資優教育

「校本抽離式數學資優培育計劃系列」

小學篇

以數學訴說全球氣候變化的故事

教育局資優教育組

「校本抽離式數學資優培育計劃系列」

利用數學講述氣候變化的故事

內容

前言

校本抽離式資優培育計劃屬於資優教育三層架構推行模式的第二層教育服務。學校可以因應校內資源、教師專長和學生特質，為數學資優學生設計不同學習重點和內容的抽離式資優培育計劃，甄選合適的學生參加，以進一步發展他們在數學科的資賦優異潛能。

教育局課程發展處資優教育組在2014/15學年與6間小學協作，於課堂以外時間增設數學增益課程，對象為小四至小六級數學能力較高的同學，以探究形式進行學習，課程包括應用統計學，分析人造衞星遙感影像，及應用地理訊息系統(GIS)相關軟件處理來自不同機構所得的公開數據，以培養學生的探究及自學能力。

在此鳴謝以下學校及老師協助推行是次培育計劃(按校名筆劃序排)：

伊利沙伯中學舊生會小學分校	張耀玉老師
佛教榮茵學校	陳威儀老師、梁穎汶老師
浸信會沙田圍呂明才小學	趙嘉俊老師、吳天福老師
港大同學會小學	宋寶華老師
博愛醫院歷屆總理聯誼會梁省德學校	何達東老師、岑俊傑老師
聖公會柴灣聖米迦勒小學	陳乃綱老師、梁麗華老師

如對本教材有任何意見和建議，歡迎以郵寄、電話、傳真或電郵方式聯絡教育局課程發展處資優教育組：

地 址： 九龍塘沙福道 19 號教育局九龍塘教育服務中心東座 328 室
電 話： 3698 3472
傳真： 2490 6858
電郵地址：gifted@edb.gov.hk

1. 數學資優生的特徵及培育策略

1.1. 何謂數學資優

以下簡介數學資優生的常見特徵，相信對了解和辨別數學資優生會很有幫助。

學者 House (1987) 認為數學資優生常有以下特徵：

- 較早顯現對數量方面的好奇心及理解力；
- 能合乎邏輯地思考，並能以符號思考數量關係及空間關係；
- 能察覺及推斷數學規律、結構、關係及當中的運算；
- 能分析、演繹及歸納地進行推論；
- 能縮短數學推理過程，並尋找合理而較少步驟的解題方法；
- 數學活動中，思考過程富於彈性和可逆性；
- 能記憶數學符號、關係、證明、解題方法等；
- 能將學習轉移到新情景；
- 解決數學難題時顯現出幹勁和堅持；
- 從數學觀點看這個世界。

除此之外，其他學者還提出數學資優生常有以下特徵：

- 有較高提問能力，能提出數學結構較複雜的問題 (Ellerton, 1986)；
- 能彈性及創意地處理數學問題，而非因循舊有方法 (Miller, 1990)；
- 能創意地解決非常規的/不常見的數學問題 (Krutetskii, 1976);
- (對數學)有極大的興趣和熱誠 (Renzulli, 1998).

1.2. 數學資優生的學習需要

數學資優生學習能力較強，並喜歡深入地思考問題。他們在著重操練的傳統課堂上容易感到沉悶，對學習容易失去興趣，以致潛能或未能充分發揮。

從日常的課堂觀察，我們不難發現即使部分數學資優生能在傳統考試中取得高分，也不等於他們的才華已經盡展；他們的能力其實可以遠超傳統課程的要求，只是他們沒有足夠的表現和學習機會罷了。

此外，資優生一般都喜歡與其他資優生切磋砥礪，互相激發思維，從中的學習可以是很有深度的。

基於數學資優生的特徵，及觀察到的資優生學習需要，我們建議下列校本資優生培育策略：

1.3. 校本數學資優培育策略 － 抽離模式

校本數學資優生培育模式，包括常規課堂(regular classroom)及抽離(pull-out) 模式。本教材主要是針對抽離模式而設計的。

學校教師在考慮各種照顧資優生的模式時，可嘗試把一些數學能力較強的學生集合成一小組，給與更進一步的數學思維能力訓練。另外亦可鼓勵學生參加一些公開的數學比賽，讓數學資優生有多些切磋砥礪、互相激發思維的機會。

可考慮的活動或課題策略

以下列舉一些活動或課題，供設計抽離式校本數學資優培育計劃時作為參考：

(1) 數學探究

a) 日常生活中的數學探究

數學家經常從日常生活現象尋找規律，並以數學公式或理論將之握要地表達出來，最後當然還要以嚴謹的方式証明有關公式及理論是正確的，能夠應用於一般情景。數學家在這過程中需要運用很多重要能力，包括觀察、概括、數學符號運用、表達、抽象化、概念化、推理、歸納和演繹等。因此我們應該為數學資優生提供足夠的機會，讓他們發展足夠的智能條件進行這類數學家經常探究的活動。

校本資優課程可提供機會，讓學生探究周遭生活現象，尋找箇中規律，表達成數學公式或理論，並嘗試證明。嚴謹證明通常是最難的，假如同學未能做到，可要求他們解釋為何數量間會有此等關係，並容許他們口頭作答或做實驗展示，這可給他們思考公式深層意義的機會，從而給自己一個信服的理由解釋數量之間的關係；雖然或許不太嚴謹，但某程度上這已提供了一種公式的「証明」或「解釋」。

b) 抽象世界中的數學探究

除了日常生活中的數學探究外，教師們還可以讓學生進行抽象世界中的數學探究；即問題未必直接和日常生活有關，但卻充滿探究趣味。例如，讓學生透過實驗和觀察自行發現一些速算公式，又或代數、幾何、數論方面的定理。

舉例說，教師可要求學生計算一些個位為5 的兩位數自乘(如25x25，5x35，45x45 等)，看看能否發現有關的速算公式；又或給學生試劃一些一筆劃及非一筆劃，從中發現一筆劃的充要條件；又例如可給學生不同長度的竹籤製作不同形狀的四邊形，從中推論出兩個四邊形全等 (congruent) 的充要條件。

(2) 跨科學習

資優生擁有較佳的智能條件，所以較能處理多層面(Multi- facets)的學習工作，諸如牽涉多個變量或因素的複雜難題、跨科學習等。數學和許多學科都關係密切，所以數學資優生很適宜進行各類跨科學習，例如:

- 數學與科學---例如估算人體細胞或其他生物細胞的數量，或利用圖像及統計技巧處理疾病、天氣、人口密度等數據，從而找出不同天氣、人口密度等因素與疾病發生率的關係；
- 數學與經濟---例如利用數學探討恆生指數，或其他有趣的經濟現象；
- 數學與社會 --- 例如利用人口數據，研究男女比例失衡衍生的社會問題，或其他學生有興趣的社會現象。
- 數學與地理---例如利用數學實地測量或估算山的高度、河的闊度或平原的面積；

- 數學與天文---例如利用數學測量或估算月球的直徑，或其他天體的距離；
- 數學與資訊科技---例如利用電腦程式研習及設計分形幾何藝術圖案；

等等

(3) 數學解難及數學名題

數學解難是很多數學資優生樂此不疲的活動，所以數學資優培育計劃少不了數學解難的成分。許多趣味數學難題都可以作為校本數學資優培育計劃的教材，例如著名的七橋問題、河內塔、古希臘三大幾何作圖難題、哥德巴赫猜想、希爾伯特的23 個數學難題等，都是深具啟發意義的好題目。即使學生最後也未能完全破解這些數學難題（通常也會如此！），他們在過程中不斷的思考和探索，已令他們大開眼界獲益良多。

高質素的數學比賽歷屆題目，也是寶貴的教學資源，教師可因應學生的興趣和能力，選擇一些合適的難題挑戰他們。

解難過程可以是個人的，也可以是小組的。解難後，最理想是讓學生有匯報解難策略的機會，及讓其他學生就解難策略作提問或給與意見。這可增加課堂互動，讓學生有更多的機會去表達及提問，並提升學生批判思考能力。

(4) 數學應用

一般而言，數學資優生擁有較佳的知識轉移能力(knowledge transfer)，能將課堂學到的知識，靈活運用到不同情景。所以資優培育計劃可多點要求學生將所學應用到不同層面，特別是日常生活上。例如，學生在常規課堂學習統計學，可能只限於閱讀簡單統計圖，或計算簡單平均值，那麼資優課可按此進一步提高要求，讓學生猜猜男同學還是女同學較喜歡打籃球（或其他學生感興趣的話題），然後以小組研習方式搜集數據印證或否證自己先前的想法，即進行類似假設檢定（hypothesis testing）的工作。這可讓學生將所學靈活運用，並體驗將知識轉移到實際情景的樂趣。又例如，學生在常規課堂學過三角學(trigonometry)，但都只是計算教科書上的習題，那麼資優培育課可進一步要求學生到戶外實地測量大廈的高度或海港的闊度，讓學生將三角學應用到日常生活上。

(5) 獨立學習

古語有云：「授人以魚，三餐之需；授人以漁，終生之用」，這對資優生尤其重要，因為他們通常學習胃口奇佳，無論你「教」多少給他們，他們也可能未感滿足，所以倒不如教他們一些自學的方法。例如，可要求他們搜尋一些數學家的生平及貢獻；又或揀選一些程度較深但感興趣的數學書進行自學；或可要求他們設定一些問題進行獨立研究。凡此種種，都可以幫助數學資優生發展正面的自學態度，但有一點值得注意：教師必須安排機會讓學生匯報其學習成果，例如要求他們將所學製成研究報告、圖劃、模型或實作示範等，又或進行口頭匯報，這可給予他們展示研究成果的機會，從而肯定其努力。匯報對象方面，可以是老師、其他資優生或數學方面的專家學者，以便得到不同的提問和回饋，進一步刺激他們的思考。

(6) 估算

估算需要創意、分析、解難、批判等能力，數學資優生應該盡量發展這方面的智能條件以進行高層次的思維活動，所以校本資優計劃可考慮加入不同形式的估算活動。

當很多數學課題要求計算準確時，估算可說是一種很另類的經驗。估算許多時都是策略重於答案的。例如，估算某同學的頭髮數量，除非有時間及心機將頭髮逐一數算，否則差不多無法知道確切答案。而事實上現實生活中，許多時也不必知道確切答案，只需一個合理的近似值便足夠，於是乎快捷、可行、符合經濟效益而又盡量準確的估算策略是需要的，而這便要借助高層次思維能力了。此外，估算活動可擴闊數學資優生的眼界，讓他們看到數學除了有精確的一面，也有模糊近似的一面，這對提升他們數學實際應用方面，很有幫助。

(7) 空間、圖像、形象化、幾何

數學有頗大部分的內容（如幾何、立體、圖形、旋轉、軌跡等），是和空間、圖像及形象化有關的，所以空間感及形象化的能力很是重要。

此外不少數學家也認為，高維度空間（即三度或以上空間）的想像力是一項很重要的數學能力。所以校本資優計劃可考慮加入這些方面的訓練。

要加強學生空間及形象化方面的能力，圓規作圖、幾何解難題及証明題、立體空間解難、實地測量、各類圖象化策略（如溫氏圖、統計圖、變量圖等），甚至一些兒童玩意如剪紙、摺紙、拼圖遊戲等，都是培育資優生的好材料。

(8) 概率及統計

概率及統計這兩個課題，當中的探究、分析、解難及批判思考的元素很豐富，和現實生活關係也很密切，很適宜作為校本數學資優培育計劃的題材。

校本培育計劃可考慮進行各類有趣的概率實驗、用統計原理探究概率的實驗數值和理論數值、建構數學模型、進行統計調查、分析統計數據、進行假設檢定、基於統計結果提出改善建議等等。有些活動可考慮和公民教育、環保教育、健康教育等呼應，加強學習的意義和趣味。

(9) 高等數學

經驗告訴我們，初中甚至小學的數學資優生，是有能力學習一些高等數學的課題的，例如微積分、排列和組合、概率、數論、圖論、分形幾何、拓撲學等。校本資優培育計劃給予資優生一些接觸高等數學課題的機會是好的，可以擴闊他們的數學視野，深化他們的數學思維。

不過，最初階段宜減少單向教授諸如定義、公設、推論、嚴謹証明等較枯燥的東西，而應採用多些學生為本的學習模式，使學生有較佳學習動機。

學生為本的學習模式可以由趣味的遊戲、難題或活動開始，讓學生探究有關規律，匯報發現，然後才教授相關學理作為深化及整固。例如，教授圖論，可由趣味的一筆劃遊戲開始，讓學生小組探究哪些圖形可以一筆劃成，哪些不可以，並歸納出一筆劃的特點，然後小組匯報及同學就發現互相質詢，最後老師才教授相關學理作為深化；於適當時候

教授或讓學生閱讀有關圖論的數學發展史及歷史名題也是好的，可以補充有關課題的歷史背景，增加學習的意義和趣味。

1.4. 培育計劃詳情

根據政府間氣候變化專門委員會(IPCC)，氣候變化是由於自然變化，或人類活動而造成的氣候改變。香港天文台形容氣候變化是人類現時面對的重大挑戰。氣候變化會影響溫度，海平面，健康及糧食生產等，對人類生活造成直接及間接的影響。人類活動對氣候改變造成的影響不容忽視，因此注意並減輕日常生活所造成的氣候變化是非常重要的議題。

本培育計劃的重點在於有策略地讓學生進行探究；而主題訂為『利用數學講述氣候變化的故事』，不單學習把數學應用於日常生活中，更透過計算認識氣候變化的實際情況，思考如何透過行動減少日常生活造成的氣候變化。內容包括計算全球海平面改變，溫度改變，極冰溶化面積。而其中一個主要探究活動，就是要求學生探討學校用水用電做成的碳排放，並評估成效。讓學生透過設計節能減排方案，研究日常生活可如何節約能源。

課程活動包括課堂教授與實習，主要地點為所屬學校，而其中有兩整天的工作坊安排於香港中文大學太空與地球信息科學研究所內進行。

參與計劃的學校都期望此課程能為數學能力較高學生提供發揮機會，讓他們運用數學知識和技巧探究現實生活問題，從而成為主動學習者。

本計劃的相關教材，歡迎學校老師參考及使用，以推行類似校本資優培育計劃。

2. <u>數學資優培育計劃學生甄選方法</u>

由於課程以小組抽離形式進行，涉及甄選學生過程，以下篇幅介紹如何在學校甄選校本資優培育計劃的學生。

校本資優培育計劃可採用多元化、多渠道的學生甄選方式，以盡量網羅有潛質的學生，減少漏網之魚。可以考慮的渠道包括：

a)數學成績；

b)老師推薦；

c)學生興趣/學生自薦；

d)家長推薦；

e)學生在非常規問題或實作評量中的表現；

f)學生在數學比賽中的表現；

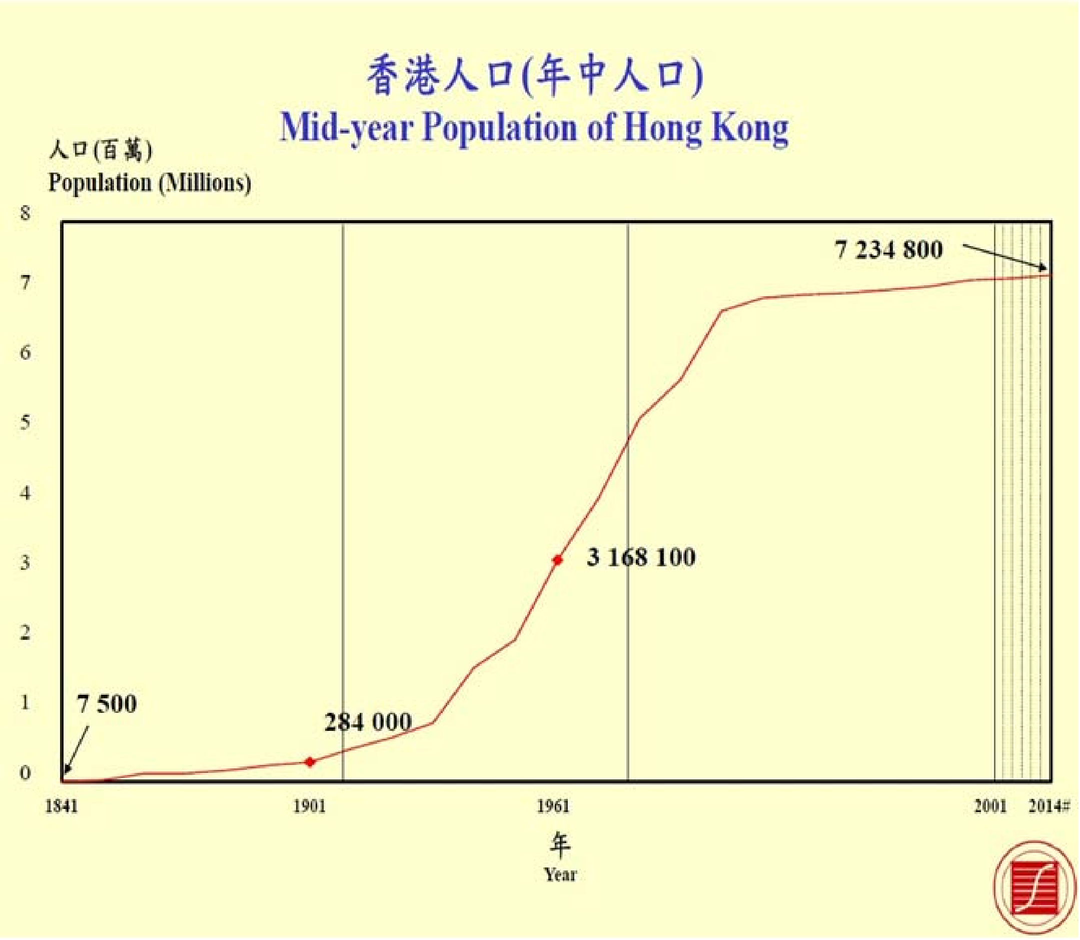
等等。

藉著多元化、多渠道甄選學生的方式，教師也可更全面了解學生的能力及性向，於是更能挑選合適的學生參加有關課程。

由於『利用數學講述氣候變化的故事』這抽離式計劃內容需要學生研習及分析很多的統計圖表，所以甄選學生的問題也會考核學生這方面的能力。以下甄選題目僅供參考：

2.1. <u>抽離式校本資優培育計劃甄選學生方式示例：</u>

問題 1



1a. 從以上統計圖你發現到甚麼? 試詳細描述和說明。

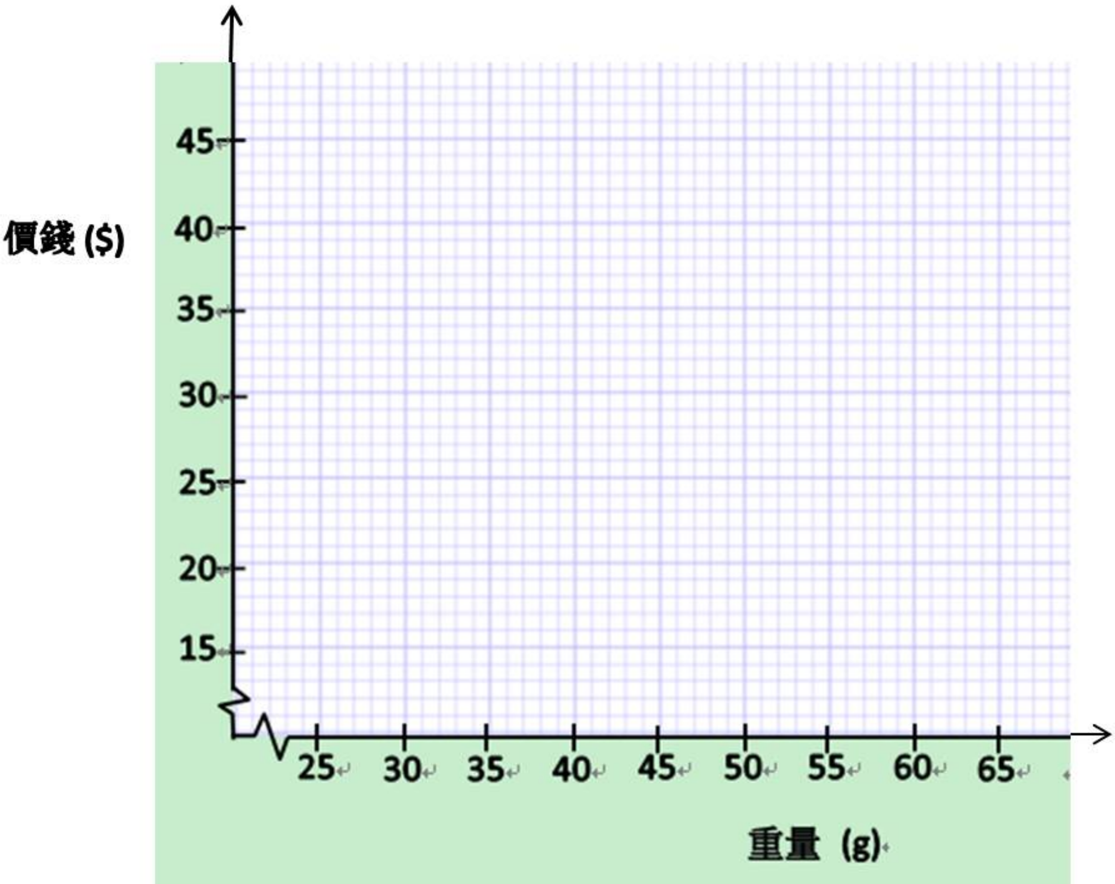
1b. 試為以上人口的改變提供一些可能的原因。

問題 2

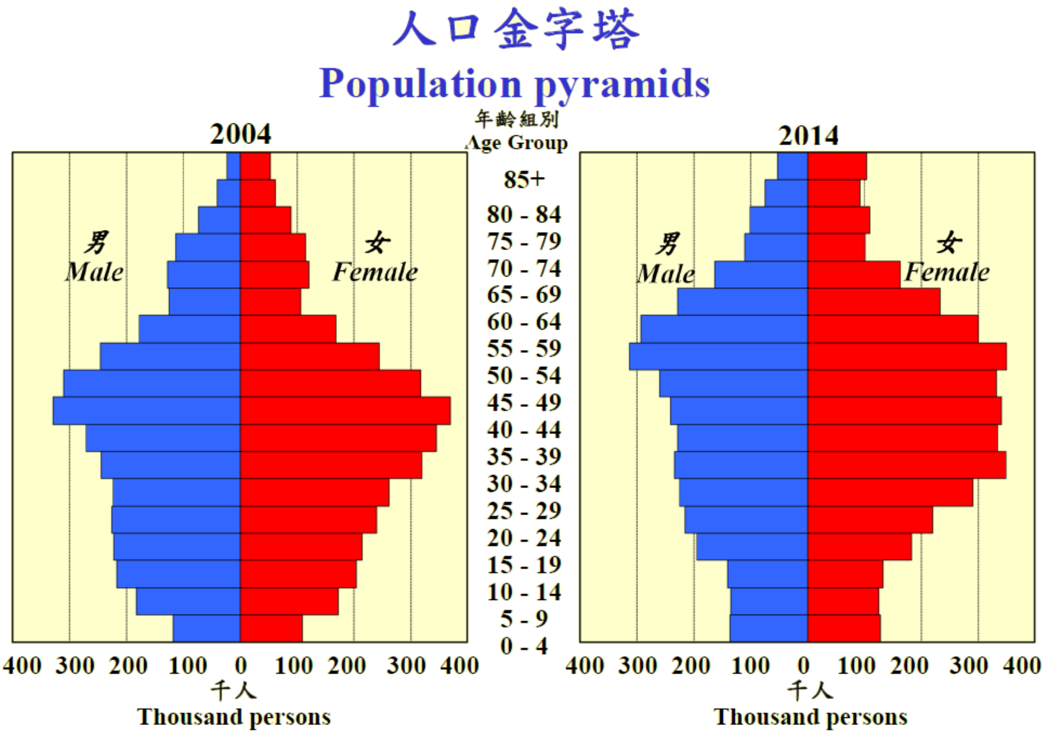
2a. 右表內資料為一間糖果店售賣巧克力的價錢，從表中你看到巧克力的重量和價錢之間有什麼關係？請盡量描述。

巧克力重量(g)	巧克力價錢（$）
25	16
30	22
35	22
40	30
45	27
50	39
55	36
60	45
65	45

2b. 試利用以下方格紙將巧克力的重量和價錢之間的關係以圖像方式展示出來。



問題 3



3a. 比較以上 2004 年和 2014 年香港人口的統計圖，然後詳細說明 2004 至 2014 這十年間人口有何改變?

3b. 試為以上人口的改變提供一些可能的原因。

2.1.1. 家長同意

<u>2014/15 抽離式校本數學資優培育計劃</u>

「數學跨科專題研習---氣候變遷及其他環境議題」

________學生家長：

為使對數學範疇具興趣及能力的學生得到適切的培育，本校將於下學期開展上述的校本數學資優培育計劃，讓學生盡展潛能和培養他們的高層次思維。

本計劃由教育局資優教育組與學校共同協作，將為 4 位小四至小六同學提供相關校本課程，預計由二零一五年五月開始，約於六月底完成。有關詳情可參閱附件一。

本校現誠邀 貴子弟參與上述校本課程，期望 閣下能與 貴子弟商討有關參與事宜，並協助督促 貴子弟主動和積極完成所有活動，以培養良好的自學精神。此外，本計劃部分活動過程可能會被攝錄，並連同學生的課業日後或會成為教育局課程資源（如網上教學資料、印刷品、光碟等），若 閣下同意 貴子弟參與以上計劃，可填妥所附回條，於　月　日交回　　　　老師。

xxxxxxxxx 校長謹啟

二零 xx 年 xx 月 xx 日

<u>回　條</u>

敬覆者：

有關 貴校通告第　　號「<u>2014/15 抽離式校本數學資優培育計劃</u>」一事，本人備悉一切，並(<u>請在適當方格內✓</u>)：

□同意敝子弟參加以上課程，並讓教育局或其委托機構拍攝敝子弟的學習活動過程，和把他/她的課業收錄於相關課程資源內。本人亦會督促敝子弟主動和積極完成所有活動。

□不同意敝子弟參加以上課程

此覆

xxxxxxxxxxxxxxxxxx 校長

學生姓名：____________（ ）

班　別：_____級____班

家長簽署：________________

家長姓名：________________

二零 xx 年____月____日

2014/15 抽離式校本數學資優培育計劃簡介

<數學跨科專題研習課程-----氣候變遷及其他環境議題>

計劃目的與課程內容

為進一步支援並培育在數學方面具濃厚興趣的小四至小六資優生，教育局資優教育組與香港中文大學太空與地球信息科學研究所合作設計一系列與數學相關的增益課程，希望透過與日常生活相關既富趣味又具實用性的環境問題，讓學生應用數學方法分析人造衞星遙感影像 及地理資訊系統處理不同機構的公開數據，以更進一步了解環境議題的內容，從而提升學生的數學探究與應用能力。

本年度的探究主題為<數學跨科專題研習課程----氣候變遷及其他環境議題>，主要內容為探討氣候變遷的可能成因及影響；環境污染問題及環保策略等貼近日常生活的議題，期望藉此為數學能力較高的學生提供發揮數學知識與技巧的機會，進而成為自主學習者。

課程活動包括課堂教授與實習，主要進行地點為香港中文大學太空與地球信息科學研究所；少部分課堂於教育局九龍塘教育服務中心進行，詳情見下表:

培訓項目	導師/講者/主持	日期	時間	地點
<u>學生工作坊</u> 統計技巧; 處理數據及分析人造衞星遙感影像; 地理訊息系統應用	彭奕彰博士 香港中文大學 太空與地球信息科學研究所	2015 年 5 月 8 日(五) 及 5 月 19 日(二)	上午 9 時 30 分 至下午 5 時 (兩整天)	香港中文大學太空與地球信息科學研究所
<u>小組專題研習</u>---氣候變遷及其他環境議題	屬校教師	2015 年 5 及 6 月份	教師及學生 商議	所屬學校
學生分享研習成果	教育局 資優教育組	2015 年 6 月 29 日(一)	下午 2 時 30 分至下午 4 時 30 分	九龍塘沙福道 19 號馮漢柱資優教育中心

3. 計劃內容

3.1. 設計考慮： 透過衛星遙感圖像及地球信息科學培育資優學生

由於資優學生好奇心強又喜歡探索「如何」及「為何」，他們一般都不會滿足於重複應用教師已教授的知識。因此，老師在制定資優培育計劃時最困難的，往往是難以找到合適的教材及課程。

有見及此，教育局課程發展處資優教育組嘗試開辦新的抽離式課程，協助學校推行第二層的校內支援：由學校推薦資優學生參加教育局及大專院校合作編寫的課程，讓資優學生有機會在學校老師的協助下，進行自主式探究學習。在課程設計方面，則結合多位資優教育學者所倡議的重要原則，讓資優生盡展潛能，擴濶視野。

本學年的抽離式校本數學資優培育計劃是與香港中文大學太空與地球信息科學研究所（ISEIS）合作設計的，在課程中也加入了嶄新的科技元素，資優生可透過觀察人造衛星遙感影像及衛星遙感軟件[1]處理來自不同機構的公開數據，觀察氣候改變的例子。

工作坊也讓同學將數學應用於現實生活中，配合衛星遙感數據進行自主探究和分析日常生活與氣候變化相關的數據。

利用氣候變化為主題，讓學生研習相關數學應用題目，解答過程讓學生自由發揮，培養問題解決能力。導師從旁協助，助學生自行解題，最後評估研習成效。

人造衛星遙感影像屬尖端科技，加上所得數據源自真實環境，並非從虛構實驗或模擬所得，相信資優生會倍感新奇，而誘發更強的學習動機；至於研究所得結果，相信對於社會大眾亦具參考價值。

[1] 遥感是以無須直接接觸物體的方式獲得其資訊的一門科學及技巧。 遙感主要利用感測電磁波能源，如光、 熱和無線電、熱和無線電波的器材以探測及量度物件。 衛星遙感於人造衛星環繞地球時利用安裝在衛星的感測器獲取數據。

不同衛星遙感系統和平台會採用感測不同電磁波譜範圍的感測器。例如光學遙感能感測可見光所屬的波段；而雷達遙感則利用微波訊號去使感測器可全天候監察地面。

由學校推薦參與課程的資優生都會被安排到中文大學衛星遙感地面接收站參觀，並在站內進行學習活動，可近距離了解有關儀器的運作原理。由於經教育局建議的部分計劃內容，本屬大學碩士程度研究項目內容，所以參與學校的負責老師亦同時被安排接受相關培訓活動，以幫助老師在本科的教學，將地理信息科技融入課堂教學內容之中。

上圖: 中文大學衛星遙感地面接收站

上圖: 圖為資優教育組於香港中文大學霍英東遙感科學館舉行學生工作坊的情況：彭奕彰博士講解如何應用人造衛星遙感影像及地理訊息系統軟件輔助研究。

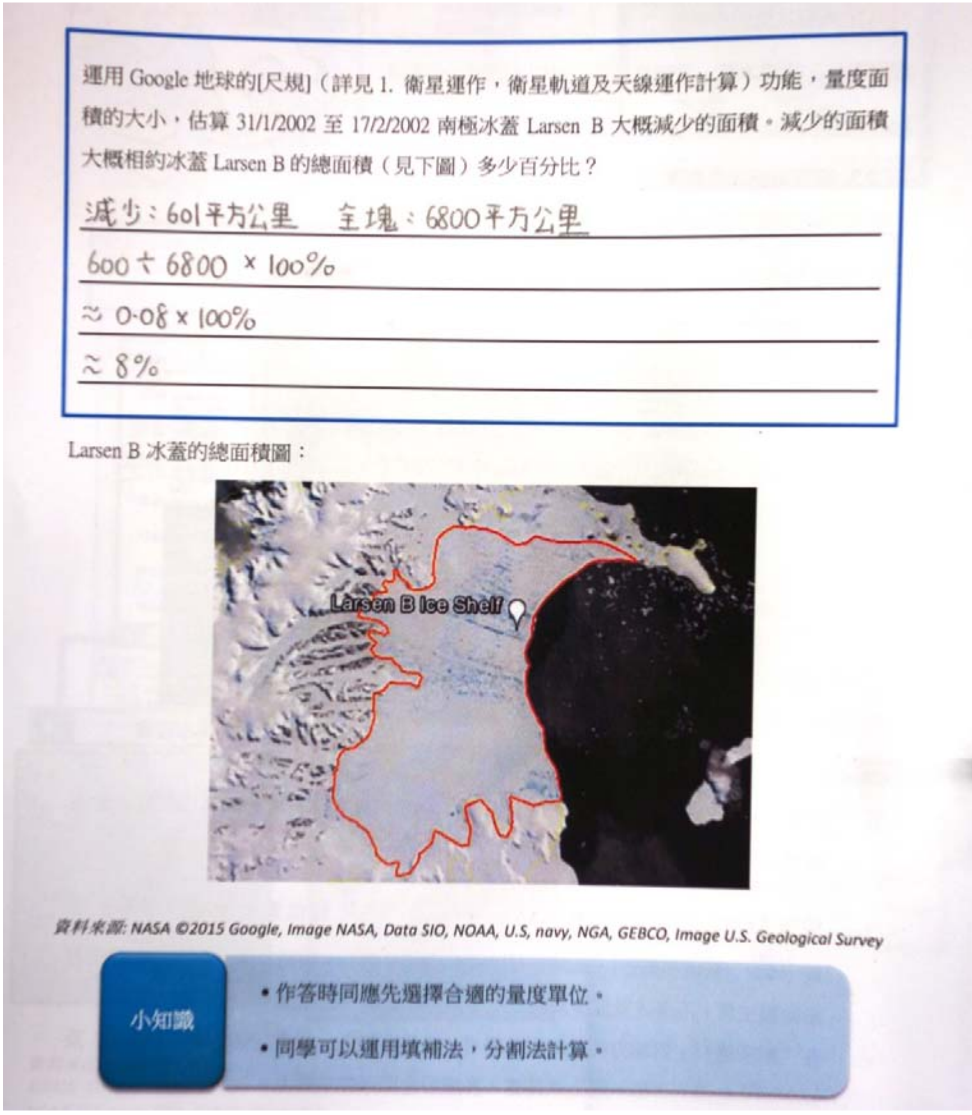
綜合本年度課程，其特色如下：

創意（Creativity）

工作坊不但讓學生認識氣候改變及環保等熱門議題背後的理念，也讓學生透過自訂專題研習、運用數學知識及發揮創意，將環保知識帶回生活並在所屬學校推廣。

挑戰性（Challenge）

學生學習運用香港天文台的本地天氣數據、美國國家海洋暨大氣總署（NOAA）的全球大氣數據及美國國家航空暨太空總署（NASA）衛星圖像等真實數據，讓學生作進階的探索及高層次思維的活動，如：學生需要運用地理訊息軟件分析南極冰蓋衛星圖像，並計算冰蓋面積減少的百分比。(見下圖)



運用 Google 地球的[尺規]（詳見 1. 衛星運作，衛星軌道及天線運作計算）功能，量度面積的大小，估算 31/1/2002 至 17/2/2002 南極冰蓋 Larsen B 大概減少的面積。減少的面積大概相約冰蓋 Larsen B 的總面積（見下圖）多少百分比？

減少：601平方公里　全塊：6800平方公里

600 ÷ 6800 × 100%

≈ 0.08 × 100%

≈ 8%

Larsen B 冰蓋的總面積圖：

資料來源: NASA ©2015 Google, Image NASA, Data SIO, NOAA, U.S, navy, NGA, GEBCO, Image U.S. Geological Survey

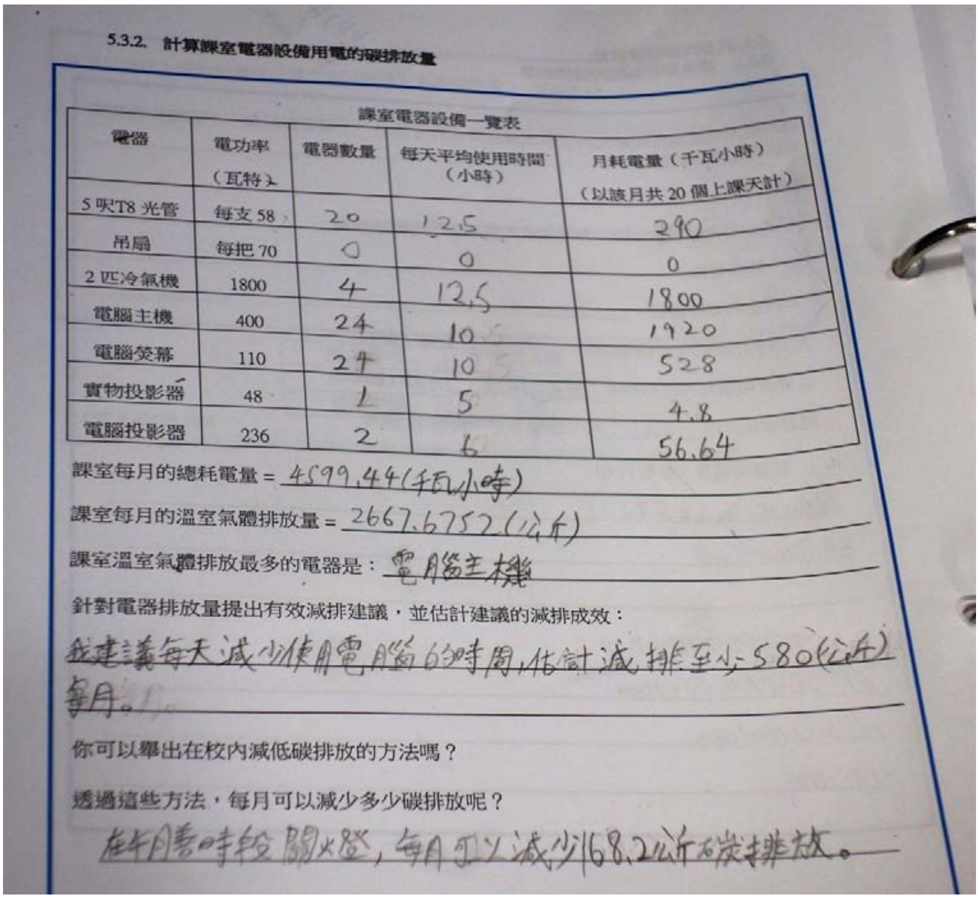
小知識

• 作答時同應先選擇合適的量度單位。

• 同學可以運用填補法，分割法計算。

複雜性（Complexity）

由於研究內容涉及大量的變數，包括氣溫與海平面上升的數據；碳排放、用電量及南極冰蓋融化數據等。下面是課程內其中一條題目，同學需透過數算課室電器數量及使用時間計算課室用電量及碳排放量。(見下圖)



5.3.2. 計算課室電器設備用電的碳排放量

課室電器設備一覽表

電器	電功率（瓦特）	電器數量	每天平均使用時間（小時）	月耗電量（千瓦小時）（以該月共 20 個上課天計）
5 呎T8 光管	每支 58	20	12.5	290
吊扇	每把 70	0	0	0
2 匹冷氣機	1800	4	12.5	1800
電腦主機	400	24	10	1920
電腦熒幕	110	24	10	528
實物投影器	48	1	5	4.8
電腦投影器	236	2	6	56.64

課室每月的總耗電量 = 4599.44(千瓦小時)

課室每月的溫室氣體排放量 = 2667.6752(公斤)

課室溫室氣體排放最多的電器是： 電腦主機

針對電器排放量提出有效減排建議，並估計建議的減排成效：

我建議每天減少使用電腦的時間,估計減排至少580(公斤)每月。

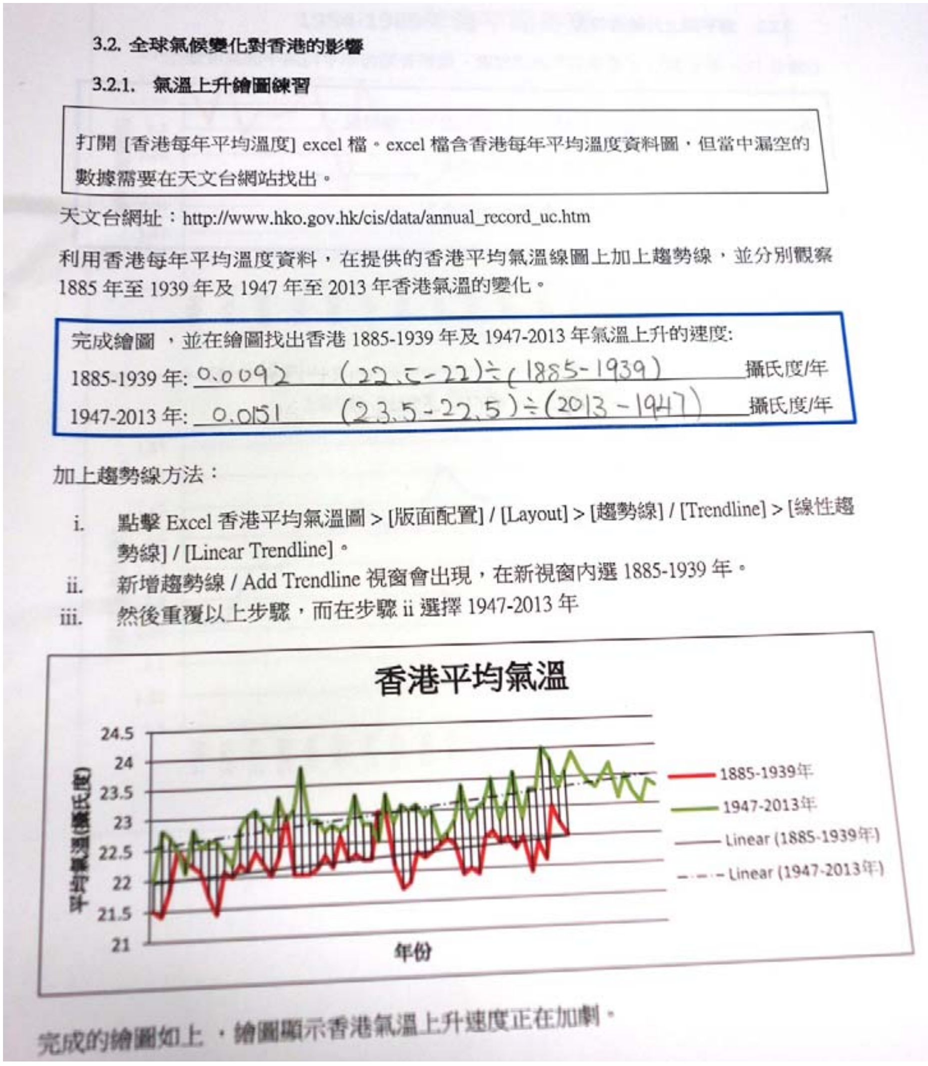
你可以舉出在校內減低碳排放的方法嗎？

透過這些方法，每月可以減少多少碳排放呢？

在午膳時段關燈，每月可以減少168.2公斤碳排放。

抽象性（Abstractness）

學生須從具體現象歸納出抽象概念，並根據一些原理、建構自己的模型或理論。藉著開放式問題，讓學生運用數學及所提供的工具自行演算出研習及計算方法，從而增強解題能力；其間也考驗與團隊成員間的合作。下圖是課程內其中一條題目，同學使用香港平均氣溫數據氣溫找出改變的趨勢，發現香港天氣溫度正不斷上升。(見下圖)


3.2. 全球氣候變化對香港的影響

3.2.1. 氣溫上升繪圖練習

打開 [香港每年平均溫度] excel 檔。excel 檔含香港每年平均溫度資料圖，但當中漏空的數據需要在天文台網站找出。

天文台網址：http://www.hko.gov.hk/cis/data/annual_record_uc.htm

利用香港每年平均溫度資料，在提供的香港平均氣溫線圖上加上趨勢線，並分別觀察 1885 年至 1939 年及 1947 年至 2013 年香港氣溫的變化。

完成繪圖，並在繪圖找出香港 1885-1939 年及 1947-2013 年氣溫上升的速度:

