓練、

¹ 推動STEM教育－發揮創意潛能》報告，香港教育局（2016年12月）（http://www.edb.gov.hk/attachment/en/curriculum-development/renewal/STEM%20Education%20Report_Eng.pdf）

² <http://ourhkfoundation.org.hk/index.php/2015-09-23-05-07-31/2015-12-16-09-14-10>

新高中教育的應用學習科目（例如：香港中學文憑乙類科目）等議題，皆未探討；這些議題可於將來繼續研究。同時，本報告的討論也沒涵蓋整個香港教育光譜，包括小學教育、初中教育、成人教育，皆為終生學習過程中同樣重要的學習階段。本報告旨在為各界持份者提供一個起點，以便將來更深入的討論和作內容修訂。

研究過程中，作者於2016年5月至11月進行廣泛諮詢，及安排多方圓桌會議。此外，也於同年10月以問卷訪問各中學校長。作者由衷感謝各方支持，其中包括香港津貼中學議會、香港中學校長會、香港直資學校議會、政府中學校長協會、香港數理教育學會、教育局、香港考試及評核局、教資會資助的八所大學：香港大學、香港中文大學、香港科技大學、香港理工大學、香港城市大學、香港浸會大學、嶺南大學及香港教育大學。另外，作者特別鳴謝陳嘉琪博士、梁錦松先生、程介明教授、楊綱凱教授、戴希立先生、張仁良教授、唐創時博士、林日豐先生、劉國良先生、李雪英女士、招祥麒博士、鄭建德博士、潘淑嫻博士、劉靳麗娟女士、黃廣榮先生、陳黃麗娟博士、鄧振強先生與馮黎妙儀女士，他們為報告提供寶貴意見和評述。

倫嘉欣，馬紹良，黃乃正，徐立之

2016年12月

關於作者

倫嘉欣女士

倫嘉欣女士畢業於香港大學文學院（主修歷史和社會學）。在投資界有逾二十年經驗。1996-2012年，她在美國維珍尼亞州的 Emerging Markets Management（2011年獲 Ashmore Group 收購）任合夥人及投資經理，專注於環球科技行業和北亞市場。在此之前，她於里昂證券和瑞士聯合銀行集團擔任證券分析師。2015年，倫女士與徐立之教授共同撰寫團結香港基金的香港創新科技業概況研究報告。她現任艾貝樂醫藥科技有限公司的首席財務官，也是慈善團體萌睿基金的創辦人之一，基金目標旨在提升本地科技發展和生產力。

馬紹良先生

馬紹良先生於2004年起任職鳳溪公立學校行政總裁；曾任職中學校長，以及首席教育主任，負責推行香港資訊教育五年計劃。他致力倡導策略性使用資訊科技，以提升教與學效能，廣為人知。2016年，他獲香港教育學院頒授榮譽院士銜。馬先生參與多項公職，包括：創新及科技諮詢委員會成員、團結香港基金顧問、香港教育學院校董、香港教育城有限公司董事、香港中文大學崇基學院校董、社會福利署攜手扶弱基金督導委員會委員、吸煙與健康委員會副主席等。馬先生亦獲得香港特區政府頒授銅紫荊星章及榮譽勳章。

黃乃正教授

黃乃正教授畢業於香港中文大學聯合書院，現為香港中文大學新亞書院院長、理學院院長及化學講座教授，也是中國科學院上海有機化學研究所滬港化學合成聯合實驗室管理委員會主席，並出任多所內地大學的客座及顧問教授。他的研究方向為天然及非天然化合物之有機合成。歷年來，黃教授曾獲多項殊榮，包括中國國家自然科學二等獎（1997年）、香港裘槎基金會傑出研究獎（1999至2000年）；並分別於1999年、2004年及2015年獲選為中國科學院院士、發展中世界科學院（前稱第三世界科學院）院士，及港科院院士。

徐立之教授

徐立之教授是港科院創院院長、香港經綸慈善基金理事長、中國浙江大學求是高等研究院院長，浙江大學海寧國際校區學院院長，及多倫多大學榮休教授。他也是香港大學上任校長；之前曾任加拿大多倫多病童醫院首席遺傳學家和多倫多大學大學教授。徐教授在香港中文大學取得學士、碩士學位，在匹茲堡大學取得博士學位。他是人類遺傳學和基因學權威，首先發現囊性纖維化的致病基因和全面研究第七條染色體，以及其他多種遺傳病，備受推崇。徐教授已發表逾300份通過同行評審的學術出版，和65篇應邀文章。他曾獲得多個國家級和國際榮銜，如加拿大皇家學會院士、倫敦皇家學會院士、台灣中央研究院院士、美國國家科學院外籍院士、中國科學院外籍院士，及加拿大醫學殿堂榜桂冠學人。徐教授得到多項殊榮，包括世界各地15所大學授予的榮譽博士學位、加拿大勳章、安省勳章，以及香港的大紫荊勳章、金紫荊星章和香港太平紳士。

行政撮要

創新與科技日益備受重視，成為推動可持續發展及解決複雜環球問題的主要動力。近年，多國政府都把STEM教育³納入為國家優先處理的項目。

根據學生能力國際評估計劃（PISA）⁴和國際數學及科學趨勢研究（TIMSS）⁵就15歲或以下學童所作的世界性評估測試成績，香港學生在STEM領域的學習態度，積極性與成績，相對其他國家及地區，均名列前茅。然而，學生於高中報讀STEM相關學科的比率卻不理想。這斷層主要表現在以下三方面：

1. **STEM教育並未普及至所有學生：**雖然香港已取消文理分流教育制度，漸以基礎廣濶的教育取代，但是接近半數新高中學生沒有修讀任何科學或科技學科。相比之下，美國、歐洲，以及許多亞洲國家，均把科學列為必修科，而在其基礎廣濶的教育制度中，跨文理學科學習是根本且不可或缺的一環。
2. **高等數學科的修讀率低：**現行的香港中學文憑（DSE）教育實施之前，學生修讀附加數學科⁶的比率為25%；然而在新學制下，學生修讀高等數學科的比率由2012年的23%，下降至2016年的14%。香港學生修讀高等數學科的比率遠較新加坡和新西蘭為低（40%），並遠遠落後於日本、韓國和台灣（57-80%），情況令人憂慮。
3. **跨學科訓練減少：**現今世代，不論是創新與科研，或是解決複雜問題的技巧，均涉及跨學科訓練和縱橫合併的所謂「T」型知識基礎。過往的香港中學會考（HKCEE⁷），學生除了語文和數學之外，平均修讀另外四個學科，但現時超過三分二香港中學文憑學生只修讀兩個選修科。知識基礎收窄，嚴重削弱學生的知識根基，有礙銜接高等教育。

³ STEM為科學、科技、工程和數學學術專科的縮略統稱。在香港的教育課程，STEM教育透過科學、科技和數學教育推行。（香港特別行政區教育局課程發展議會，2015年11月）

⁴ 「學生能力國際評估計劃」是「經濟合作及發展組織」（OECD）三年一度進行的國際調查，旨在透過測試15歲學童的知識、技能，評估各國的教育制度成效。

⁵ 「國際數學及科學趨勢研究」是由「國際教育成績評估協會」進行的一連串國際測試，評估全球學童的數學、科學知識。

⁶ 當時實行香港中學會考（HKCEE），是1974-2011年間5年中學教育的畢業試。

⁷ 香港中學會考，1974-2011年推行。

一般認為，香港缺乏強大的製造業支持，政府和企業於科研發展的投資也見薄弱，導致學生不熱衷STEM。令眾多學業成績良好的學生都傾向報考大學的醫科、商科和法律，而理學院和工程學院則較難招收高材生。這種自我持續的循環，進一步削弱本地STEM發展，阻礙再工業化。

大學收生政策也大大影響學生的選科決定。現時，大學看重學生在四大核心科目⁸的考試成績。香港學生以考試為本，加上政府資助的大學學額有限，科學和工程學科的出路不佳，而修讀文憑和職訓課程也未受社會認同為理想出路，以上種種因素皆導致學生的修學方向愈見收窄以迴避風險，最終阻礙他們的整體發展。

港科院向中學校長所作的問卷調查顯示，STEM收生困難源於兩大關鍵因素，包括：

1. **過分偏重核心科目：**香港中學文憑課程的核心科目原意在為學生培育均衡知識基礎，配合將來全人發展，可是回覆的154位中學（代表全港31%中學）校長當中，超過55%表示學校平均花超過六成常規教學時數教授核心科目，當中含STEM元素只佔小部分。89%受訪校長表示學校提供補課，而當中69%指出，補課科目首三位包括核心科目。這種異常的教學模式，顯然是受本地大學收生政策所影響。
2. **不重視高等數學：**香港中學文憑課程中，高等數學為延伸單元M1和M2，並非一門完整科目，而是以「半科目」形式，為學生「擴充」核心數學課程以外的數學教育。基於核心科目的教學時間緊湊，兩項延伸單元M1和M2往往只能在補課時教授。此外，並不是所有大學均視M1或M2單元為一門完整的選修科目，也沒有把兩單元列為指定入學要求。加上修讀高等數學需要投放很多時間和努力，實在難以吸引高質素學生選修。

⁸ 香港中學文憑教育四大核心科目為：中國語文、英國語文、數學和通識教育。

建議

香港需要培育創新人才，提升本港整體STEM知識水平，發展成多元知識型經濟。資訊與科技發展日益迅速，下一代所需的知識量也與日俱增。教育制度需要因時制宜，我們的考核及大學收生制度也要配合演化，配合新世代需求。STEM教育是整個創新科技生態及整體知識型經濟的核心部分，各方持份者，包括商界、政府、非政府組織、學生與家長，均需持開放態度，運用嶄新思維，為下一代籌謀。

為了提升本港STEM知識水平，培育科技專才，我們建議：

1. 調低核心科目的比重，平衡科學與非科學教育：

在21世紀，了解自然世界和科學原理，是生活和工作所不可或缺的。STEM教育理當在兒童學習成長中佔重要部分。香港中學文憑課程的核心科目缺乏STEM內容。為了鼓勵高中生擴闊知識水平，平衡科學與非科學的學習，核心科目的比重必須調低，騰出空間容納更多選修科目，特別是與科學相關的選修科。

2. 在課程內設立可供彈性選擇的單元，給予學生更多選擇科學科目的空間：

學生對於科學的興趣和潛能差異甚大，基礎廣濶的教育制度需有足夠的靈活空間，迎合不同學生的學習需要；同時提供基礎和高階程度課程，讓學生追尋既廣泛且深入的知識，培育縱橫合併的「T」型知識基礎，切合21世紀所需，同時也能鼓勵學生修讀跨文理課程學科。我們建議按階段引入課程單元彈性，先由核心科目開始，再推廣至其他主要選修科目。課程單元彈性制度須配上靈活的評核制度，才能夠發揮最大效用。

3. 正式承認高等數學，引發學生選修：

現今世界已突破傳統科學與工程的框架，愈趨科技與數據為本，高級數學技能必不可少。目前高等數學只當作半個學科或者是延伸單元。為了吸引更多學生選讀高等數學，鼓勵學校提供相關科目，必須正式承認該科目。我們建議把數學單元一、單元二重新納入核心科目，並轉化成三個新的數學核心科目以供選擇，配合學生不同的升學或就業路向。另一方案則是把高等數學設立為獨立選修科目。不論任一方

案，大學都必須就收生政策訂立明確指標，指引學生選修所需的數學科目。

4. 大學應重新檢視3-3-2-2的統一最低入學標準，和個別課程的收生要求，以鼓勵學生選修更多科學科目：

大學收生政策對高中教育課程有莫大影響。現時教資會資助的8所大學均設有3-3-2-2的最低入學要求（對應四大核心科目的成績：中文—英文—數學—通識），縱使個別大學課程特意修訂「最佳5科成績」的計分方式，以減少核心科目的比重，學生依然把大部分時間集中於4科核心科目上，導致修讀選修科目時間不足。大學應享有自主空間，自行訂立最低收生要求。我們建議大學重新檢視收生政策，讓學生能夠跨越學科，建立穩固的科學基礎。更重要的是，收生要求應配合個別課程需要。

5. 中學教育文憑：

香港中學文憑試原本並無成績合格門檻，然而教資會資助的8所大學引入3-3-2-2最低入學要求，卻變相成為了新的成功指標，而這指標是多數高中畢業生無法企及的。因此，我們強烈建議設立正式中學畢業資格，授予達到足夠高中教育要求的學生。我們為高中畢業設立的最低標準，應確保學生能取得必要的技能和知識，應付未來升學或就業需要。簡而言之，中學畢業資格須與大學收生標準脫鉤。

背景與現況

推動STEM教育旨在培養學生成為科學、科技和數學的終身學習者，幫助他們應對21世紀的挑戰；從宏觀的角度，培育具備不同知識和技能水平的多元人才，提高香港的國際競爭力，有助國家發展。

STEM教育的主要目標，包括讓學生建立穩固的知識基礎，提高他們對科學、科技和數學的興趣；加強他們綜合和應用知識與技能的能力；培養他們的創造、協作和解決問題的能力；以及培育與S T E M相關範疇的人才/專家，以促進香港的發展。

—《推動STEM教育—發揮創意潛能》報告，教育局，2016年12月

團結香港基金於2015年12月發佈《香港創新科技業概況研究報告》，檢視創新科技與企業間的價值鏈，並探討本港大專教育、商界和政府在這範疇的機遇與挑戰。報告特別指出，相對本地生產總值，本港政府和商界研究開發開支比率低，上游基礎學術科研未能惠及社會和經濟。政府就此回應，推出不同倡導項目，包括成立20億港元的基金，支持中游轉化研究，以及以一筆金額相近的撥款，成立不同的配對投資基金，幫助新創企業。

STEM教育一般被認為是香港創新與科技發展中的弱項。持份者提出不同的關注，其中包括新（高）中學教育是否能夠培育學生擁有廣泛深入的科學知識水平和批判思維，用以發展創新科技。此外，現今互聯網為本的經濟中，電腦編碼訓練被認定是促進學生邏輯思維的必要技能，然而電腦編碼並不是必修科。2016年12月，教育局發表了《推動STEM教育—發揮創意潛能》報告，建議更新小一至中六的科學、科技和數學課程，提倡學生自主學習，以及推動課堂和課堂以外的STEM學習活動。

本研究從專上教育前的教育層面，特別是高中教育，檢視香港STEM教育的狀況，尋求改善方案。是次研究採取質化與量化結合的研究策略，先運用大量訪問、聚焦小組討論和統計分析，初步確立主要問題，建立假設，繼而向中學校長進行問卷調查，驗證定性的研究結果，解釋統計數據，以及為建議的改善措施收集意見。

2016年5月，我們初步諮詢中學校長和其他持份者後，初步確立香港STEM教育的若干問題：

- **STEM知識水平：**香港教育局（EDB）進行教育改革，推出香港中學文憑（HKDSE）的時候，曾大力倡議促進學生全人發展。隨著分流教育制度（把學生分流成文科生和理科生）取消，大眾希望新制度能鼓勵學生兼修人文與科學科目，不幸地，這良好的改革原意被伴之而來的考試及評核制度所窒礙。結果是，在巨大考試壓力下，約半數新高中學生沒有選修任何科學或科技學科，最終情況只是比實行分流教育制度時稍有改善。相比之下，北美和歐洲國家均把科學列為必修科，並以文理學科互通學習，作為基礎廣潤的教育制度中根本且不可或缺的一環。

- **修讀高等數學：**最令人失望是修讀數學課程單元一（微積分與統計）和單元二（代數與微積分）的人數下跌。按照香港中學文憑的課程設計，單元一和單元二為數學核心課程的延伸部分，只是以「半科目」形式，為學生「擴充」核心數學科以外的數學教育。高中畢業生修讀M 1或M 2的比率大幅下滑，由2012年屆別的23%，下跌至2016年屆別的14%。相比之下，2010年在舊學制（香港中學會考⁹）下，有大概25%學生修讀附加數科。在新加坡和新西蘭，修讀高等數學的學生比率則佔整體高中生的40%（J. Hodgen, 2013）。

- **跨學科科學訓練：**現今的創新與科學研究講求跨學科交流合作，需要穩固的物理、化學或生物學訓練，有時甚至需要計算機科學的基礎。目前，大約有三分之二香港中學文憑試考生修讀4科核心科目（中文、英文、數學、通識）和2科選修科，而不少學生在兩科選修課中選擇一文一理，因此，這些學生如有意於科學與工程學範疇升學，他們所接受的理科訓練便明顯不足。過去在中學會考制度下，理科生有兩年時間（中四和中五）接受廣泛的科學培訓，才專修自選的科學課程；相比而言，現今在新高中學制下，有意進一步修讀科學的學生，可能自中三後就沒有接受任何物理、化學或生物學的訓練。

- **聚焦語文，影響STEM教育：**新高中課程改革的一個目標，是提高學生語文水平，使他們能夠自我導向學習。四大核心科目中佔三科是語文（

⁹ 香港中學會考（HKCEE），是1974–2011年間5年中學教育的畢業試。

中文和英文）或側重語文（通識）的科目。此外，中文和英文科的大學入學成績最低要求為3級，而數學和通識科的要求則為2級。要是學生對科學和數學有天分，語文能力卻較弱，新學制就迫使他們份外努力去掌握語文技巧，甚至有少數學生因而被拒諸大學門外。

2016年10月1至15日，我們向中學校長進行問卷調查，了解他們對STEM教育的意見。我們寄發問卷予504位中學校長，收到154份回覆，受訪回應率達31%。值得強調的是，我們在研究中參考並引用大量外國例子，按香港獨有狀況配合修改，提出建議。

第1章：STEM與社會

「科學並不只是一門求知的學科，還充滿浪漫與激情。」

史提芬·霍金

概要。雖然香港已取消分流教育制度，漸以基礎廣濶的教育制度取而代之，但是仍然有約半數新高中學生沒有修讀任何科學或科技科目。我們的調查顯示，受訪校長相信主因是偏重文科的學生認為科學課程過於艱深，影響他們的文憑試成績。很多學術研究正好印證我們提出的憂慮，即在應試教育文化下，會收窄課程和學生的學習範疇。全球很多基礎廣濶的教育制度，都把科學及跨文理學科列為必修科目，以擴闊學生的知識領域。更重要的是，制度提供課程彈性和空間給學生，讓他們得以揀選不同類型及程度的科目，而香港卻缺乏這樣的課程彈性和學生主導的空間。基於應試教育文化很難在短期改變，政府可初步於教育制度中試行加入更多彈性，鼓勵及給予學生空間修讀科學和不同類型的科目。

各地政府基於創新科技人才短缺而推動STEM教育；事實上，發展全面STEM教育更重要的論據是，世界愈趨科技為本和全球化，STEM知識普及，對於每一個人的生活或工作都同樣重要。

- 現今科技普及，我們不單可以享受科技給予的便利，同時也可以將科技善用為工具，在不同層面為個人及全人類帶來貢獻。另一方面，科技發展意味著更多人手或勞工密集的工作可被自動化系統取代。社會須為大眾裝備更多STEM知識和技能，用以理解和投入環繞你我身邊的科技世界，加以善用，為人類謀福祉。
- STEM知識普及十分重要，能令市民掌握科學原理，參與討論許多全球關心的議題，包括：全球暖化和環保與經濟發展的關係、基因食品改造與食品安全、胚胎幹細胞背後的道德爭論，以及數碼保安與個人私穩等。

- 於STEM知識普及的社會，市民可以作出良性的個人選擇，讓整體社會受益。例如：市民了解食物營養和健康生活習慣，在人口老化時便大大幫助減少醫療開支增長。另外，市民如瞭解日常生活中的碳排放足跡，便能夠幫助建立可持續的健康環境。
- 擁有良好STEM知識的人不一定是科學家，他們卻能夠理解、評價和利用大量科學與科技資訊，進一步實現個人目標和改善生活。他們需要理解如何衍生及驗證科學知識，明白該科學知識在應用層面上的利弊，以便積極參與涉及科學與科技的公眾爭議，作出貢獻。再者，STEM知識普及的目的，是要刺激學生對自然世界產生興趣，欣賞自然的奧妙、讚嘆偉大的科學發現和發明。

STEM教育的實踐

現今社會科技發展迅速，全球教育制度皆積極回應，特別是在中學教育層面，為21世紀的新一代設計最佳課程。其中廣受爭論的，是STEM教育應否以「全民科教」推行，或是通過文理分流或專修學校¹⁰，實踐「專門科教」。全民科教的倡議者，包括美國、歐洲大陸和支持國際文憑課程的人，強調科學教育的首要功能，是為所有學生提供概括認知，了解科學塑造物質世界的主要概念，和科學的運作原理，成為「慎思明辨的科學知識用家」(J. Osborne & J. Dillon, 2008)。主張專門科教一方，包括英國和許多亞洲國家，則著重為社會培育STEM菁英專才。

儘管兩方主張有所不同，目標卻並非完全互相排斥。縱然推行重點和策略可能不一，其實很多國家認同，普及的STEM教育，以及提拔STEM菁英專才，均為重要。前者強調提供多元課程，供學生選擇，後者則在學生接受高中文理分科之前，把STEM定為所有學生的必修課程。

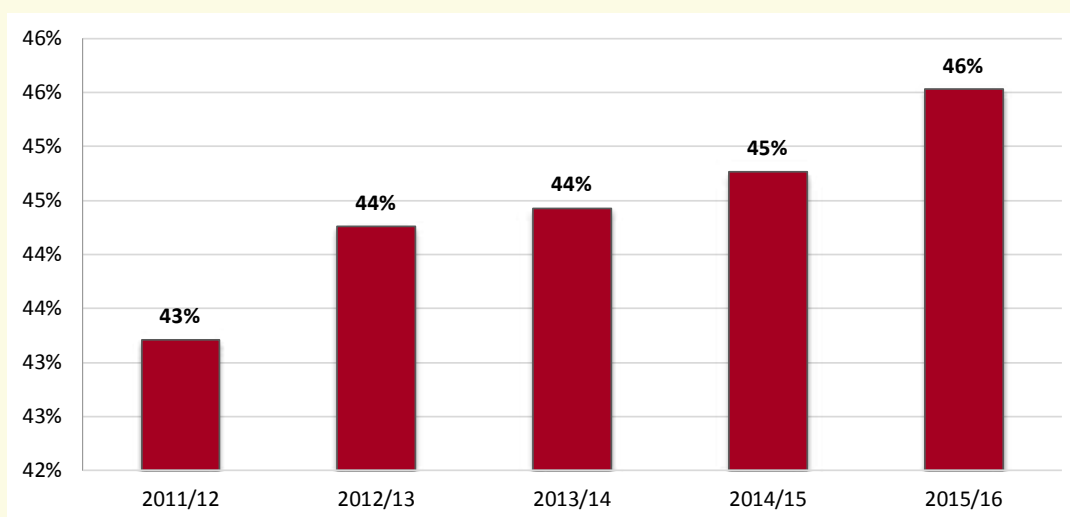
香港教育改革的一部分，是將英式教育制度轉變至美式基礎廣潤的教育制度，訂立3年高中教育，加上4年大學教育，或於專上學院修讀2年副學士課程；為了提倡全面或全人發展，取消分流教育制度。新學制下，學生可隨意

¹⁰ 例子包括日本的Super Science High Schools、南韓的 Science and Arts Schools for the Gifted, 新加坡的National University of Singapore High School of Mathematics and Science, School of Science and Technology, 和澳大利亞的Science and Mathematics School.