1885-1939 年: 0.0092 (22.5-22)÷(1885-1939) 攝氏度/年

1947-2013 年: 0.0151 (23.5-22.5)÷(2013-1947) 攝氏度/年

加上趨勢線方法：

i. 點擊 Excel 香港平均氣溫圖 > [版面配置] / [Layout] > [趨勢線] / [Trendline] > [線性趨勢線] / [Linear Trendline]。

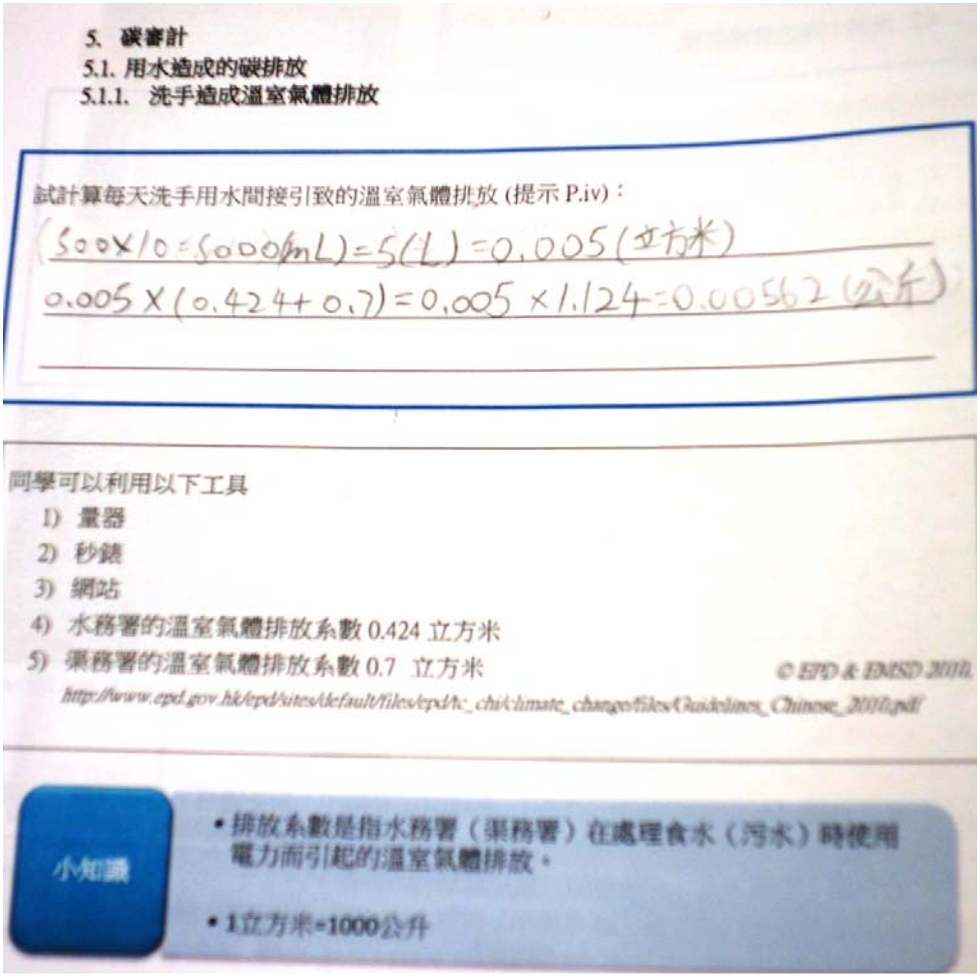
ii. 新增趨勢線 / Add Trendline 視窗會出現，在新視窗內選 1885-1939 年。

iii. 然後重覆以上步驟，而在步驟 ii 選擇 1947-2013 年

完成的繪圖如上，繪圖顯示香港氣溫上升速度正在加劇。

深度（Depth）

本計劃讓學生學習應用統計香港天氣數據；解讀衛星圖像作探究；運用電費單及課室用電量進行碳審計。並藉不同範疇的知識，建構跨學科的概念，應用在日常生活層面上。下面是同學運用水務署，渠務署的資料推算日常生活用水做成的溫室氣體排放量。(見下圖)



5. 碳審計
5.1. 用水造成的碳排放
5.1.1. 洗手造成溫室氣體排放

試計算每天洗手用水間接引致的溫室氣體排放 (提示 P.iv)：

500×10=5000(mL)=5(L)=0.005(立方米)

0.005×(0.424+0.7)=0.005×1.124=0.00562(公斤)

同學可以利用以下工具
1) 量器
2) 秒錶
3) 網站
4) 水務署的溫室氣體排放系數 0.424 立方米
5) 渠務署的溫室氣體排放系數 0.7 立方米

© EPD & EMSD 2010.

http://www.epd.gov.hk/epd/sites/default/files/epd/tc_chi/climate_change/files/Guidelines_Chinese_2010.pdf

小知識
• 排放系數是指水務署（渠務署）在處理食水（污水）時使用電力而引起的溫室氣體排放。
• 1立方米=1000公升

3.2. 教師培訓工作坊

由於課程加入了嶄新的科技元素，所以也為學校老師特設了相關的培訓課程，使老師在學生正式進行探究時，也能支援及引導同學完成跨科探究。課程由香港中文大學太空與地球信息科學研究所彭奕彰博士及馮慧蓉小姐負責教授。

香港中文大學

太空與地球資訊科學研究所

2015 抽離式校本數學資優培育計劃 教師工作坊

日期：2015 年 4 月 27 日

時間：9:00 – 17:00

地點：香港中文大學霍英東遙感科學館 303 室

節次一	
9:00 - 11:00	人造衛星應用 參觀香港中文大學衛星遙感地面接收站
11:00 – 11:30	全球暖化對南極的影響
11:30 -12:00	氣候變化
12:00 - 12:30	GPS 全球定位系統應用 – 估算建築高度及建立 3D 建築物和遊覽
12:30 -14:00	午膳
節次二	
14:00 - 14:30	碳審計
14:30 – 15:00	延伸學習 - 香港空氣質素的轉變
15:00 – 15:30	校內研習
15:30 - 16:00	衛星數據使用指南 - 衛星搖感及應用
16:00 - 16:30	衛星數據使用指南 - USGS 和 NASA 數據下載
16:30 - 17:00	衛星數據使用指南 - 將地圖轉存為 KML 檔

3.2.1. <u>教師培訓工作坊教材</u>

（一）	非常同意		同意		一般		不同意		極不同意	
是次活動能達到活動所訂目標。	8	80%	1	10%	0	0%	1	10%	0	0%
活動內容貼合主題。	7	70%	1	10%	1	10%	1	10%	0	0%
是次活動能夠達到我的期望。	7	70%	1	10%	1	10%	1	10%	0	0%
是次活動能增加老師之間在跨科教學上的交流。	8	80%	1	10%	0	0%	1	10%	0	0%
是次活動與我的教學有關。	4	40%	3	30%	1	10%	2	0%	0	0%
活動能協助我把氣候變化融入跨科教學活動中。	6	60%	3	30%	0	0%	0	20%	1	10%
我認為是次活動有助數學科進行跨科教學。	7	70%	1	10%	1	10%	1	10%	0	0%
活動中派發的資料有用。	6	60%	3	30%	0	0%	1	10%	0	0%
活動時間安排理想。	7	70%	2	20%	0	0%	1	10%	0	0%
我對這次活動安排感到滿意。	6	60%	3	30%	0	0%	1	10%	0	0%

請見附件 7.1 教師培訓工作坊教材

3.2.2. <u>教師培訓工作坊問卷結果</u>

教師工作坊於 2015 年 4 月 27 日順利完成，是次培訓課程共有十多位教師參與， 以下是香港中文大學太空與地球信息科學研究所向出席老師發出的問卷調查結果:

（二）我希望會有的跟進活動：

相關培訓		校本支援		技術支援	
7	70%	3	30%	0	0%

（三）其他建議

- fruitful lesson. some terms/concepts can still be simplified to fit the ability of primary school students
- very good activity !!!!
- GOOD

3.3. 學生工作坊

所有參與本計劃的學生都必須出席兩次的全日工作坊，課程由香港中文大學太空與地球信息科學研究所彭奕彰博士及馮慧蓉小姐負責教授。

香港中文大學

太空與地球資訊科學研究所

2015 抽離式校本數學資優培育計劃 學生工作坊一

日期：2015 年 5 月 8 日

時間：9:00 – 17:00

地點：香港中文大學霍英東遙感科學館 303 室

節次一	
9:00 - 11:00	人造衛星應用 參觀香港中文大學衛星遙感地面接收站
11:00 – 11:45	全球暖化對南極的影響（上）
11:45 -12:45	午膳
節次二	
12:45 - 14:30	全球暖化對南極的影響（下）
14:30 – 17:00	氣候變化

香港中文大學

太空與地球資訊科學研究所

2015 抽離式校本數學資優培育計劃 學生工作坊二

日期：2015 年 5 月 19 日

時間：9:00 – 17:00

地點：香港中文大學霍英東遙感科學館 303 室

節次一	
9:00 - 12:00	GPS 全球定位系統應用 － 估算建築高度及建立 3D 建築物和遊覽
12:00 -13:00	午膳
節次二	
14:00 - 17:00	碳審計

3.3.1. 學生工作坊教材

請見附件 7.2 學生教師培訓工作坊教材

3.3.2. 學生工作坊問卷結果

工作坊共有 34 位學生參與，本所向出席同學發出調查問卷，其結果如下：

（一） 在這兩天的工作坊中，我認為最大的學習收穫是：		
運用數學解題/計算	9	16.36%
氣候相關知識	10	18.18%
認識碳審計	2	3.64%
認識環保的重要	6	10.91%
衛星應用	4	7.27%
計算用電量	2	3.64%
利用數學講述氣候變化的故事	5	9.09%
使用測斜議	1	1.82%
緩和全球暖化的方法	3	5.45%
Google Earth 模擬水平面上升	4	7.27%
認識格陵蘭冰川溶化	1	1.82%
團隊合作	4	7.27%
應用圖表/電腦程式計算氣候變化	4	7.27%

Primary 5

利用數學講述氣候變化的故事

A. 在這兩天的工作坊中，我認為最大的學習收穫是：

1. 團體合作
2. 學會用數學解決問題

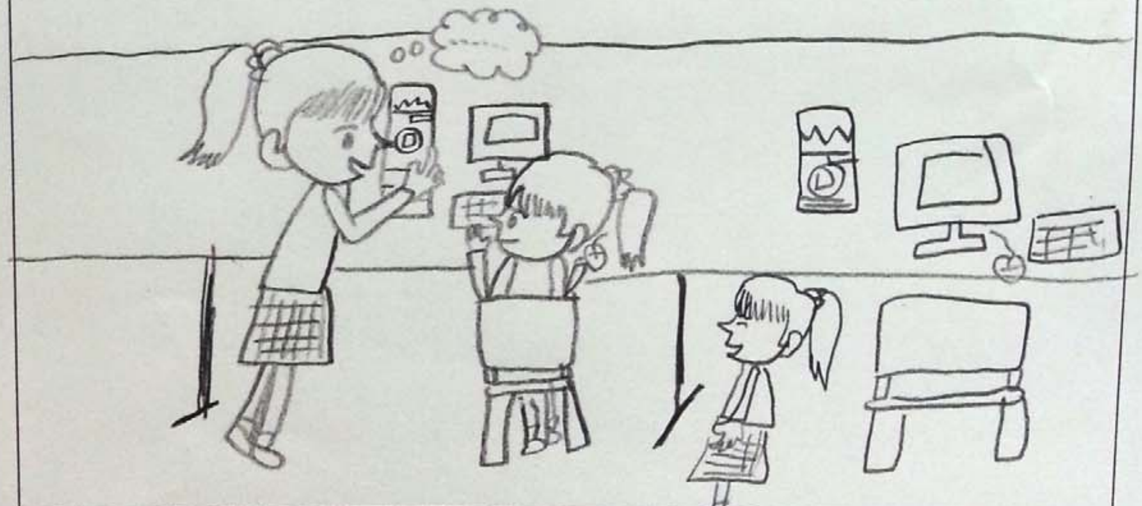
B. 在這兩天的工作坊中，我認為最具挑戰性的環節是：

1. 需要出去演講,但有些害怕
2. 用數學去思考問題

C. 在這兩天的工作坊中，我最喜歡的環節是：

1. 去接受衛星氣象館
2. 聽教授演講

在這兩天的工作坊中，我印象最深刻的情景是： 和同學一起合作。



利用數學講述氣候變化的故事

A. 在這兩天的工作坊中，我認為最大的學習收穫是：

1. 我學會利用數學/數字表達一件事的趨勢/觀感

2. 製作圖表，表達趨勢，分析全球暖化對人的影響

B. 在這兩天的工作坊中，我認為最具挑戰性的環節是：

1. 利用軟尺/三角形，量度建築物高度

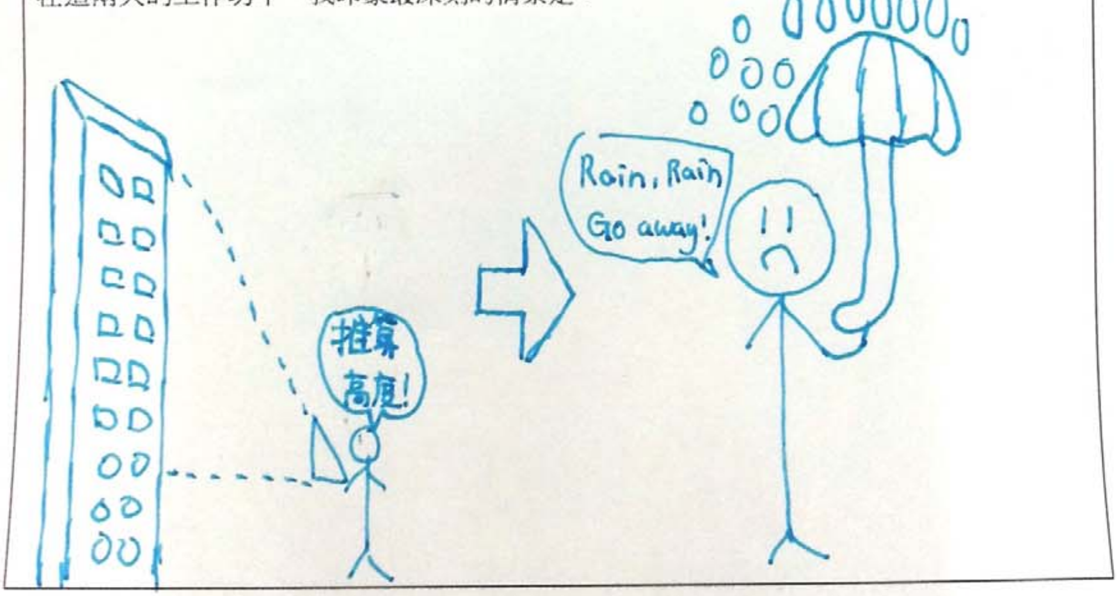
2. 僅利用推算，估計每天用水的碳排放

C. 在這兩天的工作坊中，我最喜歡的環節是：

1. 利用 Google Earth，把中大安裝太陽能發電板

2. 計算課室一個月耗電/碳排放量

在這兩天的工作坊中，我印象最深刻的情景是：



（二） 在這兩天的工作坊中，我認為最具挑戰性的環節是：		
匯報	4	8.16%
運用數學解題/計算	8	16.33%
認識碳審計	4	8.16%
計算用電量	5	10.20%
用水做成的碳排放	2	4.08%
問答環節	2	4.08%
Google Earth/電腦程式運用	4	8.16%
衛星應用	2	4.08%
計算建築物高度	6	12.24%
計算海平面改變	2	4.08%
安裝太陽能發電裝置	2	4.08%
建立 3D 建築物	2	4.08%
當日天氣	3	6.12%
計算南極冰蓋面積	3	6.12%
（三） 在這兩天的工作坊中，我最喜歡的環節是：		
運用數學解題/計算	3	5.66%
課室碳審計	2	3.77%
計算用電量	1	1.89%
問答環節	1	1.89%
Google Earth/電腦程式運用	14	26.42%
衛星應用	11	20.75%
計算建築物高度	6	11.32%
計算海平面	2	3.77%
安裝太陽能發電裝置	2	3.77%
建立 3D 建築物	2	3.77%
當日天氣	1	1.89%
計算南極冰蓋面積	2	3.77%
教授的課堂講解	3	1.89%
洗手用水量	1	1.89%
得分	1	1.89%
小息	1	1.89%

3.4. 校內專題研習

3.4.1. 主題及要求

校內研習目的是讓學生將工作坊學習到的內容應用於日常生活中，並透過研習向校內同學推廣氣候變化及環保節能的訊息，並評估學習成果。同學可選擇的專題如下：

- 調查學校水 / 電使用情況
- 分析可能使用水電過量及造成浪費的原因
- 向學校建議減少水 / 電使用的方法
- 評估建議可能達到的成效及設計方法
- 向同學推廣減少水 / 電使用的重要性

3.4.2 網上數據資源

計劃的設計會利用真實環境的數據，期望誘發同學更強學習動機及創意的發揮，並相信研究所得結果，會對社會大眾具參考價值，所以建議同學參考以下網站提供的資源：

網頁名稱	網頁 所屬機構	網頁內容	網址
氣候資料摘錄	香港天文台	氣候資料， 每年數據摘錄	http://www.hko.gov.hk/cis/data/annual_record_uc.htm
ESRL Global Monitoring Division-Global Greenhouse Gas Reference Network	NOAA	全球二氧化碳濃度數據	http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/
非紡織品 (戰略物品除外)	工業貿易署	食米統計資料摘要	https://www.tid.gov.hk/tc_chi/import_export/nontextiles/nt_rice/monthly_rice.html#a
碳足印資料	中華電力	碳足印	https://www.clponline.com.hk/ourEnvironment/MeasureOurImpact/CarbonFootprint/Pages/Default.aspx
碳排放計算器	中華電力	（耗電量產生的）碳排放計算器	https://www.clponline.com.hk/OurEnvironment/CarbonCalculator/Pages/Intro.aspx
氣候正能量	世界自然基金會	（日常生活產生的）碳排放計算器	http://www.climateers.org/chi/contents/carbon_calculator.php

3.4.3 研習方式

校內研習以學校為單位，4-6 位學生為一組，進行「學校碳排放及減排建議」探究活動，每組由老師協助，安排研習時間，並因應能付出的時間自行決定研習規模及深入程度。最後，所有參與計劃的學校須於 2015 年 6 月 29 日繳交、作口頭報告及接受即場提問。

校內研習成果匯報

所有參與學校的同學都能依時完成報告 ；部分同學也於教育局馮漢柱資優教育中心內進行了一次口頭匯報。詳情如下:

3.5. 匯報安排

2014/15 抽離式校本數學資優培育計劃
數學跨科專題探究 (口頭匯報)

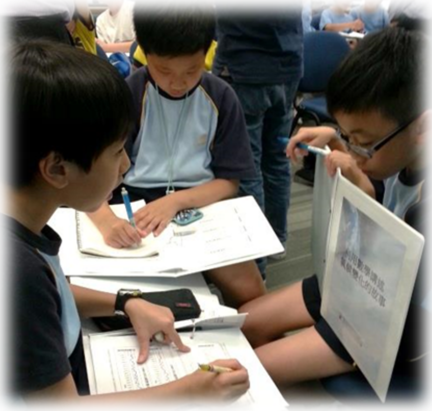
日期：2015 年 6 月 29 日 (星期一) 下午 3 時至 5 時（請提早 10 分鐘到達）
地點：九龍塘沙福道十九號東座 3 樓馮漢柱資優教育中心 E303 室
程序：

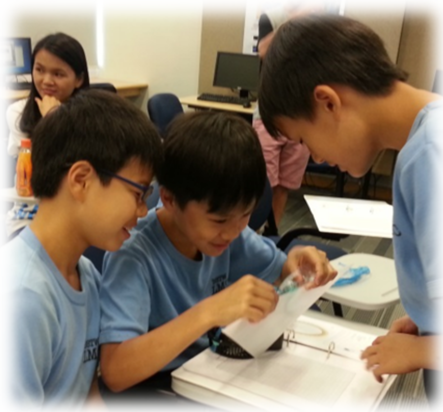
時　間	項　　目
2:50 – 3:00	嘉賓、參與學校老師及學生就座，負責匯報同學將相關資料上載電腦及熟習電腦設施的操作模式。
3:00 – 3:10	簡介計劃目的及匯報程式
3:10 – 4:35	各校同學分別作口頭匯報，每校各有不多於 15 分鐘時間講解有關「碳審計」的專題研習過程、方法、發現、建議的跟進行動等(詳情參看中文大學學生工作坊講義)，另有 2 分鐘時間接受在場人士的提問。 匯報次序： 1. 佛教榮茵學校 2. 浸信會沙田圍呂明才小學 3. 博愛醫院歷屆總理聯誼會梁省德學校 4. 伊利沙伯中學舊生會小學分校 5. 港大同學會小學 6. 聖公會柴灣聖米迦勒小學
4:35 – 4:50	總結及頒發證書
5:00	大合照

匯報地點已安裝基本電腦設施、實物投影器及一般軟件包括 MS Office 2010
若同學有其他額外要求，請盡早透過負責老師提出申請。

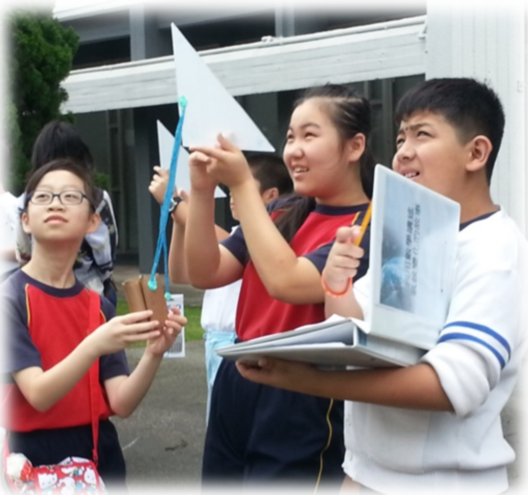
3.6. 工作坊花絮

同學們於堂上運用地理訊息軟件。（左圖）學生積極回答問題。（右圖）





同學於堂上討論，共同找出解題方法。（左圖及中圖）同學們合作製作量度工具。（右圖）



同學利用自製工具量度大廈高度（上圖）。

參觀衛星站的情況。（上圖）

同學滙報研習所得。（左圖）

3.7. 口頭匯報花絮

左圖:
佛教榮茵學校的同學匯報情況

左圖:
浸信會沙田圍呂明才小學的同學匯報情況

左圖:
博愛醫院歷屆總理聯誼會梁省德學校的同學回答同學的提問

上圖: 伊利沙伯中學舊生會小學分校同學分享感受

上圖: 港大同學會小學的同學匯報研究數據

3.9. 參與計劃的學校研究報告概覽

經過三個月時間的資料搜集、鑽研、發現及引證，所有參與學校的同學都能依時提交研究報告，現將各學校在探究過程中所得的研究發現及成果撮錄如下：

3.9.1. 佛教榮茵學校

<調查學校用電情況及提出建議>

同學計算學校每月用電量及溫室氣體排放量，再對比運用電費單計算出來的學校實際温室氣體排放量。估計兩者的出入原於不清楚放學後課室及特別室的用電量，如班房冷氣及風扇的用量。

當比較學校每月用電量時同學發現 2014 年 10 月與 2014 年 12 月用電量相差超過一倍，原因可能是因小息、午息時，課室沒關冷氣，以及課室內的電腦、電腦熒幕常由早上開至放學。

針對電器的碳排放問題，同學建議課室在上課時間，每次只開一部冷氣（改開 4 把風扇），當課室在下午或沒有足夠陽光的情況下才開燈。如此減少每月碳排放約 4275.18 kgCO_{2-e}。同學又建議學校推行環保計劃，在每個課室電掣旁貼上提示膠片，提醒師生離開課室時關掉所有電器。而參加環保計劃的同學，會成為環保大使，宣傳及實踐節能。環保大使會負責突擊檢查，視察節電情況，能做到節電的班別，會獲「節電之星」作獎勵及嘉許。

同學將會透過對比上年和本年同月份的電費單評估該環保計劃的成效。

佛教榮茵學校

2014/15抽離式校本數學資優培育計畫

「數學跨科專題研習」

題目：調查學校用電情況及提出建議

組員：楊励霖 吳廷謙 梅雪映
姚詠恩 祁樂天 Thapa Rojan

指導老師：陳威儀老師 梁穎汶老師 鄭賢成老師

簡介

我們這份報告選擇了調查學校用電的情況，因為我們發現同學用電的情況比較嚴重，特別是在夏天的時候，同學使用高耗電量的電器時間較長和次數較多。

首先，我們調查一下課室的用電情況。

課室電器設備一覽表

電器	電功率 (瓦特)	電器數量	每天平均使用時間 (小時)	月耗電量 (千瓦小時) (以該月共20個上課日計)
5呎T5光管	每支35	20	5.75	80.5
吊扇	每把70	4	0.75	4.2
2匹冷氣機	1800	2	7	504.0最多碳排放
電腦主機	400	1	7	56.0
電腦熒幕	110	1	7	15.4
實物投影器	48	1	2	1.92
電腦投影器	236	1	2	9.44
課室每月總耗電量 671.46				
課室每月的溫室氣體排放量 389.4468kgCO_{2-e}				

課室電器設施

全校碳排放情況(每月)

所有課室	389.4468x27 =10515.0636kgCO_{2-e}
禮堂、書記室、教員室和其他課室	2001.1624+703.192+2474.28+1271.012 =6449.6464kgCO_{2-e}
主任室、校長室、新翼和洗手間	1202.804+245.572+26.912+116.928 =1592.216kgCO_{2-e}
觀音像、電腦室和ITLC室	161.472+3061.7968+1751.2288 =4974.4976kgCO_{2-e}
雨天操場、訓導處和言語治療室	15.4048+522.464+273.072 =810.9408kgCO_{2-e}
學校的每月總碳排放	24342.3644kgCO_{2-e}

我們向書記取得本學年(2014年9月至2015年4月)共八個月的電費單，計算本學年學校實際的溫室氣體排放量(碳排放)。

目的：比較我們計算的溫室氣體排放量與實際的排放量的差距及原因

學校每月溫室氣體排放量

2014年	9月	23733.6kgCO_{2-e}
	10月	18496.2kgCO_{2-e}
	11月	9541kgCO_{2-e}
	12月	7116.6kgCO_{2-e}
2015年	1月	6948.4kgCO_{2-e}
	2月	5800kgCO_{2-e}
	3月	9836.8kgCO_{2-e}
	4月	11832kgCO_{2-e}

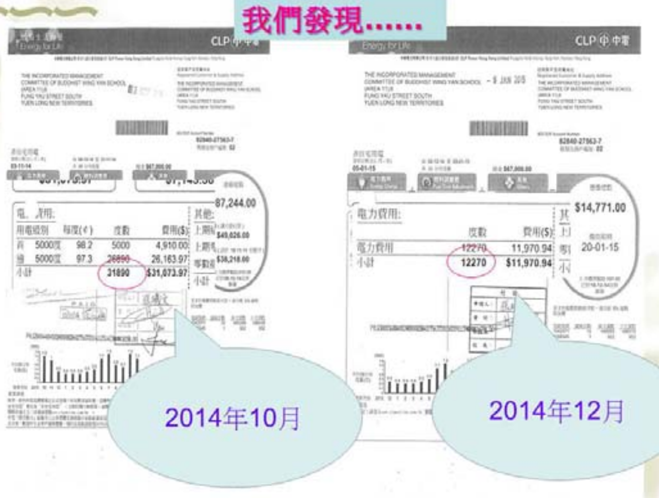
我們計算的學校每月溫室氣體排放24342.3644kgCO_{2-e}

限制

我們發現我們計算出來的數字和學校的電費單有所出入,其中原因是因為我們不能知道:

- 放學後學校是否有活動或課程需要用電
- 每個課室使用冷氣及風扇的次數和耗電量不同
- 學校除課室外，其他房間在日常用電量

我們發現……



接著，我們發現用電過量及造成浪費的原因：

- 小息、午息時，課室沒關冷氣
- 課室電腦及電腦熒幕由早上開至放學

建議

1. 針對電器碳排放的問題，我們建議每次只開一部冷氣機(改開4把風扇)和在下午或沒有足夠的陽光的情況下才開燈。因為我們學校的課室大部分向東，所以光線可以直接照射到課室。

   此方法可以減少每月碳排放約(以該月共20個上課日計)：

   $[(504\div2\times0.58)+(35\times20\times3.5\times20\div1000\times0.58)-(70\times4\times5\times20\div1000\times0.58)]\times27$

   $=4275.18\ kgCO_{2-e}$

建議

2. 推行環保計劃，在每個課室電掣旁貼上提示膠片，讓老師和同學可以清楚看到膠片，在離開課室時記得關掉所有電器。

   預計可減少每月碳排放約(關掉電腦及冷氣)：

   $[(510\times0.67\times20\div1000\times0.58)+(1800\times0.67\times20\div1000\times0.58)]\times27$

   $=484.74\ kgCO_{2-e}$

宣傳及成效

宣傳

我們已成為學校環保大使之一，下學年，我們會在週會裏宣傳我們節電的方法，我們還會身體力行，在我們班裏首先實行我們的方法，還可以改善我們的習慣。

成效及評估方法

我們會詢問書記，對比上年和本年同月份的電費單，看看有沒有減少用電度數。

我們還會突擊檢查某一些班房(在小息、午息時段)，視察節電情況如何，從而看到學校的節電和減排的進度。

能做到節電的班別，會在課室門上獲一顆「節電之星」作獎勵，儲有3顆星，將在集隊時由老師在講台上作出嘉許。

感想

我們很榮幸可以參加今次的課程，到香港中文大學學習兩天。當中，我們遇到不同類形的題目，我們更認識了人造衛星、冰蓋、泰國水災和溫室效應等，真是獲益良多。

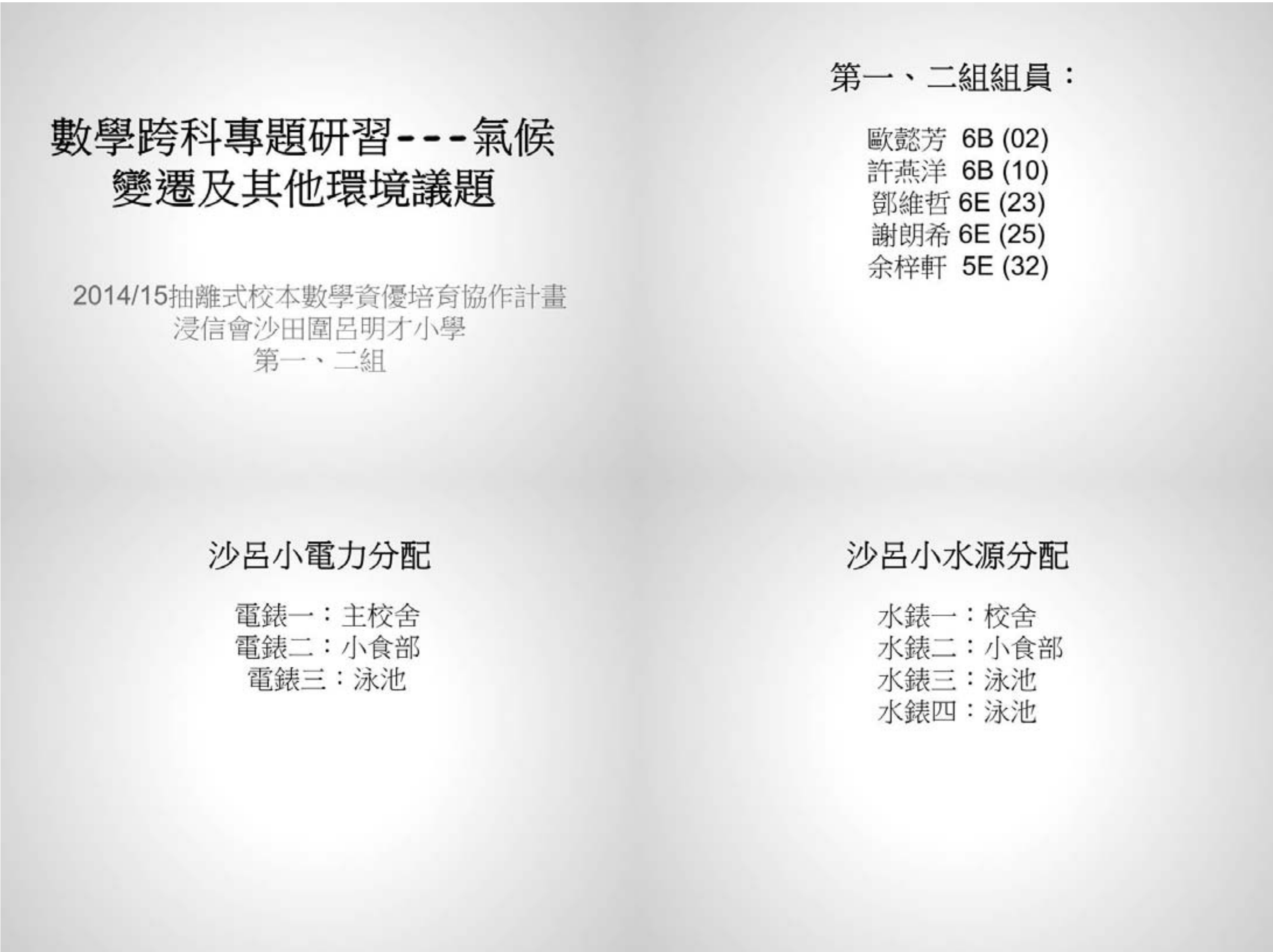
在這個研習中， 我們更學會分工合作，還增進了我們的感情！

3.9.2. 浸信會沙田圍呂明才小學

<數學跨科專題研習 － 氣候變遷及其他環境議題>

同學研究學校的校舍、小食部及泳池的水電分配，和相應的碳排放，並根據碳排放情況作出減排建議。

同學提出的節省電力建議包括: 將冷氣機溫度調高至 26.5 度；使用天花板吊扇；改用 LED 燈；在電腦設置睡眠模式；有日照時減少開燈；使用窗戶隔熱貼紙，及於天台種植植物。而同學提出的節省用水建議包括: 再用洗手淡水；使用節水式水龍頭；雙掣式沖廁水箱，及安裝一級用水效益的節水器具。



主校舍區電力碳排放

泳池區電力碳排放

節省電力建議

~將空調調校至26.5度，
並使用溫度計監察

~每低1 C 會多用
3.3億 kwh/year (全港)
o

節省電力建議

~課室改用天花板吊扇，可使室內冷氣分布較為均勻

節省電力建議

~將特別室的照明裝置
轉為LED燈
(可節省約30%)

節省電力建議

~將暫不使用的電腦調校
至睡眠模式會比沒用睡
眠模式更省電

節省電力建議

~白天有日照的地方 (例如有蓋操場) 可以減少照明裝置的使用

節省電力建議

~窗戶貼隔熱貼紙，防止日曬增加空調負載

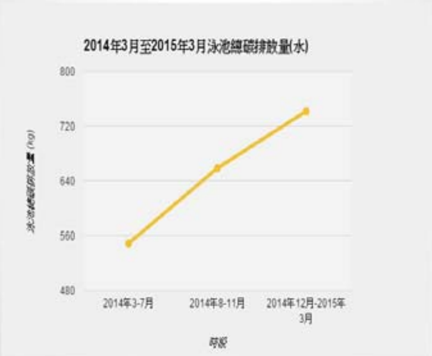
節省電力建議

~於天台放置綠色植物來減低室內的溫度

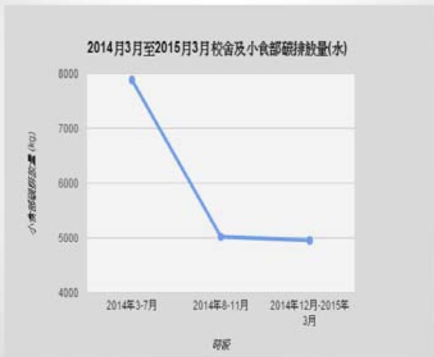
節省電力建議

或於牆壁上放置綠色植物

泳池水源碳排放



主校舍及小食部水源碳排放



節省水源建議

~用完的淡水可以再用(Reuse)

節省水源建議

~在洗手間的水龍頭上
添加節流器 (water saver)

節省水源建議

~將泳池浴室的水龍頭/ 花灑頭
更換為慳水的款式

節省水源建議

~正確使用雙掣式沖廁水箱，應就所需而以多水或少水沖廁， 及避免不必要地沖廁。

節省水源建議

~安裝具一級用水效益的節水器具。(如感應式水龍頭、雙掣式沖廁水箱、沐 浴花灑及感應式尿廁等。)

參考網址

1)
http://www.ntueees.tp.edu.tw/~general/book.pdf
2)
http://www.epa.gov/WaterSense/products/showerheads.html
3) 水務署 齊來慳水十公升
http://www.waterconservation.hk/tc/main.html
4) 中華電力環保天地
https://www.clponline.com.hk/ourEnvironment/Pages/Default.aspx

3.9.3. <u>博愛醫院歷屆總理聯誼會梁省德學校</u>

<惜電計劃 2015>

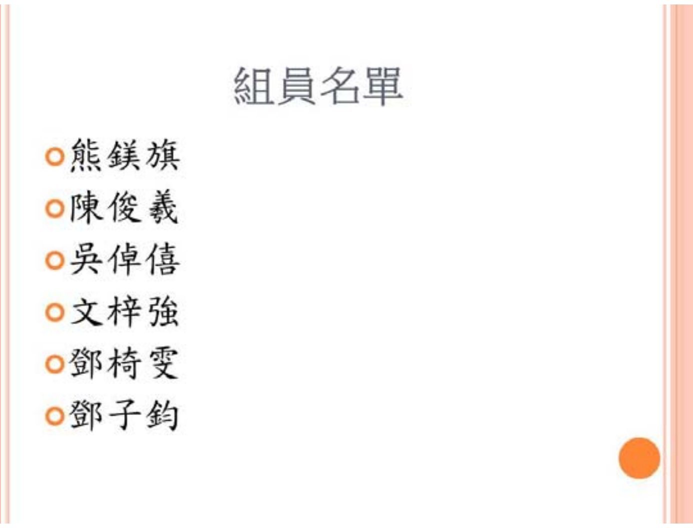
同學研究學校每月用電量後，推斷出學校用電最多的月份與天氣炎熱要開冷氣機有關。於是同學以現時課室同時開兩部冷氣機及四部風扇的情況，比較兩個節能方案的省電量及成效：

<u>方案一，同時開啟兩部兩匹冷氣及兩把風扇。</u>

<u>方案二，同時開啟一部兩匹冷氣及四把風扇。</u>

研究分三天進行，同學早上先量度課室溫度，然後分別使用方案一及方案二，待一小時及兩小時後再量度課室溫度。雖然同學發現使用方案後課室溫度減少的度數沒有預期般多，但使用方案一及方案二後同學都表示課室溫度舒適。同學研究發現方案二，可以帶來與平日一樣的舒適溫度，又較節能，所以認為是較可取的方案。

執行節能方案時同學建議於班房安裝溫度計，量度是否需要開冷氣或冷氣的溫度是否合適。又設立一個能源大使，監察冷氣及風扇使用。並於早會推廣用電方案，讓全校一致執行。

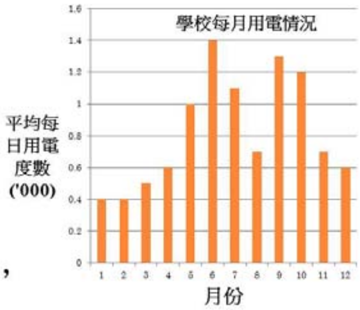


為甚麼要節約用電？

- 香港人的耗電量龐大，每當夏日炎炎，他們都會毫不猶疑去開啟冷氣。他們也許不知道，使用這些電器產品時，耗電量非常大，而且會產生大量的溫室氣體，造成溫室效應，因此我們必須節約用電。

現時學校用電情況

- 我們發現學校用電最多的月份為5, 6, 7, 9, 10月。
- 我們推斷這與天氣炎熱，同學要開空調有關。



檢視現時學校用電情況

- 課室新更換的冷氣機都是一級能源標籤的。
- 課室的照明系統都是T5光管，屬較省電的一種。
- 氣溫達26度或以上才可開冷氣。
- 同學們偶然會在體育課、小息或電腦課忘記關課室冷氣。
- 部分同學會在課室開冷氣時穿上外套。

現在用電情況

在夏天的時候，同學們會同時開兩部冷氣機及四部風扇。根據中電智電學堂的能源計算機的統計，每個課室每天用於通風及空調系統的電力大約為33.632度，費用大約為40.4元。

能源計算機

包包家庭用電預算

電器用品	適用能源標籤	平均耗電量	數量	每操作日用電時間	每操作日用電量(度)	每日若少用一小時每年估計可省電費*
冷氣機 - 2匹		1.982	x 2	x 8 小時 → 8	31.712 → 31.712	723.4
電風扇		0.06	x 4	x 8 小時 → 8	1.92 → 1.92	87.6

方案一

- 在方案一，我們計劃以兩部兩匹冷氣及兩把風扇代替現有方案。根據中電智電學堂的能源計算機的統計，每個課室每天用於通風及空調系統的電力大約為32.672度，費用大約為39.21元。

電器用品	平均耗電量(度/小時或度/分鐘或度/次)	數量	每操作日用電時間	每操作日用電量(度)	每日若少用一小時每年估計可省電費*
冷氣機 - 2匹	1.982	x 2	x 8 小時	= 31.712	723.4
電風扇	0.06	x 2	x 8 小時	= 0.96	43.8

方案一可節省多少？

- 夏季可節省：
- (40.4-39.21)x24x20
- =$2570.4

方案二

家居用電量

返回

電器用品	平均耗電量 (度/小時或度/分鐘或度/次)	數量	每操作日用電時間	每操作日用電量(度)	每日若少用一小時每年估計可省電量*
冷氣機 - 2匹	1.982	x 1	x 8 小時	= 15.856	361.7
電風扇	0.06	x 4	x 8 小時	= 1.92	87.6

在方案二，我們計劃以一部兩匹冷氣及四把風扇代替現有方案。根據中電智電學堂的能源計算機的統計，每個課室每天用於通風及空調系統的電力大約為17.776度，費用大約為21.3元。

方案二可節省多少？

- 夏季可節省：
- (40.4-20.2)x24x2
- =$43632

用電研究

- 我們發現部分同學會在開冷氣的時候，穿上外套，讓我們想到同學是否過度使用電力。
- 我們購買了一個溫度計，將它放置在課室內一個固定的地方。

用電研究

- 研究分三天進行，每天早上回校先量一量課室的溫度，然後開不同數量的冷氣及風扇，待一小時及兩小時後，再量一量室內氣溫的變化。
- 從以上研究，我們希望看看同學們開兩部冷氣及四把風扇是否有需要。



實驗結果

	室外溫度	課室原來溫度	一小時後	兩小時後	同學感覺
原有方案 (兩冷四扇)	31°C	30°C	28°C	27°C	☺
方案一 (兩冷兩扇)	32°C	30°C	29°C	28°C	☺
方案二 (一冷四扇)	32°C	30°C	29°C	29°C	☺

總結

- 我們發現方案一及方案二沒有我們預期般理想，但我們其後詢問同學的意見，他們認為縱使用方案一及二的方案，他們都表示很舒適，因此我們認為方案二較可取，因為這方案既可節省較多電費，能為環保出一份力，又可以讓我們在一個舒適的環境中學習。
- 但我們想既然有了這個方案，但如何令它能有效執行呢？

我們的建議

- 我們建議每個課室安裝一個溫度計，方便量度課室是否需要開冷氣或冷氣的溫度是否合適。

我們的建議

- 設立一個能源大使，監察同學們使用冷氣及風扇時，是否用得其所。
- 我們建議在早會上向同學推廣這個用電方案，大家一致執行。

其他建議

- 早上或有充足太陽光的時候，可以把窗簾打開，讓外面的光線透進來課室，減少開電燈的時間。
- 建議學校的夏季校服使用較薄及較透氣的質料。

資料來源

- 梁省德學校電費單
- 中電智電學堂能源計算機

3.9.4. 伊利沙伯中學舊生會小學分校

<伊家減碳，我都做得到>

同學明白全球的碳排放量現在已經到了一個令人擔憂的地步，節約能源是緩減全球暖化問題最直接且有效的方法之一。由於用水和用電都會造成碳排放，同學於是為學校設計減少用電用水計劃，並鼓勵全校推行，增加學生對全球暖化的關注，亦為環保出一分力。

計算課室用電造成的碳排放量後，發現課室溫室氣體排放比率最多的電器是冷氣機和電燈，因此，同學們以這兩種電器作減碳研習，並作出以下減碳建議：

1. 晴天時，關掉課室裡一半電燈；陰天時，關掉課室裡一排電燈。
2. 將課室冷氣機調升一度，至 26 度。
3. 在同學長時間離開課室時關掉冷氣機，如午膳、小息時。

同學利用電錶數據找出用電量最高的班級推行兩星期減碳研習，最後選出 6C 和 6E 班。同學利用問卷向選出班別就冷氣機和電燈提出的上述三項減排建議，表達願意實施與否。結果有多於一半同學同意第一和第二項建議，但少於一半同學同意第三項建議，因此只會實施減碳建議一及二。

同學於計劃推行時的觀察：

關掉課室電燈後，部份同學反映光線不足，有近視的同學表示抄寫黑板有困難，為免影響考試成績，現於書寫時開燈。而冷氣溫度調高方面，6C 班進行順利；但 6E 班部份同學表示很熱，所以 6E 老師仍會將冷氣溫度調低。

總結而言，計劃已令同學們認識低碳生活。但因實行時間短，亦臨近考試，成效未必顯著。同學展望下次研習時，可先計劃出兩項減碳措施，在兩班試行，再擴至全校共同實行，並在早會向全校宣傳全球暖化的影響及低碳措施如何達致環保。

伊家減碳，我都做得到

伊利沙伯中學舊生會小學分校

組員姓名：何朗婷,趙嘉軍
陳朗源,陳家樂

指導老師：葉達昌老師
張耀玉老師

日期：29-6-2015

目錄

- 研習的因由
- 在中大的學習
- 研習內容
- 個人感想
- 參考資料

在中大的學習

香港中文大學的教授教導我們學會計算課室用電的碳排放量

每天的碳排放量 = 電功率 x 電器數量 x 使用時間 x 中電碳排放系數 (0.58)

所以，課室內一天的用電碳排放量是：

電器	電功率 (khW)	電器數量	每天平均使用時間(小時)	每天的碳排放量 (g)
冷氣	1400	2	8	12992
電燈	28	19	7	2159.92
電腦	300	1	6	1044
實物投影機	48	1	1	27.84
投影機	350	1	5	1015
風扇	50	4	5	580
			全日用電碳排放總量	17818.76

研習的因由

1. 資料顯示，全球的碳排放量現在已經到了一個令人擔憂的地步，全球暖化的問題也因此越趨嚴重，全球的冰川正逐漸開始融化，海平面的高度也開始在上升，對香港的影響很大，如情況持續，很多地方也將可能被淹沒。
2. 節約能源是緩減全球暖化問題最直接且有效的方法之一，使用水和用電都會造成碳排放。
3. 如果能夠幫助學校想出一些減少用電或用水的計劃，並且鼓勵全校推行，就可以增加學生對全球暖化的意識，亦可為環保出一分力。

課室溫室氣體排放最多的電器是：冷氣機和電燈。
我們選擇了冷氣機和電燈是因為它們的耗電量比較大。
每個電燈的耗電量雖然比較少，但是它們的數量很多。

利用電錶數據：找出試行班級

電錶編號 \ 抄錶日期	2/6/2015	4/5/2015	1/4/2015	2/3/2015	2/2/2015	17/1/2015	2/12/2014	4/11/2014	6/10/2014	15/9/2014
6B	9349	9236	9204	9204	9204	9204	9204	9201	9139	9055
6D	12522	12365	12323	12323	12323	12323	12323	12321	12241	12136
5B	9453	9339	9311	9309	9309	9309	9309	9309	9258	9182
5D	10185	10058	10021	10020	10020	10020	10020	10018	9955	9872

每一層樓有一個電錶
記錄冷氣的用電量

五樓和六樓沒有特別室

問卷調查：找出試行班級

本學年(由九月至五月)

樓層	總用量	課室平均用量
六樓	680	97.14度
五樓	584	92.91度

- 根據上表顯示，六樓平均每間課室的耗電量較多，
- 因此我們在實行低碳措施時，就選擇了六樓其中的兩間課室開始實施。

我們決定在6C和6E推行兩星期(1/6至12/6)

向同學簡介問卷

我們向同學介紹為什麼要實行低碳措施並向他們派發問卷，讓同學利用問卷表達意願，看看他們究竟比較同意實行哪項措施。

建議減碳措施

我們決定從這兩方面入手，建議在課室裡實行以下措施：

1. 晴天時，同學會關掉課室裡一半的電燈；在陰天時，同學則關掉課室裡一排的電燈。
2. 將課室裡的空調溫度從標準的溫度調升了一度，即26度。
3. 在同學長時間離開課室的時候，例如午膳小息時，關掉冷氣機。

問卷分析

問題1:
你是否同意把課室一半的電燈在晴天時關掉和在陰天時關掉一排電燈?