從科學和人文學科之間選修科目。廢除了分流制度，大眾期望過往文理科的分界線將會消失。

然而事與願違，2012至2016年實施香港中學文憑課程5年間，約一半中學文憑學生並未修讀任何科學科目（圖表1）¹¹。中學會考制度時，文理科生比例為六比四，新制情況只是比舊制分流時稍有改善，同時也遠低於美國和其他很多國家100%修讀科學率，意味香港雖然致力推行通才、基礎廣濶的教育，卻尚未達至普及STEM教育的目標。

圖表1：2012-2016年間沒有修讀任何科學科的香港中學文憑考生比率

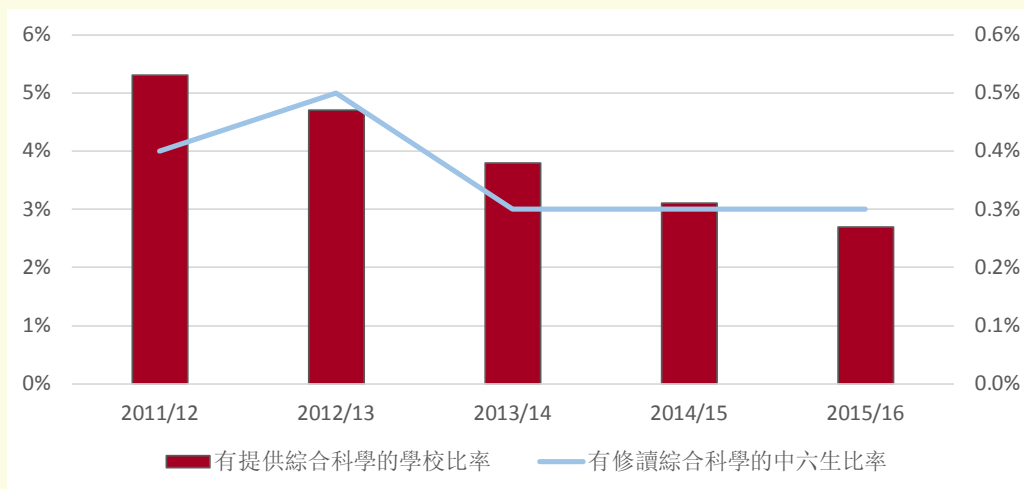


資料來源：香港考試及評核局，2016

為了吸引非科學課程學生學習科學，教育局開設了一門綜合科學選修科，以跨學科方式為學生提供科學概覽，讓學生認識主要的科學概念及思考架構。然而，課程的提供率和修讀率均偏低。2016年，只有2.7%中學提供，修讀率只有0.3%（圖表2）。

¹¹ 所指的科學或科技科目包括生物、化學、物理、綜合科學、組合科學，以及資訊及通訊科技。

圖表2：綜合科學- 2015/16年學校提供課程和中六生*修讀課程的比率

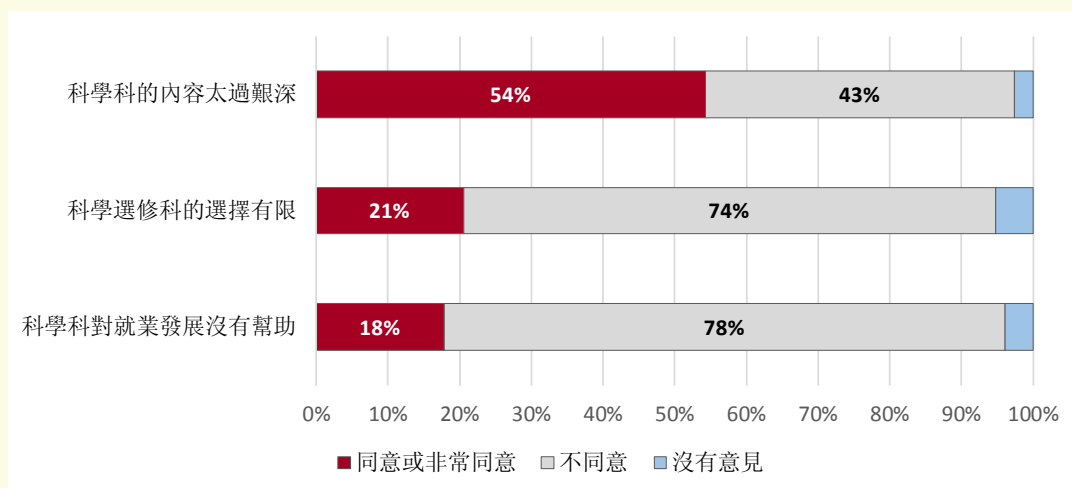


* 中六生修讀資料擷取自參與調查的學校之文憑試登記資料。

資料來源：新高中科目資料調查，教育局。中六生修讀資料擷取自參與調查的學校之文憑試登記資料。

約54%學校受訪者同意或非常同意有關眾多學生並未修讀任何科學科目的主要原因是：「科學課程內容對偏重文科的學生而言過於艱深，影響考試成績」（圖表3）。約五分之一（21%）受訪者認為原因是「學校給偏重文科的學生的選擇有限」；18%受訪者相信原因是欠缺就業出路。最後，一些受訪者指是學生缺乏興趣。

圖表3：你認為為何多數學生沒有修讀任何科學選修科？

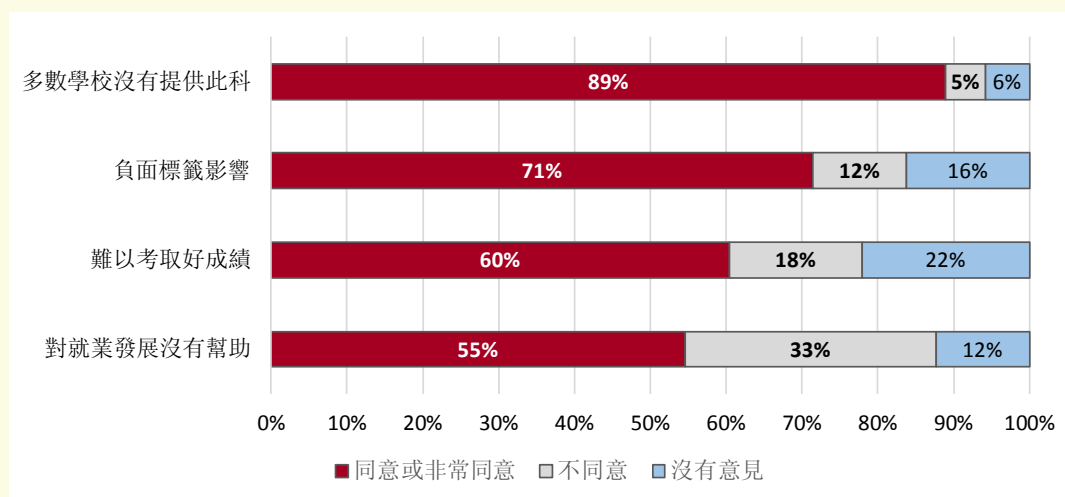


資料來源：STEM問卷調查，港科院（2016年10月）

受訪者亦認為綜合科學選修科修讀率偏低之原因包括：（1）「多數學校沒有提供該選修科」（89%受訪者同意或非常同意）；（2）「該選修科未能為學生提供足夠基本科學訓練，以及學生擔心負面標籤影響」（71%）；（3

）「難以取得好成績」（60%）和（4）「該選修科對就業發展沒有幫助」（55%）（圖表4）。有關為何學校沒有提供該選修科，有受訪者指出大部分教師均專科專教，並沒有接受教授跨學科科目之訓練。

圖表4：你認為為何偏重文科的學生很少選修綜合科學？



資料來源：STEM問卷調查·港科院（2016年10月）

廣泛基礎教育中的科學與數學科：必修與選修

在很多國家，科學與數學為高中生的必修科目（圖表5）。實際上，為了給予學生均衡和全面的培訓¹²，文理學科的互通學習，是很多基礎廣濶的教育制度中根本且不可或缺的一環。以美國為例，所有高中生必須修讀科學和數學科，以符合畢業要求。在美國教育制度下，不同州份可以著重不同科目，要求有所不同，但所有州份皆要求學生修讀英文、數學、社會和科學，作為核心教育課程（圖表6）。以10個州份的平均數據為例¹³，美國高中生須於4學年間修讀至少3個學分（1個學分代表1個通常修業期為一年的完整科目）的科學科，和3個學分的數學科。很多州份也特別要求當中的3個學分包括生物科，和另外一門自然科學。

¹² 在很多國家，學生有很多科學科目供選擇，例如：物理、生物及地球科學，並且分基礎/必修與進深/選修兩個階段。學生畢業前必須修讀至少若干這類科目。學生欲增進知識，可選修更多相關科目。文科科目安排相同。

¹³ 選擇該十州是基於以下準則：1) 美國人口調查局將國家分為9區；2) 9區中每區選人口最多州份；3) 包括美國首都華盛頓哥倫比亞特區。

圖表5：非文理分流制國家的高中課程必修科

	語言1	語言2	數學	科學	另一或更多科目
國際文憑	●	●	●	●	●
澳洲	●				
加拿大	●	●	●	●	●
愛沙尼亞	●	●	●	●	●
芬蘭	●	●	●	●	●
德國	●	●	●	●	●
香港	●	●	●		●
日本	●		●	●	●
韓國	●	●	●	●	●
荷蘭	●	●			●
新西蘭					
瑞典	●	●	●	●	●
美國	●		●	●	●

註：●必修

資料來源：納菲爾德基金會，國際文憑

圖表6：美國一般高中的畢業要求（十個州份）[^]

卡內基單位*	英文	數學	社會學	科學	其他	總數
加利福尼亞	3	2	3	2	3	13
德克薩斯	4	3	4	3	10	24
紐約	4	3	4	3	8	22
佛羅里達	4	4	3	3	10	24
伊利諾伊	3	2	2	2	7	16
馬薩諸塞	4	4	3	3	8	22
亞利桑那	4	2	3	3	8	20
田納西	4	3	3	3	7	20
密蘇里	4	3	3	3	11	24
華盛頓特區	4	4	4	4	8	24
平均值	4	3	3	3	8	21

[^] 10個州份的選擇條件：（1）美國人口調查局把全國劃分的9大區；（2）9大區各區中最多人口的州份；（3）包括美國首都哥倫比亞特區

*一個卡內基單位代表一個完整學科（普通指一年修業期或120小時的學生時數）

資料來源：美國教育委員會；<http://ecs.force.com/mbdata/mbprofall?Rep=HS01>

國際文憑課程（IBDP）為期兩年，以非分流的教育制度，準備學生升讀大專，同樣把科學和數學科列為必修科目，要求學生修讀至少1科科學、1科人文學科、2科語文、數學、1科選修科，以及知識理論，以符合畢業要求。芬蘭情況也相同，要求學生修讀至少75個課程，每個佔38節為時45分鐘的課堂），以完成高中畢業，包括45至51個涉及理科和文科的必修課程（圖表7）。

圖表7：芬蘭高中科目分布

	科目數目*
必修科目	45-51
母語及文學	6
甲類語言	6
乙類語言	5
數學	6-10
環境及科學	5
人文學及社會科學	11
藝術、工藝及運動	4-6
專修科目	最少10
應用科目	
總數	最少75

* 每科共有38節各為時45分鐘的課堂。

資料來源：芬蘭國家教育委員會

提供單元彈性和選修自由度，配合學生不同學習潛能和興趣

美國、國際文憑課程和其他地方能夠實行跨文理學科的教育，基於兩大因素：（1）同一科目內的單元彈性，和（2）選修自由。單元彈性的意義，在於為所有或主要學科提供基本和高級程度的課程，令學生在專修有能力及興趣的主修課程之餘，同時有機會修讀不同類型且要求較低的科目，以擴闊知識，促進全人發展，達至既廣泛又深入的「T」型知識教育目的。另一方面，自由選科是非分流教育制度的特徵，學生可以從科學、人文、職業導向科目類別，和其他應用學習活動類別之中，自由揀選任何科目，達至學生為本的自主學習，提升投入度和學習表現。單元彈性和選科自由這兩大特色，配合上述要求學生修讀跨文理學科的課程，和其他安排例如彈性單元學習和評核方針，就可以在整個教育制度內提供靈活彈性的選擇。

以美國為例，英文、數學、化學、生物、物理、歷史和公民教育，以及一些選修科目如會計和信息系統學，均設有榮譽課程或大學先修課程等高階課程。學生可按科目自由選擇不同程度的課程，不論深淺皆可符合畢業要求，不過許多大學會要求學生於高中選讀有挑戰性的科目。在國際文憑課程，學生除了必修「知識理論」一科，需要修讀3科「基礎程度」和3科「高級程度」共6科。這做法避免因選擇較淺程度的課程而引起負面標籤影響，為學生帶來額外好處。相反，芬蘭把各主要學科分拆成一個必修部分和專門增潤部分，以供學生深入學習（Sahlberg, 2013）¹⁴。

¹⁴ 芬蘭一般高中教育特設單元課程結構，準備學生升讀大學。

相比之下，在分流教育制度下，學生的學習差異主要靠篩選和過濾來處理，無疑收窄了學生的學習機會。例如在英國，雖然最近已為16歲以後繼續受學的學生引入單元彈性，但若然學生未能在GCSE¹⁵中考取合格成績，則會在學術導向軌道上被篩走。另一方面，在歐洲其他國家（包括芬蘭），學生則分流至學術導向和職業導向的軌道之上，有些學生在高中初期階段已經接受分流（圖表8）。然而，非職業導向的一般高中學科仍有單元彈性。

圖表8：非文理分流制國家的多元課程安排例子

提供科目	基礎程度	高階程度
國際文憑	基礎程度（SL）：3科	高階程度（HL）：3科
美國	核心課程：自由選擇	榮譽課程或大學先修課程：自由選擇
加拿大（安大略省）	應用、大專、工作：自由選擇	學術、大學：自由選擇
德國 [^]	基礎科目：3科	高階科目：7科
芬蘭*	必修課程：45至51科	專門課程：最少10科
丹麥*	C級（必修及增潤課程適用）	A與B級（必修及增潤課程適用）
香港	中學文憑課程：（第10至12學年）除了數學課程外，沒有自由單元選擇	

[^] 德國文法中學，萊茵蘭-巴拉丁，納菲爾德基金會，《邁向予16歲以上學童普及數學教育：高表現國家的學習啟示》

*僅參考一般高中教育

資料來源：芬蘭國家教育委員會，國際文憑，美國國家教育中心，安大略省教育部，英國教育部，丹麥兒童、教育和性別平等部

香港：沒有強制選科要求，跨文理學科選擇有限

在香港，雖然數學科為香港中學文憑課程必修科，科學則只是高中學生的選修科，並非核心課程。香港中學文憑課程也不像其他非分流的廣泛基礎教育制度，要求學生修讀跨文理學科。再者，除了數學科，香港中學文憑其他學科並沒有多項單元選擇的彈性。即使選修科有不同選擇，選擇組合卻因學校而異，並且只集中於有限的科目範疇（見第3章），只有寥寥可數的選修科目組合。

下列為阻礙香港全面實施STEM普及策略的結構性限制，在我們的問卷調查中，持份者也反映其中一些限制，包括：（1）教學資源不足；（2）學校規模小；（3）「核心」課程比重過大，縮窄選修科的空間；以及（4）應試教育文化令學生、家長和學校迴避風險。以下將集中討論資源、學校規模和考試制度，第3章則探討核心與選修課程的比例。

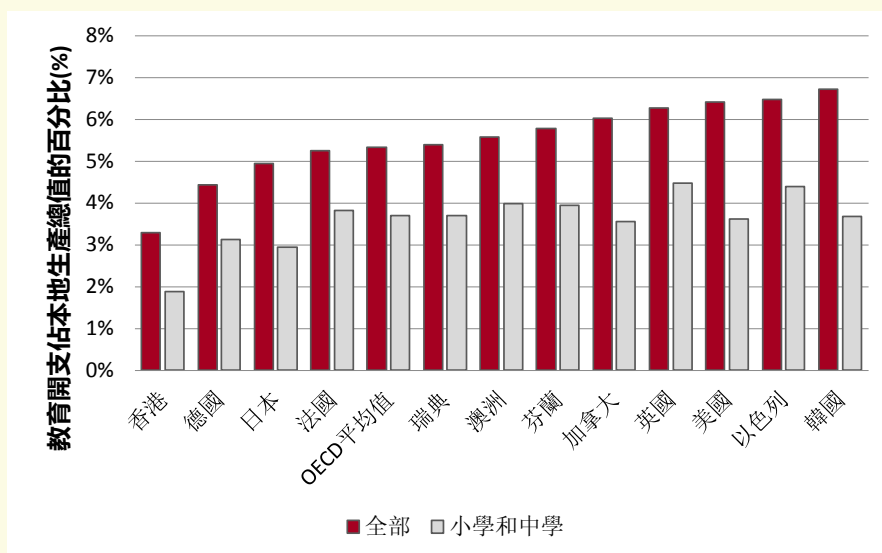
¹⁵ GCSE：普通中學教育文憑，是英國給中學畢業生的資歷證書。

1. 教學資源不足

要提供單元彈性和更多不同科目選擇，教學成本必然提高，其中包括更多教師與其他教學支援¹⁶、教室與基建、課程設計和評核工作等。例如：若然學生能夠真正自由選擇課程教學單元和選修科目，一些科目無可避免會比其他科目更受歡迎，因此需要不同大小的教室、更具彈性的時間表，或在不同時段提供同一科目，結果加重學校在軟、硬件上的壓力。在其他國家，靈活的課程單元組合往往配以彈性考試時間表，意味加重評核工作量。

雖然香港沒有高中教育開支的獨立數據，但整體教育開支只佔本地生產總值的3.3%，水平偏低，經合組織（OECD）的平均數據則佔5.3%（圖表9）。在中小學的教育開支層面，香港的開支佔本地生產總值的1.9%，OECD的平均則為3.7%。按每個學生的教育開支而言，2012年香港政府花於每個中學生的教育開支，佔人均本地生產總值17%，大大（32%）低於OECD的25%平均值（圖表10）。芬蘭被譽為優質教育典範，該國重視教師質素和小班教學，同時也提供單元彈性和完全的選修科自由，為教育開支取得良好的成績回報。當地中小學教育開支佔該國本地生產總值3.9%，比香港高出超過一倍。