問題2:
你是否同意把課室的冷氣機溫度調升1度？

問卷分析

問題3:
你是否同意在同學長時間離開課室的時候，例如午膳小息時，關掉冷氣機？

其他意見：關掉一半電燈會對近視的同學不利

結論：
1. 由於多於一半的同學同意第一和第二項建議，所以該些建議會正式實行。
2. 多於一半的同學不同意第三項建議，所以我們最後沒有實施。

計劃推行後可節省

- 每天碳排放量的減少：
  - 冷氣：12992x6% =1019.52(克)
  - 電燈：2159.92x1/4 = 539.98 (克)
  - 合共：1559.5(克)
- 每天碳排放減少量佔全日整個課室碳排放量的

$$\frac{1559.5}{17818.76} \times 100\% \approx 8.75\%$$

計劃開始

- 開始實行：
  - 我們向6C和6E的同學說出實行低碳措施的兩個項目。
  - 再由班主任轉告科任老師，請他們在適當時候關掉電燈和提升空調的溫度。
  - 我們每天負責監察實行的情況和發出提醒。

計劃推行現況

- 關掉課室電燈時，部份同學反映光線不足，環境太暗，抄寫黑板筆記時，有近視的同學會表示有困難，而剛巧推行時間臨近考試。為免影響考試成績，書寫時開燈。

- 將冷氣溫度調高的計劃，6C班很順利，6E班有部份同學說很熱，所以老師會把空調的溫度調低，負責同學便會告訴老師不要把空調調低，因為我們正在進行低碳生活。基於同學繼續反對，老師只好將冷氣溫度調低。

總結及展望

- 總結
  - 這計劃已令部份同學明白如何實行減碳生活。這計劃實行時間較短，亦臨近考試，因此，成效未必顯著。如果能夠施行一個月，我們可以透過閱讀電錶讀數，理解成效。我們亦可以考慮其他減碳措施，例如：探討利用風扇配合冷氣調高一度。

- 展望
  - 下一次，我們會先想出兩項減碳措施，在兩班試行，然後看看成效，如有成效，再擴至全校共同實行低碳措施。當全校推行時，我們在早會向全校宣傳全球暖化對我們的影響及低碳措施如何幫助環保，讓大家都立志為所有人類以及下一代人，做這一件有意義的事。

個人感受

- 6A 何朗婷
  - 在這次的專題研習中,我學會了統計資料時,應把資料整理和分類, 統計就會更方便。這個活動最大的困難是要成功說服同學支持我們的計劃,否則研習就會胎死腹中。於是我們都積極以減少碳排放的好處去遊說他們,最後也獲得成功。這研習真令我獲益良多!

個人感受

- 6B趙嘉軍
  - 從這次學習中,我獲益良多。首先,我在中大的學習使我明白到全球暖化的嚴重性。其次,我亦在推行校園低碳生活遇到一些阻滯。例如,一些6E班的老師和同學不遵守我們所定下的協議,幸好最後亦能解決。再者,在做這一個專題報告時,我亦明白到團體合作的重要性。總而言之,如果再有此類型的活動,我一定會再次參加。

個人感受

- 6C 陳朗源
  - 這一次,在中大上課後，我覺得全球暖化問題十分嚴重，所以，我明白到我們現在要好好保護地球。例如進行低碳生活。還有，在進行低碳課室生活,很多同學都說很熱,但他們後來也漸漸接受了,我覺得很有成功感。

個人感受

- 6E 陳家樂
  - 此次在中文大學上課，使我感到獲益良多。以前我對於全球暖化的認識十分表面，這次上課後，讓我更深入認識關於全球暖化的知識，我很清楚得知了全球暖化對於人類的嚴重性，因此引起了我對環保的關注，我也對這個項目十分有興趣，因此我也嘗試過做一些關於減少碳排放的事情，例如只洗澡五分鐘，以節省水。我十分享受這個課程，我們也很用心地做了這個簡報，去表達我們對於低碳生活的見解。

參考資料

- 利用數學講述氣候變化的故事
  (香港中文大學太空與地球信息科學研究所)
- 臺北醫學大學附設醫院-節約能源宣導-冷氣機節約用電
  http://www.tmuh.org.tw/tmuh_web/pdf/greenlife_07.pdf
- 家庭節能妙招
  (http://www.elifemall.com.tw/newweb/images/right_banner/storage/s2.html)

3.9.5. 港大同學會小學

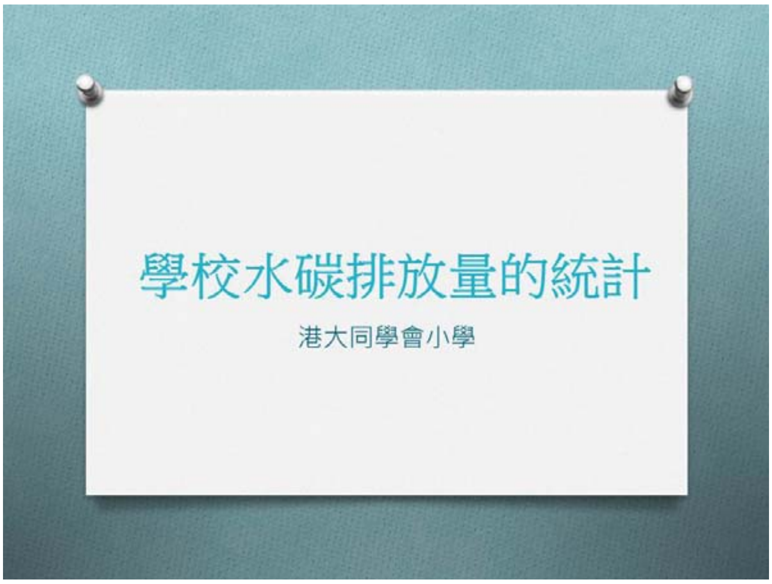
<學校用水用電的碳排放量的統計>

同學分別計算學校用水及用電而做成的碳排放量後，分析可能導致浪費水電的原因。根據分析，同學提出減少水電浪費的方法，評估成效。

同學發現，造成用水過量及浪費的原因，可能是因為同學們於洗手間洗手時用水來玩耍；於視藝室清潔用品時用水來玩耍，和因花卉園種植較多花卉而用過量的水澆灌所致。為解決食水浪費，同學建議設立獎懲計劃減少於視藝室清潔用品時使用的時間，同學相信此舉能減少碳排放 40,000kgCO^2-E。

同學又發現學校耗電量最高的三種電器分別是：分體式冷氣機、光管以及電腦（主機及熒幕），所以會從這三方面去實施減碳計劃，並作出相應的宣傳，以下是同學的減排建議：使用吊扇代替冷氣；不需要使用冷氣時把它關掉；超過 24 度才使用冷氣，並將冷氣的溫度調至 25 度；不需要使用光管時把它關掉；早上可以少開一排燈，享用自然光；考慮使用 LED 光管。不必要時不開電腦；規定做電子作業的同學才可使用電腦室，避免同學因電腦遊戲或做不必要的事情；電腦若停用時要設為睡眠模式，或便把電腦關上。

經同學觀察，越來越多班別會於小息時關掉燈、冷氣機、電腦和投影機。學校為配合推廣計劃，也定期舉辦環保講座，如學校每月舉辦的「節能一族」24 班有 23 班達標。同學發現減少用水用電後，課室每月減少碳排放達 6401 公斤，每位同學每月可減少碳排放達 8.8 公斤！同學更相信未來學校可以發展為「綠色校園」！




水的總碳排放量

2012-2013

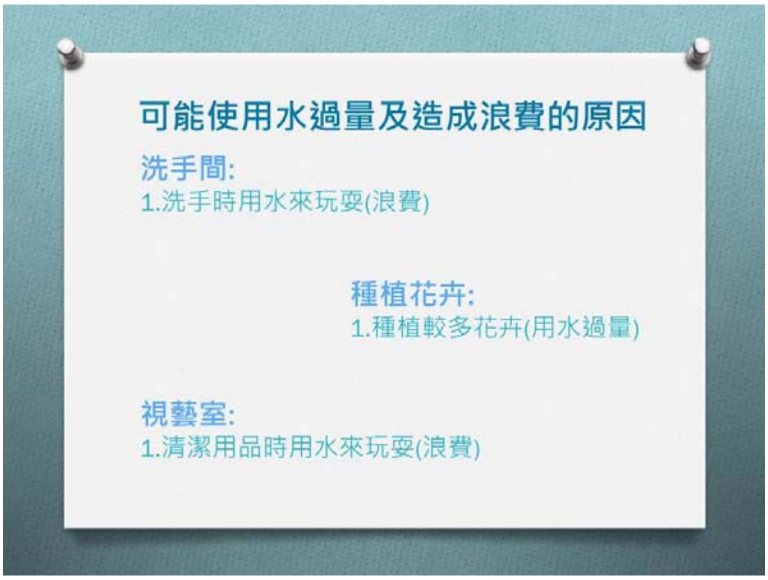
設備	清潔間1	清潔間2	7/F教員室	種植花卉	G/F常識室
總計	3,147.60	1,882.30	76.60	1,747.60	439.20

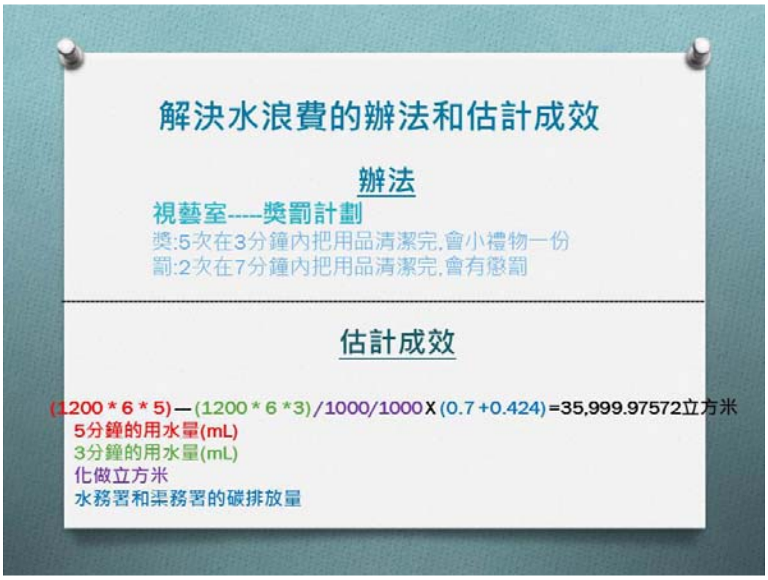
2013-2014

設備	清潔間1	清潔間2	7/F教員室	種植花卉	G/F常識室
總計	3,416.99	2565.71	261.30	4,063.90	33.20

2014-2015五月

設備	清潔間1	清潔間2	7/F教員室	種植花卉	G/F常識室
總計	2,423.80	2,656.80	101.10	1,249.00	0.00





學校用電情況

1. 課室電器設備的用電情況(以每月上課 20 天作標準)

電器	每小時電功率	數量	每天平均使用	每月平均使用	每月耗電量
光管	每支 58 瓦特	12	6 小時	120 小時	83.52 千瓦小時
吊扇	每把 70 瓦特	4	5 小時	100 小時	28 千瓦小時
分體式冷氣機	每部 1600 瓦特	2	5 小時	100 小時	320 千瓦小時
電腦主機	每部 400 瓦特	4	3 小時	60 小時	96 千瓦小時
電腦熒幕	每個 110 瓦特	4	3 小時	60 小時	26.4 千瓦小時
實物投影器	每個 48 瓦特	1	2 小時	40 小時	1.92 千瓦小時
電腦投影器	每個 236 瓦特	1	2 小時	40 小時	9.44 千瓦小時

每月耗電量(千瓦小時)= (每小時電功率×數量×每月平均使用)÷1000

1 間課室每月總耗電量: 83.52+28+320+96+26.4+1.92+9.44=565.28 千瓦小時

學校 24 個課室，共耗電: 565.28×24=13566.72 千瓦小時

學校 24 個課室，共排放溫室氣體: 13566.72×0.79=10717.7088 公斤，即約 10500 公斤

2. 特別室的用電情況(以每月上課 20 天作標準)

特別室包括: 共 16 間

Science wonderland	English land	Dance room	2/F computer room
2/F music room	GS room	3/F computer room	3/F music room
3/F IT room	3/F arts room	Room 105	Room 205
Room 305	Room 405	Room 505	Room 605

電器	每小時電功率	數量 (將上述取 平均值後)	每天平均使用 (將上述取 平均值後)	每月平均使用 (將上述取 平均值後)	每月耗電量
光管	每支 58 瓦特	8	4 小時	80 小時	37.12 千瓦小時
吊扇	每把 70 瓦特	3	2 小時	40 小時	8.4 千瓦小時
分體式冷氣機	每部 1600 瓦特	3	2 小時	40 小時	192 千瓦小時
電腦主機	每部 400 瓦特	6	2 小時	40 小時	96 千瓦小時
電腦熒幕	每個 110 瓦特	6	2 小時	40 小時	26.4 千瓦小時
實物投影器	每個 48 瓦特	1	2 小時	40 小時	1.92 千瓦小時
電腦投影器	每個 236 瓦特	1	2 小時	40 小時	9.44 千瓦小時

每月耗電量(千瓦小時)= (每小時電功率×數量×每月平均使用)÷1000

1 間特別室每月總耗電量: 37.12+8.4+192+96+26.4+1.92+9.44=371.28 千瓦小時

學校 16 個特別室，共耗電: 371.28×16=5940.48 千瓦小時

共排放溫室氣體: 5940.48×0.79= 4692.9792 公斤，即約 4700 公斤

3. 禮堂、圖書館、校務處、教員室的用電情況(以每月上課 20 天作標準)

它們的用電情況大約是課室用電情況的倍數

	禮堂	圖書館	校務處	教員室
倍數	10	2	4	4

1 間課室每月總耗電量: 565.28 千瓦小時

禮堂每月總耗電量: 565.28×10= 5652.8 千瓦小時

圖書館每月總耗電量: 565.28×2= 1130.56 千瓦小時

校務處每月總耗電量: 565.28×4= 2261.12 千瓦小時

教員室每月總耗電量: 565.28×4= 2261.12 千瓦小時

禮堂、圖書館、校務處、教員室的總耗電量: 5652.8+1130.56+2261.12+2261.12= 11305.6 千瓦小時

共排放溫室氣體: 11305.6x0.79= 8931.424 公斤，即約 8900 公斤

4. 有蓋操場、一樓空地的用電情況(以每月上課 20 天作標準)

電器	每小時電功率	總數量	每天平均使用	每月平均使用	每月耗電量
光管	每支 58 瓦特	46	3 小時	60 小時	160.08 千瓦小時
吊扇	每把 70 瓦特	17	3 小時	60 小時	71.4 千瓦小時
分體式冷氣機	每部 1600 瓦特	14	2 小時	40 小時	896 千瓦小時
實物投影器	每個 48 瓦特	1	0.5 小時	10 小時	0.48 千瓦小時
電腦投影器	每個 236 瓦特	1	0.5 小時	10 小時	2.36 千瓦小時

每月耗電量(千瓦小時)= (每小時電功率x數量x每月平均使用)÷1000

有蓋操場、一樓空地每月總耗電量: 160.08+71.4+896+0.48+2.36= 1130.32 千瓦小時

共排放溫室氣體: 1130.32x0.79= 892.9528 公斤，即約 900 公斤

學校每月共耗電: 13566.72+5940.48+11305.6+900= 31760.32 千瓦小時

共排放溫室氣體: 31760.32x0.79= 25090.6528 公斤

學校的電費單: (截至 2015 年 4 月)

	總錶		G/F Science Room		7/F staff Room		
	30171155004668	用電量(kWh)	725458	用電量(kWh)	723173	用電量(kWh)	Total(kWh)
Sept	100387.00	67680.00	362.00	275.00	1,243.00	959.00	68,914.00
Oct	84581.00	57100.00	160.00	121.00	1,083.00	858.00	58,079.00
Nov	52863.00	35870.00	154.00	117.00	707.00	613.00	36,600.00
Dec	37222.00	25150.00	134.00	102.00	586.00	530.00	25,782.00
Jan	36265.00	24760.00	155.00	118.00	897.00	741.00	25,619.00
Feb	31200.00	21370.00	157.00	119.00	542.00	499.00	21,988.00
Mar	48127.00	32518.00	150.00	101.00	782.00	528.00	33,147.00
Apr	60946.00	41280.00	176.00	134.00	695.00	665.00	42,079.00

看最右手邊的一排，取平均值，總耗電量是 30000-35000 之間。(推算)

計出的答案是 31760.32，答案是頗合理的。

減碳方法:
我們發現耗電量最高的三種電器分別是: 分體式冷氣機、光管以及電腦(主機及螢幕)
所以必須從這三方面去想辨法，實施減碳，並作出宣傳活動。

冷氣機: (學校所有地方)
1. 使用能源標籤為 1 級的冷氣機，雖然會較昂貴，但長遠來說，會較環保，減少碳排放。(因少付些電費，若長期使用，也能補回差價)
2. 使用吊扇代替冷氣，冷氣的電功率是吊扇的 22.8 倍。
3. 不需要使用時把它關掉，例: 小息、外出活動等。回到教室再把它開啟。
4. 超過 24 度才使用冷氣，並將冷氣的溫度調較至 25 度

宣傳結果: (課室)
1. 留在課室很短時間的時候，無論有多熱，都只使用風扇。
2. 學校在課室貼上告示，提醒電器管理員關冷氣。
3. 在少數人使用課室的情況下，只開啟一部冷氣。

(操場)
4. 享用自然風，既環保又免費。

光管: (課室+操場)
1. 不需要使用時把它關掉，例: 小息、外出活動等。回到教室再把它開啟。
2. 早上可以開少一排燈，享用自然光。
3. 可考慮使用 LED 光管。

宣傳結果:
1. 學校在課室貼上告示，提醒電器管理員關燈。
2. 大家公認: 不一定要把燈全開/全關，只要開一部分，光度足夠即可。

電腦: (課室+教員室)
1. 若 30 分鐘以內，該部電腦有第二個使用者，把電腦設定為睡眠模式。
2. 若 30 分鐘以內，該部電腦沒有第二個使用者，把電腦關機，讓電腦主機和螢幕停止運作。
3. 不必要時不開電腦，可考慮第二種方法消磨時間。

(電腦室)
4. 規定做電子作業的同學才可使用電腦室，避免同學打機/做不必要的事情。

宣傳效果:
- 成功!!!!!!!!
- 經觀察，小息時越來越多班別有關掉燈、冷氣機、電腦和投影機。
- 學校每月舉辦的「節能一簇」24 班有 23 班達標。
- 學校定期舉辦講座，加強同學對環保、節能、減碳的認識。
- 相信未來可以發展成為「綠色校園」!

課室每月可減少碳排放:
{31760.32-[31760.32-(1600×2×80÷1000×24)-(400×4×40÷1000×24)-(110×4×40÷1000×24)]}×0.79
=[31760.32-(31760.32-6144-1536-422.4)]×0.79
=(31760.32-23657.92)×0.79
=8102.4×0.79
=6400.896 公斤

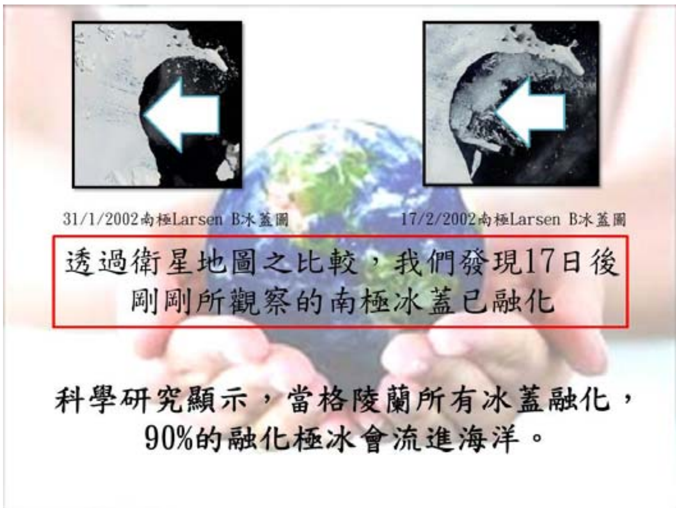
課室每月每位同學可減少碳排放:
6400.896÷720
=8.8 公斤(取至十分位)

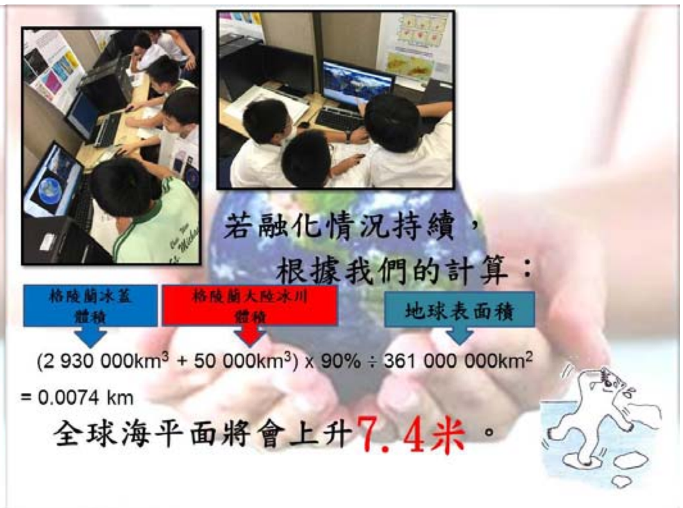
3.9.6. 聖公會柴灣聖米迦勒小學

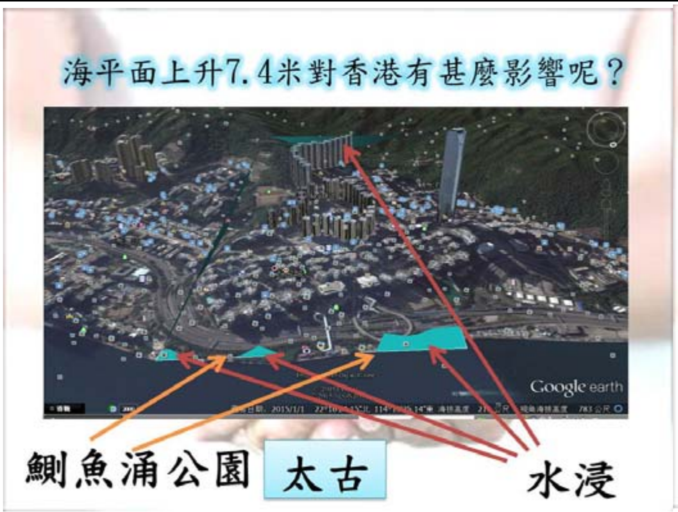
日常生活使用水電會產生溫室氣體而令冰川融化，科學研究顯示，當格陵蘭所有冰蓋融化，90%的融化極冰會流進海洋。全球海平面將會上升 7.4 米，香港多處地方都會受影響。同學明白酷熱天氣出現的次數也會同時增加，而海平面上升和酷熱天氣的頻繁出現將會嚴重影響生活，所以要適當和適量地使用水和電，以減少產生溫室氣體。同學透過調查學校水和電的使用情況並提出建議，及商議向同學推廣減少水電使用的方法。

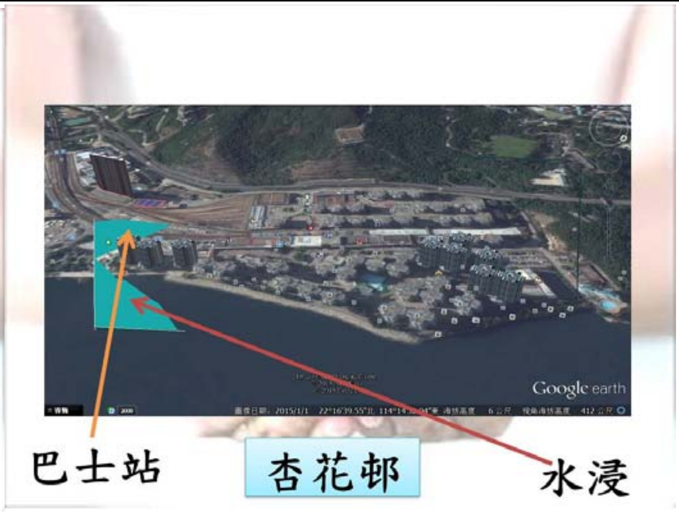
透過實地研究，同學發現學校 24 間課室每月用電造成的温室氣體排放量約 33235kg，即 1000 個小學生的體重。而用水造成的温室氣體排放量約 4kg，即約 1 個中學生的體重。

為減少碳排放，同學建議用六把吊扇代替冷氣機，及縮短洗手時間至十秒。這樣學校每月的温室氣體排放量可分別降至 23617kg 和 15kg。同學又會透過在早會向同學宣傳，及推行獎勵計劃鼓勵同學參與減排。

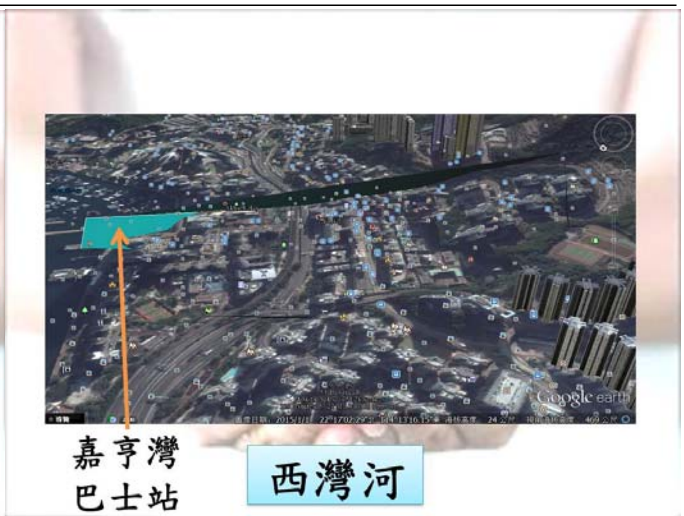

31/1/2002南極Larsen B冰蓋圖
17/2/2002南極Larsen B冰蓋圖
透過衛星地圖之比較，我們發現17日後
剛剛所觀察的南極冰蓋已融化
科學研究顯示，當格陵蘭所有冰蓋融化，
90%的融化極冰會流進海洋。

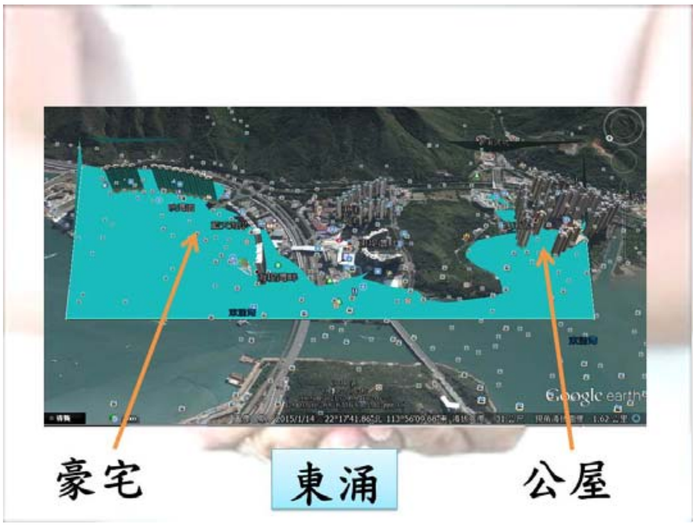

若融化情況持續，
根據我們的計算：
格陵蘭冰蓋體積
格陵蘭大陸冰川體積
地球表面積
(2 930 000km³ + 50 000km³) x 90% ÷ 361 000 000km²
= 0.0074 km
全球海平面將會上升7.4米。

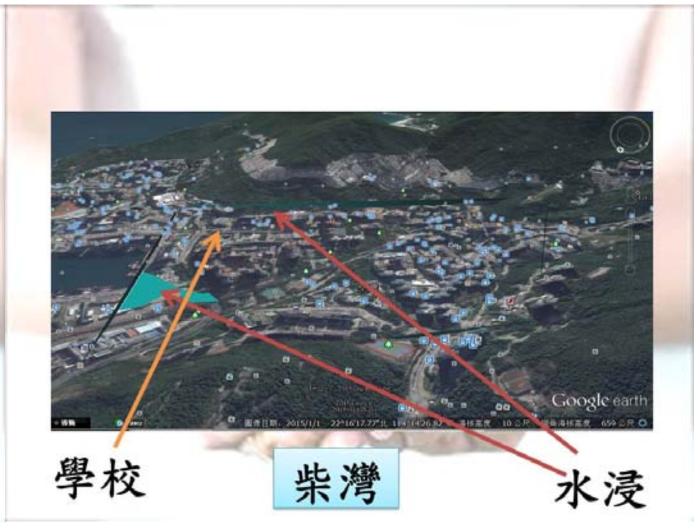

海平面上升7.4米對香港有甚麼影響呢？
鰂魚涌公園
太古
水浸


巴士站
杏花邨
水浸


海濱長廊
筲箕灣
愛秩序灣


嘉亨灣
巴士站
西灣河


豪宅
東涌
公屋


學校
柴灣
水浸

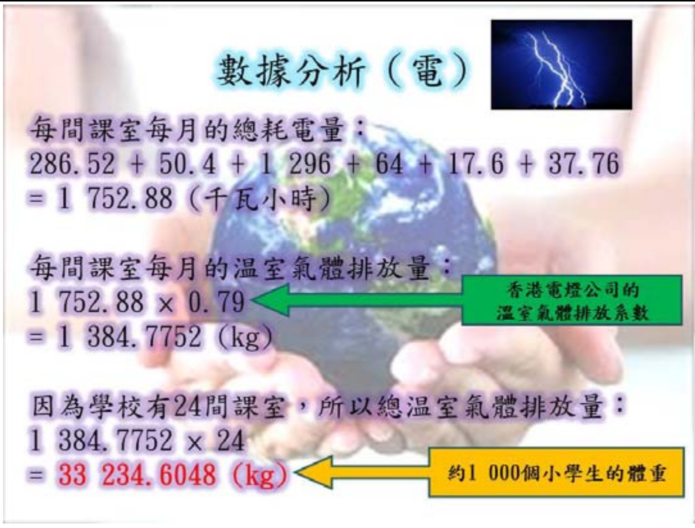

運動場
小西灣
水浸


香港的極端天氣
極端天氣是指溫度低於4度或高於35度。
1960-2012絕對最高氣溫
酷熱天氣出現次數：12次
全球暖化導致
溫室效應，
香港的酷熱天氣
出現次數
有明顯的
上升趨勢。
1960-2012絕對最低氣溫
寒冷天氣出現次數：1次
1885-1956絕對最高氣溫
酷熱天氣出現次數：3次
香港的寒冷天氣
出現次數
有明顯的
下降趨勢。
香港可能將會
沒有冬天。
1885-1956絕對最低氣溫
寒冷天氣出現次數：3次


結論
我們使用水/電
產生溫室氣體
全球暖化
冰川融化及溫室效應
海平面上升、酷熱天氣出現次數增加
海平面上升和酷熱天氣的頻繁出現
將會嚴重影響我們的生活狀況。
因此，我們要適當和適量地使用水
和電，以減少產生溫室氣體。


研究問題
• 調查學校水和電的使用情況。
• 為學校水和電的使用情況提出建議。
• 探討向學校宣傳及鼓勵同學減少水和電使
用量的方法。
GO GO GO!

電器	電功率（瓦特）	電器數量	每天平均使用時間（小時）	月耗電量(千瓦小時)(以該月共20個上課天計)[電功率×數量×時間×20÷1 000]
5呎T8光管	每支58	19	13	286.52
吊扇	每把70	6	6	50.4
2匹冷氣機	1800	4	9	1296
電腦主機	400	1	8	64
電腦熒幕	110	1	8	17.6
電腦投影器	236	1	8	37.76



用水事項	每次用水時間	每星期用水次數	一個月總用水時間
洗手	15秒	15次	15 × 15 × 4 = 900(秒)
洗畫筆	10秒	1次	10 × 1 × 4 = 40(秒)


我來了~
建議措施
• 已有措施
電：學校天台設置風力發電設施和
太陽能電子板，協助發電。
水：洗手間設置自動感應式水龍頭。
• 新增建議
電：用六把吊扇代替冷氣機
→ 每月可減少溫室氣體排放量:
$[1\,296 - (70 \times 6 \times 6 \times 20) \div 1000] \times 0.79 \times 24$
$= 23\,616.576$ (kg)
水：縮短洗手時間至十秒
→ 每月可減少溫室氣體排放量:
$[900 - (10 \times 15 \times 4)] \times 600 \div 10 \times 720 \div 1\,000\,000 \times (0.7 + 0.424)$
$= 14.56704$ (kg)


宣傳及鼓勵同學方法
透過在早會上對同學宣傳
推行獎勵計劃
GREEN ELITES CAMPUS
綠優校園
關於綠優校園

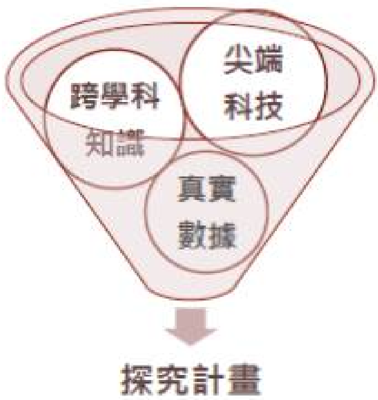

謝謝你!
組員名單
班別 | 學生 | 班別 | 學生
4A | 梁健聰 | 5B | 王凱祺
4B | 陳正煒 | 6B | 蘇　揚
5B | 趙尚泓 | 6B | 馬嘉慶
謝謝你!

4. <u>就參與學校研習報告的整體評估撮要</u>

本培育計劃其中一個目的是讓同學發揮創意及解難能力，同學們在有限時間（約一個月）內，要從正常學習及活動中騰出時間以小組協作形式完成探究任務，對於小四至小六的學生確實有不容易之處。然而，從同學的文字及口頭滙報中，確能見到同學所付出的努力與成果成正比。

資優教育組在設計這培育計劃時，已預期學生會運用圖中的3個重要元素完成他們的專題探究，同時亦期望最後報告能展現出同學以下的特質：

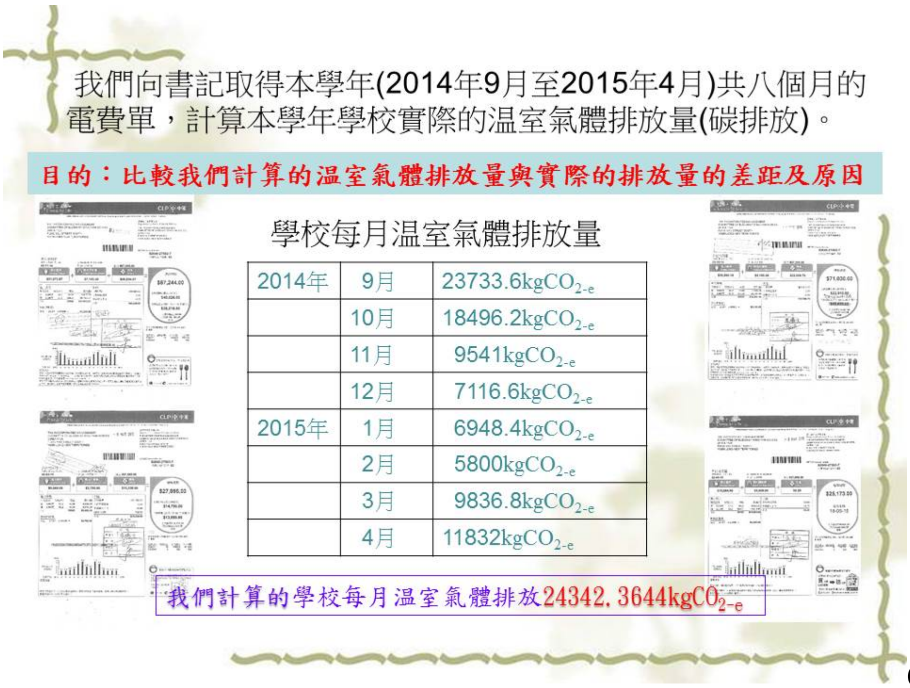
- 創意
- 想像力
- 解難能力
- 分析能力
- 推斷能力
- 處理複雜問題能力



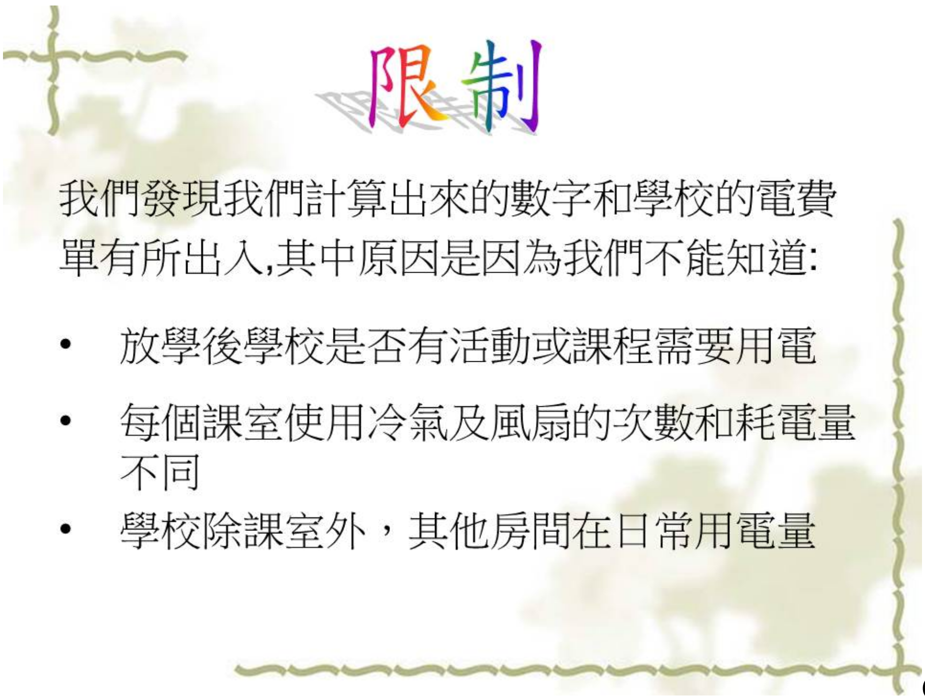
由於設計培育計劃時不打算以比賽形式進行，故未有設定評分準則，亦沒有就同學遞交的報告進行有系統的評鑑，惟從資優教育組到校探訪同學的對話、同學遞交的進度報告、口頭滙報及最後的文字報告中，都能掌握參與學校同學的整體表現，部分同學更有嘗試利用自創的方法解決問題或運用嶄新想法作合理假設並進行驗證，現列舉部分例子於後頁以供參考。

4.1.1. <u>客觀分析的例子</u>

學生認真收集數據，並客觀分析，從中找出核心問題，提出解決方法。只要提供適當機會，同學的潛力就可以得到發揮。以下例子中，同學運用電費單比較學校每月溫室氣體排放量，過程中同學客觀分析排放量，發現計算得出的排放量與實際不同（圖一），於是同學客觀地分析計算過程中可能出現的限制（圖二）。



(圖一)



(圖二)

多角度思考的例子

學生不但能夠找出核心問題，並能認真建議不同方案。而學生除以數學方法提出解決方法外，更加入參加者的主觀評價，可謂設想周到。下面是其中一個例子，同學嘗試計劃減少冷氣及風扇用量(圖四)，過程考慮到受影響同學的感覺並透過訪問同學(圖五)，找出最合適的方案(圖六)。

用電研究

- 研究分三天進行，每天早上回校先量一量課室的溫度，然後開不同數量的冷氣及風扇，待一小時及兩小時後，再量一量室內氣溫的變化。
- 從以上研究，我們希望看看同學們開兩部冷氣及四把風扇是否有需要。



(圖四)

實驗結果

	室外溫度	課室原來溫度	一小時後	兩小時後	同學感覺
原有方案 (兩冷四扇)	31°C	30°C	28°C	27°C	☺
方案一 (兩冷兩扇)	32°C	30°C	29°C	28°C	☺
方案二 (一冷四扇)	32°C	30°C	29°C	29°C	☺

(圖五)

總結

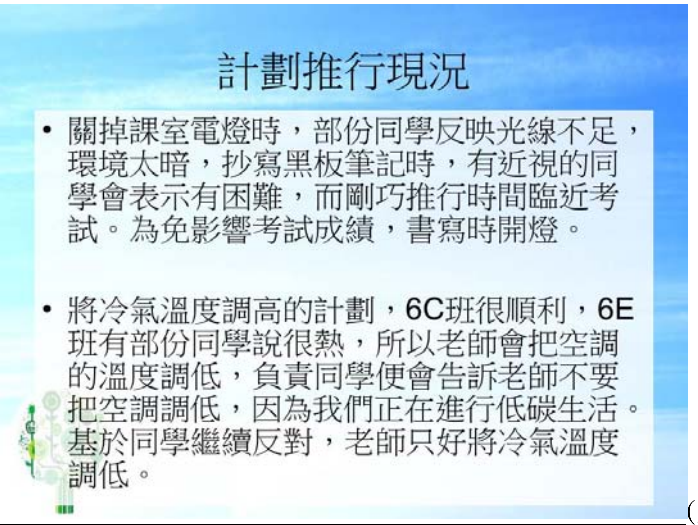
- 我們發現方案一及方案二沒有我們預期般理想，但我們其後詢問同學的意見，他們認為縱使用方案一及二的方案，他們都表示很舒適，因此我們認為方案二較可取，因為這方案既可節省較多電費，能為環保出一份力，又可以讓我們在一個舒適的環境中學習。
- 但我們想既然有了這個方案，但如何令它能有效執行呢？

(圖六)

4.1.2. <u>綜合能力解決問題例子</u>

一般同學多數會按正常程序完成計劃後就立即實行，但也有些能運用綜合思維，明白計劃推行必須考慮人為因素的重要。以下例子中，同學推行環保計劃時先訪問同學的意願，項目獲得大多數同學贊成才施行。而試驗過程遇見同學反對則作出適當的調節。過程顯示同學在解決問題時心思細密，態度認真，表現出綜合解決問題的能力。

(圖七)



(圖八)

4.1.3. 處理數據的例子

善用數據作分析帶來成功的例子不少，但在現實情況中，如何選擇合適的數據肯定是一門不簡單的學問。分析結果所得出的結論必須建基於真確無誤的數據，所以懂得如何分析數據當然重要，但是揀選合適數據的技巧也甚為關鍵。下面引例中的同學，於研究中認真處理大量的數據，如學校各個特別室，且細心地分析各類項目，表現出數據整理的能力。


水的總碳排放量

2012-2013

設備	清潔間1	清潔間2	7/F教員室	種植花卉	G/F常識室
總計	3,147.60	1,882.30	76.60	1,747.60	439.20

2013-2014

設備	清潔間1	清潔間2	7/F教員室	種植花卉	G/F常識室
總計	3,416.99	2565.71	261.30	4,063.90	33.20

2014-2015五月

設備	清潔間1	清潔間2	7/F教員室	種植花卉	G/F常識室
總計	2,423.80	2,656.80	101.10	1,249.00	0.00

(圖八)

特別室的用電情況(以每月上課 20 天作標準)

特別室包括: 共 16 間

Science wonderland	English land	Dance room	2/F computer room
2/F music room	GS room	3/F computer room	3/F music room
3/F IT room	3/F arts room	Room 105	Room 205
Room 305	Room 405	Room 505	Room 605

電器	每小時電功率	數量 (將上述取平均值後)	每天平均使用 (將上述取平均值後)	每月平均使用 (將上述取平均值後)	每月耗電量
光管	每支 58 瓦特	8	4 小時	80 小時	37.12 千瓦小時
吊扇	每把 70 瓦特	3	2 小時	40 小時	8.4 千瓦小時
分體式冷氣機	每部 1600 瓦特	3	2 小時	40 小時	192 千瓦小時
電腦主機	每部 400 瓦特	6	2 小時	40 小時	96 千瓦小時
電腦熒幕	每個 110 瓦特	6	2 小時	40 小時	26.4 千瓦小時
實物投影器	每個 48 瓦特	1	2 小時	40 小時	1.92 千瓦小時
電腦投影器	每個 236 瓦特	1	2 小時	40 小時	9.44 千瓦小時

每月耗電量(千瓦小時)= (每小時電功率×數量×每月平均使用)÷1000

1 間特別室每月總耗電量: 37.12+8.4+192+96+26.4+1.92+9.44=371.28 千瓦小時

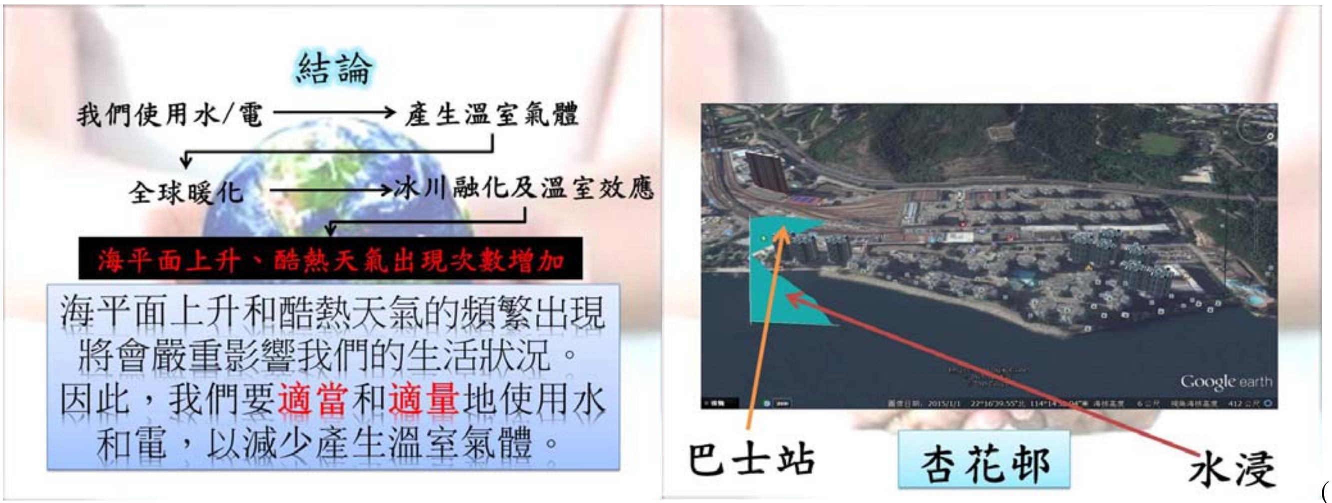
學校 16 個特別室，共耗電: 371.28×16=5940.48 千瓦小時

共排放溫室氣體: 5940.48×0.79= 4692.9792 公斤，即約 4700 公斤

(表一)

4.1.4. <u>應用科學理論的例子</u>

同學明白科學理論，又能把理論應用於現實生活中，並能清楚表達其因果關係。學生更能善用電腦軟件進行分析，能自行尋找解題辦法，善用資源及應用學習到的知識。引例中的同學，使用工作坊學習到的地理訊息軟件Google Earth，分析海平面上升的影響(圖九)。學生同時表現出對數量的認知，能夠使用實物作量度單位，具體表達計算結果的真實大小，例子中的同學使用香港島及小學生體重作量度單位(圖十)，分別表達南極冰蓋及溫室氣體排放量大小。



(圖九)

(圖十)

5. 参考資料

- 香港天文台

http://www.hko.gov.hk/

- NOAA 美國國家海洋暨大氣總署

http://www.esrl.noaa.gov/

- 工業貿易署

https://www.tid.gov.hk/

- 中華電力

https://www.clponline.com.hk/

- 香港中文大學 大空與地球信息科學研究所

http://www.iseis.cuhk.edu.hk/gb/

6. 課程講義

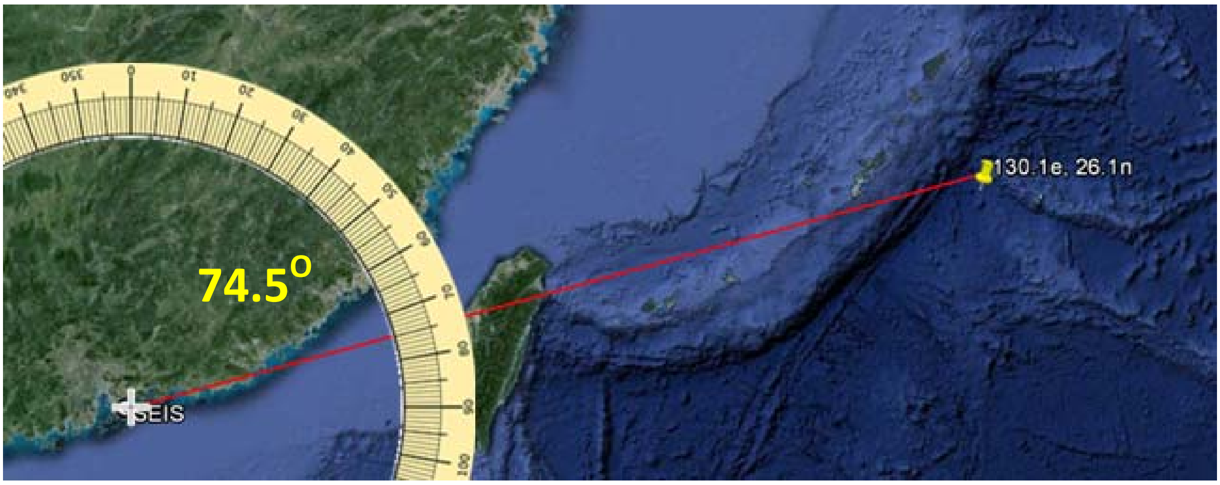
練習提示

1.2. 調教衛星 TERRA 及 ISEIS 衛星訊號接受天線之間的水平角及仰角 (P.4)

提示：

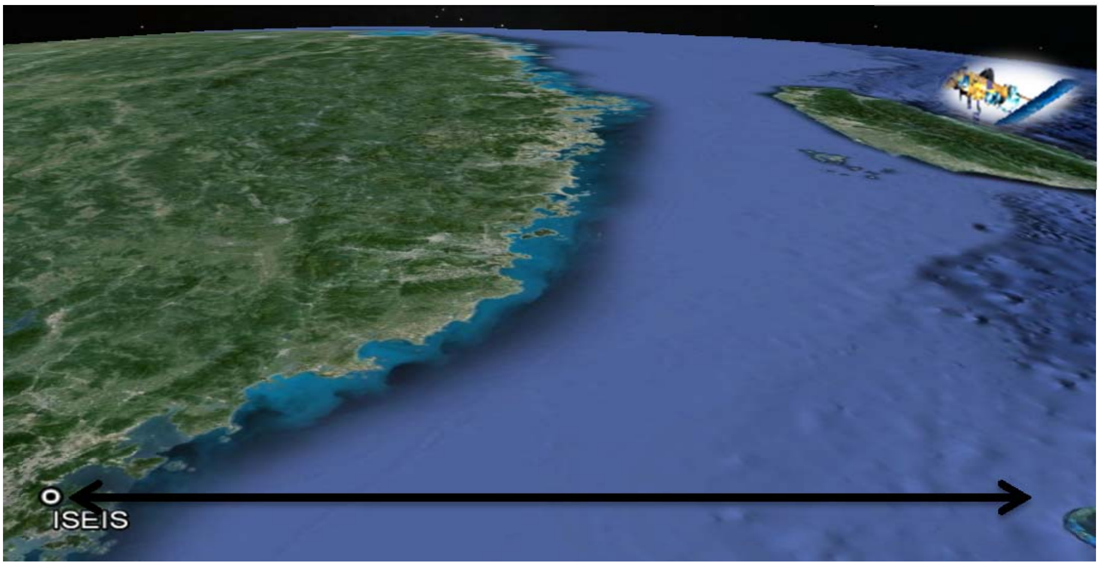
找出衛星天線的水平角：

根據衛星軌道，ISEIS 遙感接收器需要調教訊號接收角度。利用量角器找出調教角度。按鍵盤上的 [Printscreen] 鍵，把圖片在 Powerpoint 打開，將提供的量角器圖片貼在其上並找出調教角度 (見下圖)。



©2015 Google, Image Landsat, Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO

xiii. 打開網絡瀏覽器，在 Google 搜索器搜索”TERRA 衛星的高度”。在網頁找出 TERRA 的高度。



©2015 Google, Image Landsat, Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO

xiv. 利用上圖及運用以上所得到的數據，計算衛星及 ISEIS 之間的仰角：

TERRA 衛星感應器的高度：*______________________________

衛星及 ISEIS 之間的水平距離：**___________________________

3.3. 極冰溶化與海平面上升(P.10)

提示:

全球暖化令極冰溶化，導致全球海平面上升。

冰溶後體積會減少，把溶冰體積乘以 90%會得出因極冰溶化而流進海洋的水體積。把水體積除以全球海平面面積會得出因溶冰而做成的海平面上升。全球海平面面積約是 361*1,000,000 km^2。

海平面上升高度的計算方程=（溶冰體積*0.9）/ 361*100,000 km^2

格陵蘭冰蓋體積可在下表找到。

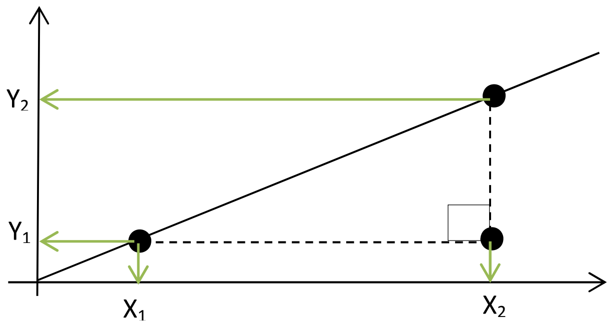
格陵蘭冰雪存量	
地點	體積(立方公里)
格陵蘭冰蓋	2,930,000
格陵蘭大陸冰川	50,000

4.1.4. 政府的責任? 全球二氧化碳濃度繪圖練習。(P.20)

提示：

斜率計算方法：

$$\frac{Y_2-Y_1}{X_2-X_1}$$



4.3.1. 極端天氣繪圖練習 (P.27)

找出 1885-1956 年及 1960-2013 年香港溫度低於 4 度及高於 35 度分別平均隔幾年出現一次。
1885-1956 年溫度低於 4 度及高於 35 度分別出現了多少次？

____

____

1960-2013 年溫度低於 4 度及高於 35 度分別平均隔幾年出現一次？

____

____

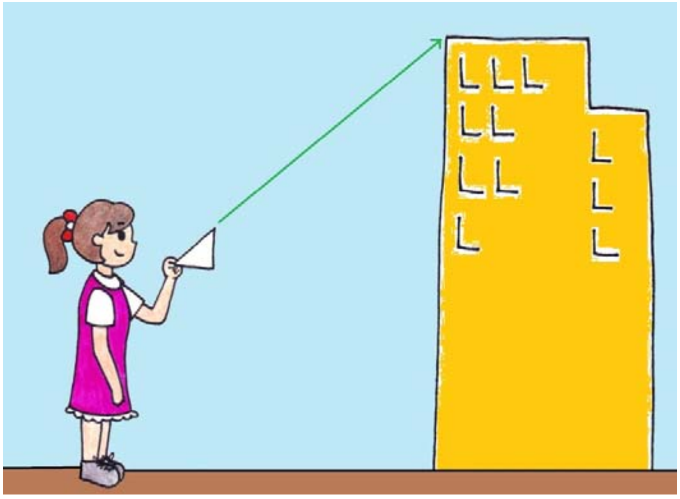
繪圖顯示香港絕對最低氣溫及香港絕對最高氣溫的趨勢是怎樣？

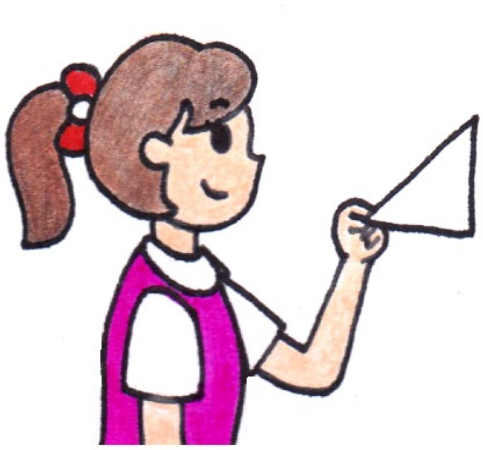
____

____

5.1. 估算建築高度 (P.29)

同學可以參考以下方法估算中大建築物高度。





i. 將一張正方形紙對摺，摺成等腰三角形。三角形會有一個直角和兩個 45 度角。切掉多餘的紙張，留下需要的三角形。如果紙張不是正方形，就必須先將長方形紙摺成方形。
ii. 將三角形如圖放在眼前。眼睛可以沿斜邊向上望睛。
iii. 閉一隻眼，在建築物前移動，用另一直眼視沿著三角形斜邊，直到你能從三角形的頂端看到建築物的頂部。
iv. 記錄這位置，並測量它與建築物的距離。
v. 把這個距離加上自己的高度就是建築物的高度。加上自己的高度是因為我們是從眼睛高度觀看建築物。

計算方法的一個小竅門：等腰三角形的兩邊長度是一樣的。

6.1.1. 洗手造成溫室氣體排放 (P.34)

計算每天洗手用水間接引致的溫室氣體排放：

每次洗手的用水量：____

每天洗手次數：____

並計算每天洗手用水量：

每天洗手用水量 =每次洗手用水量 x 每天洗手次數：

= __________ x _________ = ___________立方米

水務署在處理食水使用電力所會間接引致的溫室氣體排放：

溫室氣體排放量 = 食用水用量 x 排放系數（0.424） = ____________ 公噸 CO_2-e

渠務署在處理污水時使用電力所引起的溫室氣體排放：

溫室氣體排放量 = 食用水用量 x 排放系數（0.7） = ____________ 公噸 CO_2-e

洗手用水造成的溫室氣體排放：

水務署處理食水 + 渠務署處理污水時使用電力所會間接引致的溫室氣體排放 =

____

6.2. 利用電費單計算出每月的溫室氣體排放量 (P.37)

逐步計算

你可以利用電費單計算出每月的溫室氣體排放量？

「排放系數」是用以量化生產電力過程中所排放的溫室氣體量，方法是計算生產每度電（1000 瓦特）時釋放了多少千克的溫室氣體的二氧化碳當量。下表是 2012 年香港不同的電力公司的溫室氣體排放系數（kg CO2e/kWh）

電力公司	排放系數
中華電力	0.58
香港電燈	0.79

i. 從左邊中電電費單上找出用電度數，並計算用電做成的碳排放。

用電度數：__________ kWh

計算溫室氣體排放量：

用電量（kWh）× 電力公司溫室氣體排放系數（kg CO2e/kWh）

= __________ kg CO2e

每日的平均溫室氣體排放量：

溫室氣體排放量 ÷ 日數

= __________ kg CO2e ÷ 30 日　= __________ kg CO2e / 日

ii. 從左邊港燈電費單上找出用電度數，並計算用電做成的碳排放。

用電度數：__________kWh

計算溫室氣體排放量：

用電量（kWh）× 電力公司溫室氣體排放系數（kg CO2e/kWh）

= __________ kg CO2e

每日的平均溫室氣體排放量：

溫室氣體排放量 ÷ 日數

=__________ kg CO2e ÷ 30 日　=__________ kg CO2e / 日

6.3.1. 課室照明系統的碳排放量 (P.38)

ii. 計算用電量

用電量 =__________ 瓦特 ×__________ 支光管 × 每月使用 __________小時 × 10 個月

= __________ 瓦小時（Wh） *瓦小時（Wh）/1000 = 千瓦小時（kWh）

iii. 計算碳排放量

找出學校所處區域的電力公司溫室氣體排放系數 = __________

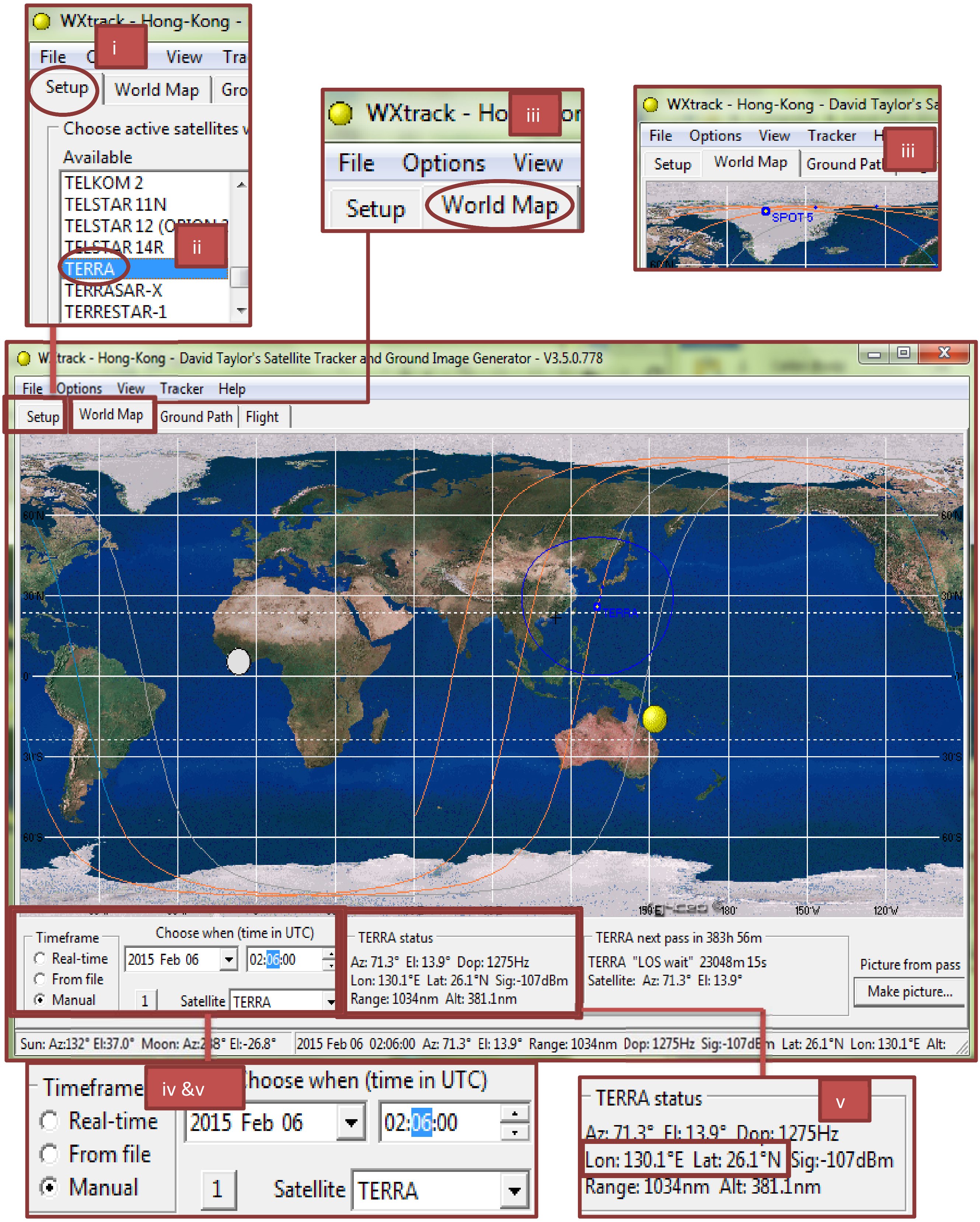
溫室氣體排放量 ＝ 每年用電量 × 溫室氣體排放系數

＝ __________ kWh × __________ kg CO_2e/kWh = __________ kg CO_2e

利用數學講述
氣候變化的故事

老師版

人造衛星應用 (P.2) 電腦操作圖



1. 人造衛星應用

1.1. 接收衛星資訊

衛星圍繞南北極一次需要多久?

衛星圍繞南北極一次需要 99 分鐘 。

電腦軟件應用：

按桌面的 wxtrack350 捷徑。軟件打開後如左邊中央的圖。

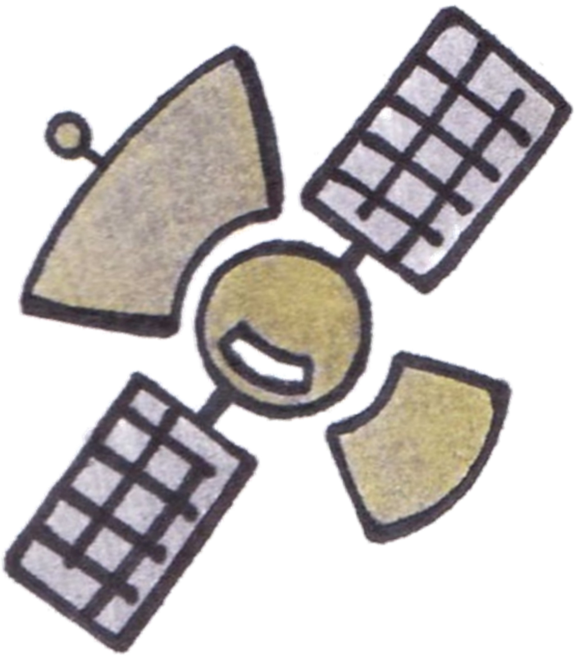
i. 選擇 [設定/ Set up]，

ii. 在 set up 選擇並雙按 TERRA。

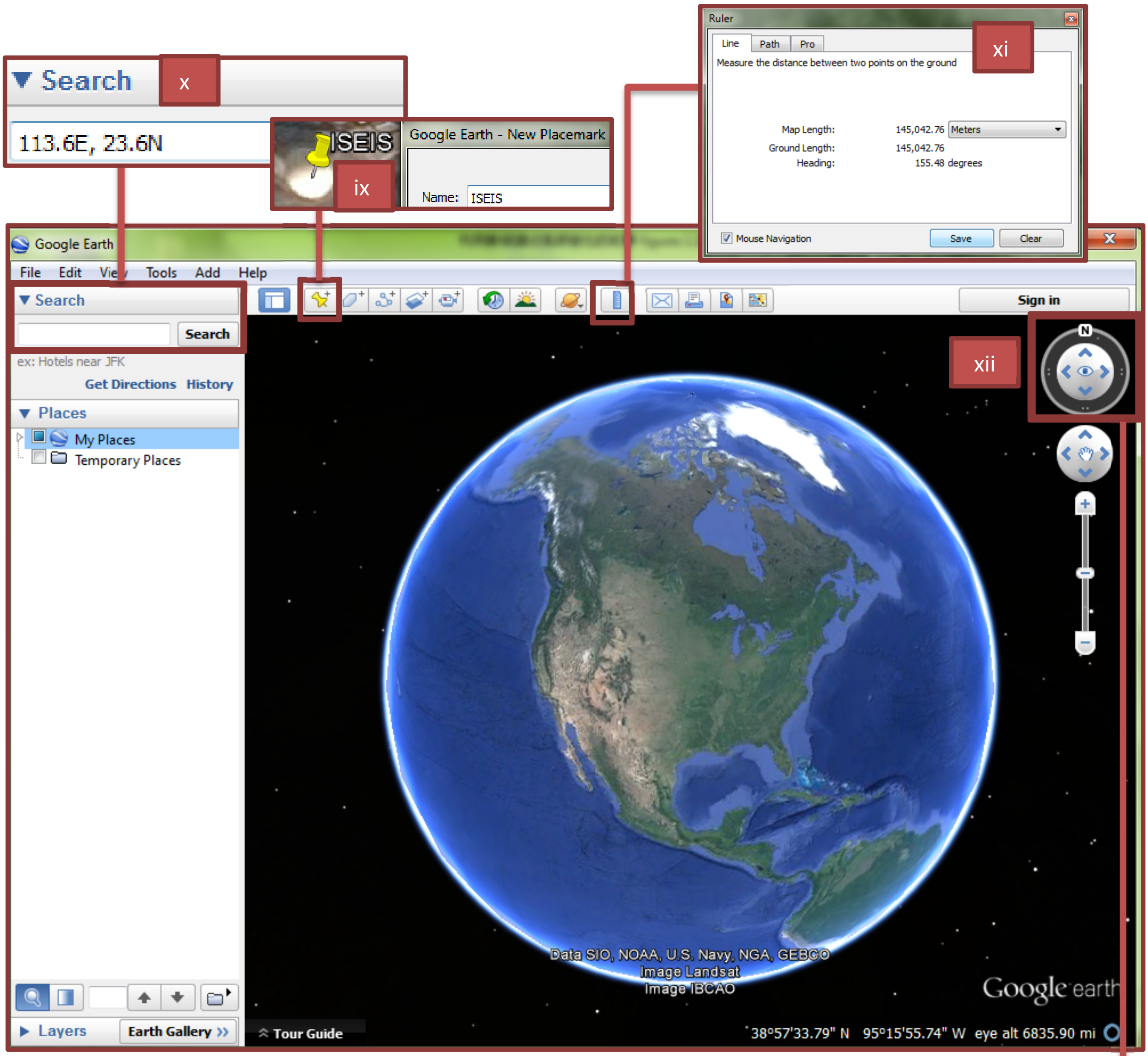
iii. 選擇 World Map，在 World Map 左下方選擇日期及時間，地圖會顯示衛星 TERRA 於不同時間所在的位置。

iv. 透過調教時間，找出衛星環圍繞南北極一次需時。

v. 在 World Map 輸入 2015 年 2 月 6 日 2:06:00 分，找出 TERRA 衛星當時位處的經緯度。



人造衛星應用 (P.4) 電腦操作圖



©2015 Google, Image Landsat, Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO, Image IBCAO

viii. 打開 Google 地球 。在 Google 地球左邊的搜索欄搜索香港中文大學，並找出 ISEIS 的位置。使用滑鼠滾輪滾動即可放大或縮地圖。利用標記功能標上記號。

ix. 在螢幕上方的工具列功能表上，按一下 [地標] 圖示 ，[新地標] 對話方塊隨即出現，且 [新地標] 圖示會位在黃色閃光方塊的檢視器中央。拖曳地標在 ISEIS 的衛星接收器（白球）上。於名字一欄上填上 ISEIS。

x. 在 wxtrack350 中 World Map 的下方找出 TERRA 的經緯度。把經緯度輸入 Google 地球的搜索欄後按 [搜索/ Search]。

例如：wxtrack350 顯示 TERRA 衛星當時位處的經緯度是 Lon:130.7oE Lat: 29.7oN。

在 Google Earth 中 輸入 130.7E, 29.6N 。

TERRA 衛星當時位處的經緯度是：____42.4E 76.4N__

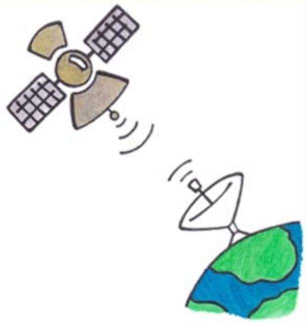
xi. 繪畫一條線聯繫 ISEIS 及 TERRA 的位置，並利用 Google 地球找出它們之間的距離。按一下工具列中的 [尺規] 圖示 ，然後在 3D 檢視器中按一下滑鼠，繪畫一條線聯繫 ISEIS 及 TERRA 的位置。它們之間的距離會於對話方塊中顯示。最後按一下 [儲存/ Save]，再按 OK，將測量結果儲存。

ISEIS 及 TERRA 之間的距離是：______7121km____

xii. 按一下 Google Earth 右上方圓形上的 N，將地圖上方調至向北。

1.2. 調教衛星 TERRA 及 ISEIS 衛星訊號接受天線之間的水平角及仰角

計算衛星 TERRA 及 ISEIS 衛星訊號接受天線之間的水平角及仰角



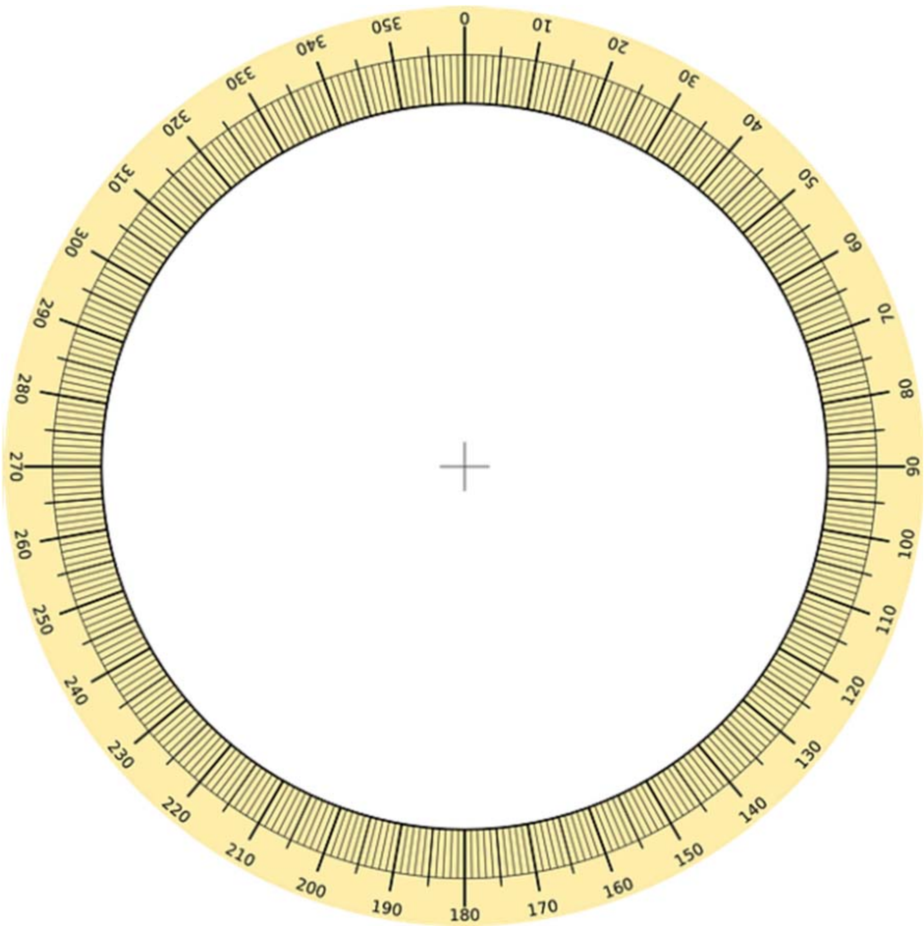
提供工具：

1) 量角器
2) ISEIS 至衛星距離地圖
3) Google 搜尋地圖：http://www.google.com

衛星天線的水平角 = 74.5° (詳見下面)

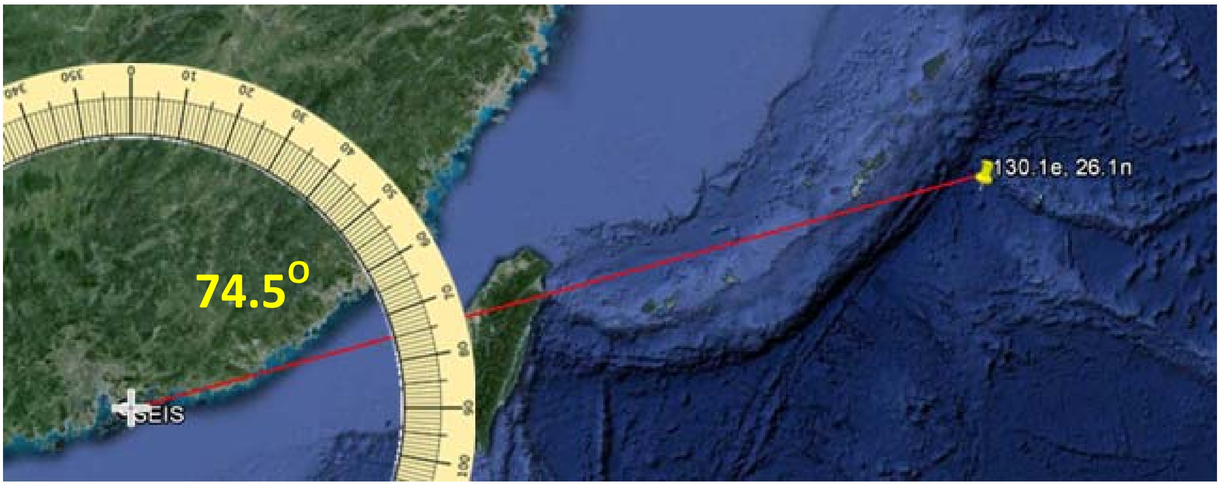
衛星天線的仰角 = ~22.74° (詳見下面)

量角器



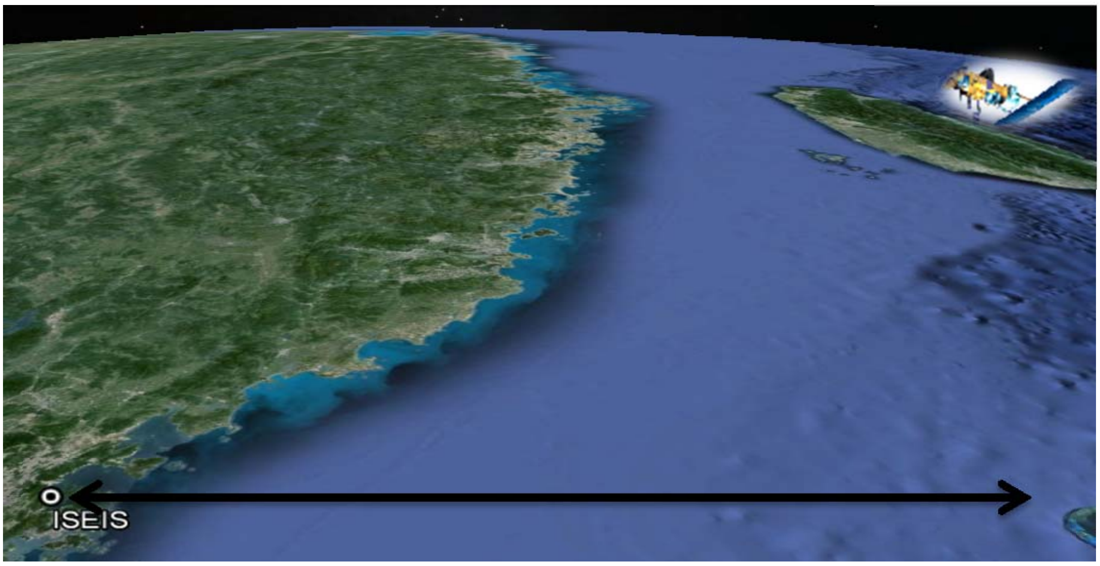
提示：

根據衛星軌道，ISEIS 遙感接收器需要調教訊號接收角度。利用量角器找出調教角度。按鍵盤上的 [Printscreen] 鍵，把圖片在 Powerpoint 打開，將提供的量角器圖片貼在其上並找出調教角度 (見下圖)。



©2015 Google, Image Landsat, Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO

viii. 打開網絡瀏覽器，在 Google 搜索器搜索”TERRA 衛星的高度”。在網頁找出 TERRA 的高度。



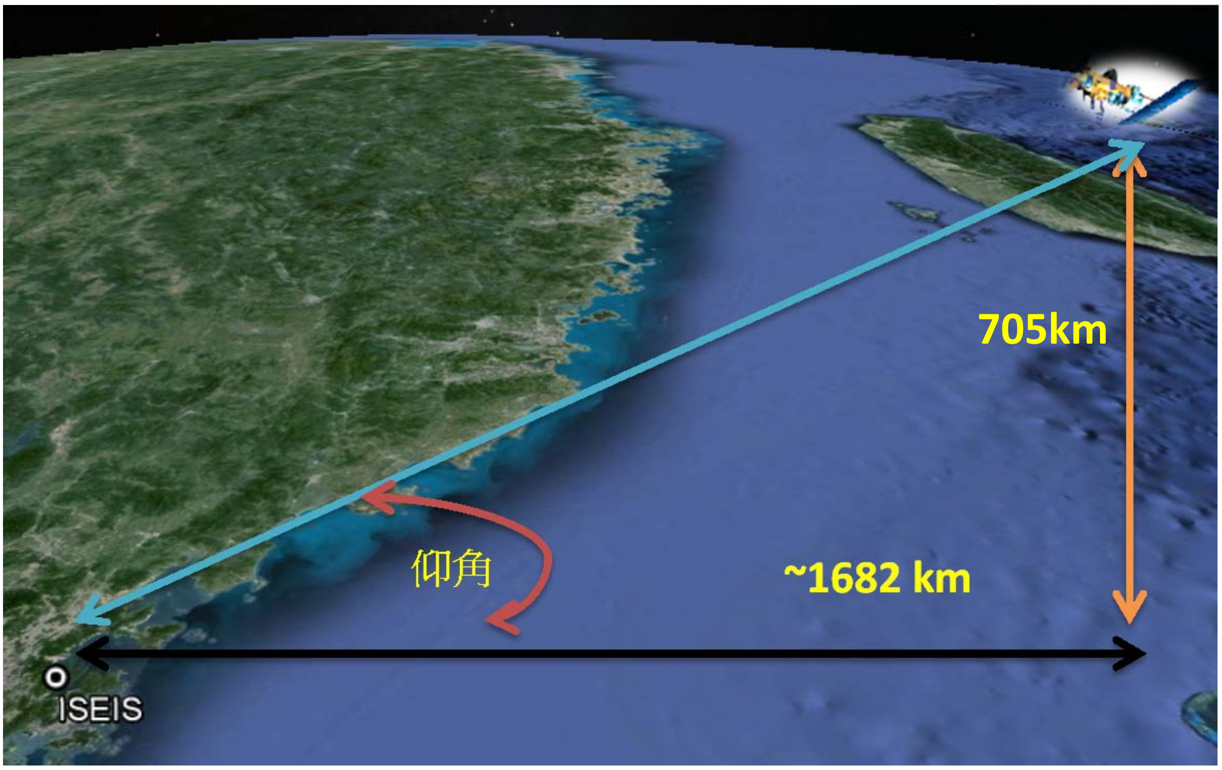
©2015 Google, Image Landsat, Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO

ix. 利用上圖及運用以上所得到的數據，計算衛星及 ISEIS 之間的仰角：

TERRA 衛星感應器的高度：*______705km______________

衛星及 ISEIS 之間的水平距離：**_____~16821km______________

答案：



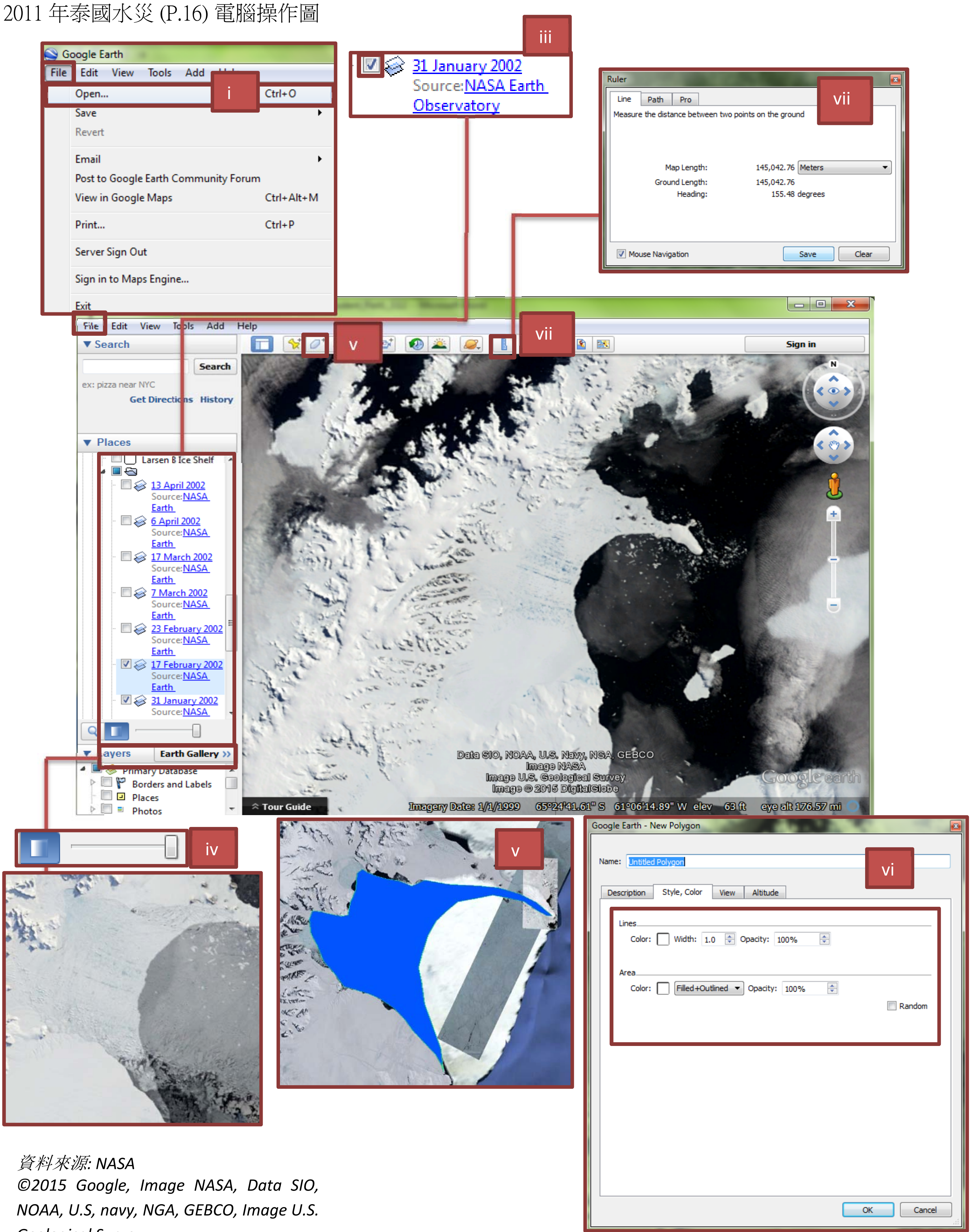
©2015 Google, Image Landsat, Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO