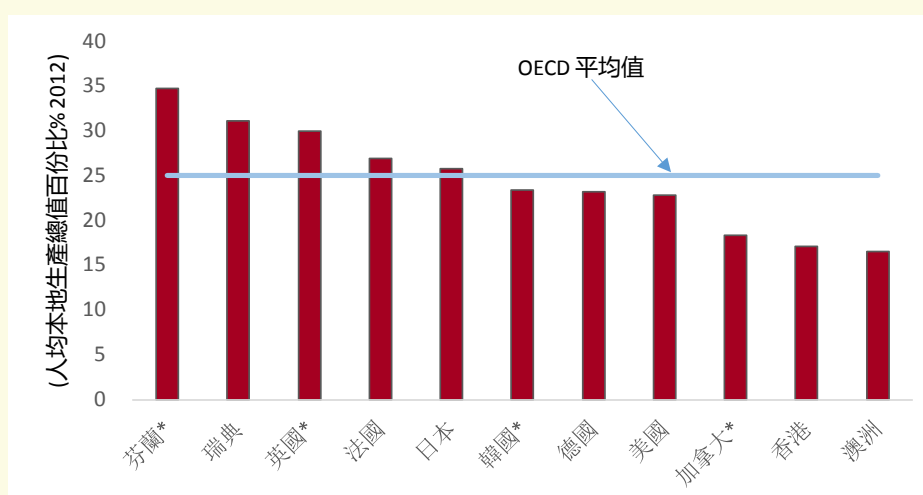
圖表9：公共教育開支的比較



資料來源：OECD 教育概覽2015，香港特別行政區政府教育局

¹⁶ 中學的教學資源是富爭議的題目。根據政府資料，我們的教師-學生比例為12.2，甚至勝於經合組織平均數13.5（OECD，2014）。此外，每班人數也降至29（2015/16年度），而因為未來數年學生人口減少，每班人數會持續下跌。然而很多持份者認為，現時比例尚不足以讓學校應付學生多元的學習模式。

圖表10：按中學生人均計算的政府開支



*加拿大、芬蘭和英國為2011年的數據。韓國為2013年的數據。

資料來源：世界發展指標

2. 學校規模小

從經濟角度考慮，學校規模在確保支出效益上有關鍵作用。然而，香港學校規模比其他國家例如美國小得多。香港學校平均每一高中年級有116人，遠比美國的251人少（46%¹⁷）（圖表11）。另外，香港學生人口預計未來數年下跌25%，隨後慢慢回復至大約2015年學生人口的85%水平（圖表12）。承上文所言，學校需要軟、硬件配合，以提供學生選擇不同選修科的彈性，因此規模小的學校無論教室和班次皆有限制，難以提供課程選擇。結果，香港一些中學生，特別是在財政資源較少的學校，學習往往受教室不足問題影響。基於行政考慮，有些學校只為學生提供「預設科目組合」，而不是讓學生自由選修科目。

圖表11：平均中學規模的比較

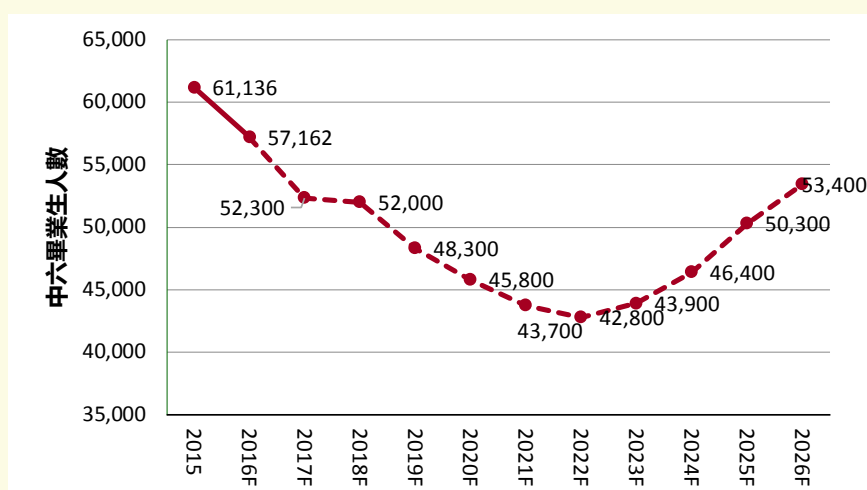
	香港*	美國	芬蘭
每間學校的平均高中生人數	697	752	262
平均修學年期	6	3	3
每間學校每學年的平均學生人數	116	251	87

* 香港以中學學生總數代替高中學生總數

資料來源：芬蘭教育統計（2015）、香港教育局、美國國家教育統計中心

¹⁷ 基於教育系統不同，美國的數據只集中於高中。

圖表12：學生人口下降



* F: 預測

資料來源：香港考試及評核局·香港教育局

我們必須強調，小規模學校其實亦可以提供課程彈性。例如芬蘭人口只有550萬，但按其課堂組合和排序，以及提供給學生的課程選擇而論，卻是全球有數最具彈性的教育制度（Ruzzi, 2005）之一。該國不設指定的學習年級或為期一整年的課堂，學生可以較標準的三年學習期，提早或延遲畢業。在單元教學的制度下，芬蘭學生需要完成最少一共75個課程，每個課程佔38節為時45分鐘的課堂。這種單元式教學制度正逐漸為其他國家採納，包括美國和加拿大。除了規模優勢之外，單元教學制的額外好處是讓學生按個人學習潛能自由選擇和調節學習（和考試）的進度，緩和考試壓力。這種單元教學制講求截然不同的課程設計理念，對於香港大多數家長、學生、學校和政府而言，仍是陌生課題。

3. 過分著重考試，收窄學生學習空間

最後，社會是否接受強制所有學生必修科學科，也受該國家社會經濟和文化所影響。相比美國、芬蘭和歐洲大陸其他教育制度，香港的考試壓力明顯較大。在美國、芬蘭、加拿大和瑞典，強制跨文理科修讀的要求，是與考取大專學位的公開試脫鉤的。例如在美國，大學收生準則取決於學術能力驗試（SAT）、校本評核和其他非學術評核，與高中畢業所要求的學分系統沒有直接關連。在芬蘭，學生需按要求修讀超過12門學科，卻只須在大學入學試中接受4科（不多於5科）的考試。很多其他國家的教育制度也像香港般設有大學入學公開試，但考試壓力卻基於以下原因而相對較低：（a）充裕的大學學額；（b）社會充分接受職業訓練作為另一出路；以及（c）較低收入水平差距（按堅尼系數量度）（圖表13）。

圖表14：影響考試重要性和社會接受科學科作為必修科的潛在因素

	高中證書的 公開考試	升讀大專的 公開篩選試	院校入學試	統一能力測 試	校本評核	成績以外的 篩選因素	大專入學比 例 2015 (%) ¹ (25-34歲)	職訓教育比 例 2015 (%) ² (25-34歲)	堅尼系數 ³	科學為高中 必修科目 ⁴
澳洲 (新南威爾斯)	●	●			●		38	25	35	N
加拿大					●		34	12	34	Y
丹麥 ⁵	●	●			●		40	33	29	Y
英國	●	●				●	41	21	33	分流制
芬蘭	●		●				41	41	27	Y
法國	●	●	●				28	36	33	分流制
德國	●	●			●		30	59	30	Y
香港 ⁶		●			●		32/14	14	54	N
國際文憑	●	●			●		不適用	不適用	不適用	Y
日本	●		●				40	不適用	32	Y
瑞典				●	●		35	27	27	Y
美國				●	●	●	37	21	41	Y

1 OECD (2016) 教育概覽：教育程度和勞動力狀況

2 OECD (2016) 教育概覽：教育程度和勞動力狀況。25-34歲組別擁有至少高中程度、包括職業訓練學歷的比率

3 堅尼系數量度頻率分布值 (例如不同收入水平) 之間的平等差距。當堅尼系數為0，代表完全平等，即是所有數值均為相同 (例如所有人有相同的收入水平)。
當堅尼系數為1 (或100%) 代表各數值之間存在最大程度的不平等 (例如，在一個很大的群體當中，只有一人擁有所有收入或消費，而其他人卻甚麼都沒有，基尼系數則會非常接近1)。

4 納菲爾德基金會，「Y」表示是，「N」表示否。

5 在丹麥，科學科於為期兩年半的課程中佔半年的必修部份。

6 按2011年人口普查數據統計，得出擁有最高學歷達大學學位或碩士程度的人口比率為32%，當中包括海外學位及兼讀自資學位課程。14%的比率是計算自1999/00至2008/09年期間所有教育資助課程的新生人數，除於2015年年中的25-34歲人口總數而成。職訓教育程度的比率包含工藝水平教育、預科課程 (包括技術員水平)、高等教育文憑和證書課程。

資料來源：Doug McCurry，2013，澳洲及其他國家的高等教育評估和大專入學概況 (只限於大專入學數據)

在香港，高中教育和香港中學文憑試緊扣，文憑試成績直接佔各大學收生評分（未加權）的80–85%。根據香港政府的數據，介乎25–34歲年齡層的人口當中，有32%已取得大學學位或以上學歷，但估計只有14%¹⁸的同齡人口曾修讀教資會資助的課程。入讀教資會資助課程的競爭激烈，成為考試壓力主因。此外，有別於歐洲大陸國家，香港（和很多其他亞洲國家）均不重視以職業訓練作為另類出路。最後，相對其他經合組織成員國或鄰近地區，香港的堅尼系數極高，反映收入水平差距懸殊，加重透過考試力爭上游的壓力。以上只是香港側重考試制度的部分原因；相關議題十分複雜，有待進一步研究。

很多研究指出，應試教育制度導致教師「因考試而施教」，學生「因考試而學習」，不自覺地引致教學課程和學習範圍收窄等後果（Nicholas, 2007）（Yeh, 2006）（Amrein, 2002）。在香港，一般認為學生不會用功學習非考核範圍內的科目，而只會集中溫習考試重點科目，以求考取好成績。有關指出，若然要求學生必修跨文理學科的課程，作為大學入學考核一環，則會大量增加學生的壓力。因修讀文理科的協同效益較修讀相連的科目明顯較低。為了升讀大學而專注爭取最佳考試成績的既有思維，往往凌駕於普及教育的目的，令推行跨文理學科教育困難重重。

前瞻

在可見將來，應試教育還將主導本地的教育制度。在這困境下，為了保持香港的國際競爭力，我們應當採取中短期補救措施，營造良好的學習環境，鼓勵學生透過修讀不同類型的科目，擴闊視野。方法包括：提供靈活和多樣的科目、課程選擇，增加課程單元彈性和選修科的自由度，同時供應充足資源，並且徹底改變各持份者的思維模式。

根據我們對中學校長的調查，66%受訪者不同意要求學生修讀跨文理科目，所述的原因是應當尊重學生的選擇，照顧不同學習取態和學習興趣。但是有關如何減少學生在核心課程的課業量，60%受訪者則非常同意或同意，「照顧學生不同的學習需求，提供基礎和高階兩種程度的課程」，可以有效地為學生製造空間修讀更多選修科（見第3章）。按照調查結果，我們相信除了核心課程，選修科也應逐步引入單元彈性，鼓勵更多學生選讀不同類型的

¹⁸ 教資會資助大學每年學額為15,000，約佔每年文憑試考生的18%。此處所引數字指同齡屈別的百分比，方便與其他國家類比。

選修科，擴闊視野。雖然這做法與達至全面普及STEM教育的目標相距仍然甚遠，但亦不失為朝正確方向邁出一步，為偏重文科的學生減輕他們認為科學課程過於艱深的憂慮。

港科院的STEM教育問卷調查中，一位中學校長表示：

「跨文理學科學習能擴闊學生的知識基礎，提升科學知識水平。然而，不同類型科目同時也為學生的文憑試成績帶來風險，引致學生抗拒修讀該科目。建議為選修科加入基本和高階兩種程度的課程大綱……提升學生修讀這類科目的信心。」

我們相信香港確實可實施單元彈性，因為現行教育制度中已有類似設計。頗多香港中學文憑課程都分兩個部分：必修部分和延伸選修部分；前者佔60-80%的總教學時數，後者則照顧不同的學習興趣所需。若要從現有課程中建構出一個基礎程度的教學單元，最方便的方法是抽取整個必修部分，或者把現有課程精簡至大約60%，與國際文憑課程的設計相近。在國際文憑課程（IBDP），某基礎程度（SL）科目單元的指引學習時數，佔同科高階程度（HL）科目單元的62.5%。

評核制度方面，我們可以參考現行英文考試的評核方式，處理同科不同程度單元的評分。現行英文考試分開甲部和乙部試卷，供學生選擇，甲部為較簡易單元，考生最高可考獲文憑試第4級成績，乙部則為高階單元，考生最高可考獲5**級¹⁹成績。其他制度（例如IBDP或芬蘭制度）則沒有區分不同程度單元的評分，因為制度本身已經包含混合單元設計，或是大學會列明不同學系對各單元學科所要求的程度，收生標準明確。

¹⁹ 香港中學文憑試的成績分7個等級：第 1、2、3、4、5、5* 和 5**級，當中以 5**為最高。

建議

全民STEM普及教育

在21世紀生活和工作，需要認識自然和物質世界，了解科學原理，因此需提供及推廣科學教育給所有學生。STEM知識普及有助香港轉型成知識型經濟體系，也能參與全球應對氣候轉變、環境及人口老化等問題。香港需於高中推廣跨文理學科學習，以確保學生達至基礎廣泛的全人發展。

- **應付學生多樣的學習潛能和興趣：**要向所有高中生提供科學、科技和數學教育，必須輔以多元的課程以及選科的自由。我們可按階段試行課程單元彈性，先由核心課程開始，再逐步推廣至一些主要選修科。其中一個方法是精簡現有科目，抽出現有課程大綱中約佔60–65%內容，涵蓋該科目主要的概念，成為該科目的「基礎程度」課程。高階程度課程則包括延伸課題及/或深化現有課題的內容。同科不同程度單元的評核，可以參考現行英文試卷評核方式，為簡易單元設立最高可考獲成績級別至第4級，而高階單元則最高可考獲5**級。課程單元彈性制度需配上靈活的評核制度，才能夠發揮最大效用。
- **投放資源，讓學生自主選科：**為了讓學校能夠聘請教師、擴建或翻新學習設施，提供更多科目選擇，充足的財政支援必不可少。另外，學校應提供自由的科目選擇，而非預設科目組合，以讓學生自主學習，配合多樣的學習需要。有了更多資源，學校也應當調校時間表編制，讓學生有更多科目選擇。未來幾年，適齡學童人數預計將會下降，正好為香港中學文憑課程提供機會作調整。
- **大學收生制度：**大學收生策略對學生選科影響重大。對面舉足輕重的考試，學生均不願冒險修讀廣泛且不同類型的科目。為了鼓勵學生建立均衡的知識基礎，大學應吸引學生修讀更多科學、科技和數學科目，將之納入為收生要求和入學計分的一部分。

其他建議

- **創新的科學課程和教學法：**大量的 STEM 教育研究（Singer, 2012）（Kober, 2015）指出，透過問題為本的學習模式，參與互相合作的科學調查和小組討論，可有效改善學生的概念認知和學習態度。因此，我們應探索創新的STEM教學方法和課程，務求令學習科學更有趣味。STEM知識的課程應減少教授互不相關的事實性資料而專注於以連貫的方式匯集關鍵科學概念，強調它們與日常生活、現今科技和環境的關連，並應涵蓋男女學生皆感興趣的課題。
- **課外STEM教育：**STEM學習不應只限於教室，而應該透過課外活動來加強，例如由學生主導的創意發明、實地考察、校外工作實習體驗，以及大學學習體驗和學長指導體驗。另外，舉辦科學展覽、科技研討會、公眾科學講座及比賽，均能有效激發學生的興趣。商界、創業社群、大學、政府和其他倡導STEM教育的持份者都應合作，為學生營造更多STEM學習機會。為了鼓勵學校和學生參與更多相關活動，現有學術課程需要精簡，騰出空間讓學生體驗課室以外的學習。
- **STEM教師：**教師啟發學生興趣，幫助學生學習，角色十分重要。為了配合創新的課程和教學法，教師需與時並進，掌握科學新知和相關範疇的最新科技。教師的持續專業發展應更全面，不單限於傳統的半日研討會培訓，更應擴展至廣泛的STEM體驗，與商業、科技和科學世界連繫。
- **把STEM全面融入教育體系：**STEM為整個教育系統一部分，本報告所提出任何改善建議，均需配合整個教育課程結構的宏圖考慮，並需平衡學生於正規課堂和非正規教學之間的協同效應。除了高中課程，整個中學甚至是小學的課程（雖然本報告沒有涵蓋）也應重新檢討，包括小學通識和初中科學教育。
- **透過大眾媒體推廣STEM：**傳媒擔當重要角色，向大眾報道科學新發現及新科技發明，有助教育公眾，在社區層面推廣STEM知識。凡是涉及STEM的新聞，除了報道能牽動觀眾情緒的內容，也應介紹相關科學的基礎概念，及其可能造福社會的潛質。學者、研發專家、創新科技企業家和業界人士，應負起企業社會責任，與傳媒合作，為公眾帶來最新資訊。

- **STEM的職訓教育：**STEM佔香港職訓教育一個重要部分²⁰。本報告並未探討這題目，不過持份者特別指出它不容忽視，包括引入創新課程，提供與時並進的STEM技巧培訓，配合行業發展所需，加強工業界與學校的夥伴關係。另外，高中也須大力推動應用學習課程²¹。

²⁰ 根據職業訓練局的數據，2014年和2015年修讀高級文憑課程學生中，分別有42%和45%學生修讀與STEM相關範疇。

²¹ 根據香港考試及評核局，2015年和2016年日校首次投考文憑試的總考生中，有5%選擇1科或超過1科乙類科目。

第2章：數學

「數學是人類文明最美麗和偉大的創造。」

斯特凡·巴拿赫

概要。根據學生能力國際評估計劃（PISA）對15歲學童所作的測驗，對比其他很多國家，香港學生的數學成績和學習數學的態度良好。然而，這些特質並未能令更多學生修讀高等數學科。PISA一項國際調查指出，數學科修讀率和學生預期的就業前景有很大關聯，而我們的研究則顯示，很多校長認為數學課程單元一/單元二的定位，和大學缺乏誘因吸引學生修讀更高要求的單元，都導致數學科修讀率下降。研究結果顯示，要鼓勵修讀高等數學科，必需從供求兩方面一同著手。

數學為STEM的重要語言，很多門科學及非科學的範疇均廣泛應用。現今世界愈趨科技為本，高階的數學技巧更形重要。

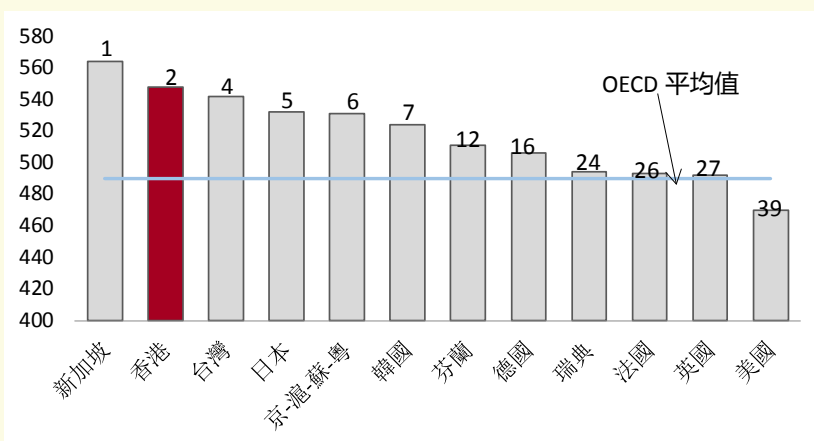
- 數學能鞏固複雜的邏輯思維，是知識型經濟不可或缺的部分。由於自動化與新科技正仗勢取締低技術工作，數學的解難技巧就變得更為重要。
- 隨著互聯網開拓發展大數據的潛能，不同領域相繼出現新工作機遇，要求超出基礎數學水平的人才，以熟練的數學知識和技巧處理統計、模擬和數據分析的工作。
- 大學課程對計量知識的需求不斷提升（Advisory Committee on Mathematics Education, 2011）。過往視為並非數學為本的科學科目，例如生物和醫學，皆愈來愈講求高等數學技能；而其他非科學課程，例如社會學、商業管理甚至歷史，也愈來愈重視統計和數學模擬技能。