上圖顯示學生可用來計算仰角（紅線）的數據，TERRA 衛星感應器的高度（橙線），衛星及 ISEIS 之間的水平距離（黑線）。

衛星及 ISEIS 之間的水平角是 74.5°，仰角是 ~22.74。

2. 參觀衛星站

2011 年泰國水災 (P.16) 電腦操作圖



資料來源: NASA
©2015 Google, Image NASA, Data SIO, NOAA, U.S, navy, NGA, GEBCO, Image U.S. Geological Survey

3. 全球暖化對南極的影響

3.1. 南極冰蓋減少影片

觀看影片，認識冰蓋，及認識氣候改變與冰蓋減少的關係。

https://www.youtube.com/watch?v=EAFufM149Bo

3.2. 計算南極冰蓋面積

你能找出 31/1/2002 至 17/2/2002 南極 Larsen B 冰蓋減少的面積是多少嗎？

i. 打開 Google 地球。
ii. 按[文件/File] > [打開/Open]，打開南極 Larsen B 冰蓋圖。
iii. 在左列顯示圖層介面內選擇 31/1/2002 及 17/2/2002。

31/1/2002 南極 Larsen B 冰蓋圖

17/2/2002 南極 Larsen B 冰蓋圖

資料來源: NASA

iv. 點擊 13/4/2002，點擊下方的漸變功能鍵，把項目鍵左調，增加圖層透明度。透過漸變功能比較 31/1/2002 及 17/2/2002 冰蓋佔地面積的變化。
v. 利用 Google 地球的多邊形功能，在減少了的冰蓋位置上繪畫多邊形。選取  [新增多邊形]。系統隨即會顯示「新多邊形」對話方塊，游標也會變成方形繪製工具。沿著冰蓋減少面積點擊。繪畫冰蓋減少面積圖。
vi. 在「新多邊形」對話方塊上的顏色層更改多邊形顏色。

運用 Google 地球的[尺規]（詳見 1. 衛星運作，衛星軌道及天線運作計算）功能，量度面積的大小，估算 31/1/2002 至 17/2/2002 南極冰蓋 Larsen B 減少的面積。

595km^2

小知識

- 作答時應先選擇合適的量度單位。
- 同學可以運用填補法，分割法計算。

3.3. 極冰溶化與海平面上升

假若格陵蘭所有冰蓋溶化，90%的溶化極冰會流進海洋，那全球海平面會上升多少米？全球海平面面積約是 361*1,000,000 km^2。

_見下面部分____

格陵蘭冰蓋體積可在下表找到。

格陵蘭冰雪存量	
地點	體積(立方公里)
格陵蘭冰蓋	2,930,000
格陵蘭大陸冰川	50,000

提示:

全球暖化令極冰溶化，導致全球海平面上升。

冰溶後體積會減少，把溶冰體積乘以 90%會得出因極冰溶化而流進海洋的水體積。把水體積除以全球海平面面積會得出因溶冰而做成的海平面上升。全球海平面面積約是 361*100,000 km^2。

海平面上升高度的計算方程=（溶冰體積*0.9）/ 361*100,000 km^2

格陵蘭冰蓋體積可在下表找到。

格陵蘭冰雪存量	
地點	體積(立方公里)
格陵蘭冰蓋	2,930,000
格陵蘭大陸冰川	50,000

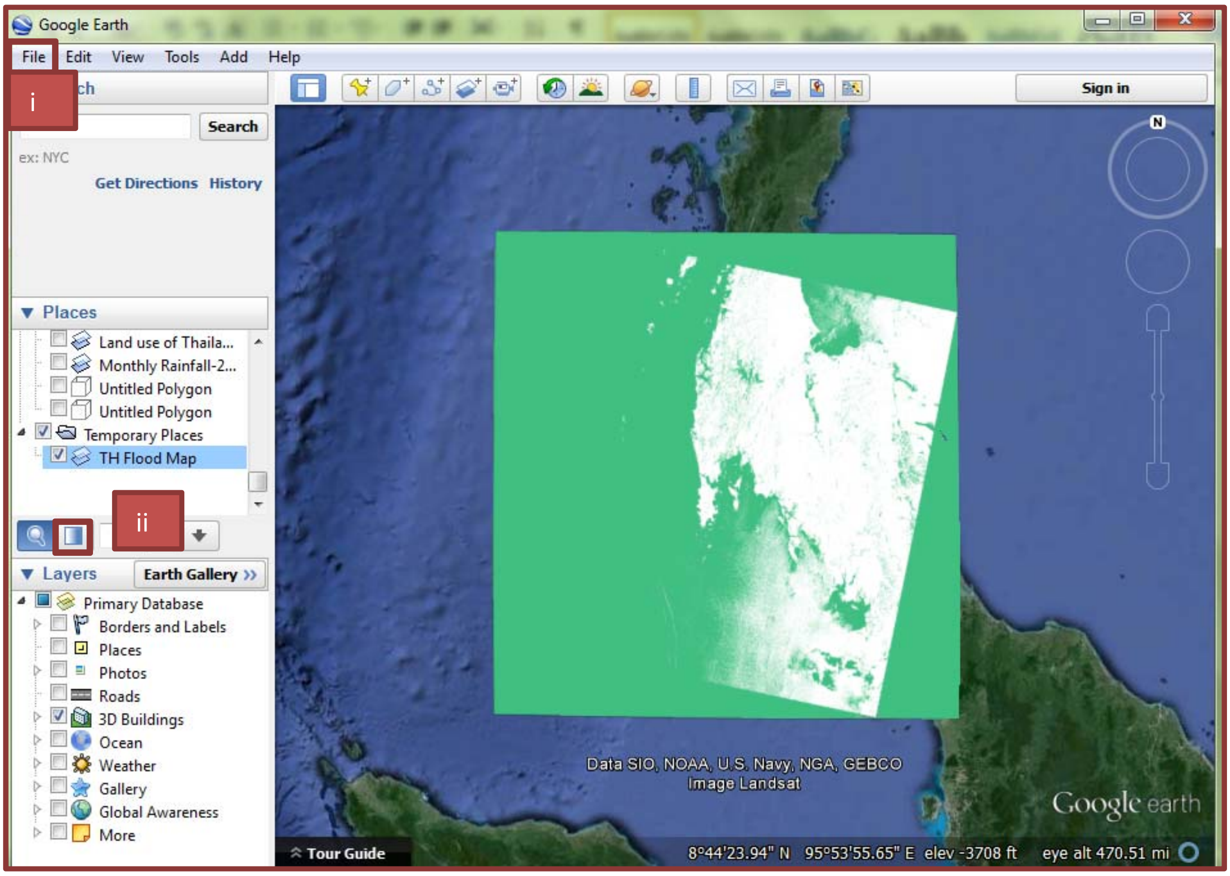
計算答案：

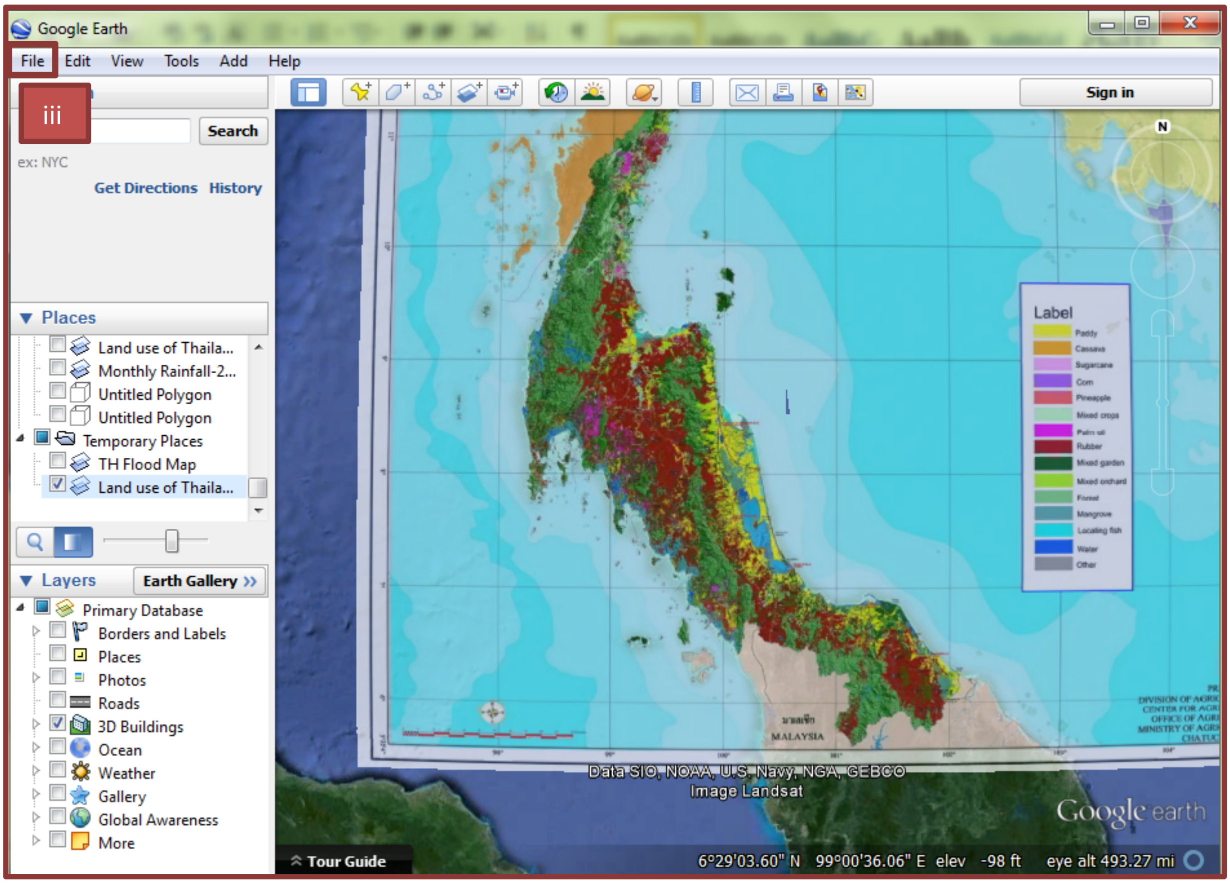
格陵蘭冰蓋體積 2.98*100,000km^3

假若格陵蘭所有冰蓋溶化，全球海平面上升=2.98*0.9/361=0.00743km=7.4m

假若格陵蘭所有冰蓋溶化，全球海平面會上升_7.4_米。

2011 年泰國水災 (P.16-17) 電腦操作圖





資料來源: Map of Thailand.org, http://www.mapofthailand.org/
©2015 Google, Image Landsat, Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO

3.4. 2011 年泰國水災

運用 Google 地球計算 2011 年泰國洪水的淹沒範圍。並對照土地應用圖，估算洪水的影響。

i. 在 Google 地球內打開泰國洪水地圖。

   按[文件/File] > [打開/Open]，選擇[TH Flood Map]。

ii. 利用 Google 地球的漸變功能（詳見 3.1. iv），觀察泰國如何受洪水影響。

iii. 打開泰國土地應用圖。

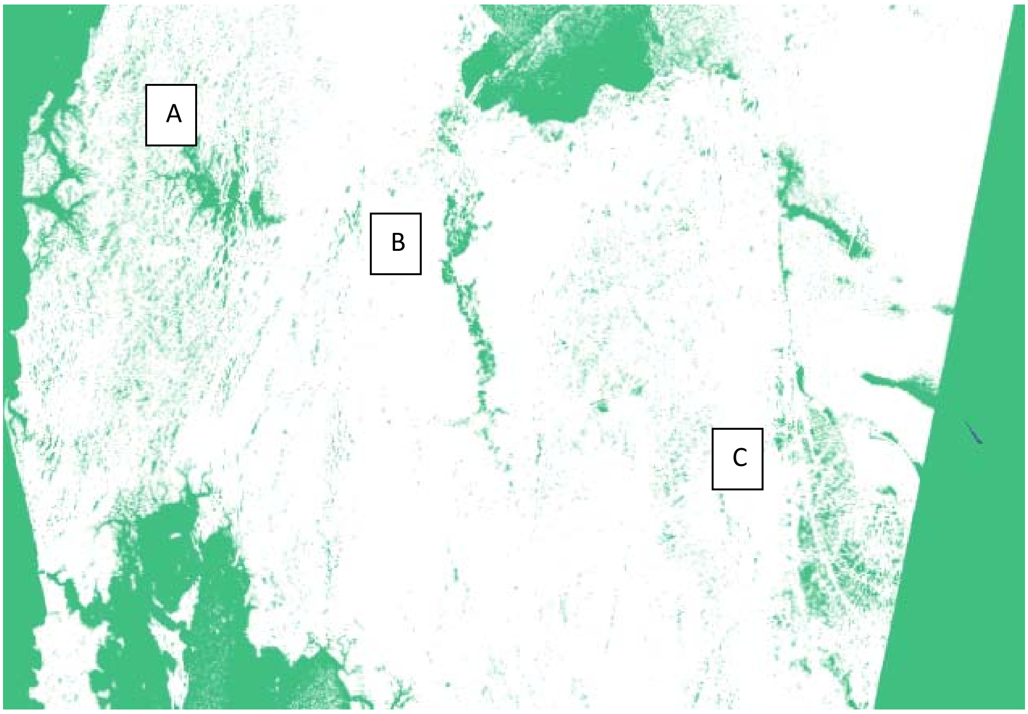
   按[文件/File] > [打開/Open]，選擇[TH Land use 2005]。

同學可以透過 Google 地球見到泰國部分土地被洪水淹沒。土地應用圖中黃色部分，是農業生產土地，觀察受洪水影響的地方。

2011 年泰國洪水有否減少作物生產？

有 (詳見下面資料)

iv.



.

a) 上面衛星圖像中綠色的地方代表土地被水淹沒。找出上圖 A, B, C 三個地方是否被洪水淹沒。同學可使用 Google 地球漸變功能觀察該地方的地形及衛星圖像。

從 Google Earth 觀察， A 位置是藍色，即該位置可能是水塘，所以 A 不是被洪水淹沒。

從 Google Earth 觀察， B 和的 C 位置不是藍色，即該位置本來沒水，所以 B, C 是被洪水淹沒。

b) 打開泰國土地應用圖，運用漸變功能觀察被洪水淹沒的地方本來的土地應用。

大部分地方是農田

c) 在被洪水淹沒而又用作稻米種植的地方上畫上多邊形。

d) 根據下列資料，2011 年泰國洪水減少了多少米生產？泰國佔香港 2011 年香米進口的多少？評估 2011 年泰國洪水對香港米供應的影響。

e.g. 減少了泰國米生產 (詳見下頁答題資料)

政府新聞公報

據報，泰國是全球最大的食米出口國，最近發生的水災嚴重影響該國的稻米生產，當地受淹農地估計佔全國農地約 14%至 16%。報道又指本年收成多被浸壞，估計損失達 700 萬噸稻米，佔全年總收成 2,500 萬噸的 28%。加上新政府上台，全面上調泰國食米（泰米）的出口價格，有本地泰米入口商表示，泰米整體來貨量已減少一至兩成，價格亦隨之上升。

泰國食米貯存商的銷售量(以原產地及等級劃分)

(單位:000 公噸;括號內乃佔總數的百分比)

	2010	2011	2012	2013
香米	186.8	174.3	143.5	134.5
白米	19.9	19.3	8.5	3.0
其他	11.8	12.4	9.6	8.5
小計	218.5	206.0	161.6	146.0

資料來源:
https://www.tid.gov.hk/tc_chi/import_export/nontextiles/nt_rice/monthly_rice.html#a
http://www.info.gov.hk/gia/general/201111/30/P201111300189.htm

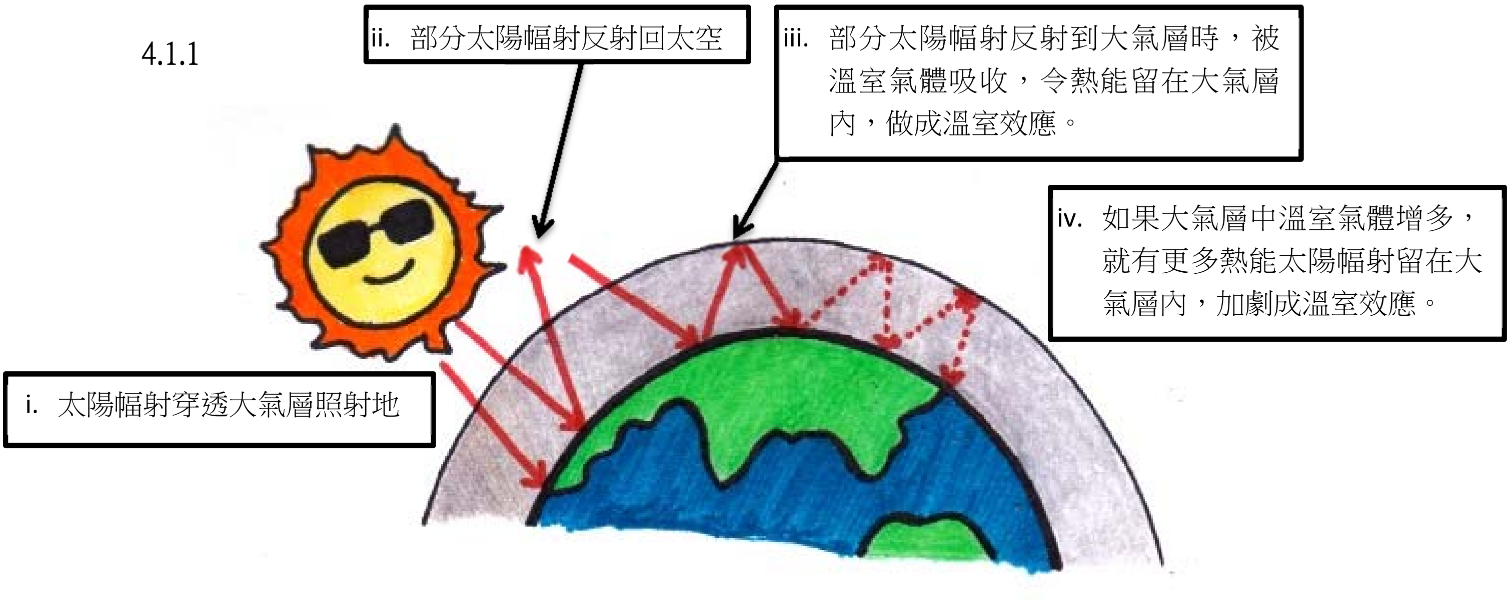
根據資料，2011 年洪水減少了泰國米生產__28______%，_700__________萬公噸。

而 2012 年比 2011 年的泰國香米售量減少了_______21.5______%。

4. 氣候變化

4.1. 氣候變化的原因

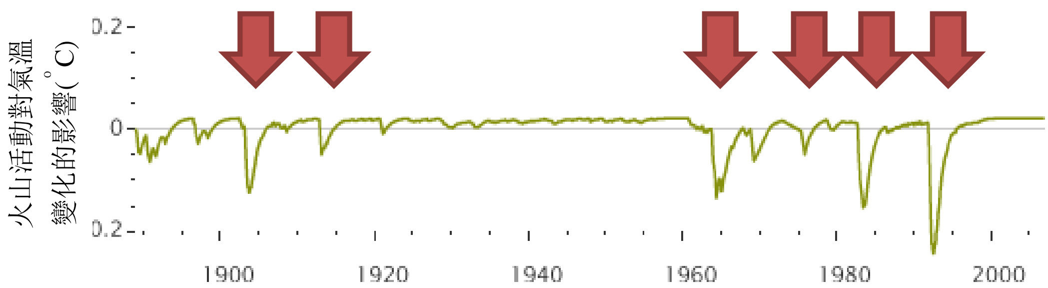
4.1.1



「溫室效應」圖解

歷史上的工業革命和改革開放， 都指工業和科技突飛猛進，社會主要經濟活動由農業轉型至工業的過程。

4.1.2. 火山活動與氣候變化的關係



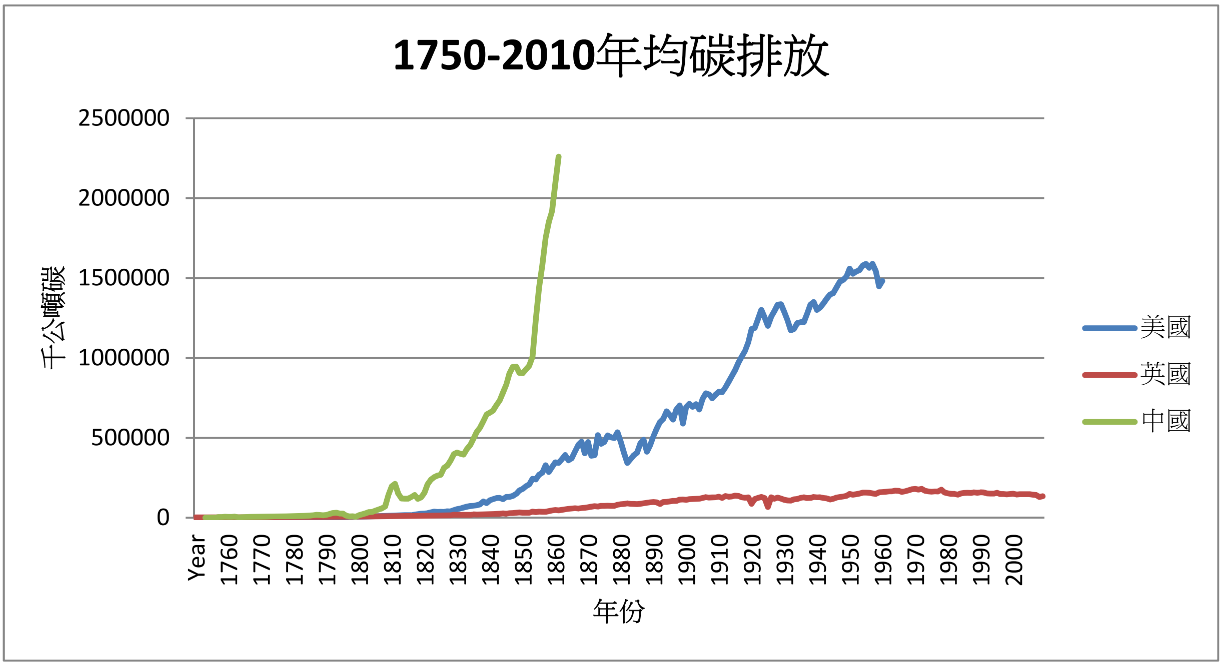
資料來源：NASA

有人認為火山爆發時噴發二氧化碳，導致氣候暖化。從以上圖表可見，火山活動有沒有令全球氣溫產生顯著的改變？

____

4.1.3. 人類的責任? － 人為因素

「人為加劇的溫室效應」(Human-enhanced Greenhouse Effect) 是指人類活動造成的溫室效應，如燃燒化石燃料(Fossil Fuels)， 排放大量二氧化碳等溫室氣體，令地球溫度不斷上升。與此同時，人類大量砍伐樹木，亦令地球吸收二氧化碳的能力減弱。在這種此消彼長、排放多於吸收的情況下，大氣中便會累積大量額外的以二氧化碳為主的溫室氣體。

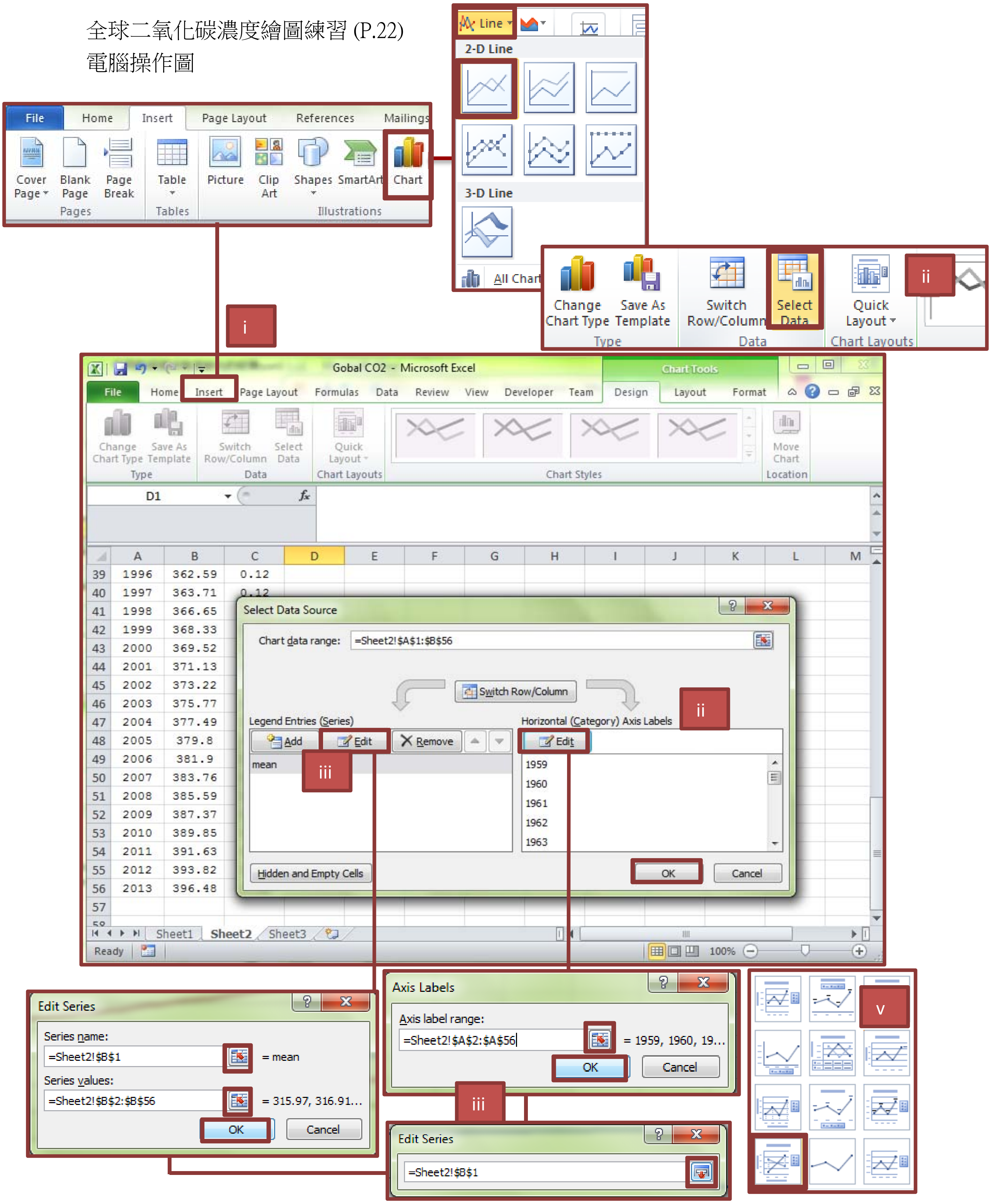


重要歷史事件
1840 年 英國工業革命
1900 年 美國工業革命
1978 年 中國改革開放

從以上資料可見，人類活動與碳排放有什麼關係？

____

全球二氧化碳濃度繪圖練習 (P.22)
電腦操作圖



4.1.4. 政府的責任?

全球二氧化碳濃度繪圖練習。

全球二氧化碳濃度正不斷增加。利用 1959 年至 2013 年全球二氧化碳濃度數據繪畫全球二氧化碳濃度的變化。

打開 [全球二氧化碳濃度數據] excel 檔，並在 NOAA 網站內找出數據，填寫漏空的位置。

NOAA 網址：ftp://aftp.cmdl.noaa.gov/products/trends/co2/co2_annmean_mlo.txt

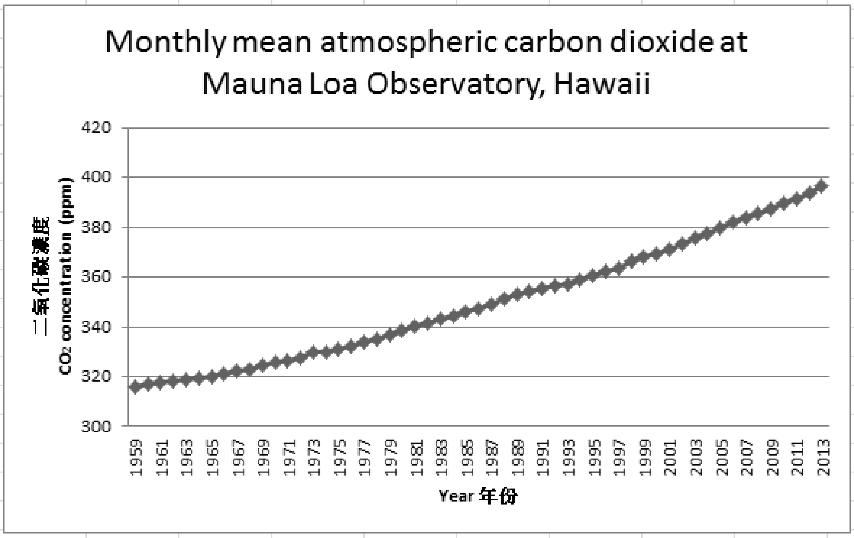
利用 excel 功能，繪畫 1959 年至 2013 年全球二氧化碳濃度時間序列圖。

i. [插入] / [Insert] > [圖表] / [Chart] > [折線圖] / [Line] ，excel 會顯示未編輯的圖表
ii. 在上列中選 [選擇數據] / [Select Data] ，數據選擇視窗口會打開
iii. 選擇 [編輯] / [Edit] , 編輯列 / Edit Series 會打開,按下右邊正方形去選擇繪圖數據。
iv. 選擇整列繪圖數據，然後按確定 / OK。
v. 最後選擇圖表顯示版面並填上軸標題。

完成圖表如下。根據圖表，計算每月全球二氧化碳濃度斜率。

斜率是<u>　　　　　　1.5　ppm/每年　　　　　　</u>。

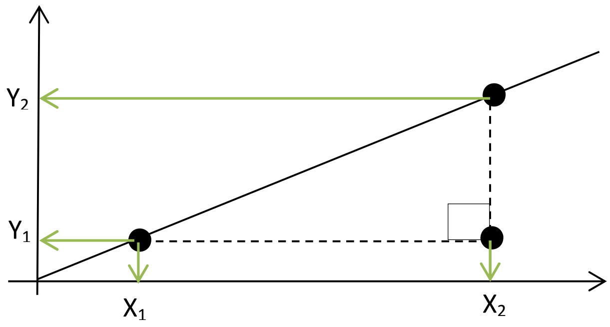
	A	B	C
1	year	mean	unc
2	1959	315.97	0.12
3	1960	316.91	0.12
4	1961	317.64	0.12
5	1962	318.45	0.12
6	1963	318.99	0.12
7	1964	319.62	0.12
8	1965	320.04	0.12
9	1966	321.38	0.12
10	1967	322.16	0.12
11	1968	323.04	0.12
12	1969	324.62	0.12
13	1970	325.68	0.12
14	1971	326.32	0.12
15	1972	327.45	0.12
16	1973	329.68	0.12
17	1974	330.18	0.12
18	1975	331.08	0.12
19	1976	332.05	0.12
20	1977	333.78	0.12
21	1978	335.41	0.12
22	1979	336.78	0.12
23	1980	338.68	0.12



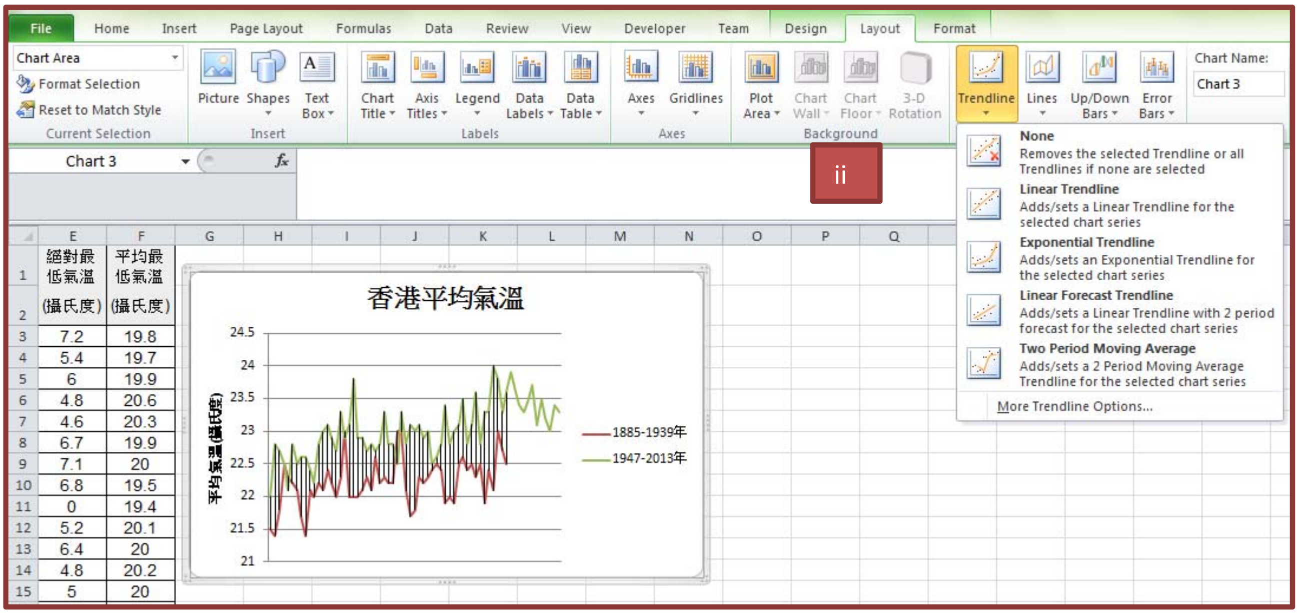
提示：

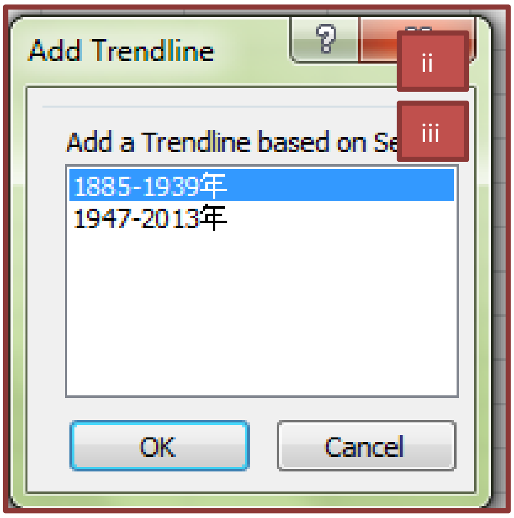
斜率計算方法：

$$\frac{Y_2-Y_1}{X_2-X_1}$$



氣溫上升繪圖練習 (P.24) 電腦操作圖





4.2. 全球氣候變化對香港的影響

4.2.1. 氣溫上升繪圖練習

打開 [香港每年平均溫度] excel 檔。excel 檔含香港每年平均溫度資料圖，但當中漏空的數據需要在天文台網站找出。

天文台網站址：http://www.hko.gov.hk/cis/data/annual_record_uc.htm

利用香港每年平均溫度資料，在提供的香港平均氣溫線圖上加上趨勢線，並分別觀察 1885 年至 1939 年及 1947 年至 2013 年香港氣溫的變化。

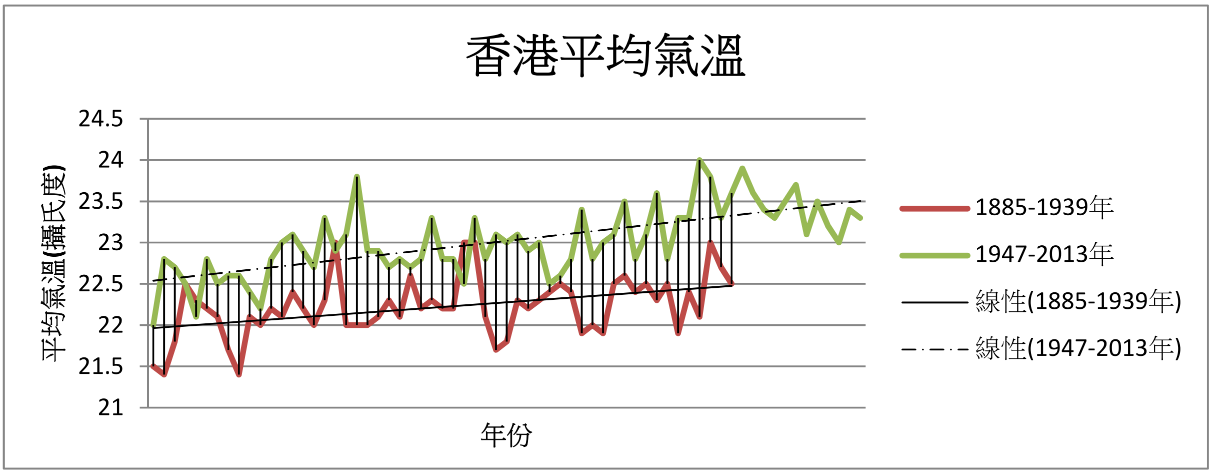
完成繪圖 ，並在繪圖找出香港 1885-1939 年及 1947-2013 年氣溫上升的速度:

1885-1939 年: 0.01 攝氏度/年

1947-2013 年: 0.015 攝氏度/年

加上趨勢線方法：

i. 點擊 Excel 香港平均氣溫圖 > [版面配置] / [Layout] > [趨勢線] / [Trendline] > [線性趨勢線] / [Linear Trendline]。
ii. 新增趨勢線 / Add Trendline 視窗會出現，在新視窗內選 1885-1939 年。
iii. 然後重覆以上步驟，而在步驟 ii 選擇 1947-2013 年