香港的數學教育

小學和初中數學水平高

過去十年，香港在各項國際評核計劃的成績一直名列前茅。例如在2015年的PISA，對象為15歲學童的一項國際評估，香港的成績排名第二，平均得分比OECD的平均值高出12%（圖表14）。2015年為第四學年及第八學年學生所進行的TIMSS數學測試，香港的成績分別排名全球第二及第四（圖表15）。除了平均得分高，學生的成績分佈也十分理想。2015年PISA數學測試中，香港學生只有10%落入「低表現生」²²的級別，而考獲「高表現生」²³級別的學生則超過四分之一（圖表16）。香港維持了超過十年的好成績²⁴，顯示學生的數學根基穩固。

圖表14：PISA 2015 數學得分



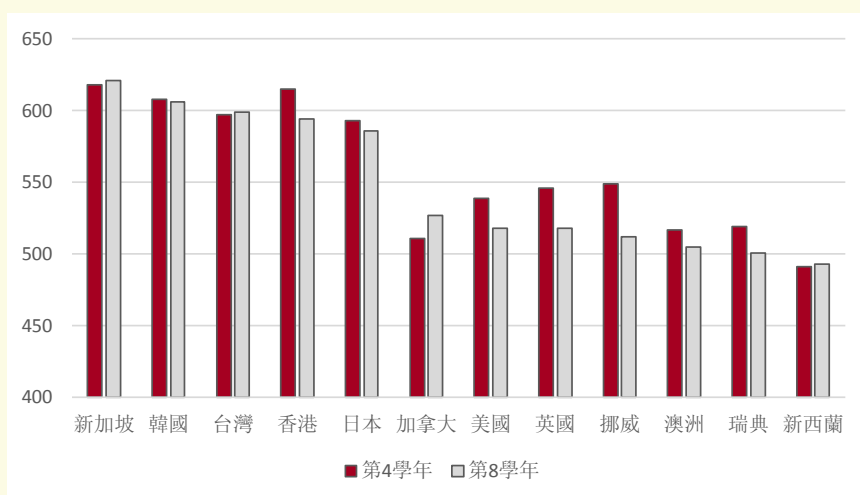
資料來源：OECD, PISA 2015 數據庫

²² 學生成績表現分6個評級，1級為最低，6級為最高；「低表現生」包括取得2級以下的學生。來源：OECD, PISA

²³ 學生成績表現分6個評級，1級為最低，6級為最高；「高表現生」包括取得5級和6級的學生。來源：OECD, PISA

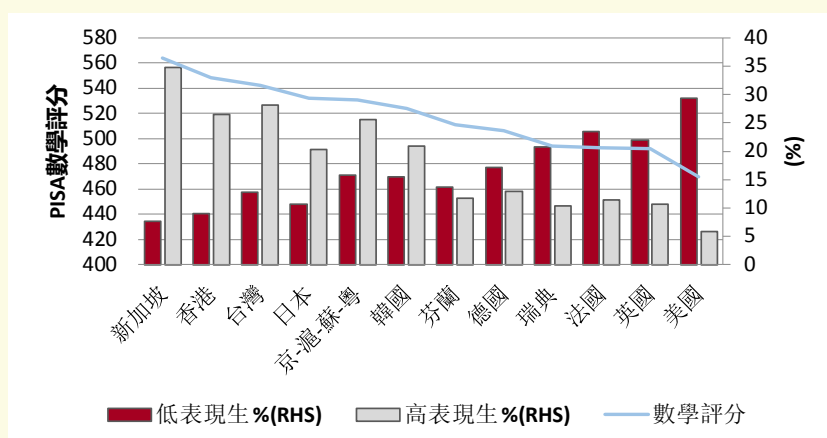
²⁴ 香港在2003、2006、2009和2012年，於PISA數學測試分別排行第一、第四、第三和第三，而同期在PISA科學測試則排行第三、第五、第三和第二。

圖表15：TIMSS 2015 數學得分



資料來源：TIMSS (2016)

圖表16：PISA數學評分與高/低表現生比率 (2015)

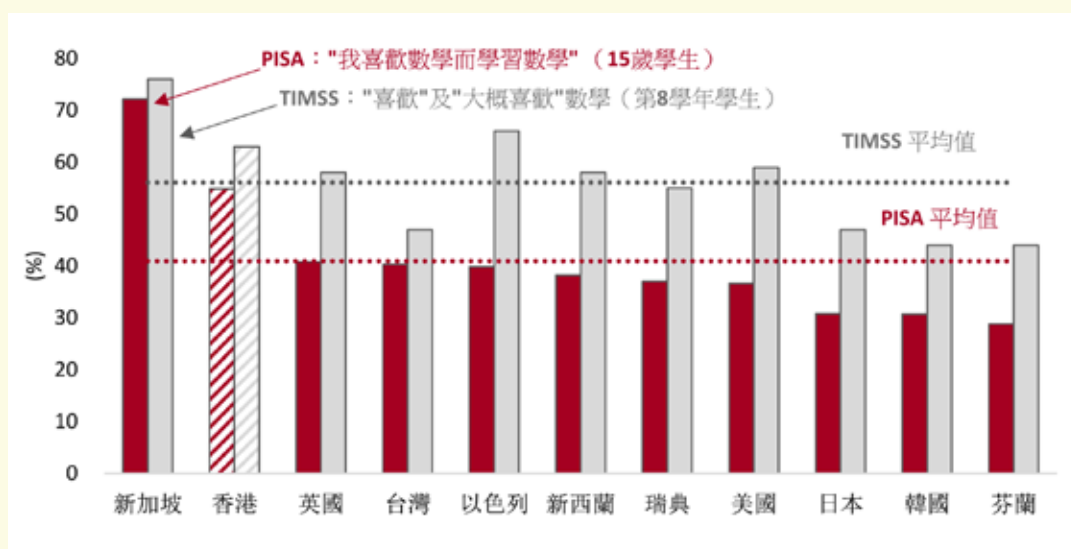


資料來源：OECD, PISA 2015 數據庫

學習態度積極

除了學術成就，相比OECD和鄰近地區，香港學生展示良好的學習數學態度。從PISA（2012年）調查15歲學童及TIMSS（2015年）調查第八學年學生的報告顯示，香港學生喜愛數學，或享受學習數學（圖表17）。香港學生的積極態度，與其他獲取佳績的地區，例如韓國、日本、芬蘭和台灣等地的學生回應，形成鮮明對比，反映學生的學習動機和好成績方向一致，相互加強。

圖表17：學生學習數學的態度



資料來源：OECD, PISA 2012 數據庫

基礎數學成為新高中教育的必修科

2009年，高中教育改革，數學科與中文、英文和通識科並列，成為必修的核心科目。一方面，這是延續香港中學會考的舊有安排，要求所有學生，不論文理分流，都修讀數學。另一方面，把數學納入核心課程，也可以視為一大突破，因為在舊高中制度之下，學生在高級程度會考或高級補充程度會考毋須必修數學科。新安排下，香港與世界大多數地方接軌，把數學設為高中教育或職訓教育的必修項目（圖表18）。

圖表18：把數學定為高中或職訓課程必修科的國家

數學為必修科？	
澳洲	否
加拿大	是
捷克共和國	是
愛沙尼亞	是
英國	否
芬蘭	是
法國	是
德國	是
香港	是
匈牙利	是
愛爾蘭	否
日本	是
韓國	是
荷蘭	否
新西蘭	否
俄羅斯	是
新加坡	是
西班牙	否
瑞典	是
台灣	是
美國	是

資料來源：納菲爾德基金會

高等數學修讀率偏低

問題在於現時高等數學只是延伸單元：單元一（微積分與統計）和單元二（代數與微積分），是中學文憑課程的核心數學科目的延伸。高等數學現時並非以核心科目或是選修科形式獨立成科。自從新高中學制推行以來，單元一和單元二的修讀率持續下跌，由最初2011/12年級別的23%，下跌至2015/16年級的14%以下（圖表19）。

圖表19：高等數學修讀率*



* 2009/10的高等數學為香港中學會考附加數學科

^ 2009/10的數據為高等數學考生佔首次報考的日校學生之百分比；2011/12及以後的數據為佔所有日校學生之百分比

資料來源：2011/12至2015/16年度關於學生和學校的香港中學文憑試數據是取材自高中科目資料調查，數據可能跟香港考試及評核局的報考統計資料稍有分別。2009/10年度香港中學會考的數據是直接取材自香港考試及評核局的報考統計報告，並只參考首次報考的學生資料。

在舊制香港中學會考，高等數學獨立成科，考生可以選修附加數學科，而高級程度會考或高級補充程度會考的學生，則可選修純數和應用數學。2010年有25%會考生修讀附加數學，有25%高級程度會考生，或者10%以下同齡學生，修讀純數或應用數學。

如果以舊有會考制度下修讀物理科作為指標界定學生為理科生而言，2009/10年大約有60%理科生修讀附加數學。相比在新高中學制，2015/16年「偏重科學」的理科生中，即在文憑試選修兩科或以上科學的學生，只有34%修讀單元一或單元二。而在只修讀一科科學的考生當中，只有12%選修單元一或單元二。

以國際標準而言，只有10-14%高中生修讀高等數學，比率實為偏低。當高中畢業生升讀大學，問題變得更為嚴重。過去在舊制中學會考，一些對數學基礎有較高要求的大學課程，可以錄取於高級程度會考修讀高等數學和至少於

中四、五曾修讀附加數學的畢業生。相反在現行新高中學制下，大學錄取的學生往往只有基礎程度的數學根基（數學核心課程的訓練），不足以應付許多大學課程在計量範疇的知識需求。簡而言之，大學沒有了緩衝。由於大學新生未有足夠數學知識，很多理學系及工程學系都要為學生補習數學課程，或提供銜接課程，以補不足。可是，額外一年大學基礎教育實在無法輕易取代兩年或以上的正規中學教育。隨著香港學生人口未來數年持續下降，大學或將需要取錄更多未經足夠數學訓練的學生，若然不採取行動解決問題，情況將會更為嚴重。

政策發展和推行往往會引致預期以外的後果。中學文憑試高等數學的修讀率比起過往中學會考附加數學的修讀率為低，某程度上反映一種「降低消費」現象，與英國於2002年引進高級補充程度課程時的情況類似。當年學生報讀高級程度數學課程的人數大幅下跌（J. Hodgen, 2013），其後經過差不多十年，修讀率才見回升；過程中，大學的收生策略於推動學生修讀高級程度數學課程至關重要。

與同儕比較修讀率偏低

香港鄰近地區有25–80%修讀高等數學的比率，當中很多地區於國際評核測試中都有很好表現（圖表20）；相比之下，香港的高等數學修讀率顯然偏低。以國際標準而言，香港的高等數學修讀率亦相對偏低（圖表21）。在韓國、台灣和日本等地，高等數學的高修讀率可歸功於當地把高等數學列為高中的必修科，或是大學大多數理學系和工程學系課程都把高等數學列為入學的必需條件。至於其他包括新加坡和新西蘭等國家，雖沒有強制學生必修高等數學，但依然能達到非常理想的修讀率。

昔日推行高級程度會考的年代，香港只有約兩成半學生修讀高等數學（2010年數字），而新加坡卻達八成（J. Hodgen, 2013）。在新加坡，數學科備受重視。再者，當地要求所有高級程度會考學生修讀不同類型的科目，文科生可以從高等數學和科學之間兩選其一，作為非文科的選修科。

圖表20：亞太地區修讀高階數學的比率

	佔高中年齡組別學生人數的百分比 %	PISA 2012 數學排名
香港	14% ¹	3
日本	80%	7
韓國	57%	5
新西蘭	40%	22
新加坡	39%	2
台灣	67%	4
澳洲	25%	19

¹ 香港2016年的數據是參照香港考試及評核局的中學文憑試學生人數。本港沒有高中年齡組別的獨立數據，但相信與文憑試學生人數的數據相差不大。

資料來源：新西蘭、澳洲及新加坡的數據來自J. Hodgen et al.，(2013)《邁向予16歲以上學童普及數學教育：

高表現國家的學習啟示》，納菲爾德基金會；日本、韓國及台灣的數據來自J. Hodgen et al.，

(2010)《英國是否與眾不同？》，納菲爾德基金會

圖表21：特選已發展國家的高階數學修讀率

高 (30-100%)	日本，韓國，台灣，新加坡
中 (15-30%)	愛沙尼亞，芬蘭，德國，新西蘭，瑞典，法國，美國（馬薩諸塞州），澳洲（新南威爾士），蘇格蘭
低 (0-15%)	俄羅斯，愛爾蘭，荷蘭，香港*，西班牙，英國（不包括蘇格蘭）

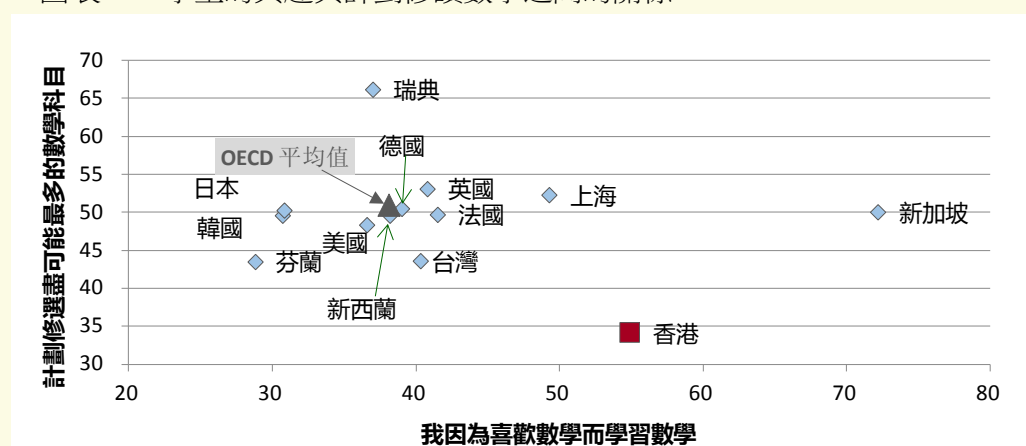
* 香港的數據是照參自香港中學文憑試2016的調查結果。資料來源：香港教育局

資料來源：英國數學教育諮詢委員會出版的《數學需求 - 工作場所和高等教育中的數學》

就業考慮

PISA於2012年就學生對數學的學習態度進行國際調查，結果顯示學生的學習興趣和選科意願出現分歧。雖然香港有很多受訪學生表示「喜歡數學而學習數學」，但只有很少人選修更多數學科目（圖表22）。

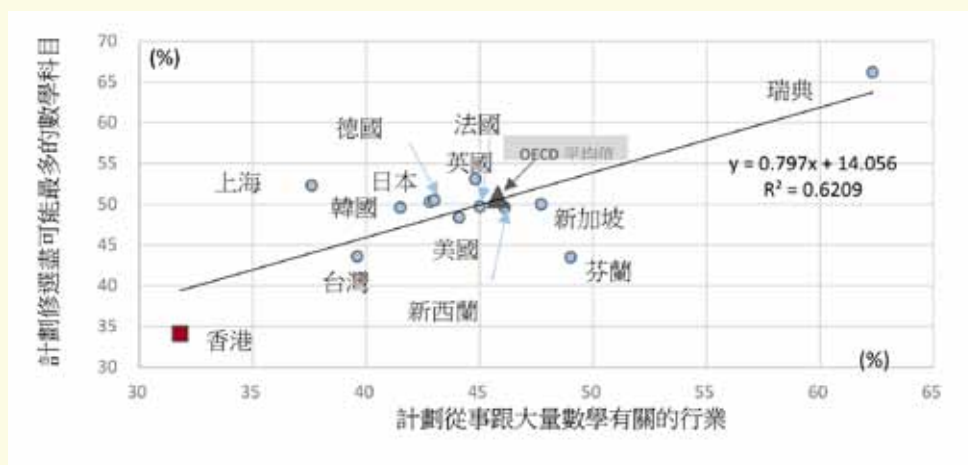
圖表22：學生的興趣與計劃修讀數學之間的關係



資料來源：OECD, PISA 2012 數據庫

另外，按不同國家或地區就15歲學童所收集的訪問數據分析，同一項調查也發現就業考慮和選科意願有很大關聯。從圖表23所見，表示「計劃選修盡可能最多的數學科目」的學生，跟「計劃從事涉及很多數學的工作」的學生，統計上十分相關。對比OECD及其他鄰近地區，香港的結果分佈處於較低水平，反映學生對就業前景有所保留，影響修讀數學的意願。

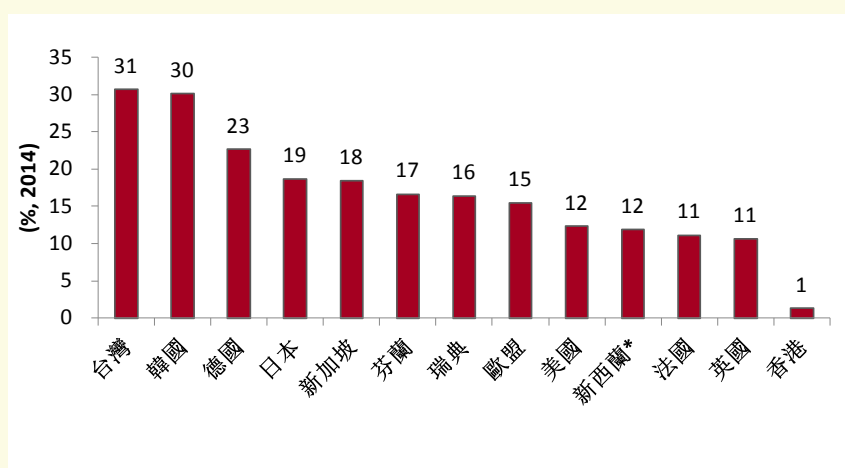
圖表23：學生的就業計劃考慮與修讀數學之間的關係



資料來源：OECD, PISA 2012 數據庫

相比其他OECD國家或鄰近地區，香港本地製造業經濟佔有率低（圖表24），或許可解釋為何本港高等數學的修讀率偏低。以美國為例，當地製造業佔本地生產總值（GDP）12%，也佔2013年美國企業研發支出總額的69%，研發強度比率為10.5%，遠遠高於企業研發總支出佔GDP的1.9%（美國政府統計數字）。根據OECD所指，在已發展的經濟體系之中，製造業為最科技密集的工業，同時也是創新和企業研發背後的主要推動力（OECD, 2010）。香港製造業根基薄弱，局限了工程師和科研人員的就業發展；加上香港本地市場狹窄，阻礙知識密集型工業發展，例如電腦及軟體工程，就需要龐大成熟的本地市場支撐成長。

圖表24：製造業佔本地生產總值的百分比(%)



資料來源：世界發展指標，CEIC環球經濟數據庫

香港作為亞洲金融中心，確實能為計量財務分析師及精算界從業員提供具吸引力的發展前景。然而，香港並沒有就相關行業或其他需求STEM人才的行業收集數據，因而難以分析和預測相關行業的職位空缺前景，也難以分辨STEM相關和非STEM相關工種的收入差額。在美國，政府為需要STEM知識的工種和按學歷分類的中位工資水平，整理和提供公開數據紀錄，並預測未來10年的需求，吸引學生選修STEM學科。

為了吸引更多學生修讀高等數學，以迎合愈趨數據為本的世界，其他國家例如新西蘭，均已改組數學教育課程，配合學生不同的就業和學習發展所需。當地在傳統高等數學課程之外，引入另一課程選擇，集中於熟練數學運算、統計學、數學模擬和數學運用，為學生升讀工程、理學和數學等的高等教育作好準備。這樣的課程改組，推動了該國高等數學課程的高修讀率（J. Hodgen, 2013）。現今大數據正逐漸滲入日常生活每個層面，包括企業管理、社會研究、生物科學、心理學，以及其他過去認為非數學密集的範疇，數據運用和分析都愈見重要。因此，教育課程的發展者必須洞悉全球市場的發展趨勢，吸引更多不同類別的學生修讀高等數學。

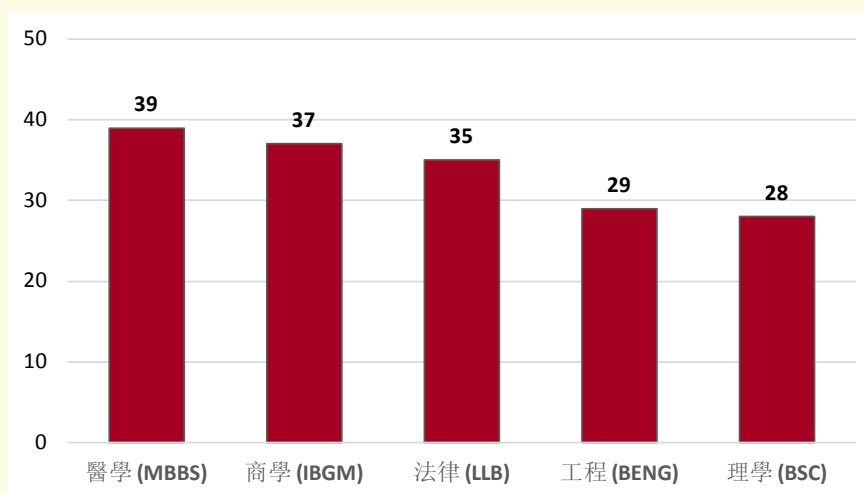
大學收生

除了就業前景，學生也受大學收生要求及修學指引影響選科。在我們的調研訪問中，中學校長最普遍的回應是：「學生按照大學指引選科」。調查顯示，76%受訪者非常同意或同意「部分大學資助委員會資助的大學不承認或

不要求M1/M2為取錄條件」，引致較少學生願意修讀數學單元M1/M2。大學資助委員會資助的8所大學中，只有4所承認M1/M2為符合基本入學要求的選修科，有些大學則在個別課程承認M1/M2。

世界各地大學及大學課程普遍受兩大因素主導收生政策。第一主導因素為大學學位供求情況，這往往受經濟結構和不同畢業生的就業前景等外在因素影響，同時學位供應也受市場需要和政府施政影響。第二個主導因素是大學特定的收生策略。有些較為廣受歡迎的大學課程會採取「篩選策略」，設立高入學門檻，篩走沒有達標的學生。相反，有些大學課程則採取「漁翁撒網策略」，用低門檻「網羅」最多學生。「漁翁撒網策略」在香港並不適用，因為大學收生人數受大學資助委員會規定。在香港，不論是商業公司或是製造行業，科學和科技相關的研發職位發展前景都未見明朗，很多學業成績表現理想的學生傾向於大學選修醫科、商科或法律課程，以尋求更佳就業前景。參考香港大學的數據為例，入讀醫科、商科和法律課程的學生之入學分數，遠比理學和工程學課程的學生高（圖表25）。因此不同院系的入學分數中位數差距，反映個別院系學位的供求狀況，影響各自設立收生門檻的議價能力。

圖表25：香港大學於2015取錄的香港中學文憑試學生之入學分數



資料來源：香港大學

為了找出推動大學收生政策而又與高等數學有關的因素，我們集中檢視要求高等數學的大學課程，了解入學分數與課程收生要求之間的關係。首先，我們把入學分數的中位數編集成指標，代表個別學位課程的議價能力，然後把收生策略評級為「高要求」和「積極鼓勵」兩種類別。高要求策略包括把

M1/M2定為入學先修條件，或指定要求高級別的相關成績；積極鼓勵策略則包括列明M1/M2為「建議」或「優先考慮」的科目單元，計算入學分數時給予額外的評分比重，以及/或承認M1/M2為完整的選修科目。

圖表26顯示，三間大學的工程系錄得較低的相對應入學分數中位數，同時也採取不同策略吸引修讀M1/M2的學生，包括承認原本是半學科的M1/M2為完整的選修科目，給予修讀M1/M2的學生額外的評分比重，或予以優先考慮。然而，它們並沒有把M1/M2列明為入學先決條件。相比之下，計量財務課程的入學分數或議價能力較高，提供該課程的三間大學中，有兩間把M1/M2列明為入學先決條件。除了計量財務之外，某些大學的精算及指定的精進科學課程，均同時有高入學分數中位數，及對M1/M2的高收生要求。

圖表 26：大學入學分數與高等數學的相關收生策略

	入學分數中位指數*	必需	要求高分成績#	優先考慮/建議	獎分	完整選修科
工程學：						
大學 1	0.91	X	X	●	X	●
大學 2	0.78	X	X	●	●	●
大學 3	1.05	X	X	●	●	●
計量財務^：						
大學 1	1.04	●	X	X	X	●
大學 2	1.12	●	X	X	X	●
大學 3	1.00	X	X	X	X	●

●是，X否

*相對於商學士（環球商學除外）的中位入學分。若然沒有設立共通入學分，則採用有關該學院不同學系之間的簡單平均值

^ 實際課程名稱因大學而異

某些海外大學為高階數科設有最低入學成績級別要求（見圖表27）

資料來源：香港科技大學，香港大學，香港中文大學

簡而言之，招收學生的競爭激烈，縱然有院系明瞭學生的高等數學訓練不足，但基於自身不利的供求狀況，未能提升M1/M2的收生要求。為了解決失衡問題，各大學須合作聯繫，為特定課程提高高等數學的要求，以及列明高中生必需（或建議）具備的指定數學訓練。

收生政策因大學而異，某些世界頂級大學會為高中生提供誘因，或設立入學先決條件，引導學生修讀高等數學。以美國為例，有些大學為已取得高等數學課程（例如大學先修課程）特定成績的學生給予學分或測驗分承認。在英國，頂級大學的主要科學課程均列明申請者需具備高水平的高級程度會考（或同等學歷）數學科成績（圖表27）。

圖表27：大學對高階數學的認可政策

大學	有關高階數學的收生政策
牛津	所有報讀化學、計算機科學、地球科學、工程學、材料科學、數學、統計學和物理學課程的學生均需要有高級程度會考數學科A*或A級，或國際文憑高級程度6或7分（或同等程度）的成績
劍橋	所有提供化學工程、計算機科學、工程學和經濟學課程的書院均要求國際文憑高級程度6或7分，或高級程度會考A*或A級的成績
麻省理工	考取國際文憑高級程度6或7分的學生可於微積分I課程獲12個學分；考取大學先修微積分BC課程的學生可獲4個學分；考取GCE高級程度會考B級以上的學生可獲5個學分
史丹佛	考取大學先修微積分AB課程或微積分BC課程5分的學生可獲8至10個學分；考取國際文憑高級程度6分的學生可獲10個學分；於任何科目取得大專先修學分的GCE學生可獲最多12個相關學分
加大柏克萊分校	考取大學先修微積分AB課程和微積分BC課程3分或以上的學生分別可獲4及8個學分；考取國際文憑高級程度5、6或7分的學生可獲8個學分
加州理工	不給予學分轉移
哈佛	不為大學先修課程或其他考試的學生給予學分轉移

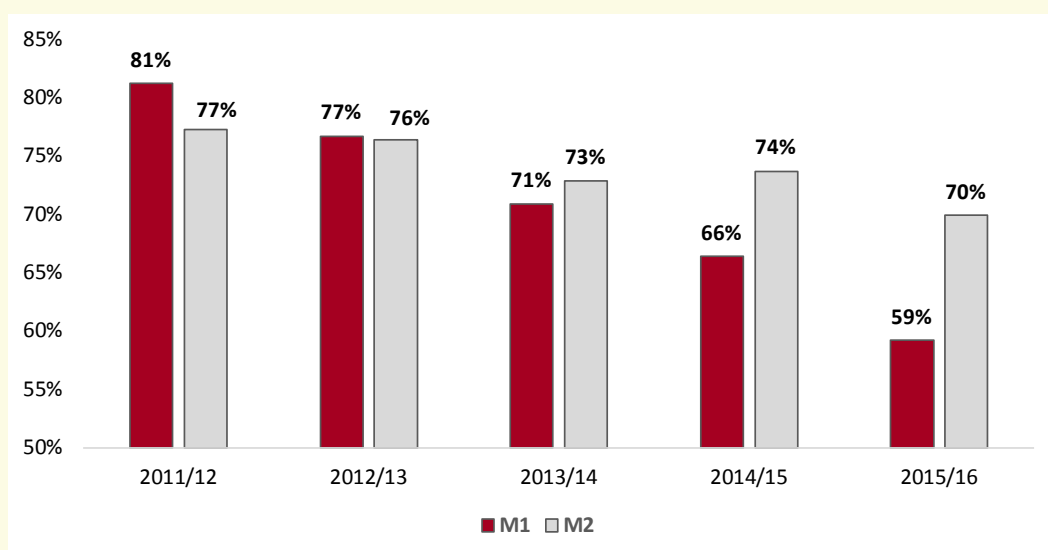
資料來源：牛津大學（2016）、劍橋大學（2015）、麻省理工大學（2016）、史丹佛大學（2016）、加州大學柏克萊分校（2016）、加州理工學院（2016）、哈佛大學（2016）

然而，採取以院系為本的大類收生政策，劃一所有課程的收生要求，而學生可於第二學年才申報選定主修科的本地大學，不大可能實施上述收生制度。這種彈性的政策能讓未選定主修科的學生報讀學院為本的大類收生課程，同時也有助學院提升收生數字，可惜卻可能向學生給予錯誤訊息，模糊部分學位課程對數學的特定要求。例如雖然化學課程對高等數學的要求比生物課程要求為高，但兩者的大類收生入學要求所差無幾。同樣地，經濟學課程對高等數學的要求比商學課程為高，但兩科的入學要求卻相約。

學校提供課程的比率與課程設計

香港高等數學的報讀率，與學校提供課程的低比率相關，但兩者的因果關係並不清晰。高中科目資料調查顯示，過去數年高等數學的報讀率下跌，學校提供M1/M2的比率也降低（圖表28）。以一併提供核心數學課程及M1的學校為例，比率由2011/12年的81%下跌至2015/16年的59%。同一期間，一併提供核心數學課程及M2學校的跌幅雖然較為溫和，比率也由77%下降至70%。

圖表 28：中學提供M1/M2的情況



資料來源：高中科目資料調查（2016），香港教育局

學校在中學文憑課程下不提供或只有很少誘因提供高等數學課程，原因大概可歸納為兩種。第一、擔心學生學習能力和考試成績。因學習M1和M2較吃力，有些學校似乎直接引導學生專注學習核心數學課程，留給其他學科更多時間和資源。而實際按香港中學文憑試的成績而言，修讀M1或M2的學生當中，多數學生的M1/M2考試成績的確比他們自己核心數學課程的成績低最少一級（圖表29）。

圖表 29：2016年香港中學文憑試日校考生在核心數學和延伸單元取得的成績分布

核心數學所得成績		M1/M2所得成績		
成績級別	佔日校考生的百分比(%)	相比核心數學取得相同或更佳成績級別的學生	相比核心數學取得較低一級成績的學生	相比核心數學取得低於超過一級成績的學生
5**	8%	26%	37%	38%
5*	20%	27%	40%	32%
5	26%	38%	39%	23%
4	36%	34%	34%	32%
3	8%	16%	34%	50%
2	2%	13%	42%	44%
1	0%	22%	78%	n/a

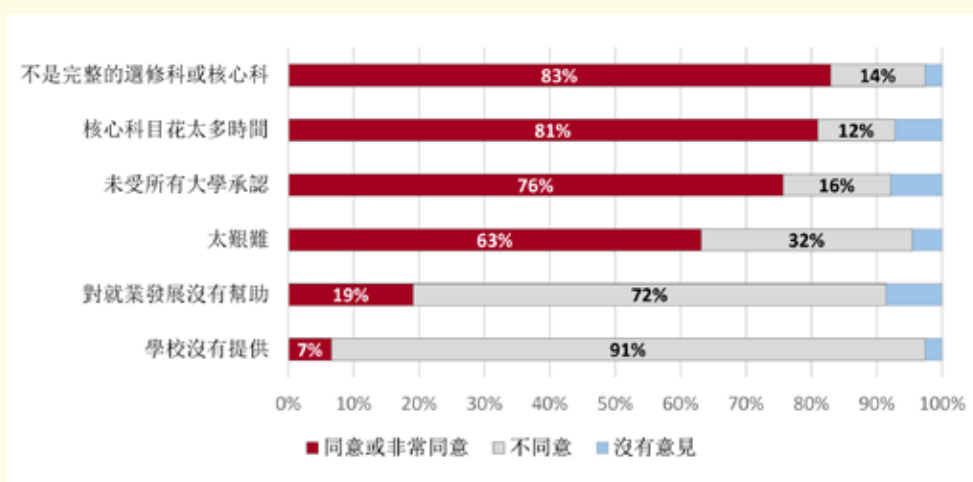
資料來源：香港考試及評核局，2016

第二、多數學校的教學時間不足，即使提供M1/M2，大多是利用放學後的補課時間（下一章有更多討論）。再者，M1/M2只是數學課程延伸單元，而非一門（獨立於核心課程之外）完整的選修科。因此，除非大學收生要求強調M1/M2的重要，否則學生的學習態度不會改變。在8間教資會資助大學之中，現時只有4間（2017年增至5間）把M1/M2視為「完整的選修科」，但各學位課程的安排也有所不同。由此可見，現行情況並不鼓勵學校恰當重視M1/M2

，學校因而持續把充足的教學資源和時間優先分配給核心課程和少數重要的選修科，導致M1/M2繼續淪為課後補課項目，情況於學生表現稍次的學校更為明顯。

根據我們的調查顯示（圖表30），83%受訪者同意或非常同意M1/M2 修讀率愈來愈低的主要原因是課程「並非中學文憑試承認之核心科目或選修科」。另外，在有提供補課而也有向我們提交科目資料（詳見第三章）的學校當中，33%學校表示M1/M2位列需要補課科目的首三名。

圖表30：你認為為何學生不選修M1/M2？



資料來源：STEM問卷調查·港科院（2016年10月）

數學課程

另外，有持份者擔心本港的高等數學課程的廣度和深度都不夠。相對其他例如國際文憑、英國高級程度會考和新加坡的課程，香港中學文憑高等數學課程（即M1/M2）的教學範圍比較狹窄。這情況與持份者希望其他科目的教學範圍能收窄，聚焦於較少的課題上相反（將於第3章討論）。

延伸單元一（微積分與統計）和單元二（代數與微積分）各涵蓋兩個相關主題的中等至深入程度的課程，輔以為偏重文科學生而設的基礎水平代數、幾何和三角學。專家認為，文憑試課程的範圍比起國際文憑或新加坡的課程狹窄顯淺。國際文憑或新加坡的課程各有4個不同單元，照顧學生不同的學習水平和興趣，配合不同的升學和就業發展所需，當中的高等程度課程甚至涵蓋完整的代數、幾何、三角學、微積分、純數和統計學（以國際文憑課程為例）（圖表31），而所有教學單元均同時配有基礎、中等和高等的不同程度，給學生自由選擇，配合自己的核心課程。

圖表 31：數學課程比對

	代數與函數	幾何	三角學	統計	微積分	純數	應用數學
國際文憑							
數學學習 (基礎程度)	中等	中等	2/5	6/8	2/13	2/8	
數學 (基礎程度)	所有	包括參數方程式與曲線 包括參數方程式與曲線	4/5	5/8	8/13	2/8	
數學 (高階程度)	所有		5/5	8/8	11/13	5/8	
高級進階數學	所有, 先修要求		1新項+所有, 先修要求	8/8	12/13	6/8	決策數學
新加坡高考							
Basic							
H1	中等	包括參數方程式與曲線		7/8	6/13	0	
H2	所有	包括參數方程式與曲線	所有, 先修要求	7/8	9/13	4/8	
H3	所有	線作為先修要求	所有, 先修要求		10/13	5/8	
英國高考							
高級程度數學	所有		5/5	6/8	8/13	3/8	
高級進階數學	所有, 先修要求	包括參數方程式、曲線及極座標	所有, 先修要求		9/13	6/8	

*代表課程範圍。按作者定義，2/5代表涵蓋5個課題中的2個課題

資料來源：L Bergeron, (2015)，國際文憑數學對比性研究：比較課程與評估方法

雖然目前香港的經濟生態疲弱，教育也受財政限制，但仍有條件為數學科引入課程單元彈性，甚至發展成另一門核心科，而當中只涉及輕微的行政負擔。若然M1和M2在核心數學科以外重新歸類為另外的核心數學科目，同時大學也給予適當認可和誘因，相信中學會按照學生的學習意願和需要，分班提供數學課程。例如，一間有四班數學班的學校，其中兩班可設定為基礎數學班，另外兩班則分別設為M1和M2。這安排有助提高香港的高等數學修讀率。另一方法是把M1和M2變成獨立完整的選修科，吸引學校提供和學生選修該等科目。

建議

現今世界已突破傳統科學與工程的框架，愈趨科技為本，高階數學技能決不可少。我們必須提高學生修讀高等數學的比率，為社會培訓STEM專才，以應付統計、模擬、數據分析及應用等各方面不斷提升的需求。為了吸引更多學生修讀高等數學，鼓勵學校開設課程，我們必須確認高等數學的地位。同時，大學收生部門也應列明不同的數學技能要求，給予學生清晰的指引和誘因，幫助學生選擇科目。

- **給予高等數學適當的地位：**為了鼓勵學生及學校重視高等數學，M1和M2不應再界定為核心科目的延伸單元，而是如很多其他國家一樣，成為一門「完整」的科目。另外，課程也應提供單元彈性，照顧學生不同的學習和就業發展所需。

1. 第一個方案是於中學文憑課程提供三個數學核心課程選擇，一個為文科學生而設，另一個為志願升讀或從事講求高數學知識水平的商業和社會科學範疇的學生而設，第三個則為全方位高等數學課程，為打算在大學修讀理學、工程學及/或數學系的學生而設。根據這方案，大學收生部門必須設立明確指引及/或誘因，釐清各學位課程的數學課程入學要求。

2. 另一方案是於中學文憑課程同時提供基礎和高階程度的核心數學科（見第3章關於其他核心科和選修科的討論），為所有學生提供普及數學知識和某程度的數學運算技巧。在這方案下，M1和M2將成為完整的選修科（同時也各自提供基礎和高階程度的課程），幫助志在從事理學、工程及/或數學專業的學生升學進修。

- **大學的推動力：**大學對於推動學生修讀高等數學至關重要。為了確保學生擁有足夠知識技能，以配合升讀特定的理學、工程學、計算機科學和其他數學密集的學位課程，各學院以至個別學系都應釐清入學要求，指明所需數學水平和範疇。各大學也應合作，共同設立更高的收生要求，給予該科適當的地位和誘因，務求在STEM工作供求不均的不利環境下，合作減低惡性收生競爭，提升香港整體的高等數學修讀率。

- **數學、科學和科技與事業規劃的關係：**與科學和科技學科一樣，數學使學生獲得解難和邏輯思維技巧，有利與STEM相關及非STEM相關的行業。STEM知識的價值需正確地推廣至商界，而各行業對STEM的技能要求，也應透過優質的就業輔導介紹給學生。STEM工作的資訊和數據，包括職位空缺、入息中位數，以及過往和未來發展趨勢等資料，應廣泛提供，讓學生充份掌握。最後，作為創新與科技生態圈發展一部分，香港應採取全面政策推廣STEM教育和就業，這或需要香港特區政府創新科技局和教育局跨部門的高層次合作。

第3章：跨學科技巧與知識

「我們學習的不是某主題，而是學習解決難題；
難題將超越任何主題或學科的範圍。」

卡爾芬·波普爾

現今世界，無論是科學創新、研究，解決環球複雜難題，還是在職場，跨領域思維與知識都日見重要。在香港，超過三分之二的中學文憑學生只讀兩科選修科，而修讀至少一科科學的考生中，其實超過一半只選讀一科科學。我們的調查發現，科目知識狹窄，主因是「核心課程佔時太多」，在多數學校佔據超過60%教時。學校和學生都看重4科核心科目，皆因這4科佔大學入學60-80%的分數。持份者絕大多數同意精簡核心科目內容及比重，騰出空間供學生修讀第三科選修科。

21世紀的科學創新愈趨跨領域合作，不單要求專長某一範疇，也要受跨學科廣泛訓練，以能與不同思維方式的人合作，融和多元概念。只依靠單一學科是無法達到增進知識，解決現實世界的問題，更無法融合不同範疇的看法、觀念、方法、數據和文化。

過去數十年，我們已經證實這類跨領域知識帶來的好處，例如DNA結構的發現、發明磁共振造影、雷達、激光眼部手術、人類基因組排序、「綠色革命」，和載人航天飛行等 (National Academy of Sciences, 2005)。近年來，計算生物學的發展，大大推動癌症研究。此外，計算機工程的大數據分析與大腦和認知科學結合，正幫助科學家發展人工智能。

全世界的大學、研究機構和研究資助團體都積極回應跨領域研究的需要。新的研究範疇，比如納米技術、基因組學與蛋白質組學、生命信息學、神經科學和人工智能等 (National Academy of Sciences, 2005)，全需跨領域合作。

跨領域合作不僅限於科學，很多社會和現實世界的難題，都需要硬科學和軟科學的專才，加上人文學者攜手合作，提出解決方案。這些問題很多都牽涉

全球、跨越領域，包括恐怖主義、網絡安全、金融和世界市場全球化、社會日趨不平等、全球天氣轉變等。專業人士需要跨領域訓練，以明白其他領域的想法，彼此溝通聯繫，方能解決這些複雜問題。