完成的繪圖如上 ，繪圖顯示香港氣溫上升速度正在加劇。

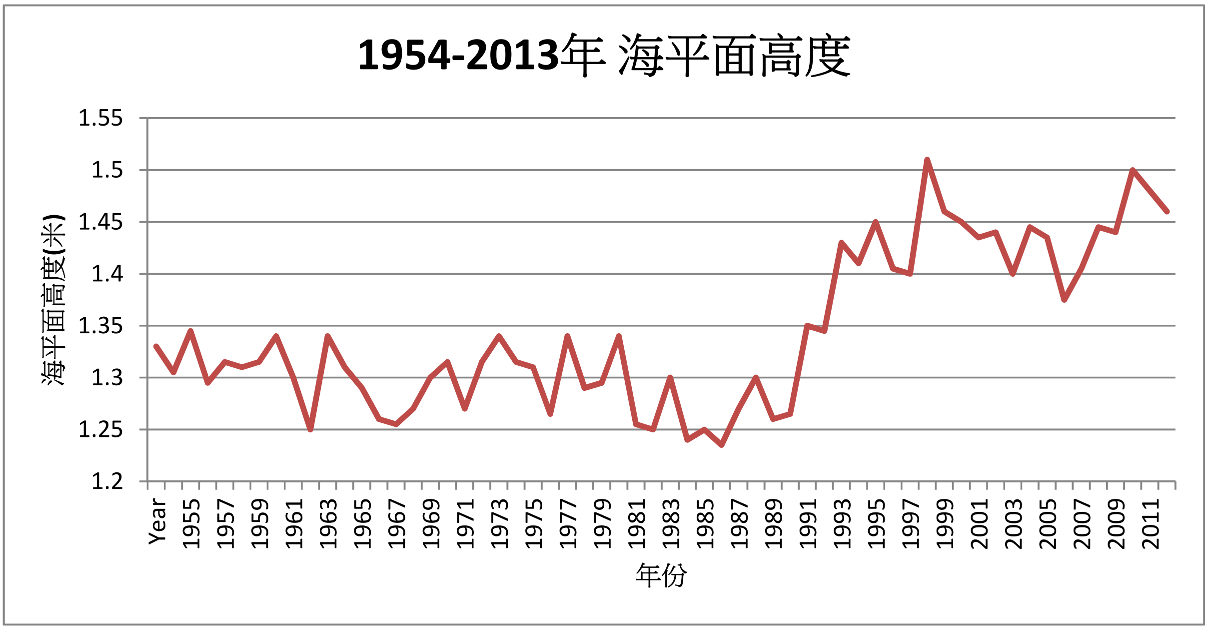
4.2.2. 海平面上升繪圖練習

下圖是 1954 年至 2013 年香港海平面高度圖。觀察香港每年平均海平面高度變化。

請同學估計下圖的趨勢線，並利用間尺在下圖加上趨勢線。

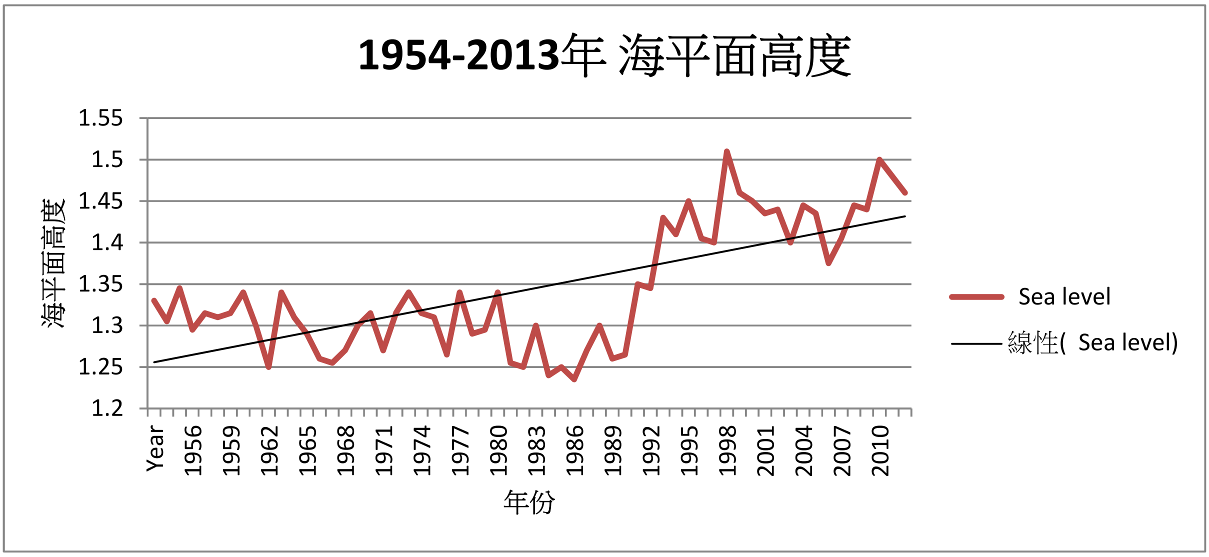
從那一年起海平面上升速度加快？ 1991

那年之後平均每年上升多少厘米？ 0.88cm

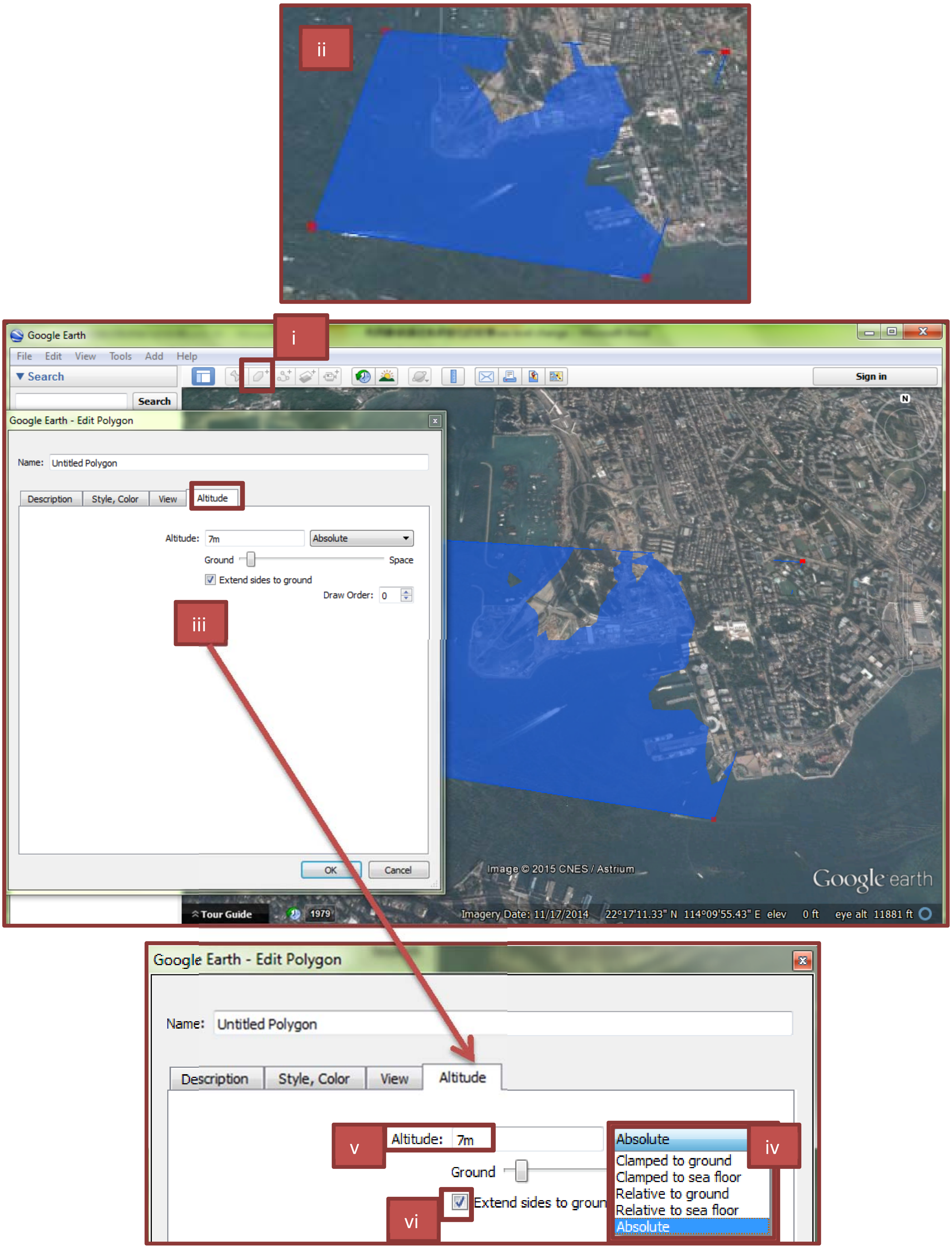


答案：

下圖是加上趨勢線的樣式，繪圖顯示香港海平面上升速度正在加快。



格陵蘭冰蓋融化，全球海平面上升，香港多少土地會被淹沒？(P.28) 電腦操作圖



©2015 Google, Image© 2015 DigitalGlobe, Image © 2015 CNES/ Astrium

4.2.3. 格陵蘭冰蓋融化，全球海平面上升，香港多少土地會被淹沒？

假若所有格陵蘭冰蓋融化，全球海平面會上升 7.36 米，香港部分土地會因此被淹沒。那你所住的區域會受海平面會上升影響嗎？

觀察後作答

你的學校會受海平面會上升影響嗎？

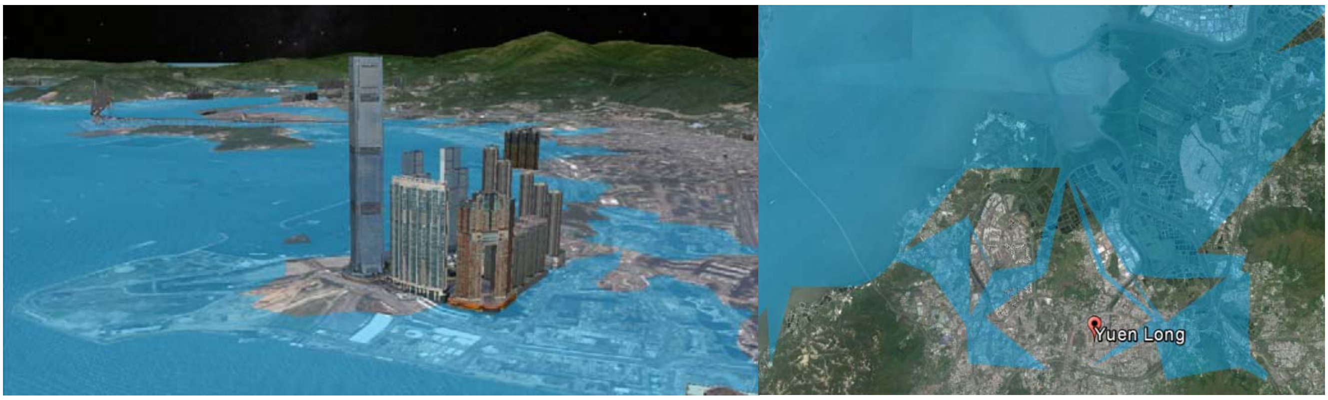
觀察後作答

運用 Google 地球搜尋該地方，並運用多邊形功能，繪畫方形，找出海平面上升後該地區的情況。試觀察西九龍及元朗會如何受海平面上升影響。

觀察後作答

i. 在工具欄，點擊[新增多邊形] 。系統隨即會顯示[新多邊形] / [New Polygon]對話方塊，滑鼠游標也會變成方形繪製工具。
ii. 在地圖上點擊滑鼠，然後鬆開，在想要找出海平面上升情況的地方上繪畫方形。
iii. 完成上面的步驟後，在「新多邊形」對話方塊中按一下 [高度] / [Altitude] 標籤。
iv. 在下拉式選單中選取適當的選項[絕對高度] / [Absolute]。
v. 調教多邊形高度至 7 米（當所有格陵蘭冰蓋融化，全球海平面上升高度）。
vi. 勾選 [兩側向地面延伸] / [Extend sides to ground]，多邊形隨即會轉換成 3D 物件。
vii. 可在[顏色] / [Style, Color] 標籤內更改多邊形的顏色。
viii. 按一下 [確定]/ [OK] 儲存您的多邊形。
ix. 放大地圖，觀看海平面上升對地區做的影響。

假若所有格陵蘭冰蓋融化，全球海平面會上升 7.36 米，而香港部分土地會被淹沒，例如西九龍，元朗，如下圖。



©2015 Google, Image© 2015 DigitalGlobe, Image © 2015 CNES/ Astrium

4.3.極端天氣

4.3.1. 極端天氣繪圖練習

極端天氣指溫度低於 4 度或高於 35 度。打開 [香港絕對氣溫] excel 檔。
比較 1885-1956 年及 1960-2013 香港極端天氣有沒有不同的規律。

提示：

找出 1885-1956 年及 1960-2013 年香港溫度低於 4 度及高於 35 度分別平均隔幾年出現一次。
1885-1956 年溫度低於 4 度及高於 35 度分別出現了多少次？

低於 4 度: 7 次; 高於 35 度: 1 次

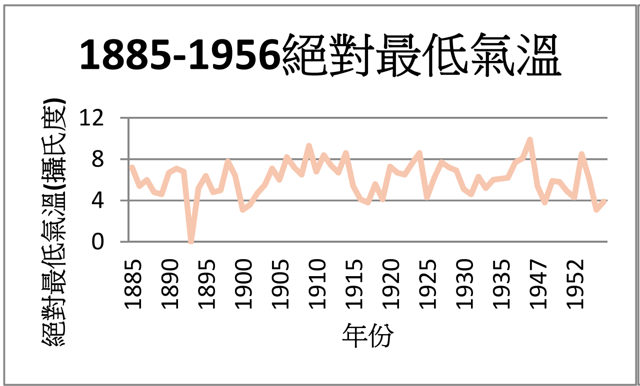
1960-2013 年溫度低於 4 度及高於 35 度分別平均隔幾年出現一次？

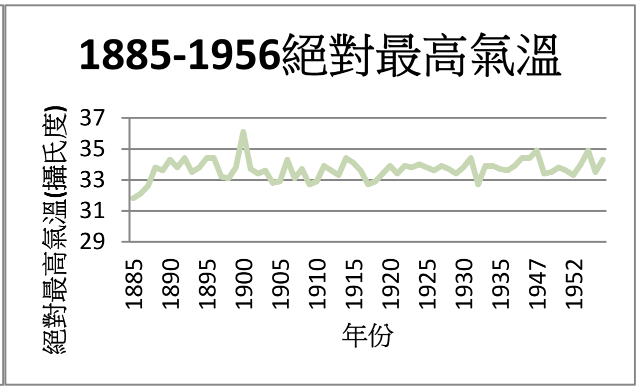
低於 4 度: 2 次; 高於 35 度: 9 次

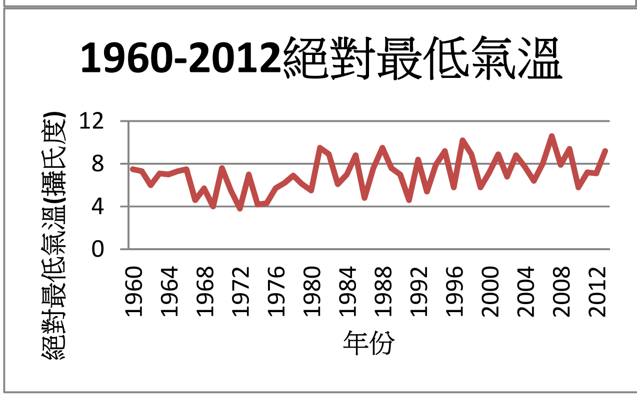
繪圖顯示 1885-2013 年香港絕對最低氣溫及香港絕對最高氣溫的趨勢是怎樣？

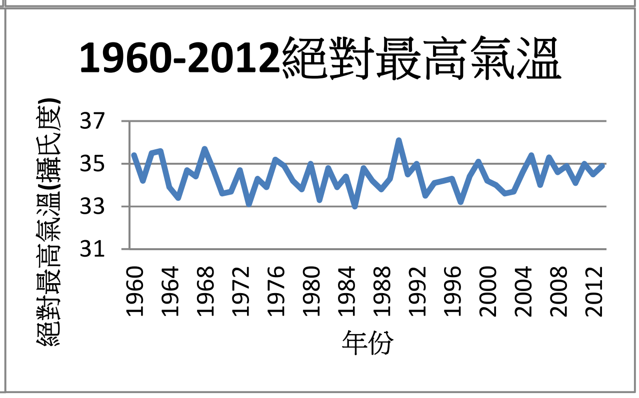
繪圖顯示香港絕對最低氣溫及香港絕對最高氣溫逐漸上升。

同學可利用 [香港絕對氣溫] excel 檔內的 1885-1956 年及 1885-2013 年香港絕對最低氣溫圖，和絕對最高氣溫圖。









4.3. 2. 極端天氣回歸期

研究顯示香港的極端天氣事件的回歸期在過去一個世紀有明顯的變化。極端日高温變得越來越頻繁，而極端日低温變得越來越罕見。隨着氣候變化，預計香港將會更頻繁地受到極端天氣的影響。

1900 年與 2000 年香港極端天氣事件出現回歸期比較

極端天氣事件	在 1900 年的回歸期	在 2000 年的回歸期
日最低氣温 ≤ 4 ˚C	6 年	163 年
日最高氣温 ≥ 35 ˚C	32 年	4.5 年

數據來源：香港天文台

5. GPS 全球定位系統應用　－　估算建築高度及建立 3D 建築物和遊覽

5.1. 估算建築高度

你能夠估算建築高度嗎？試估算一中大建築物高度。

____

____

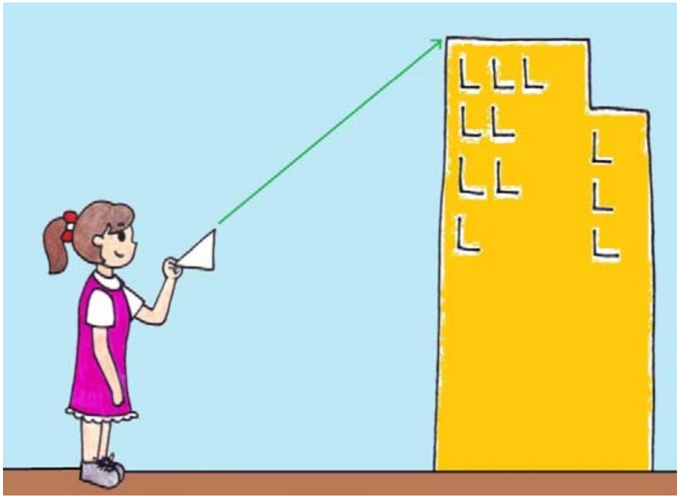
____

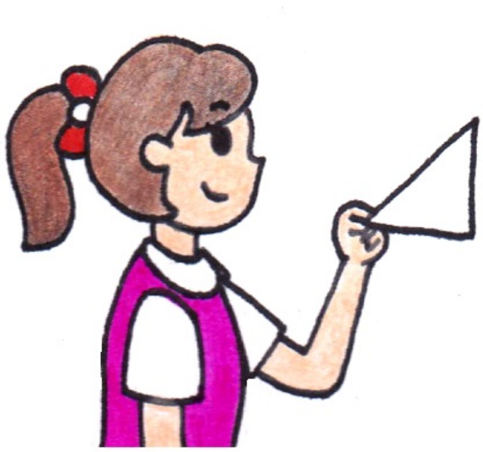
同學可以利用以下工具

1) 軟尺
2) 擁有 GPS 全球定位系統的數碼相機
3) 三角形紙

提示：

同學可以參考以下方法估算中大建築物高度。

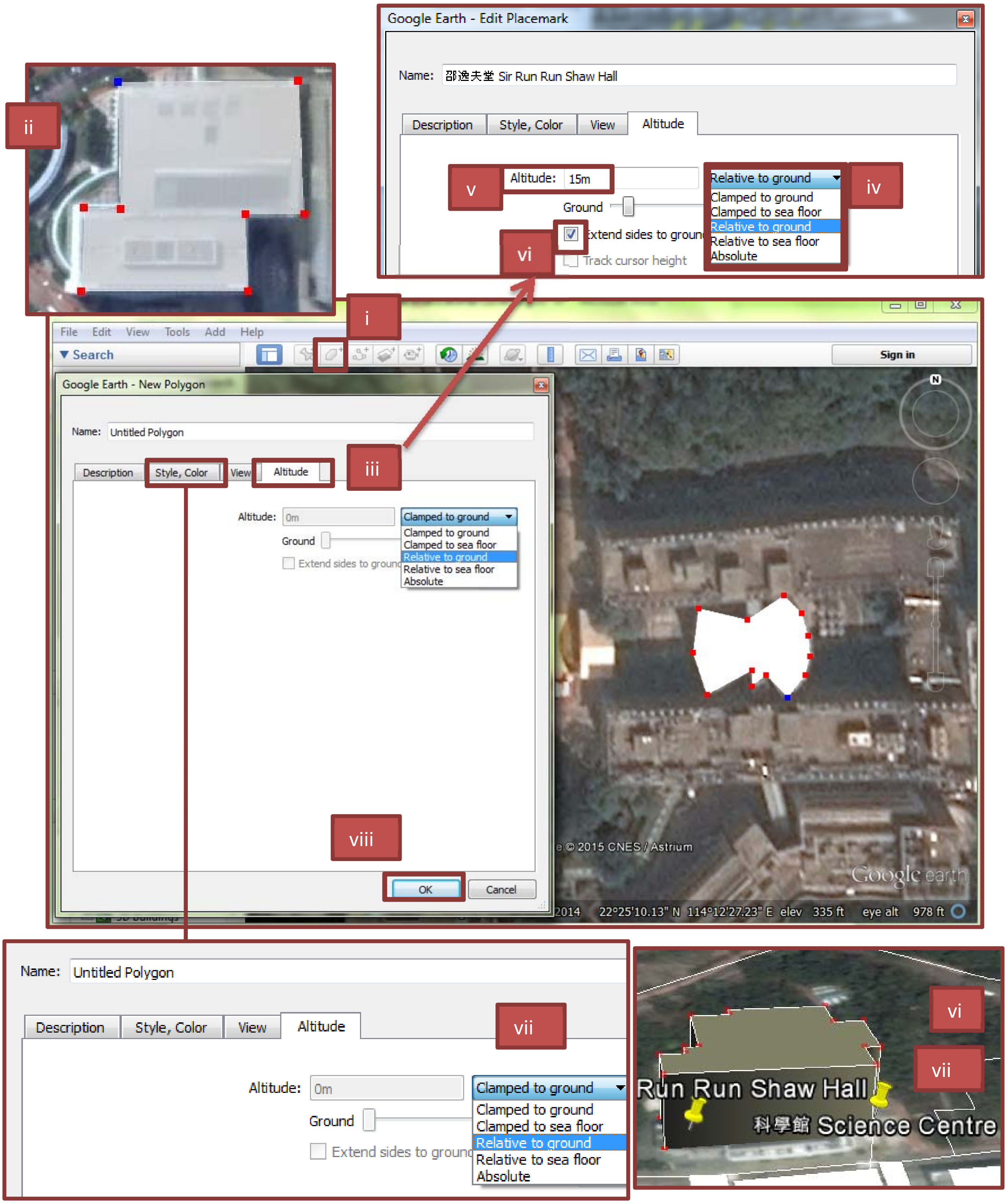




i. 將一張正方形紙對摺，摺成等腰三角形。三角形會有一個直角和兩個 45 度角。切掉多餘的紙張，留下需要的三角形。如果紙張不是正方形，就必須先將長方形紙摺成方形。
ii. 將三角形如圖放在眼前。眼睛可以沿斜邊向上望睛。
iii. 閉一隻眼，在建築物前移動，用另一直眼視沿著三角形斜邊，直到你能從三角形的頂端看到建築物的頂部。
iv. 記錄這位置，並測量它與建築物的距離。
v. 把這個距離加上自己的高度就是建築物的高度。加上自己的高度是因為我們是從眼睛高度觀看建築物。

計算方法的一個小竅門：等腰三角形的兩邊長度是一樣的。

安裝太陽能發電裝置 (P.34) 電腦操作圖



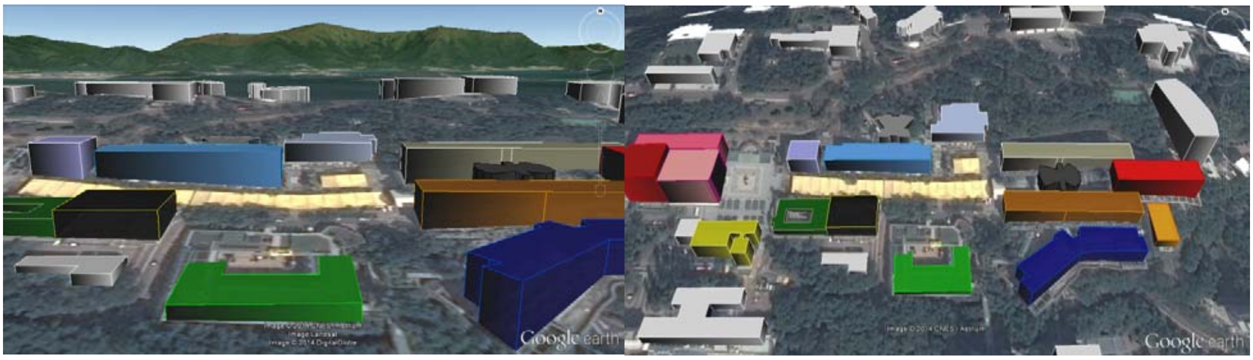
©2015 Google, Image © 2015 CNES/ Astrium, Image © 2015 Digital Globe

5.2. 安裝太陽能發電裝置

安裝太陽能板的地點需要乎合以下條件：

1) 大面積平地
2) 陽光不受遮蔽
3) 不影響景觀
4) 容易連接電網

中文大學現在要安置共 2500 平方米的太陽能發電版。運用 Google 地球製作 3D 中大建築物圖，然後找出中大適合安裝太陽能發電裝置的地方。



©2015 Google, Image © 2015 CNES/ Astrium, Image © 2015 Digital Globe

建立 3D 建築物：

x. 在工具欄，點擊[新增多邊形] 。系統隨即會顯示「新多邊形」對話方塊，滑鼠游標也會變成方形繪製工具。
xi. 在地圖上點擊滑鼠，然後鬆開，畫出建築物的外形。
xii. 完成上面的步驟後，在「新多邊形」對話方塊中按一下 [高度] 標籤。
xiii. 在下拉式選單中選取適當的選項[相對於地面]。
xiv. 輸入海拔高度，或使用距離滑桿來調整多邊形高度。
xv. 勾選 [兩側向地面延伸]，多邊形隨即會轉換成 3D 物件。
xvi. 可在[顏色] 標籤內更改多邊形的顏色。
xvii. 按一下 [確定]儲存您的多邊形。
xviii. 按 鍵盤 [Shift] 同時滾動滑鼠滾輪，上下轉動地圖，觀察建築物。
xix. 按 鍵盤 [Ctrl] 同時滾動滑鼠滾輪，左右轉動地圖，觀察建築物。

中大可以成功安置共 2500 平方米的太陽能發電版嗎？什麼地方可以進行安裝？

可以。列出可以安置太陽能發電版的地方。

6. 碳審計

6.1.用水造成的碳排放

6.1.1. 洗手造成溫室氣體排放

試計算每天洗手用水間接引致的溫室氣體排放：

見下面資料

同學可以利用以下工具

1) 量器
2) 秒錶
3) 網站
4) 水務署的溫室氣體排放系數 0.424
5) 渠務署的溫室氣體排放系數 0.7

© EPD & EMSD 2010, http://www.epd.gov.hk/epd/sites/default/files/epd/tc_chi/climate_change/files/Guidelines_Chinese_2010.pdf

小知識

- 排放系數是指水務署（渠務署）在處理食水（污水）時使用電力而引起的溫室氣體排放。
- 1立方米=1000公升

提示：

計算每天洗手用水間接引致的溫室氣體排放：

每次洗手的用水量：＿＿＿＿＿＿＿x 立方米＿＿＿＿＿＿＿

每天洗手次數：＿＿＿＿＿＿＿y 次＿＿＿＿＿＿＿

並計算每天洗手用水量：

每天洗手用水量 =每次洗手用水量 x 每天洗手次數：

= ＿＿x＿＿ x ＿＿y＿＿ = ＿＿xy＿＿立方米

水務署在處理食水使用電力所會間接引致的溫室氣體排放：

溫室氣體排放量 = 食用水用量 x 排放系數（0.424） = ＿＿0.424xy＿＿ 公噸 CO_2-e

渠務署在處理污水時使用電力所引起的溫室氣體排放：

溫室氣體排放量 = 食用水用量 x 排放系數（0.7） = ＿＿0.7xy＿＿ 公噸 CO_2-e

洗手用水造成的溫室氣體排放：

水務署處理食水 + 渠務署處理污水時使用電力所會間接引致的溫室氣體排放 =

＿＿＿＿＿＿1.124xy＿＿＿＿＿＿

6.1.2. 洗澡耗水多少？

到底你每天洗澡耗水多少？

見下面資料

綠色力量建議大家改變生活習慣淋浴五分鐘，那你只淋浴五分鐘可以減少耗水多少？

見下面資料

到底你一天的用水會造成多少碳排放呢？

用上面答案計算

綠色力量建議大家改變生活習慣淋浴五分鐘

處理食水及污水，例如消毒和過濾的程序、運用水泵運輸水，均需要消耗大量能源，並產生大量二氧化碳。。2010 年香港人每日耗水 260 萬立方米，因而造成的碳排放就高達 1500 公噸。

浸浴耗水量高，綠色力量建議大家淋浴五分鐘，減少耗水。

一般來說，浸浴耗水約為 80 至 100 公升，而淋浴五分鐘的耗水只有約 50 公升。洗澡方式亦有助我們實踐淋浴五分鐘，例如先簡單淋濕身體再關上花灑，均勻塗抹沐浴露或肥皂後再用花灑洗走泡沫，避免長開花灑。如果改用「用水效益標籤計劃」中第 1 級用水效益級別的沐浴花灑，則更有效達至慳水目標。

資料來源:
https://www.google.com.hk/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.greenpower.org.hk%2Fhtml%2Fdownload%2F050312_singtao.doc&ei=pdMPVa6oFsr38QW864GIDQ&usg=AFQjCNHC3TeV9sNdQgfag221hYmRoJ6AVw&sig2=WAhZCTMeTuxvSknMDksNLg

到底洗澡耗水多少？

浸浴耗水量約__80-100__公升，而淋浴五分鐘的耗水只有約____50____公升。

改變生活習慣帶來的改變：

甲同學每天淋浴十五分鐘改為淋浴五分鐘可以慳水__100__公升，

及可以減少碳排放__112.4____公噸 CO2-e。

乙同學每天浸浴改為淋浴五分鐘可以慳水 30-50__公升，

及可以減少碳排放____33.72 - 56.2____公噸 CO2-e。

6.2. 利用電費單計算出每月的溫室氣體排放量

以中電為例：

Total Caring Award 全面關懷大獎 2006/07

caringcompany

CLP 中電

中華電力有限公司 香港九龍紅磡海逸道8號 CLP Power Hong Kong Limited 8 Laguna Verde Avenue, Hung Hom, Kowloon, Hong Kong

CHAN TAI MAN
FLAT A 18/F
SHAMSHUIPO CENTRE
215 FA WAH STREET
SHAMSHUIPO KOWLOON

註冊客戶及供電地址
Registered Customer & Supply Address
CHAN TAI MAN
FLAT A 18/F
SHAMSHUIPO CENTRE
215 FA WAH STREET
SHAMSHUIPO KOWLOON

編帳號碼 Account Number
12345-12345-1

電錶號碼	今次讀數	前次讀數	讀錶倍數	用電度數
1122345	79894	79250	1	644
			總數	**644**

以港燈為例：

香港電燈有限公司
The Hongkong Electric Co., Ltd.

港燈 HK Electric

CHAN TAI MAN
FLAT 3 7/F BLOCK A
HONG KAM COURT
100 SASSOON ROAD POK FU LAM

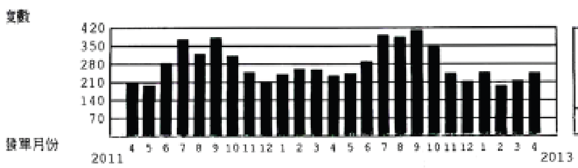
賬戶號碼
0123456789
賬單日期
09/04/13

家庭供電

電表號碼	電表讀數 今次	電表讀數 上次	用電度數	09/03/13 – 09/04/13 (32 天)	金額（元）
0123456	76799	76556	243	基本電費	141.96
				政府電費補貼	-150.00
				燃料價條款調整 每度 40.200 分	97.69
				上次賬單結轉	0.22
				撥入下月賬款	-0.87
				請付此賬	**$89.00**

上次繳費 58.00 元，
於 15/03/13 收到，多謝。
預定下次抄表日期為 08/05/13
按金金額 $700.00

「繳費靈」商戶編號：03



每度電二氧化碳排放量	港燈住宅客戶人均用電量
0.79 千克	160 度／月

你可以利用上面的電費單計算出每月的溫室氣體排放量？

下表是 2012 年香港不同的電力公司的溫室氣體排放系數（kg CO2e/kWh）

電力公司	排放系數
中華電力	0.58
香港電燈	*0.79*

© EPD & EMSD 2010,
http://www.epd.gov.hk/epd/sites/default/files/epd/tc_chi/climate_change/files/Guidelines_Chinese_2010.pdf

你可以舉出在校內減低碳排放的方法嗎？

透過這些方法，每月可以減少多少碳排放呢？

提示：

逐步計算

你可以利用電費單計算出每月的溫室氣體排放量？

「排放系數」是用以量化生產電力過程中所排放的溫室氣體量，方法是計算生產每度電（1000 瓦特）時釋放了多少千克的溫室氣體的二氧化碳當量。下表是 2012 年香港不同的電力公司的溫室氣體排放系數（kg CO2e/kWh）

電力公司	排放系數
中華電力	0.58
香港電燈	0.79

i. 從左邊中電電費單上找出用電度數，並計算用電做成的碳排放。

用電度數：__644__ kWh

計算溫室氣體排放量：

用電量（kWh）× 電力公司溫室氣體排放系數（kg CO2e/kWh）

= __373.52__ kg CO2e

每日的平均溫室氣體排放量：

溫室氣體排放量 ÷ 日數

= __373.52__ kg CO2e ÷ 30 日 = __12.45__ kg CO2e / 日

ii. 從左邊港燈電費單上找出用電度數，並計算用電做成的碳排放。

用電度數：__243__ kWh

計算溫室氣體排放量：

用電量（kWh）× 電力公司溫室氣體排放系數（kg CO2e/kWh）

= __191.97__ kg CO2e

每日的平均溫室氣體排放量：

溫室氣體排放量 ÷ 日數

= __191.97__ kg CO2e ÷ 30 日 = __6.399__ kg CO2e / 日

6.3. 計算課室碳排放量

6.3.1. 課室照明系統的碳排放量

節約能源是緩減全球暖化問題最直接且有效的方法之一，現在就計算一下課室中的照明系統的碳排放量吧！

逐步計算

同學可以利用以下方步驟計算課室中的照明系統的碳排放量。

i. 搜集資料

a. 課室的光管數目：__________ 支

b. 課室所用的光管的電功率：__________ 瓦特（W）

c. 光管每個月的使用時間：每天__________ 小時（h），

每月平均使用__________天，每學年平均使用 10 個月

ii. 計算用電量 (提示 P. viii)

____

____

____

iii. 計算碳排放量 (提示 P. viii)

____

____

____

提示：

逐步計算

ii. 計算用電量

用電量 =__________ 瓦特 ×__________ 支光管 × 每月使用 __________小時 × 10 個月

= __________ 瓦小時（Wh） *瓦小時（Wh）/1000 = 千瓦小時（kWh）

iii. 計算碳排放量

找出學校所處區域的電力公司溫室氣體排放系數 = __________

溫室氣體排放量 ＝ 每年用電量 × 溫室氣體排放系數

＝ __________ kWh × __________ kg CO_2e/kWh = __________ kg CO_2e

6.3.2. 計算課室電器設備用電的碳排放量

課室電器設備一覽表

電器	電功率（瓦特）	電器數量	每天平均使用時間（小時）	月耗電量（千瓦小時）（以該月共 20 個上課天計）
5 呎T8 光管	每支 58			
吊扇	每把 70			
2 匹冷氣機	1800			
電腦主機	400			
電腦熒幕	110			
實物投影器	48			
電腦投影器	236			

課室每月的總耗電量 = ______________________________

課室每月的溫室氣體排放量 = ______________________________

延伸學習

研習

學校水電使用情況

首先收集學校用水用電的情況，然後計算學校水電做成的碳排放。

找出學校可能使用水電過量及造成浪費的源因。

動腦筋，建議學校可以解決水電浪費的辦法。

估計建議的方法可以減少多少碳排放？

有什麼方法可以確定學校可以達到以上減少水電用量的目標？可以如何向學校宣傳及鼓勵同學回應。

宣傳結果如何？評估研習的成果。

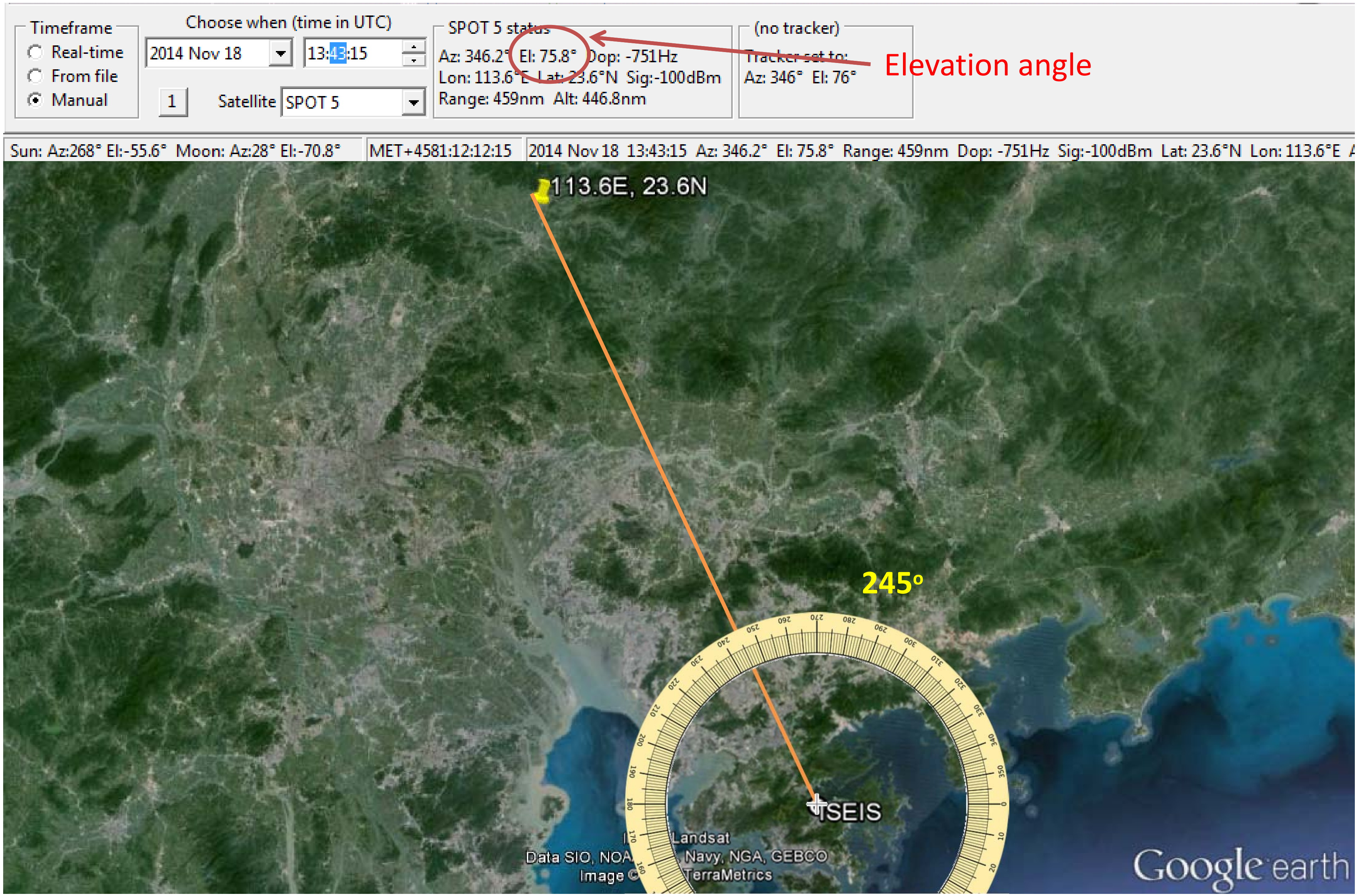
Telling the story of Climate Change by Mathematics

以數學訴說全球氣候變化的故事

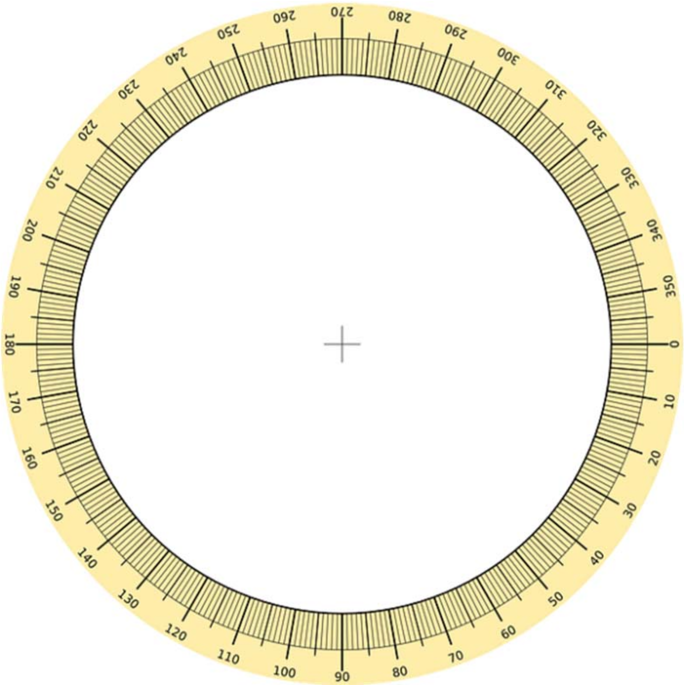
Day 1 am

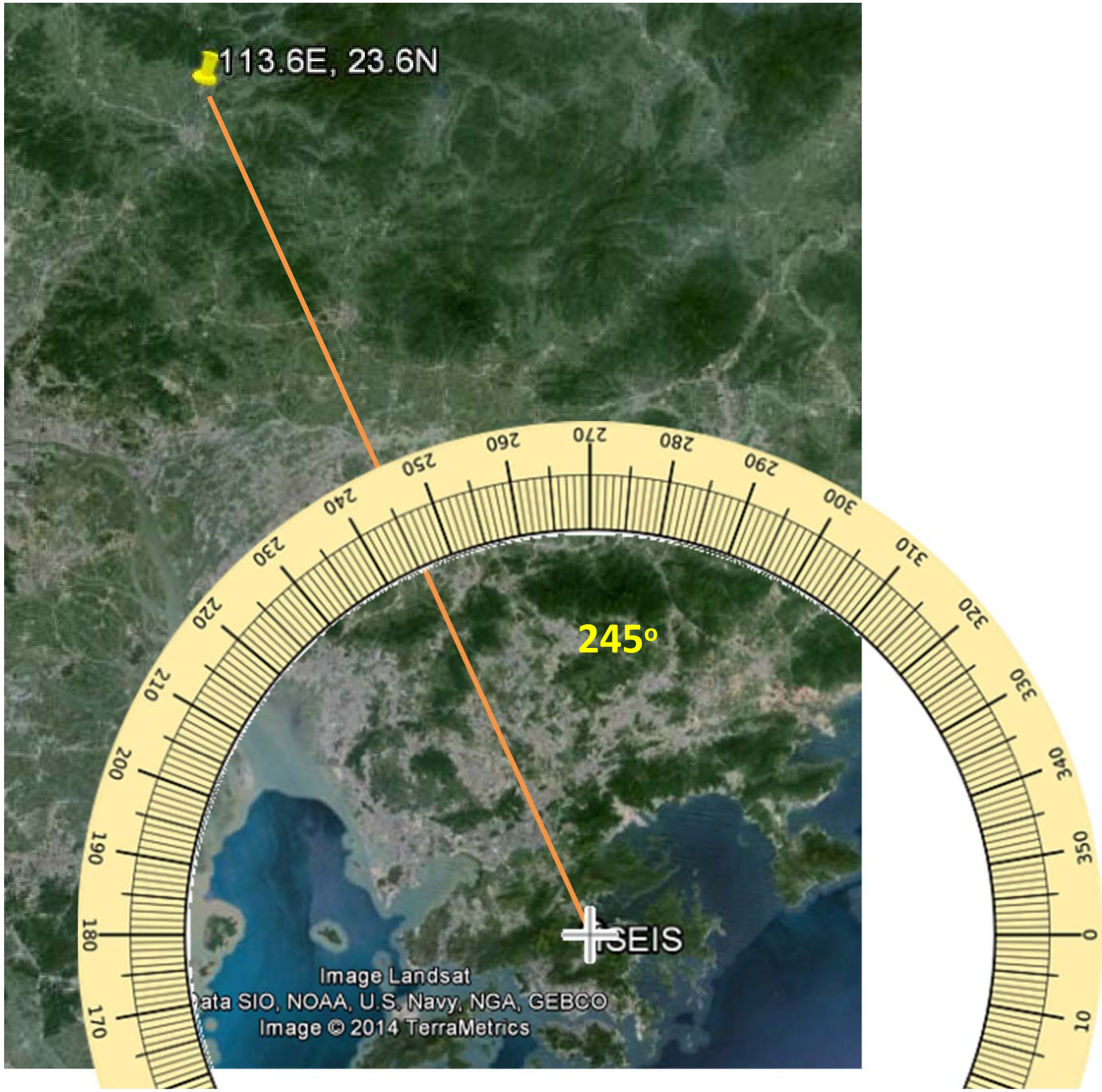
- 衛星遙感 及 地面接收站工作原理 (參觀)
- 衛星接收天線工作參數計算 (幾何)
- 衛星接收天線操作體驗 (參觀)
- 衛星圖像基本應用
  - 全球水平面上升 (量度、面積、體積計算)
  - 冰川後退 (面積計算)
  - 泰國水浸 (面積計算、圖表應用)

Satellite Orbit and Antenna Operation Calculation



Antenna Operation Calculation





Calculating Distance between Satellite and ISEIS

Distance between 23.6N, 113.6E and 22 25'16"N 114 12'23"E is 145.1945 km .