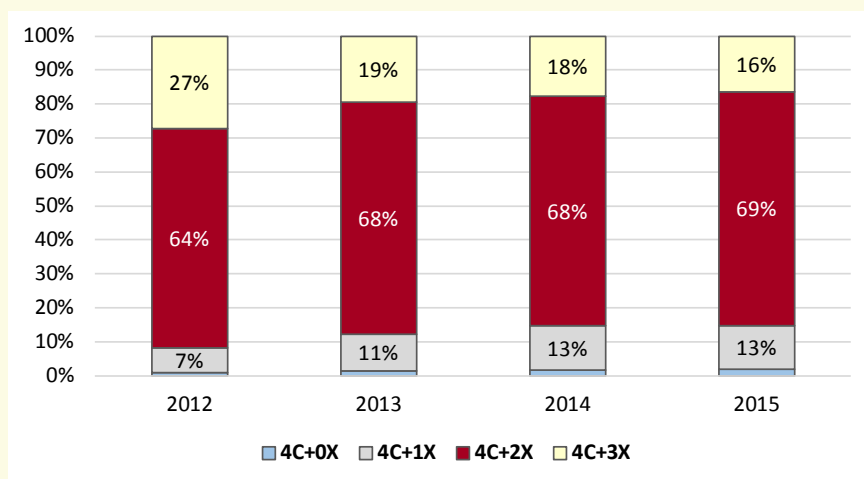
推動跨領域合作的原因可總結如下：

- 自然與社會本身結構複雜，必須從多個領域仔細審視其中的元素和運作力量。
- 科技與知識日益發展，催生新的跨學科組合和方法，解決新舊問題。
- 世界更互通結連，問題日形複雜，層出不窮。要解決社會難題，就需各領域大量的知識。

香港中學文憑的跨學科訓練

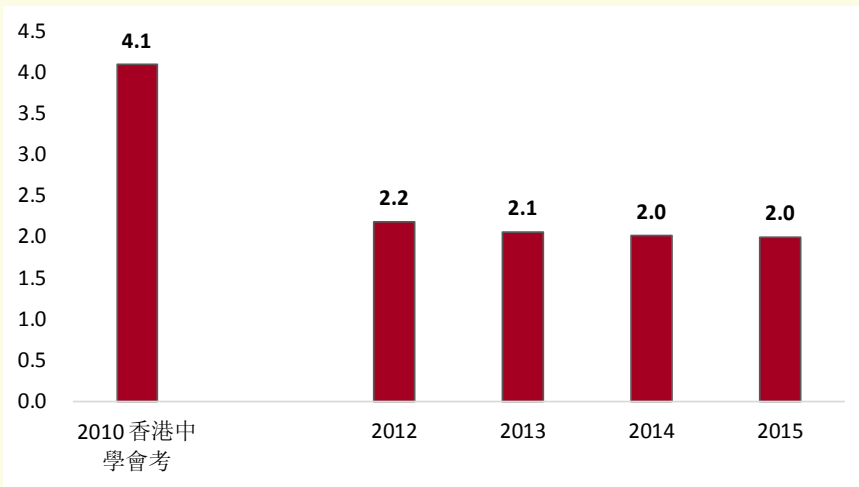
香港中學文憑教育容許學生在4科核心科目以外，選修2至3科，多數學生卻只選修2科（圖表32）。2010年，在舊制高級程度會考，學生在中文、英文以外，平均選修2.3科；而在中學會考，學生在中文、英文、數學以外，平均選修4.1科。2015年，超過三分二學生（69%）在中學文憑試中除4科核心科目外只選修2科，只有16%學生選修3科，2012年首屆學生則有27%選修3科；與舊制相比，學生選修科目較少。香港中學文憑教育著重語文、基礎數學和公民知識，卻令人關注學生的知識基礎是否偏窄。而在舊制中，學生在中四、中五接受廣泛教育後，到高級程度會考再專研某些科目。

圖表32：香港中學文憑試學生科目數目分析



資料來源：香港考試及評核局

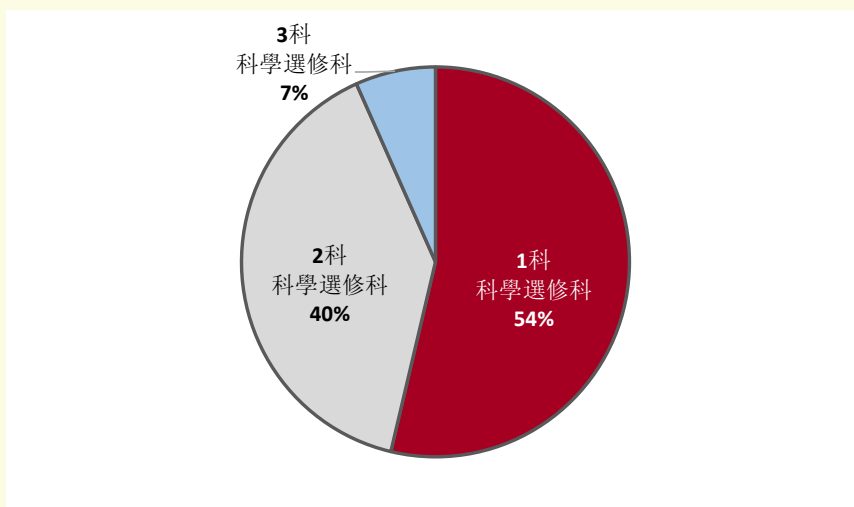
圖表33：比較文憑試和香港中學會考的平均科目數目
(除中文、英文、數學、通識以外)



資料來源：香港考試及評核局

科學方面，2016年約超過一半（54%）中學文憑學生選修至少一科科學（細節見第1章），其中多數（54%；即整體學生的29%）只選修一科科學，大約40%（整體的21.6%）選修2科，只有7%（整體學生的3.6%）選修3科科學。與舊學制相比，這些數字相差很大。香港中學會考制度下，學生分流為文科、理科，多數理科學生在附加數學以外修讀3科科學：物理、化學、生物；而在香港高級程度會考，多數理科生專修2至3科，包括選修至少2科科學、純數或應用數學。

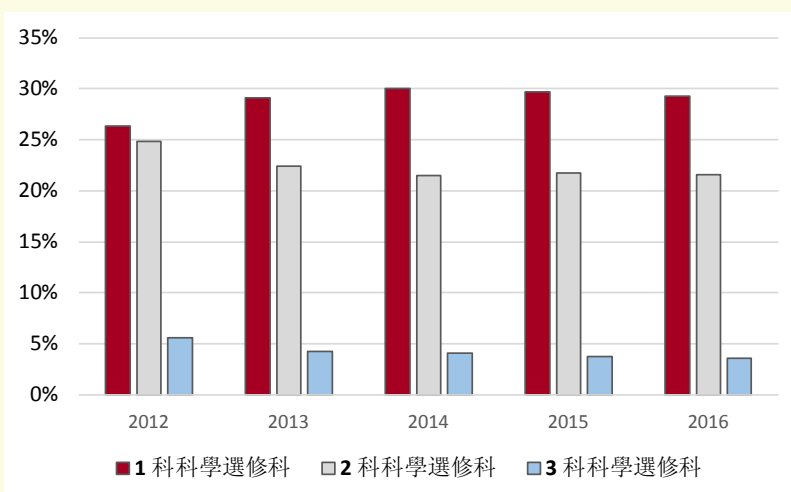
圖表34：修讀最少一科科學選修科的學生比例*分析



*佔香港中學文憑試科學科目校首次應考生總人數的百分比

資料來源：香港考試及評核局，2016

圖表35：修讀1、2、3科科學選修科的文憑試學生比例*分析

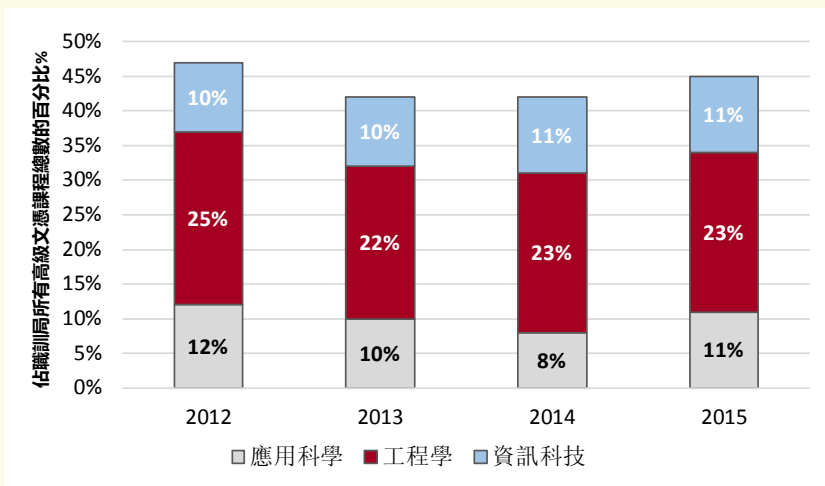


*佔日校首次應考生總人數的百分比
資料來源：香港考試及評核局，2016

香港中學文憑教育廢除了學科分流，學生有更多機會修讀人文、科學科，期望可以促進平衡的個人發展。然而新課程犧牲了科學和人文教育的深廣度，尤其是對於那些只選修1科科學或人文科目的學生而言。學生升上大學進修，研習跨領域課程時，若缺乏廣濶的科學根基，就會出現問題。雖然理學院或工程學院會為基礎弱的學生提供增補課程，可是要在一年或更短時間內精讀高中2至3年的課程內容，實有一定難度。

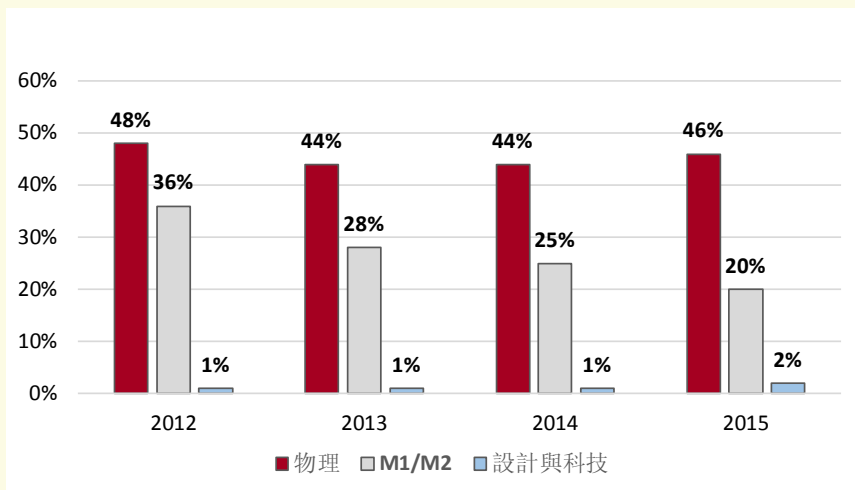
這問題也不止在大學出現。某些大專職業訓練課程也要求有STEM知識基礎（圖表36），但因為學生的選修科目減少而受影響，因此不少這些課程的學生都沒有相關的基礎知識。例如在香港職業訓練局屬下香港專業教育學院的高級文憑課程，2015年入讀工程學的學生中，超過一半（54%）高中三年完全沒讀過物理，只有20%讀過高等數學（M1或M2），而2012年中學文憑首屆入讀學生則有36%讀過高等數學，可見比例大幅下跌。此外，只有1-2%學生曾於中學文憑課程中修讀設計與應用科技（圖表37）。

圖表36：入讀職業訓練局STEM課程的學生比例



資料來源：職業訓練局

圖表37：入讀職業訓練局工程學高級文憑課程的文憑試學生之STEM背景



資料來源：職業訓練局

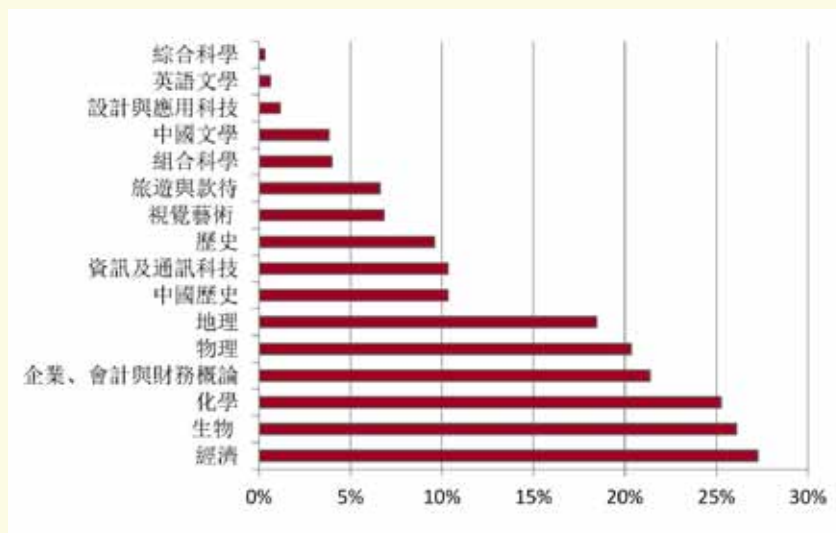
面對這樣的問題，專業教育學院與大學的做法類似，為學生提供STEM知識增補課程；不同的是，大學在新制度下(由3年增至4年)，多了一年正規教育，而專業教育學院為了配合其他大專學院的副學士學位課程，則需將原本3年的課程減至2年，令教師、學生都十分吃力，需要補課甚至延長學習期，方能完成課程。

選修科目太集中

不但可供個別學生選擇的科目少於舊制，整體上，可供中學文憑教育學生選擇的科目及他們選修的科目都十分有限。根據教育局2014/2015學年的高中科目資訊調查，雖然可供選擇的選修科有20科，最受歡迎的科目組合只有27個（每個組合均有超過1%學生選擇），其中21個組合只包括7科，佔2015年學

生近半（45%）的選擇。這7科是：生物、化學、「企業、會計與財務概論」、經濟、物理、地理與歷史。選修科目高度集中，突出了香港高中生整體的科目範圍收窄。新制中最大「輸家」是中國歷史、中國文學、英國文學、歷史、資訊及通訊科技、及設計與應用科技（圖表38）。

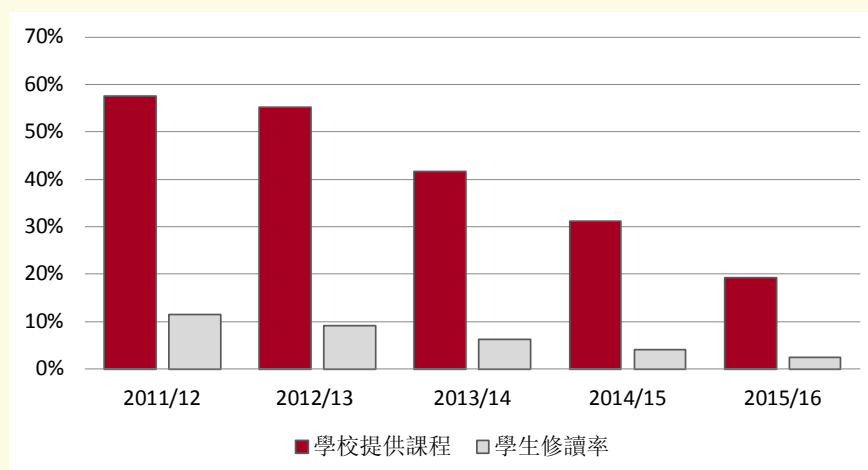
圖表38：香港中學文憑試（2015）指定科目的考生人數百分比



資料來源：香港考試及評核局

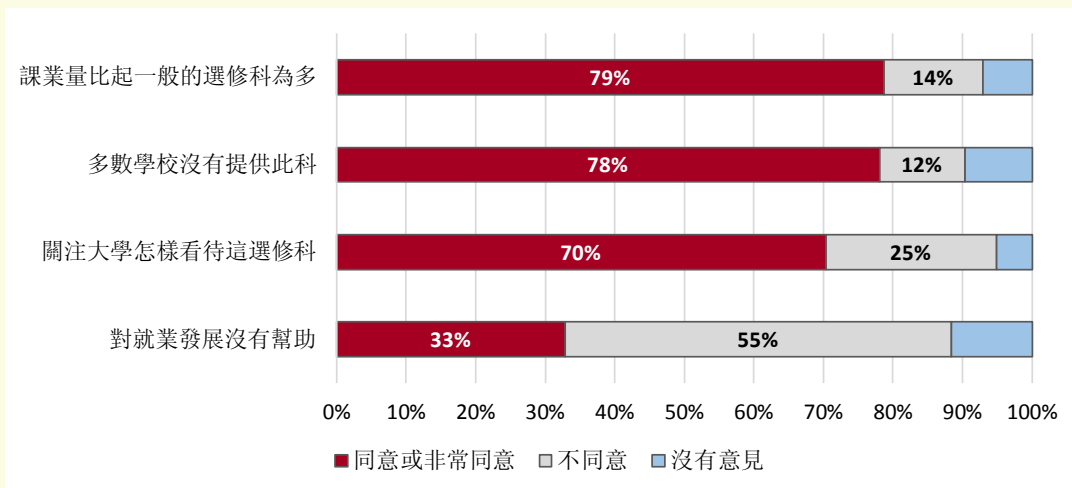
新制度下科學教育的廣濶度可能收窄，政府為了彌補缺陷，推出一個選修科：組合科學，從物理、化學與生物任何兩科，抽出半科的課程，組合而成。可是提供這科的學校不多，選修的學生也少（圖表39）。調查中間及為何學生不願選修這科目，最常提出的三大理由是：（a）「學生投放於這一科的學習時間比一般選修科多」（79%受訪者同意或非常同意）；（b）「大部份中學不提供這一科」（78%）；（c）「學生擔心大學對這選修科的認受性」（70%）（圖表40）。有些持份者認為，這科目在課程中地位不明確，應該檢討。

圖表39：學校提供組合科學課程與學生修讀的比率



資料來源：高中科目資料調查，香港教育局

圖表40：你認為為何較少學生修讀組合科學？

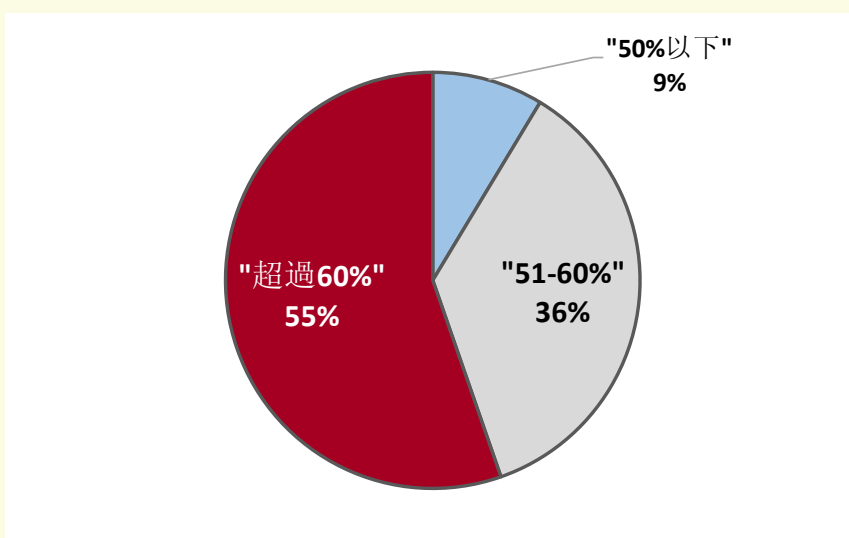


資料來源：STEM問卷調查，港科院（2016年10月）

核心科目佔時太多？

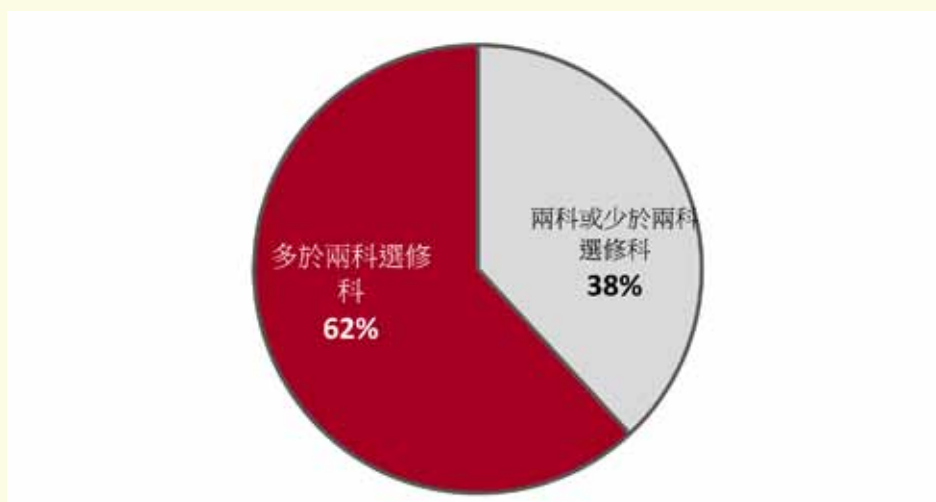
我們諮詢中學校長，為何學生的科目知識收窄，其中多數認為「核心科目佔據太多時間」。在我們的調查中，55%受訪者表示，4科核心科目佔了正規教學時間超過60%，35%受訪者則說佔去51-60%時間（圖表41）。數字與教育局指引的45-55%相差甚遠。「核心科目佔時太多」，以致留給選修科時間不足。結果，有些學校只容許學生修讀最多2科選修科；根據調查，只有62%校長說容許學生修讀超過2科選修科，38%校長則說只容許2科或更少選修科（圖表42）。