(This calculation assumes the earth is a perfect sphere with a radius of 6378.0 km)

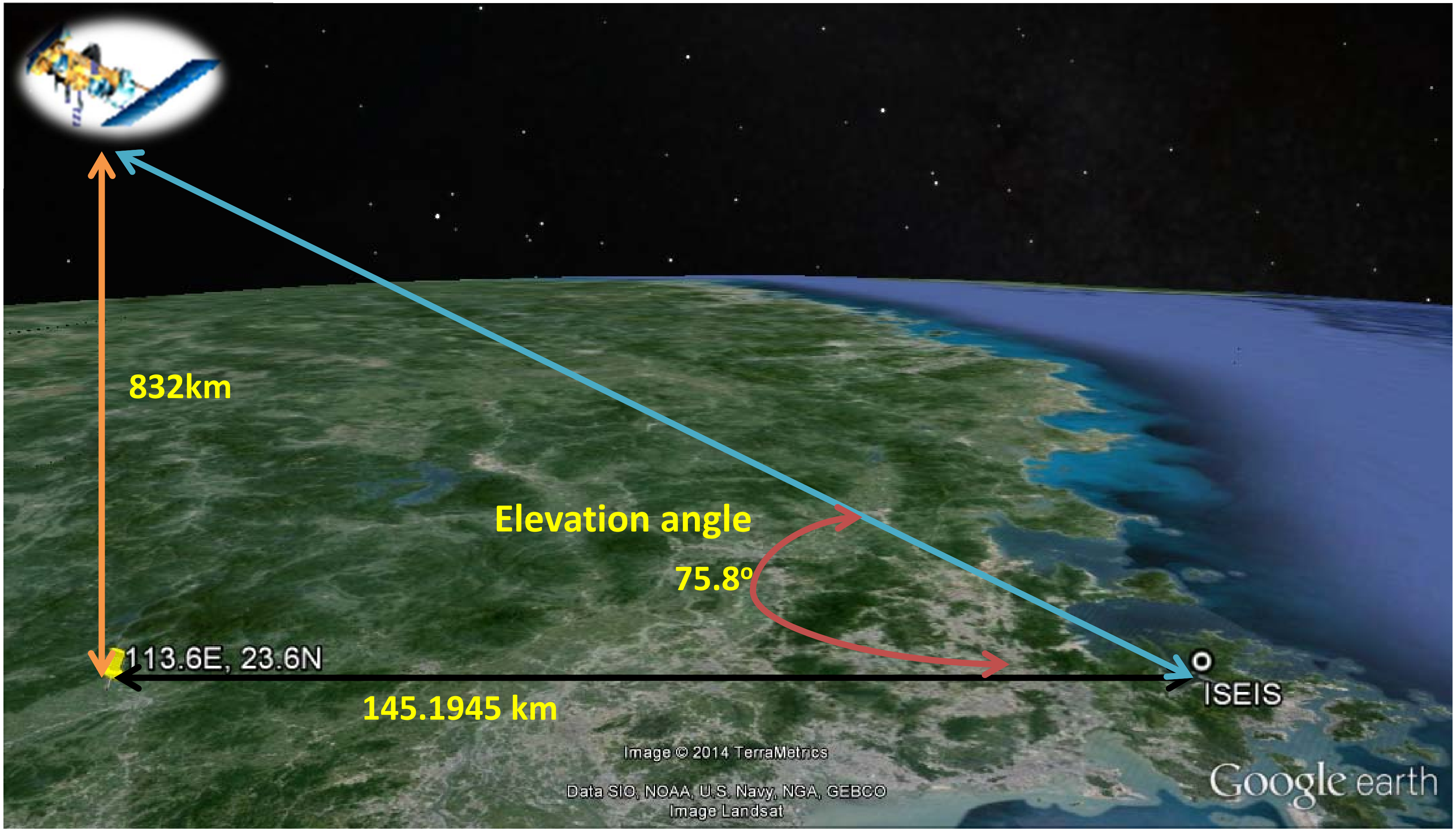
http://jan.ucc.nau.edu/cvm-cgi-bin/latlongdist.pl

- **SPOT-5 Satellite Sensor**

Mission Facts and Figures

Facts and figures	
Operators	CNES (Centre National d'Etudes Spatiales)
Date of launch	04 May 2002
Status	Operating nominally in 2013
Orbit Height	832 km
Orbit Type	Sun-synchronous circular polar
Repeat Cycle	26 days
Resolution	Spatial resolution is 2.5m to 20m
Swath Width	60km
Onboard Sensors provided under TPM	HRG (High Resolution Geometric) sensor

Elevation angle



Google Earth Basic Practices

- Global See Level Rising
- Antarctic ice sheet decline
- Thailand flooding

極冰溶化導致海平面上升

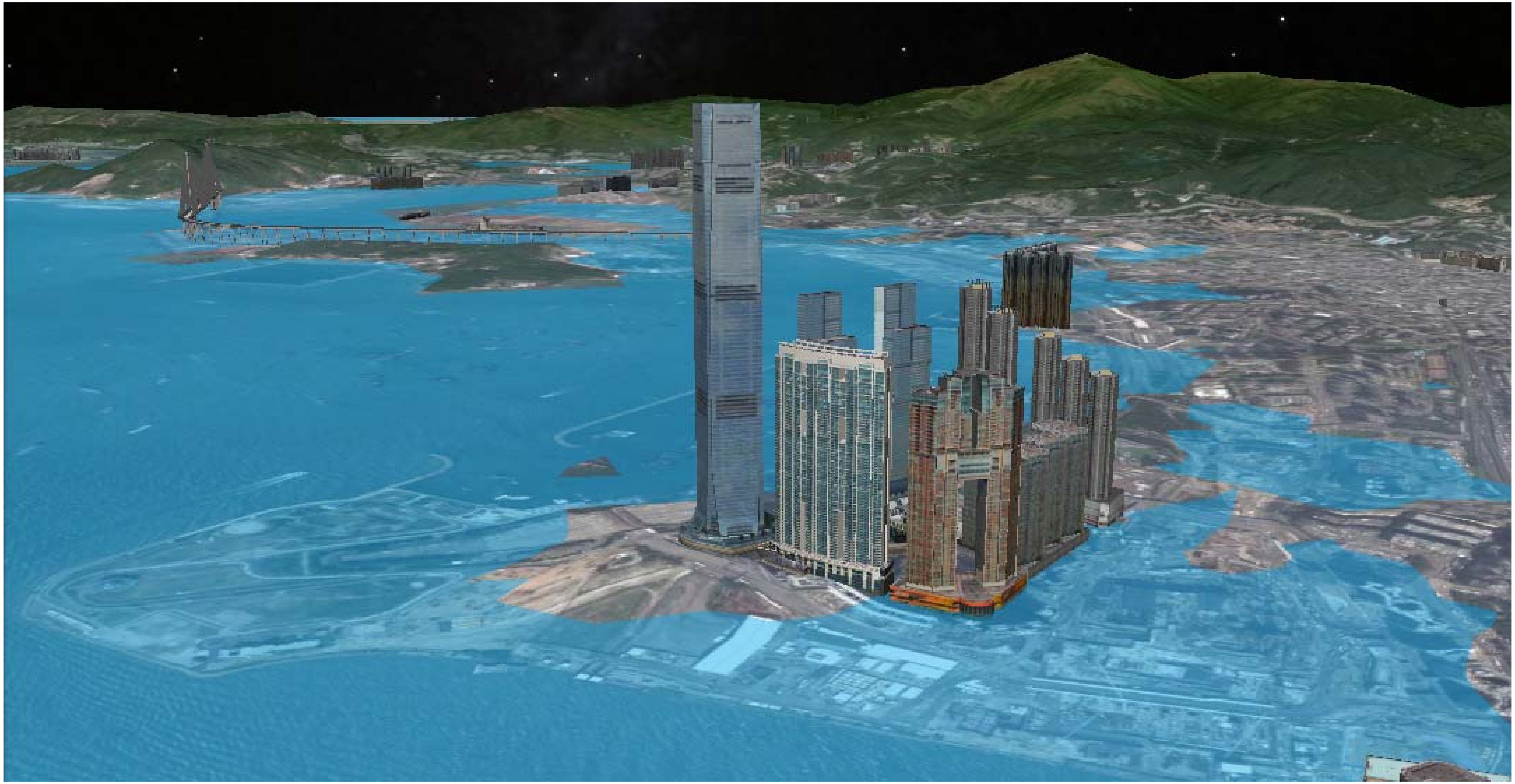
Table 4.1 | Representative statistics for cryospheric components indicating their general significance.

Ice on Land	Percent of Global Land Surface[a]	Sea Level Equivalent[b] (metres)
Antarctic ice sheet[c]	8.3	58.3
Greenland ice sheet[d]	1.2	7.36
Glaciers[e]	0.5	0.41
Terrestrial permafrost[f]	9–12	0.02–0.10[g]
Seasonally frozen ground[h]	33	Not applicable
Seasonal snow cover (seasonally variable)[i]	1.3–30.6	0.001–0.01
Northern Hemisphere freshwater (lake and river) ice[j]	1.1	Not applicable
Total[k]	**52.0–55.0%**	**~66.1**
Ice in the Ocean	**Percent of Global Ocean Area[a]**	**Volume[l] (10^3 km^3)**
Antarctic ice shelves	0.45[m]	~380
Antarctic sea ice, austral summer (spring)[n]	0.8 (5.2)	3.4 (11.1)
Arctic sea ice, boreal autumn (winter/spring)[n]	1.7 (3.9)	13.0 (16.5)
Sub-sea permafrost[o]	~0.8	Not available
Total[p]	**5.3–7.3**	

http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_Chapter04_FINAL.pdf

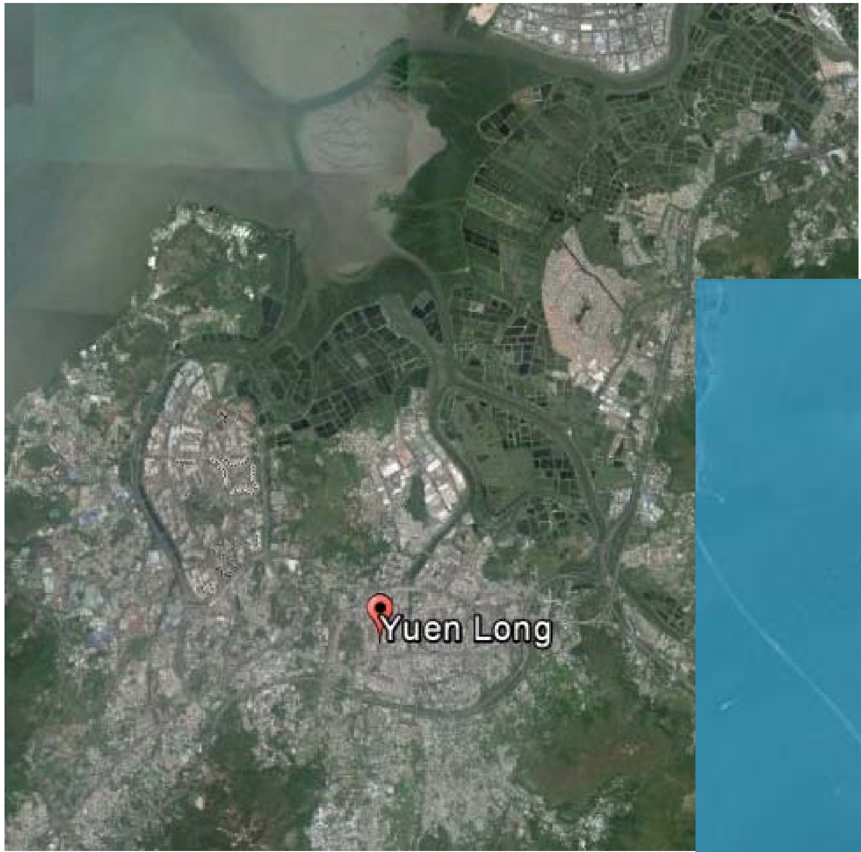
極冰溶化導致海平面上升

If all Greenland ice melts,
Sea Level Rises 7.36m

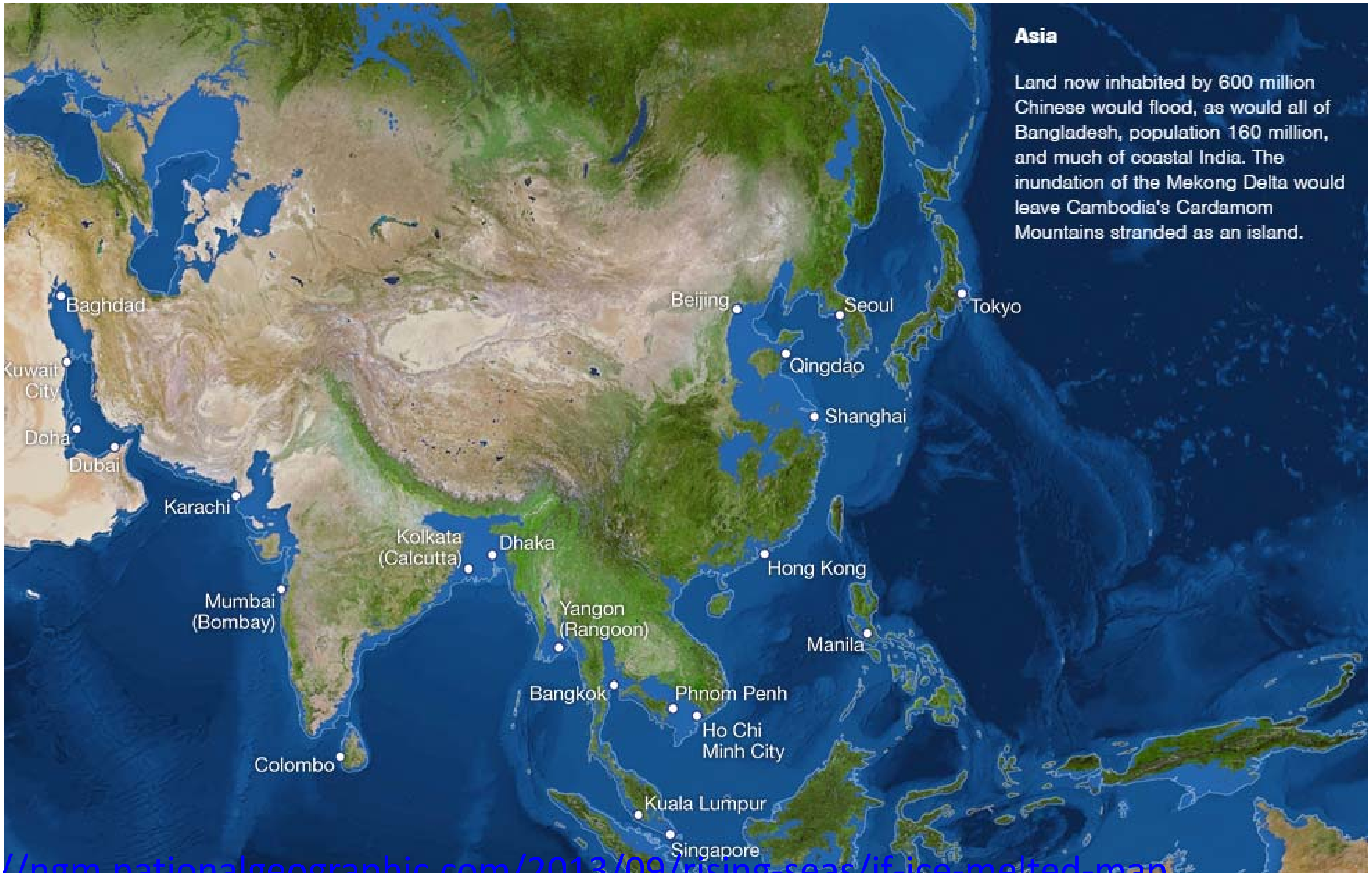


極冰溶化導致海平面上升

If all Greenland ice melts,
Sea Level Rises 7.36m



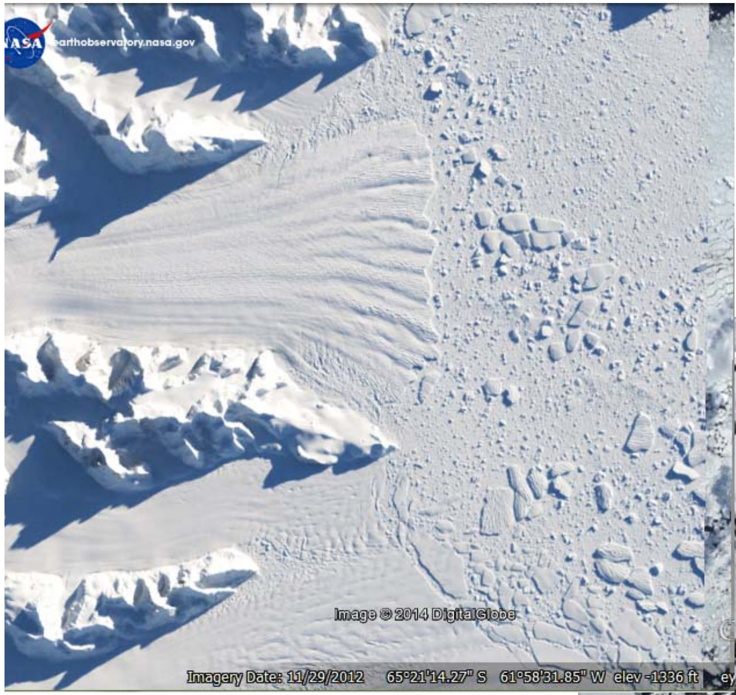
極冰溶化導致海平面上升



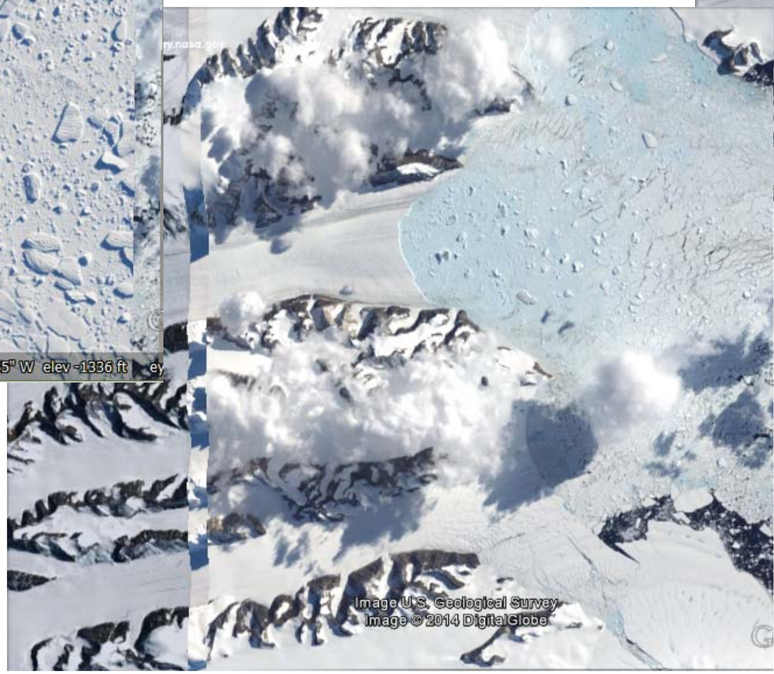
http://ngm.nationalgeographic.com/2013/09/rising-seas/if-ice-melted-map
http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2488452/Map-reveals-devastation-worlds-ice-melted.html

Antarctic ice sheet decline

6 Apr 2002

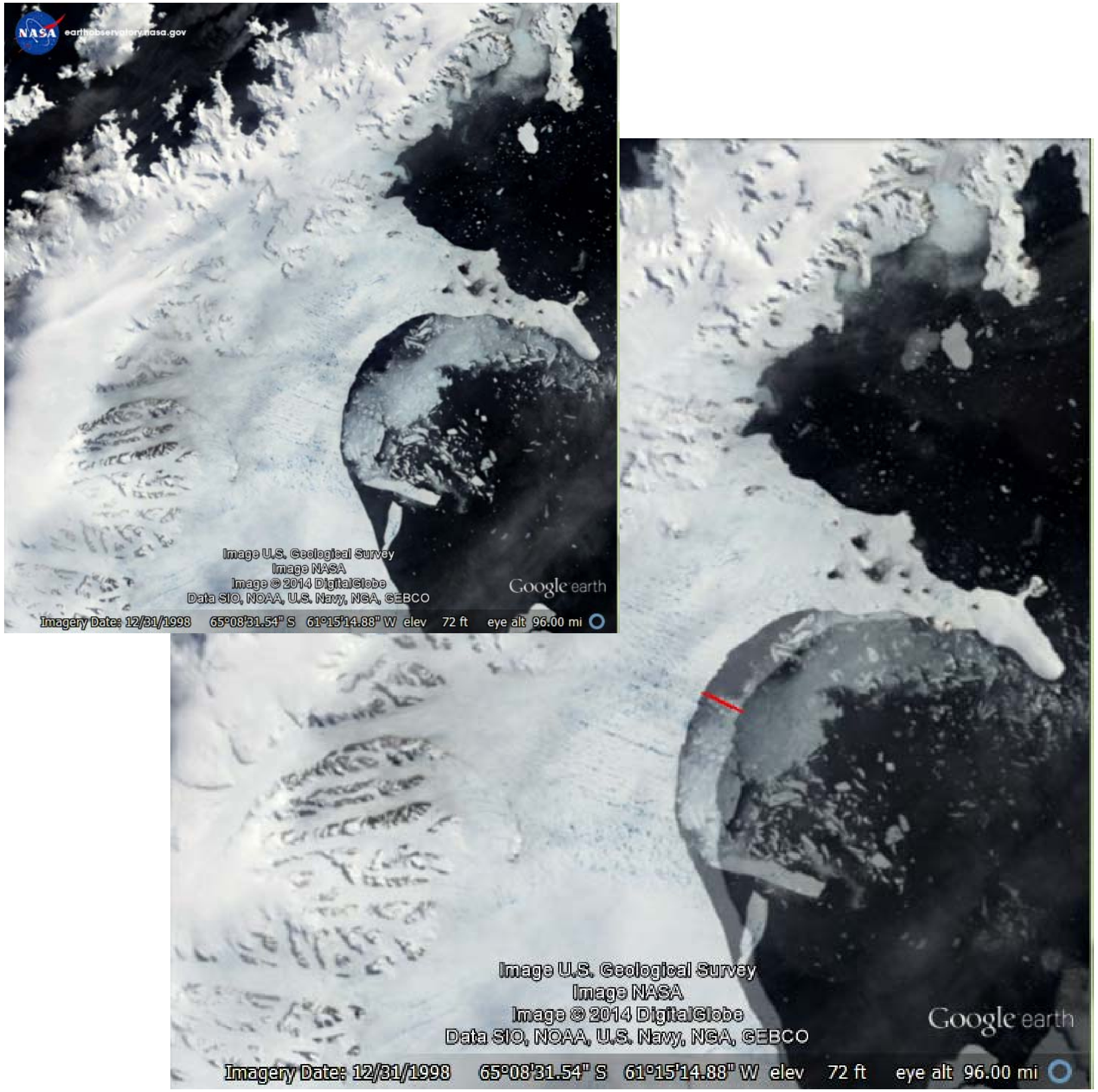


20 Feb 2003



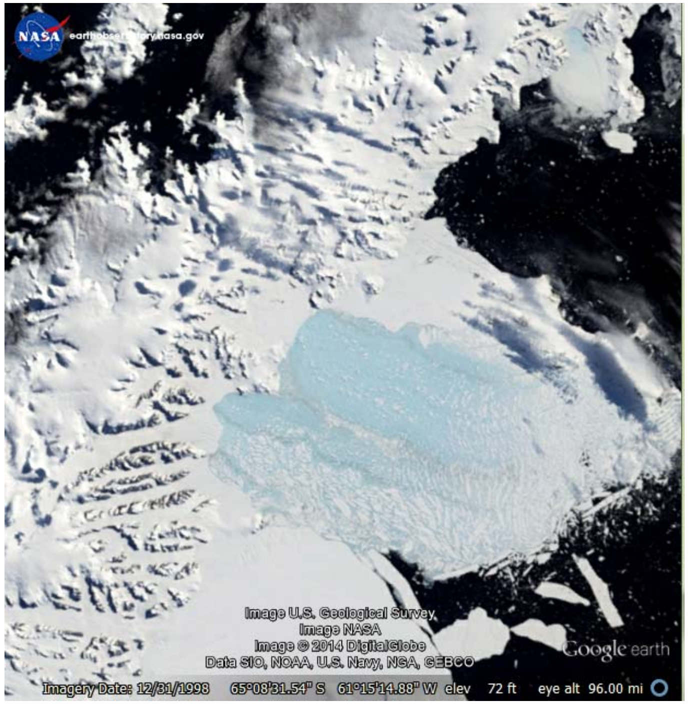
31 January 2002

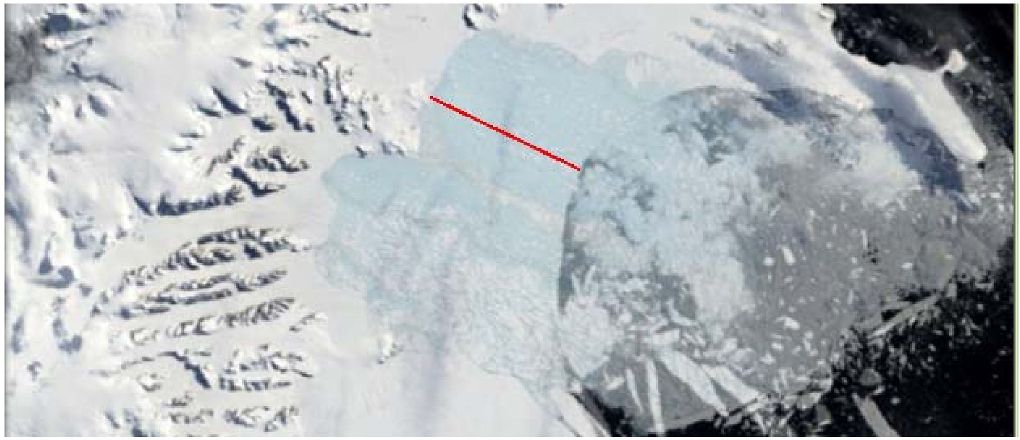
17 February 2002



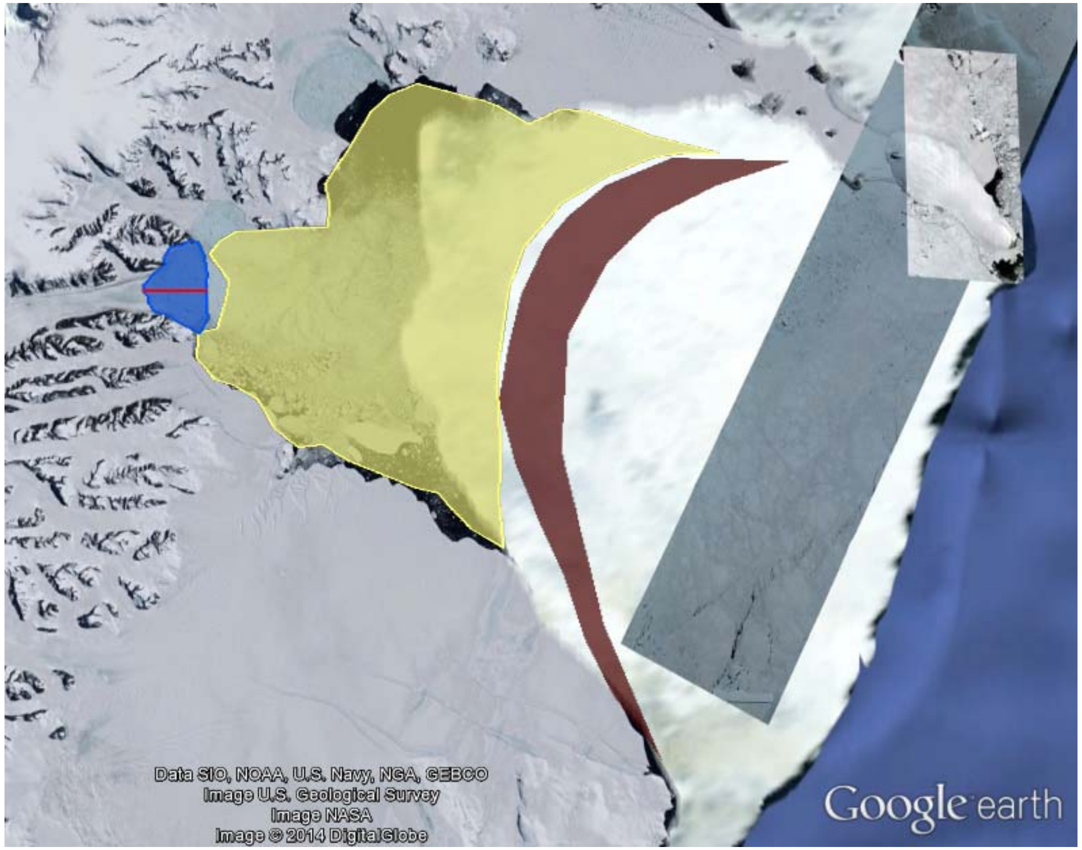
23 February 2002

7 March 2002

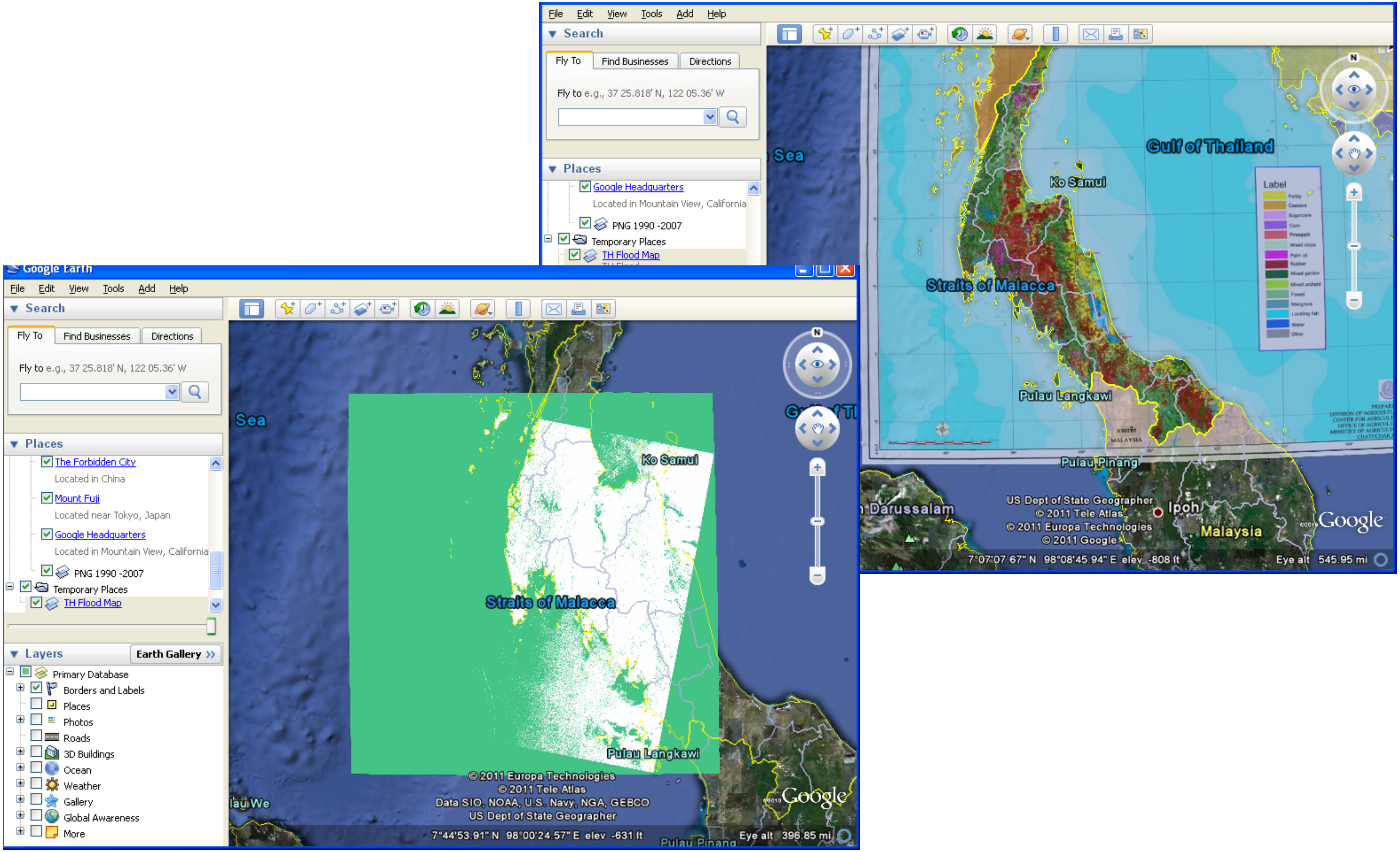




Calculate the reduction of ice sheet area with the use of Google Earth



Thailand flooding



Day 1 pm

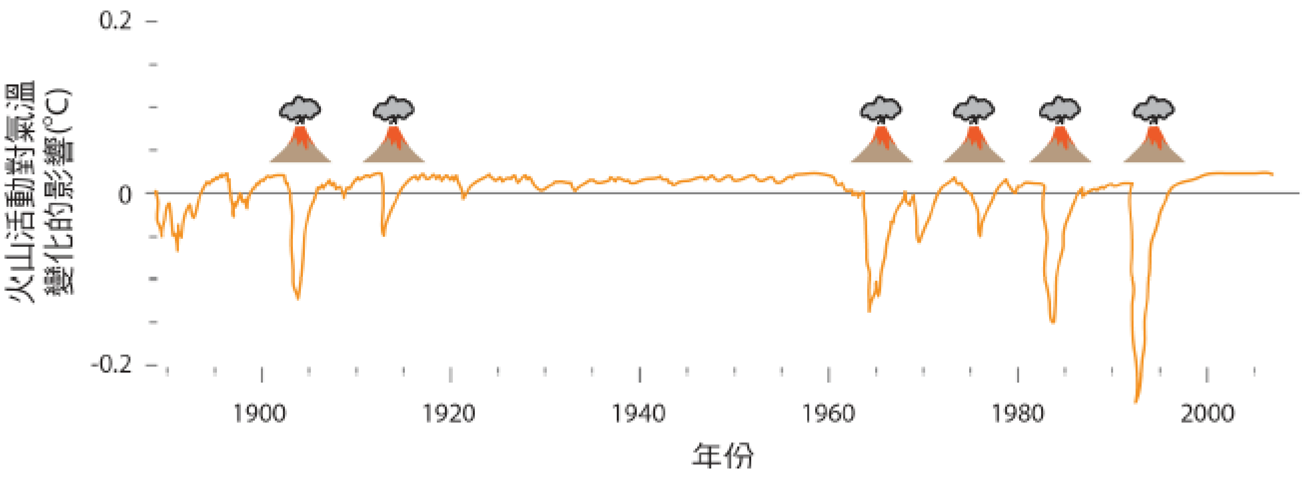
- 氣候變化的原因
  - 自然因素 vs.人為因素 (圖表、邏輯思維、解題)
  - 政府的責任? (圖表、邏輯思維、解題)
    - 全球二氧化碳濃度 (圖表)
    - 全球碳排放 (圖表)
  - 全球氣候變化對香港的影響
    - 溫度上升 (圖表、分析上升趨勢)
    - 海平面上升 (以EXCEL制作圖表及TREND LINE)
    - 回歸期 (統計)

氣候變化的原因

- 人類的責任? – 自然因素
- 人類的責任? –人為因素
- 政府的責任? 政府的失敗?
- 全球二氧化碳濃度繪圖練習
- 全球碳排放

人類的責任? – 自然因素

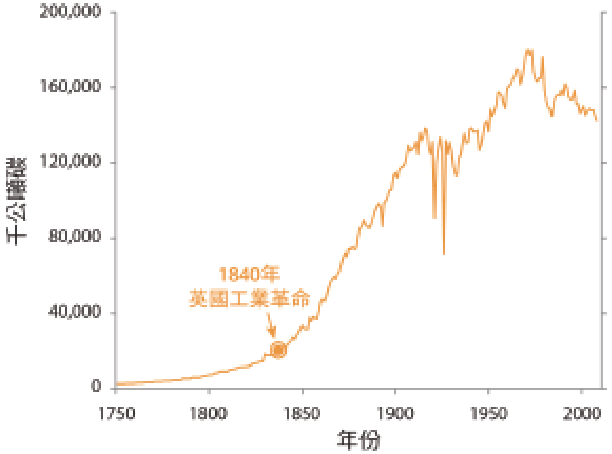
火山活動與氣候變化的關係

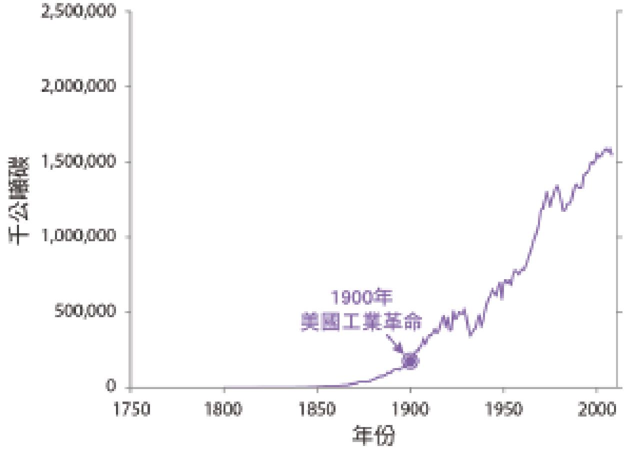


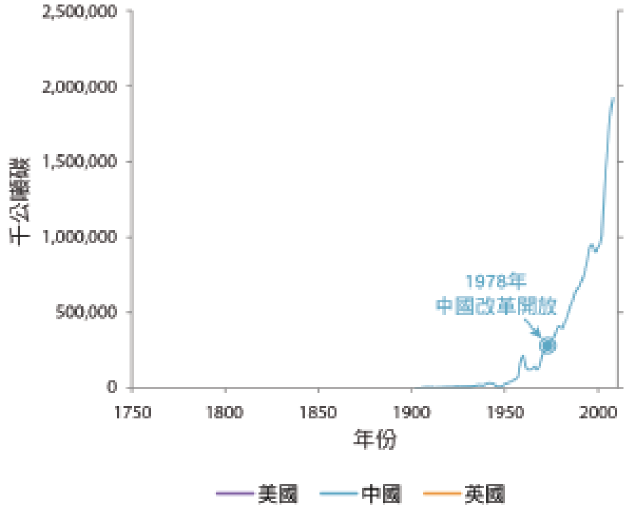
數據來源：美國國家航空航天局 (NASA)

人類的責任? –人為因素

各國年均碳排放1750-2010







數據來源：二氧化碳
信息分析中心 (CDIAC)

Gaia 仔補給站

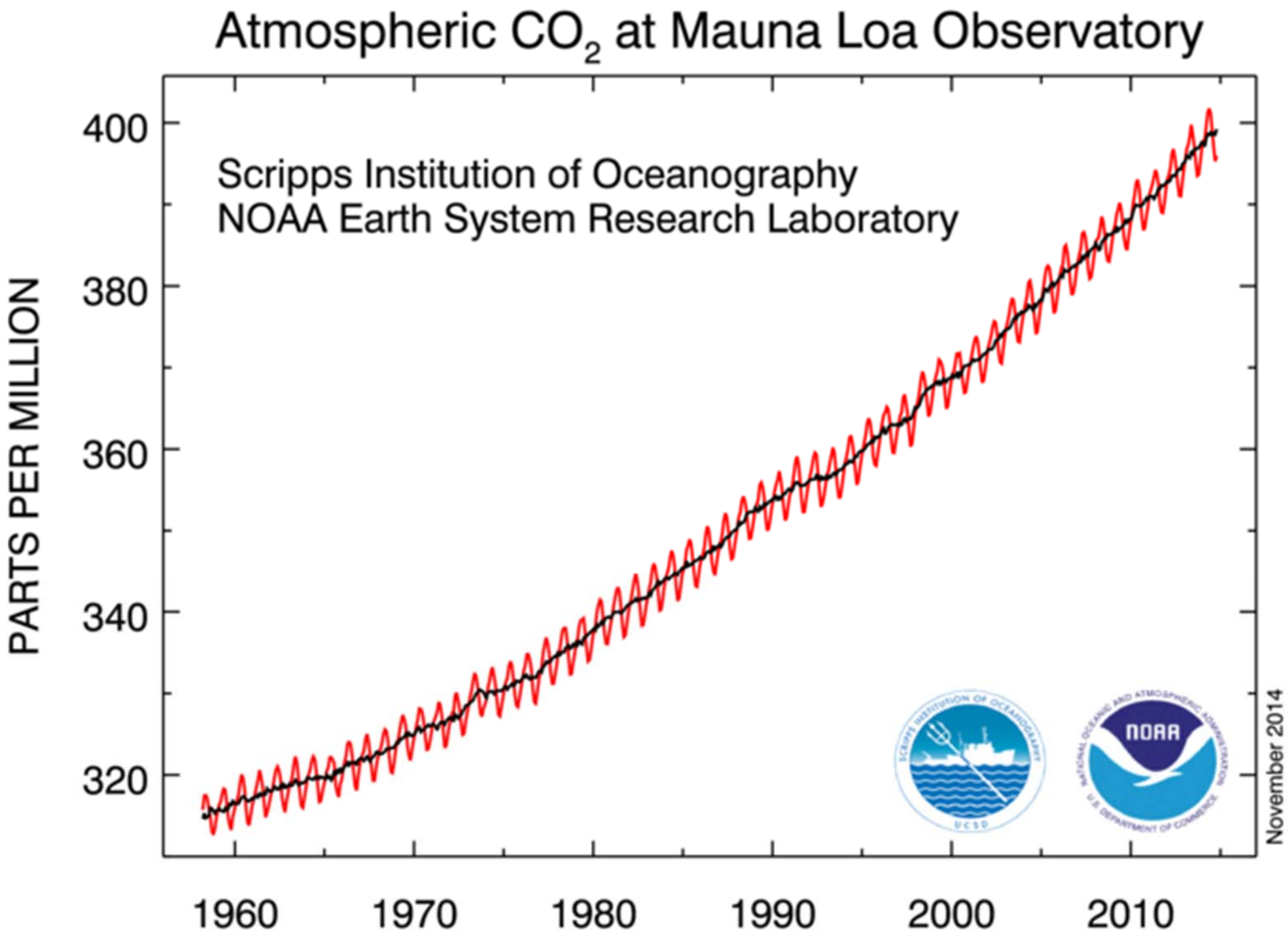
歷史上的工業革命和改革開放，都指工業和科技突飛猛進，社會主要經濟活動由農業轉型至工業的過程。

政府的責任?