圖表41：你花多少課堂時間(%)於四大核心科目之上？



資料來源：STEM問卷調查，港科院（2016年10月）

圖表42：你的學校是否容許學生自由選擇修讀選修科的數目？



資料來源：STEM問卷調查，港科院（2016年10月）

實施新高中教育制度後，放學後補課的情形普遍，反映課程十分緊湊。調查顯示，89%受訪者的學校為學生補課，補課時數每年平均達94小時，即每年高中常規教時估算的約11%。

69%受訪者表示，最常補課三大科目包括核心科目，62%受訪者則指出是選修科。更重要的是，在那些選答核心科目佔據超過60%常規教學時間的學校中，63%的校長表示，補課的三大科目包括核心科目，而27%更說三大補課科目都是核心科目。

「4科核心科目」對入讀大學影響重大

核心科目為何佔去那麼多時間？在現今制度下，教資會資助大學的大學聯合招生辦法所訂最低入學要求，是3-3-2-2，即核心科目中的中之及英文要達到第3級，通識和數學要達到第2級，加上1至2科選修科。然而某些大學在收生指引中表示，會計算學生5科的成績，卻大多不指明個別課程較看重哪些科目。縱使有些大學宣稱使用最佳5科計分法，是要減輕學生修讀核心科目的壓力，可是既然4科核心科目也可以計算在內，多數學生和學校都認為，在核心科目考取好成績，加上學好2科選修科（4C+2X），是準備大學入學試最「有效」的方法。（另見第4章）

故此在現行4C+2X架構下，4科核心科目佔去大學收生未加權成績總分的三分之二。綜觀各大學的收生策略，包括「最佳5科成績」，「4C+任何最佳

1/2X」，可見核心科目可佔大學收生成績總分的60–80%。其他收生策略如「2C+任何最佳3科」，縱使原意是要鼓勵學生選修3科，卻因為核心科目過度受重視而失去效用。以上因素令核心科目成為中學文憑試影響重大的科目，以致學校、教師都以核心科目為先，結果，應試文化在香港更趨嚴重。本報告第1章已論及這現象。

與其他教育系統相比(圖表43)，香港選修科的比重偏低。在國際文憑課程，語文和數學佔總體科目50%(知識理論除外)，選修科則佔50%。在美國十州高中樣板模型(見第1章)，畢業要求的總共21個學分中，語文、數學和美國歷史佔38%，或平均8個學分(見第1章)，另外超過50%則留給選修科。在英國的高級補充程度及高級程度會考，多數學生除英文科要及格外，主要集中3科選修科。

圖表43：語文/數學/公民教育對比選修科目的相對比重

	語文、數學及公民教育	選修科目
香港中學文憑	67%	33%
美國*	38%	62%
國際文憑	50%	50%
英國	25%	75%

*請參考第一章節的圖表6

資料來源：香港考試及評核局，美國教育委員會，國際文憑，英國教育部

大學對選修科的要求

在香港，除了3–3–2–2–的最低入學要求，大學的收生政策也影響學生選修多少科目。並非所有大學的一般入學要求都是4C+2X。教資會資助8所大學中，只有5所以此為一般入學要求，其他只要求1科選修，或1至2科選修。此外，有些大學鼓勵學生選修第3科，有些則完全不考慮第3科選修。雖然多數大學入學成績都包括5科，有些收生策略卻是「任何最佳5科」，或「4C+任何最佳選修科」，學生考取大學因而可以集中於4科核心科目和1科主要的選修科目(圖表44)。

圖表44：工程學院入學要求或一般入學要求（如沒有工程學院）

	入學要求	得分計算	第三選修科
大學 1	4C+2X	4C+ 最佳 2X	同分時的取決因素
大學 2	4C+2X	4C+ 最佳 2X	獎分
大學 3	4C+1/2X	4C+ 最佳 1X	不予考慮
大學 4	4C+1X	4C+ 最佳 1X	同分時的取決因素
大學 5	4C+2X	任何最佳5科	考慮為「最佳五科」的其中之一（即「x」）
大學 6	4C+1X	4C+ 最佳 1X	獎分
大學 7	4C+2X	2C+ 任何最佳 3科	考慮為「最佳五科」的其中之一（即「x」）
大學 8	4C+2X	2C+ 最佳 X + 任何最佳 2科	考慮為「最佳五科」的其中之一（即「x」）

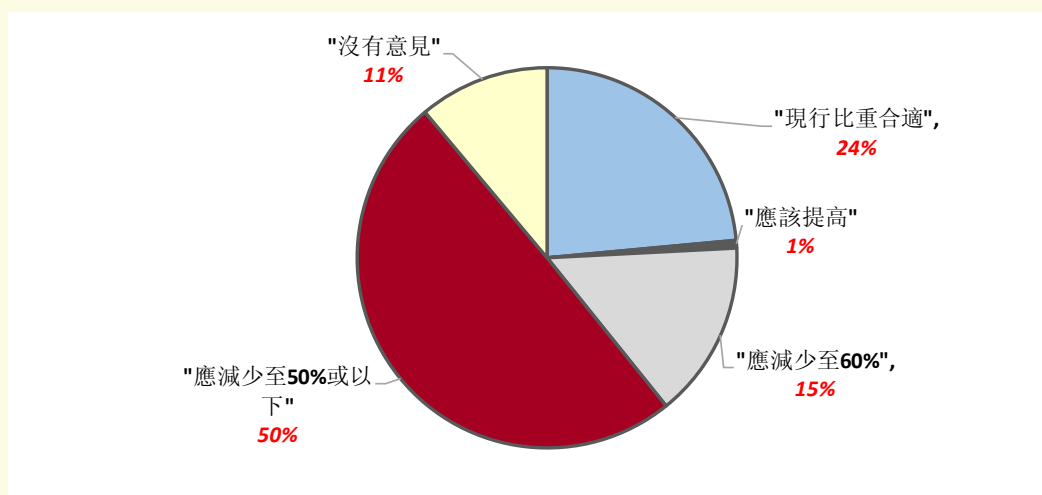
*「C」代表核心科目，「X」代表選修科目

資料來源：香港中文大學，香港城市大學，香港教育大學，香港浸會大學，香港理工大學，香港科技大學，嶺南大學，香港大學

持份者對修改「核心科目」的建議

絕大多數中學校長（88%受訪者）非常同意或同意精簡核心科目，以容納更多選修科。關於核心科與選修科的適當比例，50%受訪者認為核心科目應佔50%或以下，15%受訪者則認為，核心科目所佔比例應由66%減至60%。（圖表45）

圖表45：你對現行核心科目相對選修科目的比重有甚麼意見（假設66%學生修讀兩科選修科）？

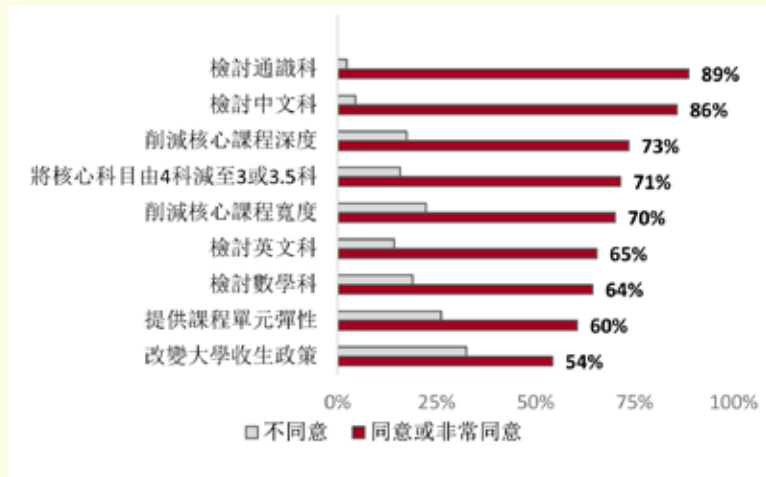


資料來源：STEM問卷調查，港科院（2016年10月）

至於怎樣精簡核心科目（圖表46），超過50%非常同意或同意需要精簡核心科目的受訪者認同以下策略：（1）檢討通識科的課程和評核模式（89%）；（2）檢討中文科的課程和評核模式（73%）；（3）削減核心課程的深度（73%）；（4）將核心科目由4科削減至3或3.5科（71%）；（5）削減核心課程的廣度（70%）；（6）檢討英文科的課程和評核模式（65%）；（7）檢討數學科的課程

和評核模式 (64%)；(8) 提供多元課程，分基礎和高階兩套課程 (60%)；和
 (9) 將大學入學最低要求成績由3-3-2-2，改為中文、英文科的 3-3，同時
 個別院系在選擇收生時可考慮在入學要求中指明的另外3科成績 (54%)

圖表46：如何削減核心課程內容？



資料來源：STEM問卷調查，港科院（2016年10月）

建議

科學創新和解決複雜社會難題，日趨跨領域合作，要求知識既廣且深。在21世紀，學生的知識與技能同樣重要，而教育制度必須巧妙平衡兩者。鑑於現時教學時間「緊湊」，我們建議精簡課程中的核心部分，為整個系統注入更多彈性，容許學生選修3科。

平衡核心科目與選修科。核心科目強調必要的基本技能，以致學生有能力自學，包括語文能力、數學能力、批判思維，和整合、表達思想的能力。這些能力固然重要，卻也要平衡技巧訓練與知識傳授，促進全面發展，確保順利銜接至升學或就業途徑。在此，我們沒有強烈的立場，而以下是持份者提出的建議：

- 精簡核心科目的深度及廣度。
- 獨立檢討新高中課程的通識、中文、英文和數學科（按此次序），和該等課程的評核模式。
- 減少核心科目，由4科減至3或3.5科。

為系統注入彈性，容納跨學科的STEM學習。新高中教育的主要挑戰，是應付學生的學習差異（Hong Kong Association of the Heads of Secondary Schools, 2009–2010）；要推動跨學科學習，就必須顧及這需要。引入多元課程可以解決部分問題。此外，考試制度增加彈性，例如讓學生選擇將考試過程分為不同階段，準備好才接受測試，並且可以選擇在有限時間內重考，然後才提交成績給大學考慮，兩者均可大大減輕學生的壓力。

充分肯定中學教育的價值。一般認為現行中學文憑教育是為入讀大學而設計；大學入學政策本來為大學而訂，卻對中學課程、教學法和評核有莫大影響。聯招所訂教資會資助8所大學的最低入學要求，即所謂的3-3-2-2（中文—英文—數學—通識的成績），引致學習不合比例地偏重核心科目，沒有足夠時間選擇較多選修科。中學畢業生的科目知識收窄，與21世紀所要求的T型知識發展背道而馳，對於推動創新科學研究所需要的跨領域訓練，也構成障礙。我們建議大學入學要求，應與政府為中學教育所訂的標準脫鉤。

- **大學入學政策：**大學應有自主訂立最低收生要求的權力，執行自己的招生程序，收生標準則應配合課程所需。我們建議大學檢討統一的3-3-2-2最低入學要求，按個別學位課程的需要訂立入學準則。改革焦點應為減少核心科目的比重，讓學生可選讀多些選修科。大學計算申請人入學成績的科目時，可考慮從現時5至6科減至例如3科；而相對於現時採用硬性的3-3-2-2標準，可訂立較具彈性的最低入學要求。最後，入學準則應該更廣濶，不單包括學術成績，也應考慮校內表現、課外活動和社區服務。

- **中學畢業證書：**為了肯定學生在新高中教育獲得所需技能和深廣俱備的知識，我們建議恢復頒發中學畢業證書給畢業生，肯定他們的成就。為了考慮學生不同狀況，畢業的資歷除鼓勵修讀核心科目和2至3科選修科，可容納多些彈性，容許志趣潛能不一的學生，也有同等機會肄業。一個可行的做法是規定4科核心科目（每科至少達第2級），加上任何1科成績最佳的選修，總分達10分，即達畢業要求。

第4章：為了語文，犧牲STEM？

「去年的話是去年的語言，明年的話又是另一種聲音。」

艾略特

語文能力被視為近期教育改革的一根支柱。香港是個大都會、金融中心，兩文三語被認為是成功必備條件，另外還要理解當代議題，掌握基本數學技巧。這就是基礎廣濶的教育改革的一個重點，目的是要培育「全人發展」。

然而令人關注的是，新教育制度比舊制更著重語文技巧，可能會對擅長STEM的學生不利。在香港文憑教育，4科核心科目或學生普遍所修6科（4C+2X）中，有最少3科是語文或以語文為主，包括中文、英文和通識。有趣的是，以前香港中學會考7-8科中，只有2科語文；而在高級程度會考，只有2科語文是必修科，也沒有通識。

此外，在舊制高級程度會考，除了某些學系，大學普遍入學要求只需學生2科語文及格，即達E級或以上，而這成績不算入入學成績。2012年起，這政策改變，2科語文加上通識科成為核心科目，成績計算在入學分數內，這改變與3-3-2-2最低標準同為新學制下大學入學制度的核心組成部分。雖然大學對入學要求應有很高自主權，可是大學的收生策略如「4科核心科目+1科最佳選修科」，或「最佳5科成績」，基本上卻仍然按3-3-2-2框架而訂。（見第3章更詳細的討論）。

故此在新制度下，語文對能否入讀大學影響重大，一些觀點認為，這不利於有志於大學主修科學的學生。譬如，在大學現行計算「最佳5科成績」的收生政策下，無論是「4科核心科目加上1科最佳選修」，或是「最佳5科」的安排，2科語文加上通識，已佔去入學總分40-60%。正如上述，申請人還要在2科語文達到至少第3級，在通識達到第2級。然而對偏重文科的學生而言，5科中理科只佔1科，或未加權大學入學成績的0-20%，只要數學達到最低第2級要求即可。

這收生政策是否不利於STEM表現良好的學生入讀大學？我們研究了香港中學文憑試成績和教資會資助8所大學的入學率，沒有發現足夠數據支持這看法。我們根據香港考試及評核局的數據，首先以15,000個學生作為基數，

在「最佳5科包括核心科目達3-3-2-2或以上成績」的標準下，發現2015年和2016年獲取錄學生的平均入學成績為19至21分；然後在上述兩屆學生中找出一批學生，假設都修讀6科，在STEM相關科目考獲高分，卻不達大學入學要求，即中文或英文不達第3級，其中再分為2類：（a）3科STEM 達第5級或以上，或（b）2科STEM 達第5*級或以上。根據香港考試及評核局資料，第一類學生在2016年有113人（2012年有242人）；第二類學生2016年有66人（比2012年人數減少近半）。故此，假設新中學文憑教育系統不利於STEM 表現良好學生，並未得到過去考試成績數據支持（圖表47）。

圖表47：香港中學文憑試中文科或英文科考獲3級以下的學生

	在任何三科STEM科目 [^] 中取得5級或以上的成績	佔教資會資助課程新生人 數的百分比(%)	在任何兩科STEM科目 [^] 中取得5*級或以上的成績	佔教資會資助課程新生人 數的百分比(%)
2012	242	1.6%	123	0.8%
2013	161	1.0%	77	0.5%
2014	146	0.9%	66	0.4%
2015	146	0.9%	74	0.5%
2016	113	0.7%	66	0.4%

[^]STEM 科目包括：數學必修部分、數學延伸單元（微積分與統計）、數學延伸單元（代數與微積分）
生物、化學、物理、綜合科學、組合科學、資訊及通訊科技

資料來源：香港考試及評核局，大學教育資助委員會

再者，新舊制比較下，除了增加了通識，大學對語文的最低收生要求沒有重大改變。根據香港考試及評核局的研究，以國際英語測試系統（IELTS）為基準，比較2004年香港中學會考和香港高級程度會考的英文成績，與2012年香港中學文憑試英文科成績。香港中學文憑試英文科的第3級約等於IELTS的5.58分，略低於香港高級程度會考英語運用E等的5.88分，比香港中學會考英語科（課程乙）的E等（5.06分）為高（圖表48）。

圖表48：國際英語測試系統 (IELTS) 評分平均值

香港中學文憑試	IELTS (2012)	香港高級程度會考	IELTS (2004)	香港中學會考	IELTS (2004)
5**	7.64	A	7.56	A	7.03
5*	7.24	B	7.16	B	6.65
5	6.9	C	6.83	C	6.22
4	6.41	D	6.28	D	5.82
3	5.58	E	5.88	E	5.06
2	4.93				

資料來源：香港考試及評核局

其實，新舊制最大的分別，是高級程度會考的英文、中文及格率高很多，分別是75%和95%（2010年），而在中學文憑試，兩科及格率都是大約55%。及格率下降可能是精英教育轉至普及教育的結果。如果以絕對數字計算，香港文憑試的及格考生其實比香港高級程度會考多，特別是考慮到2016年同齡學生組別比2010年還較少（圖表49）。

圖表49：大學入學生的中英文科合格率

	合格率		學生人數		人口 年齡 15-24
	英文科	中文科	英文科	中文科	
香港高級程度會考 - 2010 [^]	75%	95%	22,341	28,360	878,025
香港中學文憑試 - 2016 [*]	55%	55%	30,138	29,834	761,300

* 日校首次應考達3級或以上成績的學生

[^] 日校首次應考達E級或以上成績的學生

資料來源：香港考試及評核局

然而以上統計方法有一定漏洞。第一，考試成績未必適合量度語文科要求對偏重STEM 學生的影響。第二，學生很快適應新制度和規則——反映於上述那類STEM 表現良好、中文或英文卻不達第3級的學生，他們的實際數字和百分比都有所下降。學生為了考進大學，會盡力達到3-3-2-2的最低要求。與語文強的同儕比較，偏重STEM的學生可能會消耗超乎比例的時間、努力來讀語文，不過這假設尚需數據證明，並且要對學生作精密的調查分析，才可了解實情。

最後，關於語文議題，有些持份者關注中文課程和評核的設計。不過這議題超越本研究範圍，有待有關部門進一步調查。

建議

學生要在知識型經濟發展，必須同時掌握語文和STEM 的技巧和知識。熱愛STEM的學生必須能夠清晰有力地提問，解釋和討論自己的科學發現，才能盡展所長。由此可見，語文與STEM 並非互不相容，而是可以彼此加強；要平衡兩者，卻是一種藝術。

- **大學收生考慮學校的推薦：**才華往往是難以量度的，而有才華的學生肯定不會一式一樣； 他們有些在語文 / 人文學科很有天分； 有些擅長數理，對自然科學較有興趣。大學收生過程應考慮學生廣泛不同的潛能。舉例，要是學生某些方面很有天分，卻無法達到語文科最低要求，大學可考慮豁免要求，予以取錄，尤其是該學生得到所屬學校大力推薦。

第5章：其他：資訊及通訊科技（ICT）

資訊及通訊科技（ICT；其他國家稱為電腦科）大力推動近年創新科技的浪潮，創造大量職位，對近年的STEM教程改革也至關重要。電腦科學是1970和1980年代高材生追求的尖端領域，到1990和2000年代，個人電腦和互聯網普及，這科目演變成ICT，推動電腦和數碼知識。而今互聯網新科技和新應用程式出現，發展焦點已變為以電腦科學為獨立完善的高中科目。此外，最近的教育思維認為，21世紀的學生所需的關鍵技能，包括學習運算思維和程式編寫，有些國家開始將編碼知識融入中小學課程，成為必修或選修科目（圖表50）。這一切都顯示，全球以至亞洲社會對編碼和電腦知識的看法正在改變，因而很多新公司和民間組織都為兒童和青少年提供課餘的編碼班和教材。

圖表50：把電腦課程融入中小學教育

	小學	初中（一般）	高中（一般）
丹麥		○	○
愛沙尼亞	○	○	○
英國	●	●	
比利時	●	●	
芬蘭	●	●	
法國		●	
盧森堡			
荷蘭	○	○	○
美國			○
韓國 ¹	●	●	●
新加坡 ²		○	○
香港 ³		●	○
以色列			○

● 必修 ○ 自由選擇

¹ 韓國政府計劃於2017年及2018年分別為小學及中學設立電腦必修科，The Granite Tower（2014年11月）

² 自2017年，新加坡的一些中學將開始提供電腦程式普通程度會考(O-Level)課程

³ 自2016/17，資訊及通訊科技（ICT）課程將會撥出30%的內容教授電腦程式

資料來源：歐洲學校網，2014年10月（歐洲國家的資料），香港教育局

香港的電腦課程

香港政府最近公佈將於2016/17年開始把編碼納入初中的必修課，並規定把資訊及通訊科技（ICT）當中30%的課程時間撥作教授程式編寫²⁵。然而，在高中，ICT課程仍然將資訊科技知識、資訊科技實際的應用程序融於電腦科目，視為同一科學科目（圖表51），追不上時代發展。程式編寫只是ICT科目4個選修單元之一，而非基礎部分。高中ICT課程必修部分本應包含科目主要概念，然而，「基本程式概念」卻只佔指導教時的14%；在整個課程，包括校本評核在內，程式編寫所佔內容不超過50%。這與全球以程式編寫和電腦思維為電腦科的基礎核心的趨勢相違背。

圖表 51：高中課程中的資訊及通訊科技

資訊及通訊科技課程	時數
必修	145
A. 資訊處理	54
B. 電腦系統基礎	25
C. 互聯網及其應用	24
D. 基本程式編寫概念	20
E. 資訊及通訊科技對社會的影響	22
選修	75
A. 數據庫	
B. 數據通訊及建網	
C. 多媒體製作及網站建構	
D. 軟件開發	
校本評核	30

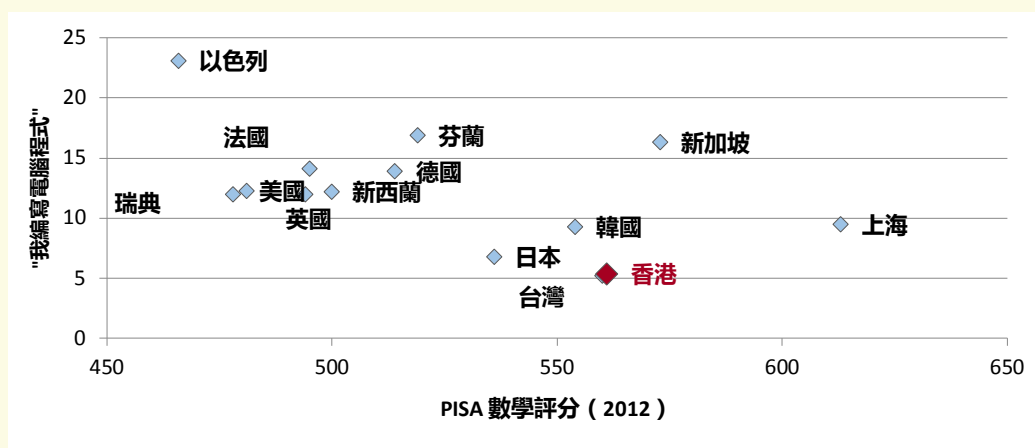
資料來源：香港教育局

香港（和亞洲）的學生對編碼認識不足

學生會否選修ICT和程式編寫，最大挑戰在於學生和社會對該科的態度。按2012年學生能力國際評估計劃（PISA）對15歲學童的調查（圖表52），相對其他先進國家，香港和很多亞洲地區的學生都缺乏編碼的知識和經驗。香港只有5%學生曾編寫電腦程式，美國和歐洲的受訪學生中，有12-17%有此經驗，以色列則有23%。有趣的是，雖然亞洲國家的數學表現排名很高，可是除了新加坡，多數地區的學生都不熟悉程式編寫。

²⁵ 《推動STEM教育—發揮創意潛能》報告，香港特別行政區教育局，2016年12月

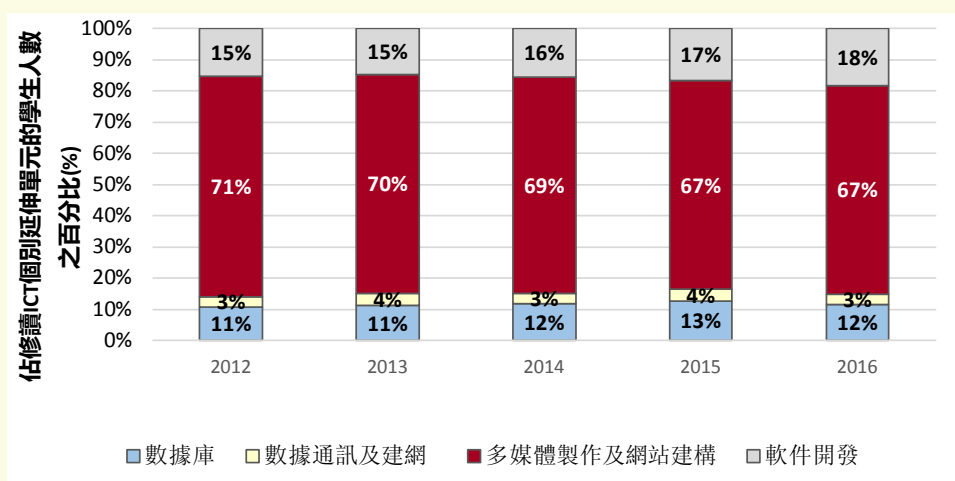
圖表 52：學生的程式編寫經驗與數學成績



資料來源：OECD，PISA 2012 數據庫

香港約90%學校提供ICT科目，高中生選修的卻只有11%，低於商科、經濟或其他科學科目(第3章圖表38)。更重要的是，很少學生選修ICT科目的程式編寫單元。例如在2016年，選修ICT的6,407名香港文憑試考生中，只有1,171名學生（或18%）選修軟件開發單元，而多數學生（67%）則選擇多媒體製作及網站建構（圖表53）。

圖表 53：學生在資訊及通訊科技（ICT）課程中選擇甚麼選修科？



資料來源：香港考試及評核局

自本世紀初，科技、媒體和電訊（TMT）行業泡沫爆破後，社會對資訊科技和電腦科學就業前景的展望，整體上正逐漸改善。以上選修科數據尚未反映學生最近對這科目的態度，故此可密切留意高中生選修這科的數字，會否如本地大學電腦科學系報讀人數般反彈上升。要幫助學生選科，必須充分有效地向他們提供最新的就業市場資訊，包括職業前景和所需技能。

建議

電腦和互聯網已經改變我們的生活；要在現今世界生活、工作，必需具備數碼知識。此外，生活各個範疇都轉趨數碼化，科技創新與職業發展機遇處處，只要對使用電腦有堅實訓練，就可掌握先機。我們建議數碼知識與電腦學科分家；前者應為學生必修科目，後者可重新設計為獨立課程，集中於程式編寫和運算思維。學校也應獲撥款提供選科輔導，保證學生和家長都得悉電腦科學最新的職業發展。

- **數碼知識應該在所有中小學教導：**包括使用電腦和數碼器材、互聯網的基本技巧，還有在當代社會使用互聯網要注意的問題，例如私隱、網上操守和保安。在小學和初中，也應教導學生程式編寫的基本知識，和數碼器材運作的邏輯、數據結構和演算法。
- **電腦作為獨立的科學科目：**學生高中時若曾對程式編寫和運算思維的關鍵概念建立穩固基礎，將來在數碼科技發展事業，或在電腦或與電腦模擬相關的科目進修，都大有幫助。我們建議修改和精簡現時的ICT課程，多強調編碼。必修部分的核心應該是程式編寫和運算思維的關鍵概念。
- **教師的編碼訓練：**教師在編碼方面應有完善的持續專業發展（CPD），追上最新的電腦語言和發展趨勢。大學、非謀利團體和業界應參與訓練課程，並且應鼓勵持份者建立網絡，共享資源。
- **電子學習：**讓學生有實際的經驗，練習及應用數碼科技，豐富學習體驗，應該儘早在所有學校推行，其中牽涉在學校鋪設Wi-Fi，確保所有學生都有數碼學習器材可用，並提供電子學習教材和其他資源。2017年底在所有學校裝設Wi-Fi後，政府要統籌各方持份者，建造相應的電子學習基礎設施及相關教材。

參考文獻

- ACT, Inc. (2015). *The Condition of College & Career Readiness 2015*.
- Advisory Committee on Mathematics Education, U. (2011). *Mathematical needs, Mathematics in the workplace and in higher education*.
- Alcantara, A. & UK NARIC. (2015). *IB Mathematics Comparability Study: Curriculum & Assessment Comparison*.
- Amrein, A. & Berliner D. (2002). *High-stakes testing, uncertainty, and student learning*. Education Policy Analysis Archives, 10(18).
- Australian Council of Learned Academics. (2013). *STEM: Country Comparisons*. Melbourne: Australian Council of Learned Academics.
- Committee on Facilitating Interdisciplinary Research, National Academy of. (2005). *Facilitating Interdisciplinary Research*. Washington DC: The National Academies Press.
- Economic Commission, Hong Kong. (2006). *Progress Report on the Economic Reform (4)*. Hong Kong.
- Education and Manpower Bureau, Hong Kong Government. (2005). *The New Academic Structure for Senior Secondary Education and Higher Education*. Hong Kong: Education and Manpower Bureau, Hong Kong Government.
- Education Bureau, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region. (2016). *Report on Promotion of STEM Education - Unleashing Potential in Innovation*.
- Education Commission, Hong Kong. (2000). *Reform Proposal for the Education System in Hong Kong*. Hong Kong.
- EP-Nuffic. (2015). *Education System Israel - The Israeli education system described and compared with the Dutch system*.
- European Commission. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- European Schoolnet. (2014). *Computing Our Future: Computer programming and coding - Priorities, school curricula and initiatives across Europe*. Brussels: European Schoolnet.
- Grove, M. & Overton T. (2013). *Getting Started in Pedagogic Research within the STEM Disciplines*. Birmingham: University of Birmingham STEM Education Centre.
- Hodgen, J. & Marks R. (2013). *The Employment Equation: Why our young people need more maths for today's jobs*. London: The Sutton Trust.
- Hodgen, J. & Pepper D. (2010). *Is the UK an outlier? - An international comparison of upper secondary mathematics education*. Nuffield Foundation.
- Hong Kong Association of the Heads of Secondary Schools. (2009-2010). *Survey on New Secondary System*. Hong Kong.

- Institute of Education Sciences National Center For Education Statistics. (2012). *Highlights from TIMSS 2011 - Mathematics and Science Achievement of U.S. Fourthand*. Washington DC: US Department of Education.
- Institute of Education Sciences National Center for Education Statistics. (2016). *Digest of Education Statistics 2014*. Washington DC: US Department of Education.
- J. Hodgen, R. Marks & D. Pepper. (2013). *Towards universal participation in post-16 mathematics: lessons from high performing countries*,. Nuffield Foundation.
- J. Osborne & J. Dillon. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections*.
- Jones, S. (2011). *Computing at School - International comparisons*. National Foundation of Educational Research.
- Kober, N. (2015). *Reaching Students: What Reserach Says About Effective Instruction in Undergraduate Science and Enginering*.
- Law, N. Y. (2015). *E-Learning Pedagogy and School Leadership Practics to Improve Hong Kong Students' Computer and Information Literacy - Findings from ICILS 2013 and beyond*. Hong Kong: Centre for Information Technology in Education (CITE), Faculty of Education, University of Hong Kong.
- National Academy of Sciences, U. (2005). *Facilitating interdisciplinary research*.
- Nicholas, S. & Berliner, D. (2007). *Collateral damage: how high stakes testing corrupts America's schools*. Cambridge, Massachusetts: Harvard Education Press.
- OECD. (2010). *Innovation Strategy, Getting a Head Start on Tomorrow*.
- OECD. (2010). *PISA 2009 Results: What Students Know and Can Do*.
- OECD. (2012). *Strong Performers and Successful Reformers in Education - Lessons from PISA for Japan*. OECD.
- OECD. (2014). *PISA 2012 Results in Focus: What 15-year olds know and what they can do with what they know*. OECD.
- OECD. (2015). *Education at a Glance 2015: OECD Indicators*. OECD Publishing.
- OECD. (2016). *PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2016). *PISA 2015 Results in Focus*.
- Office of the Chief Scientist, Australian Government. (2012). *Mathematics, Engineering and Science in the National Interest*.
- Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. London: King's College London, School of Education.
- Ruzzi, B. (2005). *Finland Education Report*, . National Center on Education and the Economy.
- Sahlberg, P. (2013). *Finnish Lessons 2.0: What can the world learn from educational change in Finland*.

Singer, S. N. (2012). *Discipline-based Education Research: Understanding and Improving Learning in Undergraduate Science and Engineering*. National Academies Press.

Task Force on Promotion of Vocational Education. (2015). *Report of the Task Force on Promotion of Vocational Education*.

Tytler, R. (2007). *Re-imagining Science Education - Engaging students in science for Australia's future*. Camberwell: ACER Press, Australian Council for Educational Research.

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2013). *Asia-Pacific Secondary Education System Review Series No. 1: Examination Systems*. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization and UNESCO Bangkok Office.

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization Bangkok Office. (2015). *The Transition from Secondary Education to Higher Education - Case Studies from Asia and the Pacific*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

US Department of Commerce Economics and Statistics Administration. (2011). *STEM: Good Jobs Now and for the Future*.

Waldrop, M. (2015). The Science of Teaching Science. *Nature* (Vol. 523), 272-274.

Yeh, S. S. (2006). *High-Stakes Testing: Can Rapid Assessment Reduce the Pressure?*. Teachers College Record Vol.108 Iss. 4 .

鳴謝

本研究報告得以順利完成，全賴萌睿基金的慷慨捐助。港科院並特此鳴謝蔡冠深博士（蔡冠深教育基金會）由創院至今一直支持本院秘書處。作者由衷感激於2016年10月接受調查訪問（高中STEM教育問卷調查）的154間學校之校長和老師。同時，作者也感謝各方賢達，為本報告提供寶貴意見，名單如下（按英文姓氏次序排列）：

姓名	機構/職位
區國強	香港中文大學數學系副教授
歐陽家強	香港津貼中學議會執委會成員
陳繁昌	香港科技大學校長
陳慧雅	香港科技大學本科招生及入學事務處本科生入學組主任
陳嘉琪	香港特別行政區政府教育局副秘書長 （課程及質素保證科）
陳國森	香港城市大學物理及材料科學系副系主任及教授
陳黃麗娟	聖保羅男女中學校長
陳少泉	香港特別行政區政府教育局高級課程發展主任（數學）
陳雲青	職業訓練局副執行幹事
陳偉康	香港教育大學數學與資訊科技學系系主任及副教授
陳偉佳	香港直資學校議會內務秘書
陳狄安	香港直資學校議會外務秘書
程介明	教育2.1首席研究員
鄭光廷	香港科技大學工學院院長
鄭建德	香港直資學校議會副主席
蔣頌欣	香港科技大學本科招生及入學事務處經理
張澤松	香港城市大學電子工程學系副教授
張仁良	香港教育大學校長
張榮森	香港大學數學系教授
招祥麟	香港直資學校議會主席
崔俊傑	香港大學計算機科學系講師
朱嬋嬌	香港大學理學院助理教務長
方天俊	香港中文大學 比較及公眾史學文學碩士畢業同學會副會長
馮俊樂	香港大學教育學院助理教授

姓名	機構/職位
馮黎妙儀	政府中學校長協會
馮立榮	聖愛德華天主教小學校長
賀妙珍	屯門天主教中學校長
何世敏	香港中學校長會副主席
何兆鑾	香港理工大學協理副校長(學術支援)及教務長
徐區懿華	香港直資學校議會
黃岳永	香港資訊科技商會會長
葉豪盛	香港城市大學副校長(學生事務)
葉栢麟	政府中學校長協會
姜瑞麟	香港教育大學教務處高級助理教務長(入學及策劃)
孔慶霞	香港中文大學入學及學生資助處助理處長
關穎斌	香港直資學校議會增選委員
郭瑛琪	香港大學教務處入學及學術交流部副總監
郭淑慧	香港大學教務處入學及學術交流部高級課程經理
郭民亮	香港教師會會長
廖維新	香港中文大學工程學院副院長(學生事務)
林漢堅	佐敦谷聖若瑟天主教小學校長
林家耀	政府中學校長協會
林建華	香港直資學校議會榮譽執行秘書
林日豐	香港津貼中學議會當然執委暨前任主席
林宛君	香港直資學校議會
柳子權	金巴崙長老會耀道中學校長
劉志遠	香港津貼中學議會義務秘書
劉振鴻	香港津貼中學議會執委會成員
劉智豪	香港數理教育學會理事會成員
劉國良	香港數理教育學會主席
劉靳麗娟	拔萃女書院校長
劉瑤紅	香港中學校長會義務司庫
羅慶琮	香港直資學校議會榮譽外務秘書
羅陸慧英	香港大學教育學院教育應用資訊科技發展研究中心創會會長
李文慧	香港理工大學教務高級行政員
李沙崙	香港特別行政區政府教育局總項目經理(培訓及發展)

姓名	機構/職位
李石玉如	香港中學校長會義務資源顧問
李雪英	香港中學校長會主席
李伊瑩	香港津貼中學議會副主席
梁錦松	教育2.1召集人
梁慧兒	香港浸會大學教務處入學組助理教務長
梁志堅	香港津貼中學議會執委會成員
梁學圃	東華三院李嘉誠中學校長
梁麗美	聖保羅男女中學附屬小學校長
梁文威	香港特別行政區政府教育局高級課程發展主任 (科技教育)
梁穎宇	STEM 教育行動
梁秉雄	香港專業教育學院資訊科技系系主任
梁凱婷	香港浸會大學教務處執行主任
連鎮邦	香港中學校長會增補委員
李欣怡	香港大學教務處入學及學術交流部高級課程經理
廖世樂	職業訓練局工程學科學術總監
呂佩儀	香港科技大學本科招生及入學事務處招生及外展組主任
吳其彥	香港浸會大學理學院計算機科學系教授
吳德強	香港數理教育學會小學常識科召集人
OSBORNE, Jonathan	Kamalachari Professorship in Science Education, Stanford Graduate School of Education
彭慧芝	香港城市大學電子工程學系系主任及講座教授
彭惠蘭	香港中學校長會義務秘書
潘紹慈	聖馬可中學校長
潘淑嫻	香港津貼中學議會主席
邵志仁	職業訓練局工程學科策劃組高級項目主任
戴希立	田家炳基金會董事局副主席
戴德正	聖公會鄧肇堅中學校長
譚劍虹	香港津貼中學議會義務司庫
譚張潔凝	香港直資學校議會司庫
鄧振強	香港中學校長會副主席
鄧啟澤	政府中學校長協會
杜國安	政府中學校長協會
唐創時	香港考試及評核局秘書長
曹達明	香港津貼中學議會執委會成員

姓名	機構/職位
崔志英	香港科技大學工學院副院長(本科生教務)
韋永庚	香港大學教務長
溫穎芳	香港大學教育學院教育應用資訊科技發展研究中心項目發展主任
黃佩珊	香港大學教務處入學及學術交流部高級課程經理
黃依倩	香港大學教務處入學及學術交流部總監
王海嬰	香港中文大學理學院副院長(學生事務)
黃金蓮	香港直資學校議會副主席
黃錦輝	香港中文大學工程學院副院長(外務)
黃國輝	政府中學校長協會
黃廣威	香港直資學校議會增選委員
黃廣榮	政府中學校長協會主席
王淑英	香港中文大學入學及學生資助處處長
黃德霖	香港教育大學數學與資訊科技學系助理教授
黃謂儒	香港中學校長會義務執行秘書
王耀宗	嶺南大學協理副校長(學術)及 署理教務長
殷見歡	政府中學校長協會
游美斯	香港津貼中學議會助理義務秘書
楊綱凱	香港特別行政區課程發展議會主席
源迪恩	聖保羅書院校長

港科院簡介

港科院成立目的旨在促進香港的科技發展。港科院的院士銜屬於香港最高學術榮譽。院士屬終身制，不限國籍。任何本地或海外科學家，對促進香港科技發展有卓越貢獻，無論國籍，都符合資格。現時港科院有27位院士。

港科院推動科技教學，就相關議題教育、啓導公眾，又與工業界和商界合作，將研究成果多加應用，並且獨立探討科技研究與教育的公共政策。

2015年12月5日，港科院於禮賓府舉行成立儀式，出席嘉賓包括香港特別行政區行政長官梁振英先生、國家科學技術部部長萬鋼教授、中國科學院院長白春禮教授，還有其他科學院的代表、外國領使，和香港各界社區賢達。

港科院以獨立註冊非謀利擔保有限公司運作，經費來自社會捐獻和香港特區政府撥款。現屆院長為徐立之教授。



香港沙田香港科學園16W大樓332室

電話：(852) 3543 5915

傳真：(852) 3543 5916

電郵：info@ashk.org.hk

網址：<http://www.ashk.org.hk>