⊙京都議定書

根據政府間氣候變化專門委員會（IPCC）於 1996 年預計，若要在 21 世紀末將二氧化碳濃度穩定在 550 ppm，全球排放量必須削減一半。然而，在 156 個國家的首腦於 1992 年簽訂「氣候變化綱要公約」後，全球二氧化碳濃度仍在不斷上升，原因普遍認為是會員國並未認真執行公約減量目標，於是形成制定具有法律效力的議定書的共識。因此，1997 年 12 月，38 個國家及歐盟於日本京都的「第三次締約國大會」（COP3）中簽署了《京都議定書》，議定以個別或共同的方式控制人為排放之溫室氣體數量，以減少溫室效應對全球環境所造成的影響。

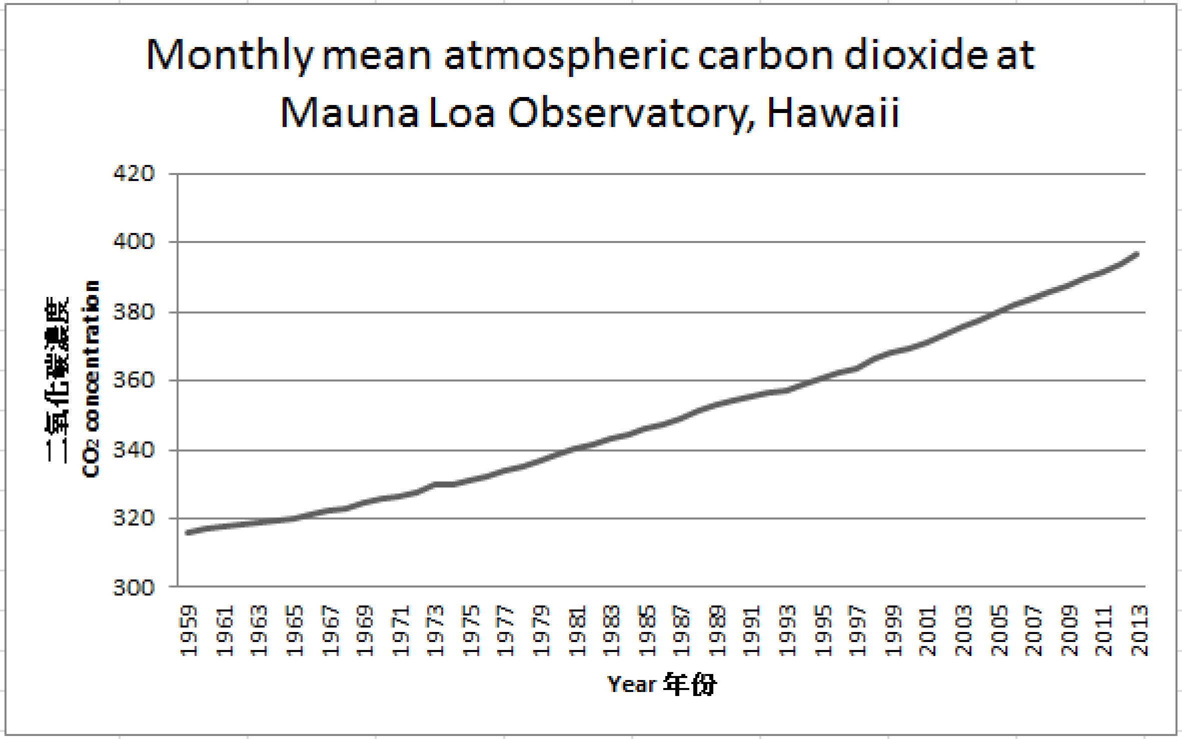
全球二氧化碳濃度



http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/

全球二氧化碳濃度
繪圖練習

year	mean	unc
1959	315.97	0.12
1960	316.91	0.12
1961	317.64	0.12
1962	318.45	0.12
1963	318.99	0.12
1964	319.62	0.12
1965	320.04	0.12
1966	321.38	0.12
1967	322.16	0.12
1968	323.04	0.12
1969	324.62	0.12
1970	325.68	0.12
1971	326.32	0.12
1972	327.45	0.12
1973	329.68	0.12
1974	330.18	0.12
1975	331.08	0.12
1976	332.05	0.12
1977	333.78	0.12
1978	335.41	0.12
1979	336.78	0.12
1980	338.68	0.12



Sheet1 Sheet2 Sheet3

全球碳排放

Gaia 仔補給站

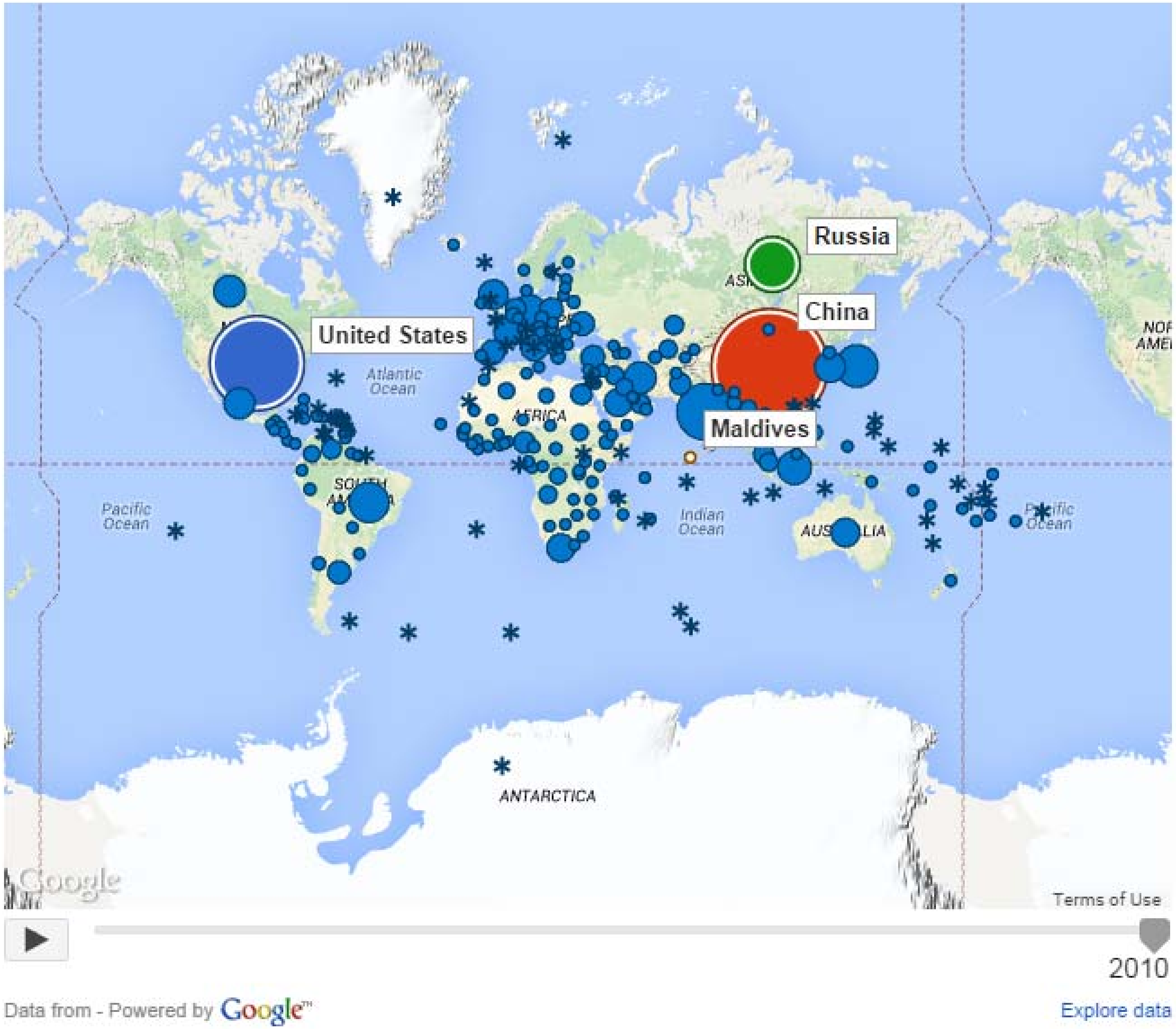
令全球暖化問題惡化的碳排放數據：

國家	佔全球總碳排放量 (%)
中國	29%
美國	16%
俄羅斯	5.5%
日本	3.7%
馬爾代夫	*0.001%*

至於碳排放如何引致全球暖化，將於單元二有進一步討論。

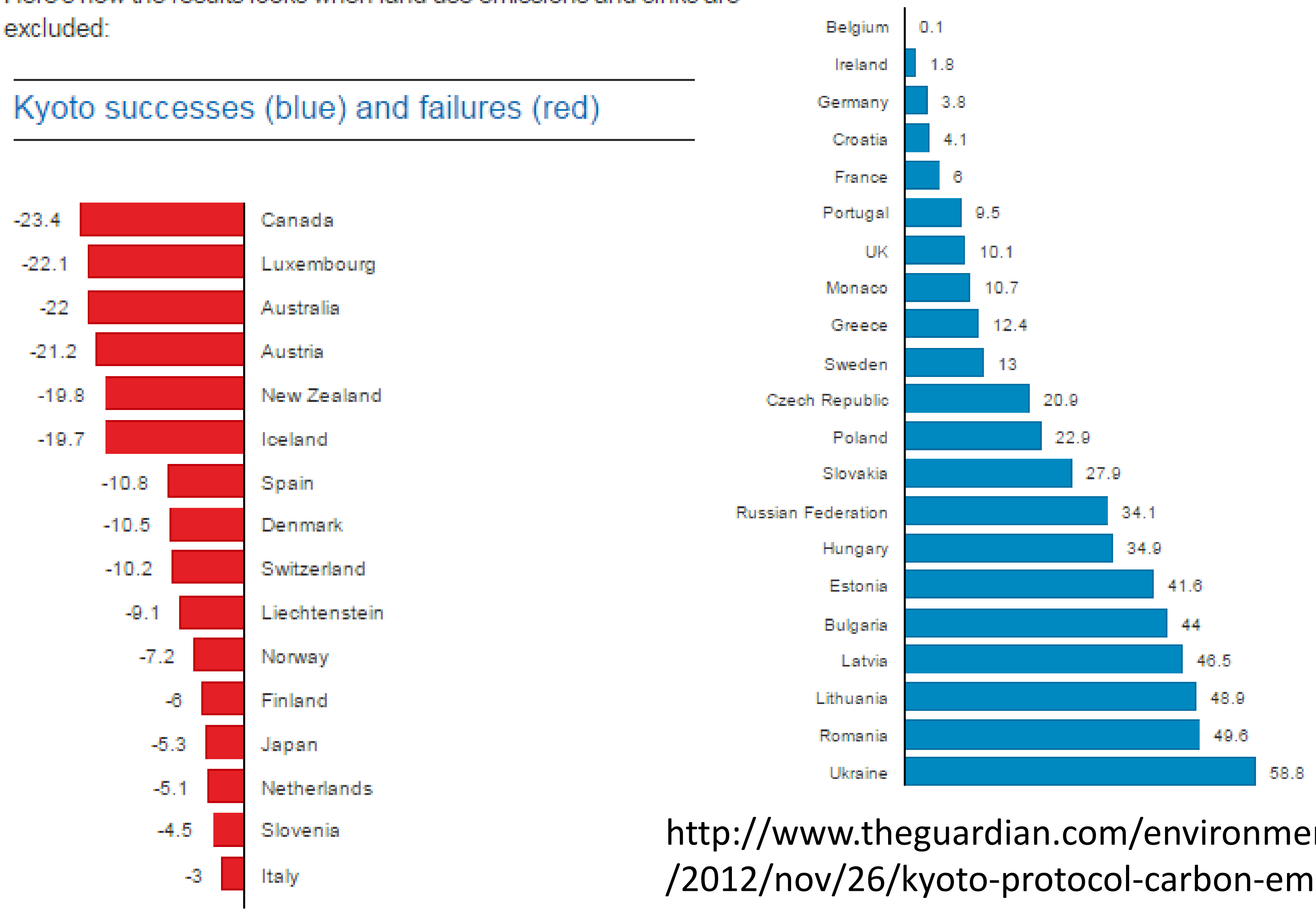
資料來源： 歐洲聯盟委員會，2013

全球碳排放


Russia
China
United States
Maldives
Atlantic Ocean
AFRICA
Pacific Ocean
Indian Ocean
ANTARCTICA
Terms of Use
2010
Data from - Powered by Google
Explore data

比較1990 and 2010碳排放量
有些國家成功減少碳排放，有些失敗。

Here's how the results looks when land use emissions and sinks are excluded:



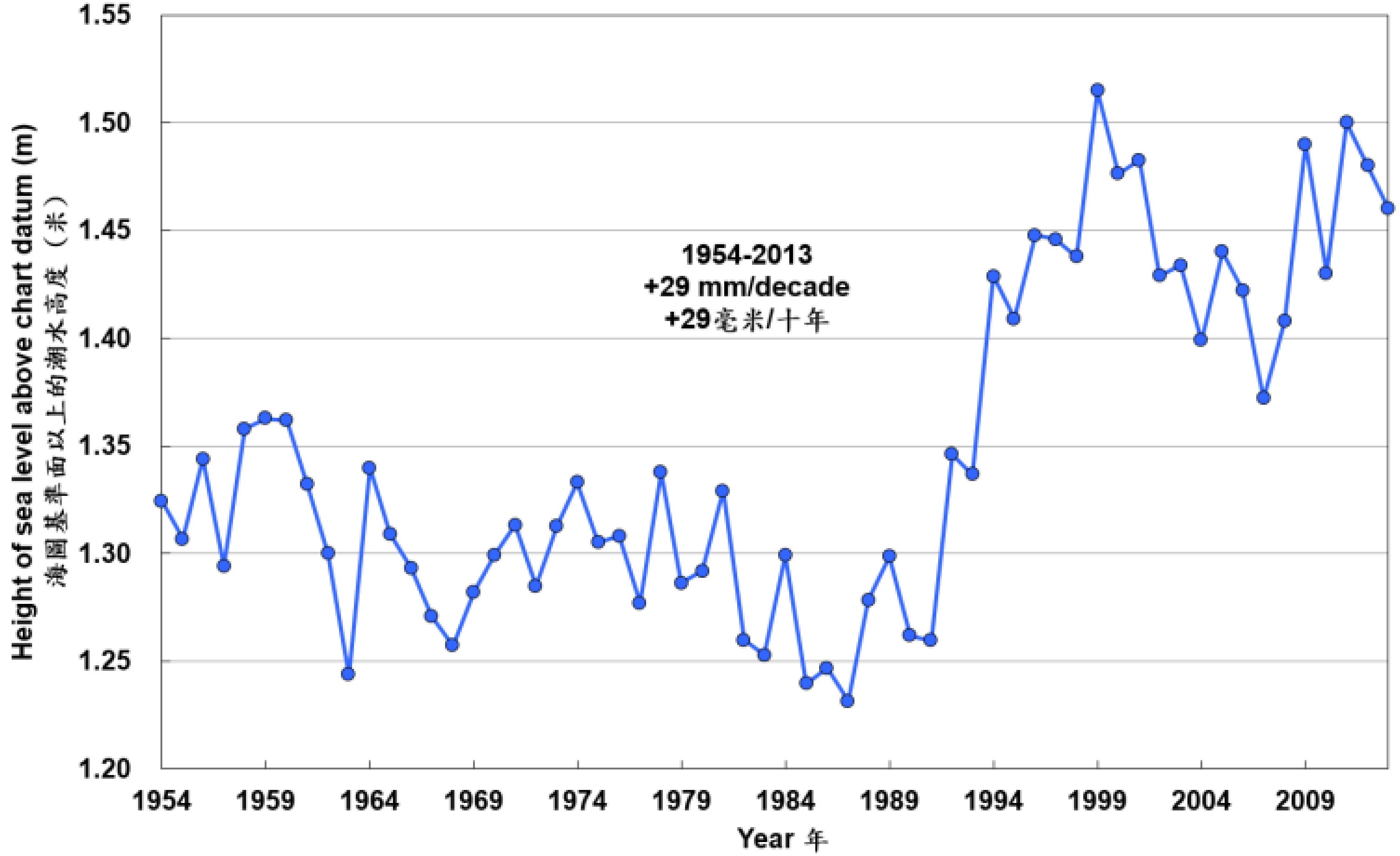
http://www.theguardian.com/environment/blog/2012/nov/26/kyoto-protocol-carbon-emissions

Impact to Hong Kong
全球氣候變化對香港的影響

- Temperatures rise 氣溫上升
- Sea Level Rise 海平面上升
  - 海平面上升繪圖練習
  - 北角海平面上升
- 回歸期
  - 寒冷日數
  - 炎熱日數

平均海平面

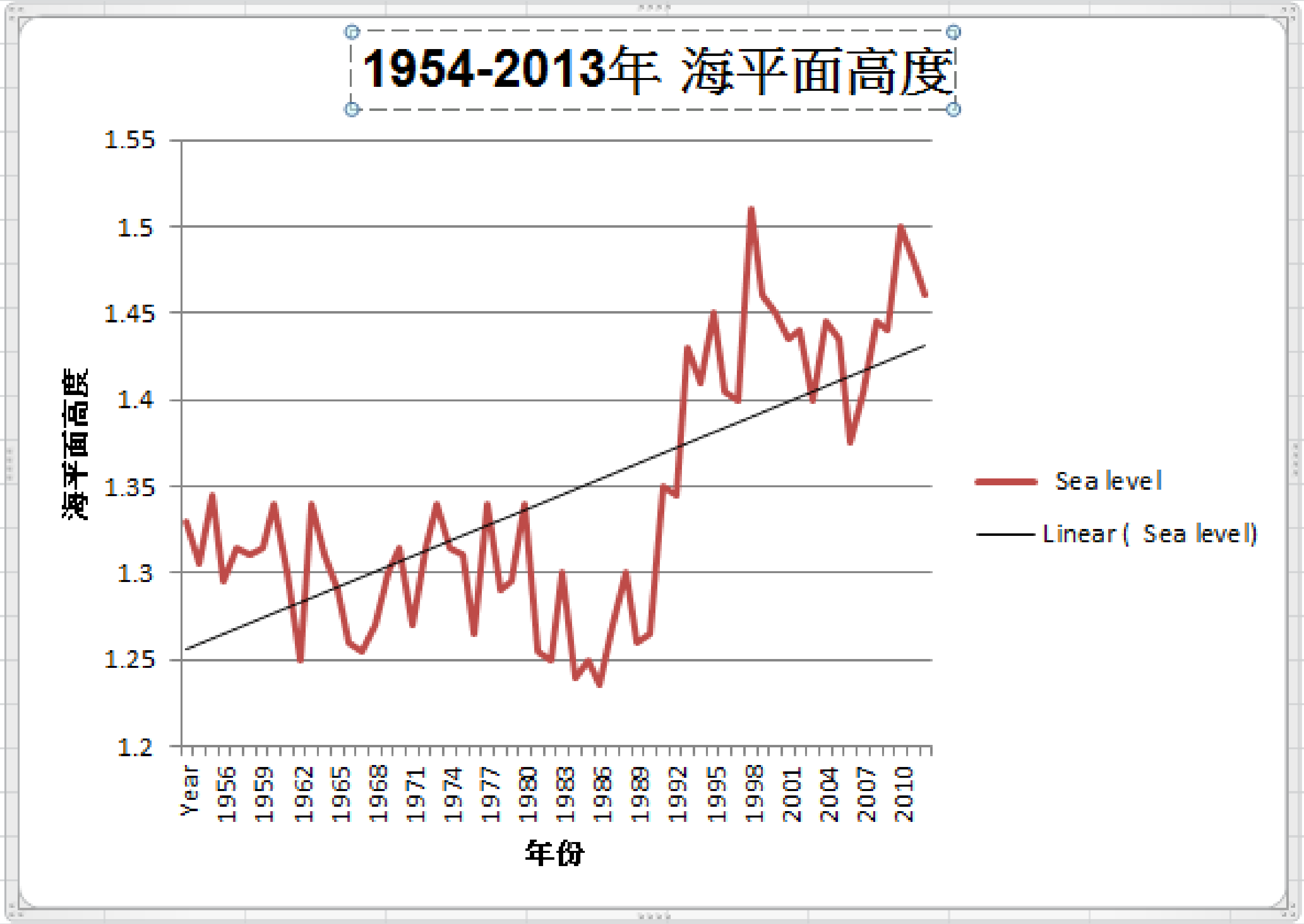
自1954年至今的驗潮站資料顯示維多利亞港的平均海平面高度有明確上升。平均海平面高度在1990至1999年間急速上升後慢慢回落，這趨勢跟衛星遙感觀測所得及其他南海沿岸各站記錄的水位變化相若。維多利亞港的海平面於1954至2013年間每十年平均上升29毫米。



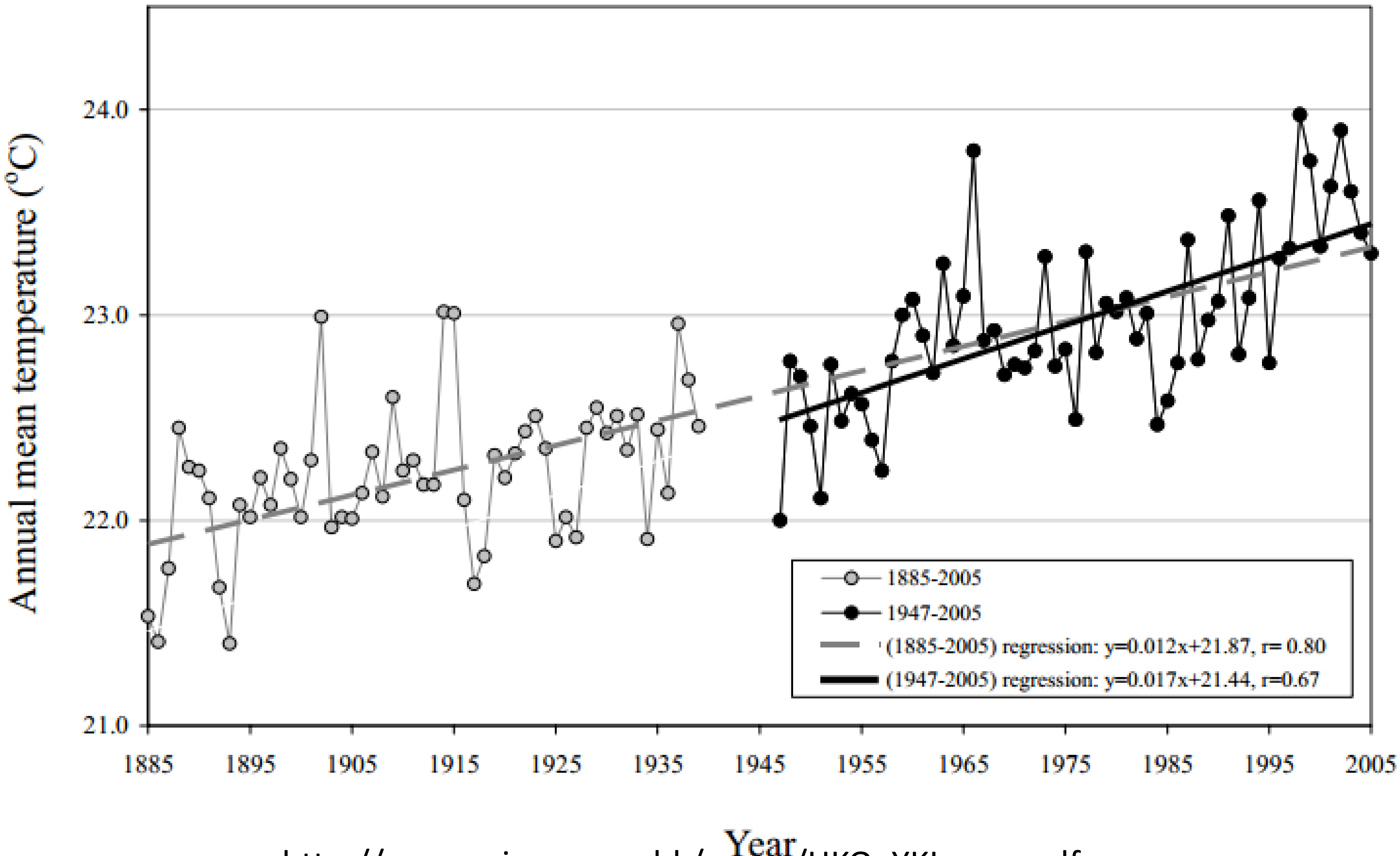
http://www.hko.gov.hk/climate_change/obs_hk_sea_level_uc.htm

海平面上升繪圖練習

	A	B
1	Year	Sea level
2	1954	1.33
3	1955	1.305
4	1956	1.345
5	1957	1.295
6	1958	1.315
7	1959	1.31
8	1960	1.315
9	1961	1.34
10	1962	1.3
11	1963	1.25
12	1964	1.34
13	1965	1.31
14	1966	1.29
15	1967	1.26
16	1968	1.255
17	1969	1.27
18	1970	1.3
19	1971	1.315
20	1972	1.27
21	1973	1.315
22	1974	1.34



氣溫上升



http://www.science.gov.hk/paper/HKO_YKLeung.pdf

回歸期

香港的氣候觀測結果

極端天氣事件

研究顯示香港的極端天氣事件的回歸期在過去一個世紀有明顯的變化。極端日高温和降水事件變得越來越頻繁，而極端日低温事件變得越來越罕見。

極端天氣事件	在1900年的回歸期	在2000年的回歸期
日最低氣温 ≤ 4 ℃	6 年	163 年
日最高氣温 ≥ 35 ℃	32 年	4.5 年
一小時雨量 ≥ 100毫米	37 年	18 年
兩小時雨量 ≥ 150毫米	32 年	14 年
三小時雨量 ≥ 200毫米	41 年	21 年

以香港天文台為參考。

http://www.hko.gov.hk/climate_change/obs_hk_sea_level_uc.htm

回歸期

1900 年與 2000 年香港極端天氣事件出現回歸期比較

極端天氣事件	在 1900 年的回歸期	在 2000 年的回歸期
日最低氣溫 ≤ 4 °C	6 年	163 年
日最高氣溫 ≥ 35 °C	32 年	4.5 年

數據來源：香港天文台

寒冷日數

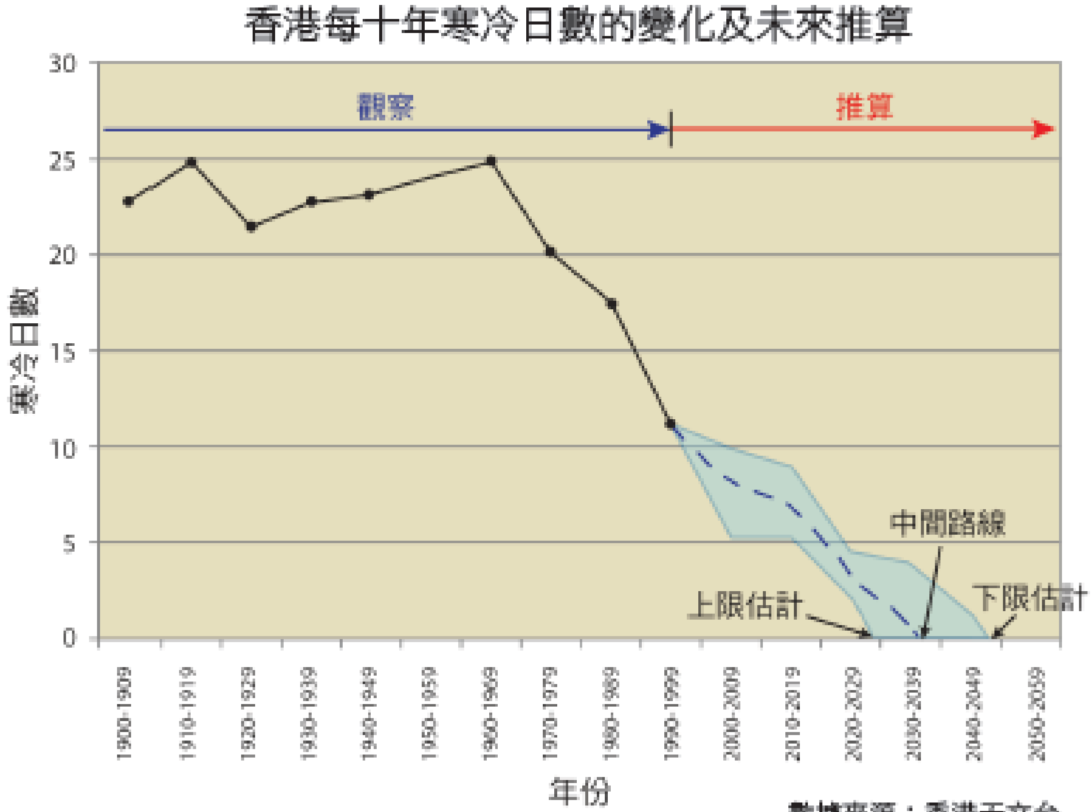
香港的氣候變化

隨着氣候變化，香港如何受極端天氣的影響？香港天文台曾作有關方面研究，預計香港在 21 世紀將會更頻繁地受到極端天氣的影響：

- 夏季非常炎熱日子（最高氣溫 33 度或以上）將大約會增加一倍；
- 炎熱夜晚（最低氣溫為 28 度或以上）將上升至每年 30 日，較目前正常水平增加四倍；
- 2100 年以前，寒冷日子（12° C 或以下）將每年少於一天，這意味在若干冬季，香港將不會有任何冷天出現，而香港或會永遠沒有冬季。

根據以上氣候變化的趨勢，有論者指出：「香港五十年後將沒有冬季」。試以「假如香港沒有冬季」為題，在班上分享一下你的感受。

寒冷日數

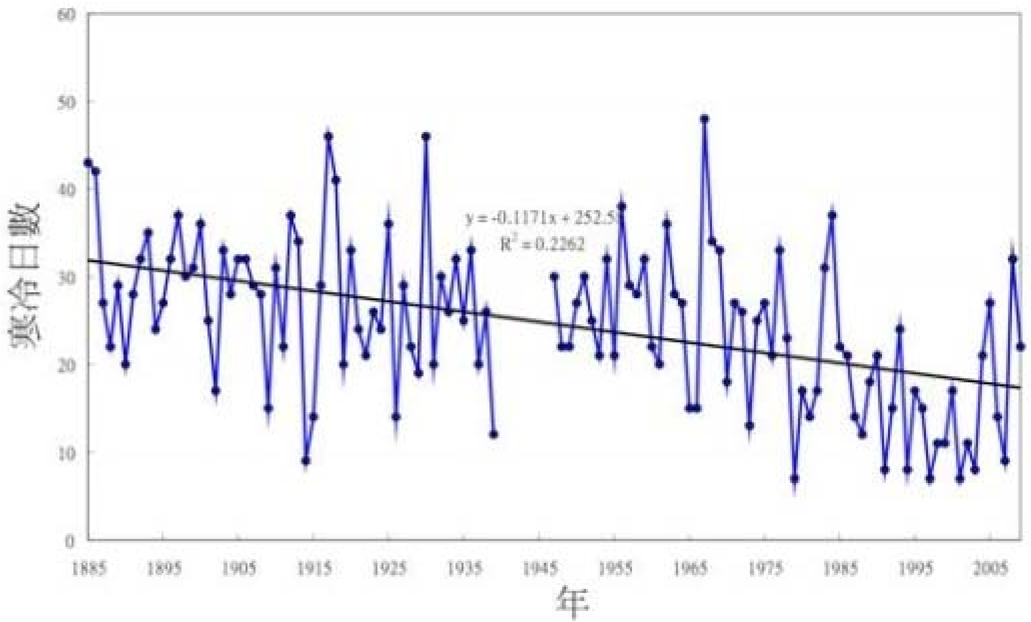


數據來源：香港天文台

Gaia 仔補給站

寒冷日數：指氣溫下降至攝氏 12 度或以下的日子於一年內的總數

寒冷日數



圖一　香港每年的寒冷日數（1885 - 2009 年）。一個寒冷日子表示該天氣溫下降至攝氏 12 度或以下。圖中採用了線性擬合，顯著值在 5% 的水平。

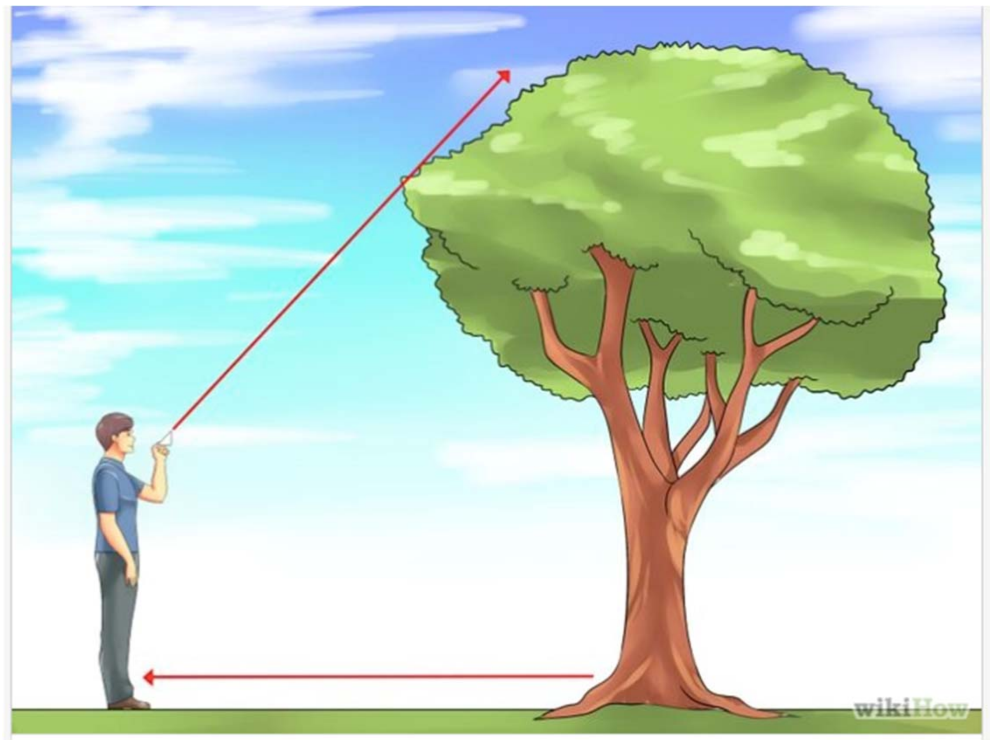
政府間氣候變化專門委員會已在第四次評估報告明確指出，全球變暖是無可置疑的，並且極可能是人為造成的。最近，根據世界氣象組織報導，2009 年是全球自 1850 年有紀錄以來第五個最暖的年份。在十年的尺度上，2000-2009 這十年比 1990-1999 的十年較暖，而這又比更早的 1980-1989 十年更暖。2009 年是香港自 19 世紀後期有記錄以來第九最溫暖的年份。雖然很多香港人可能會覺得，剛過去的冬季很像十多年前的「典型」冬天，但事實上，2009 年 12 月至 2010 年 2 月三個月的平均溫度仍比正常高於 0.6 度。

Day 2 am

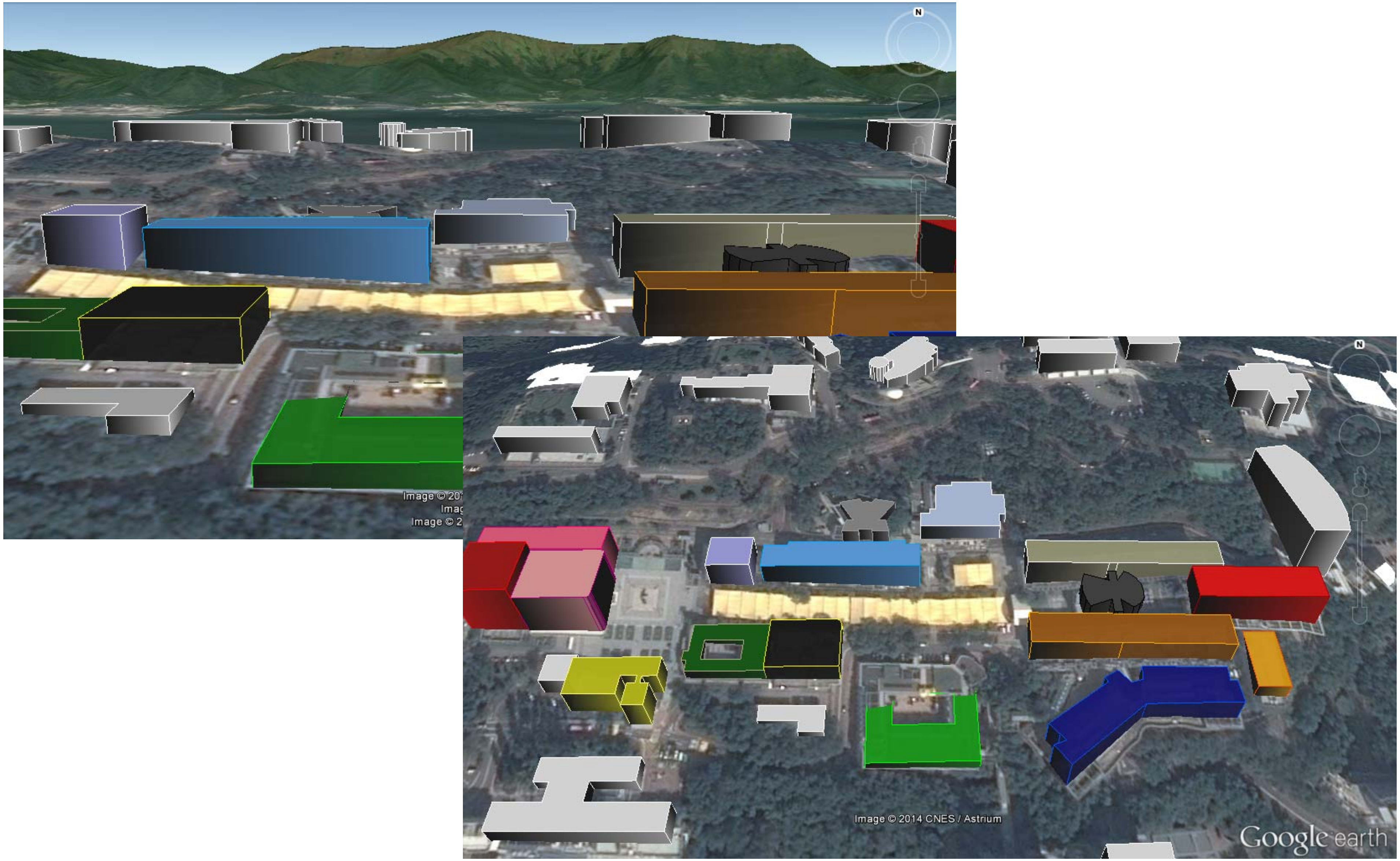
- 參觀中大 氣候變化博物館 (參觀)
- 3D 地圖繪畫
  - 估算建築物高度 (比例、幾何、量度、解題)
  - 繪畫3D地圖 (方向、立體圖形)

Estimating height of a building

- http://www.wikihow.com/Measure-the-Height-of-a-Tree
- http://www.csgnetwork.com/treeheightcalc.html



3D CUHK



Day2 pm

- 碳審計
  - 計算學校碳排放(解題)
  - 計算家中碳排放透過：(解題)
    - 電費單
    - 煤氣費單
    - 水費單

計算學校碳排

計算課室碳排放量

節約能源是緩減全球暖化問題最直接且有效的方法之一，而且人人皆可參與。現在同學就試試動腦筋計算一下課室中的照明系統於 2012 年的碳排放量吧！

1. 搜集資料

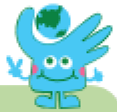
   a. 點算課室的光管數目：____支
   b. 查找課室所用的光管的電功率：____ 瓦特（W）
   c. 計算光管每個月的使用時間：每天____小時（h），每月平均使用 ____ 天，每學年平均使用 10 個月

2. 計算用電量

用電量 = ____瓦特 × ____支光管 × 每月使用 ____小時 × 10 個月
= ______ 瓦小時（Wh）

$$\frac{\text{\_\_\_\_\_\_ 瓦小時（Wh）}}{1000} = \text{\_\_\_\_ 千瓦小時（kWh）}$$

Gaia 仔補給站



T5 與 T8 光管的分別：

一般而言，可以燈管的粗細不同，來辨別它是 T8 還是 T5 規格。T8 代表燈管直徑 8/8 吋，而 T5 則是 5/8 吋。一般而言，T5 比 T8 光管節省約 2 - 4 成的電力。

T5 額外的好處是含汞量較低，且為固態汞，所以破裂後並不會馬上揮發汞，所以比 T8 較環保。

http://www.gaia.cuhk.edu.hk/edukit/pdf/ch3_js_ws.pdf

計算學校碳排

3. 計算碳排放量

從下表找出學校所處區域的電力公司溫室氣體排放系數，
並進行以下計算：

2012 年香港不同的電力公司的
溫室氣體排放系數（kg CO_2e/kWh）

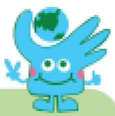
電力公司	排放系數
中華電力	0.58
香港電燈	0.79

溫室氣體排放量 ＝ 每年用電量 × 溫室氣體排放系數

＝ ____ kWh × ____ kg CO_2e/kWh

＝ _______ kg CO_2e

Gaia 仔補給站



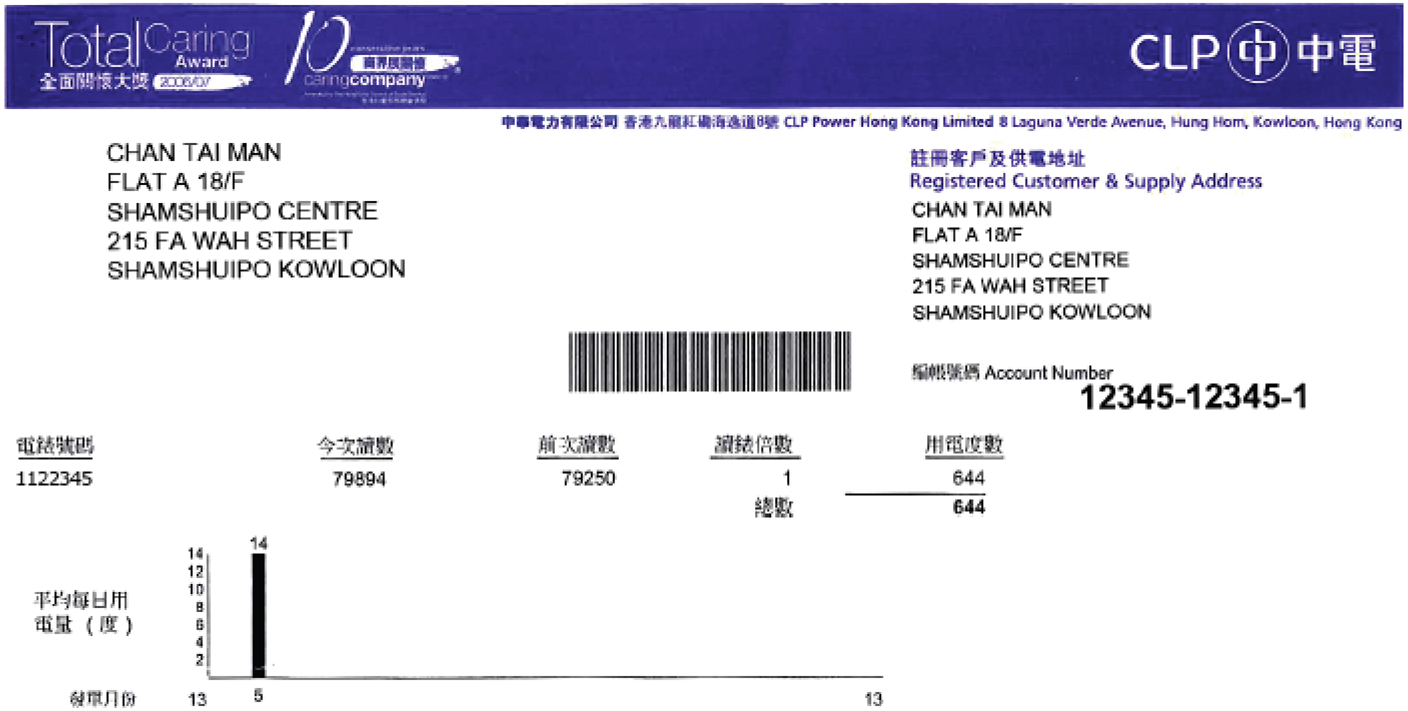
「排放系數」是用以量化生產電力過程中所排放的溫室氣體量，方法是計算生產每度電（1000 瓦特）時釋放了多少千克的溫室氣體的二氧化碳當量。

http://www.gaia.cuhk.edu.hk/edukit/pdf/ch3_js_ws.pdf

透過電費單計算家中碳排放

1. 如何利用電費單計算出家庭每月的溫室氣體排放量？試參考以下例子。

以中電為例：


TotalCaring Award 全面關懷大獎 2006/07

caringcompany

CLP 中電

中華電力有限公司 香港九龍紅磡海逸道8號 CLP Power Hong Kong Limited 8 Laguna Verde Avenue, Hung Hom, Kowloon, Hong Kong

CHAN TAI MAN
FLAT A 18/F
SHAMSHUIPO CENTRE
215 FA WAH STREET
SHAMSHUIPO KOWLOON

註冊客戶及供電地址
Registered Customer & Supply Address
CHAN TAI MAN
FLAT A 18/F
SHAMSHUIPO CENTRE
215 FA WAH STREET
SHAMSHUIPO KOWLOON

編帳號碼 Account Number
12345-12345-1

電錶號碼	今次讀數	前次讀數	讀錶倍數	用電度數
1122345	79894	79250	1	644
			總數	644

透過電費單計算家中碳排放 - 電費單

以港燈為例：

香港電燈有限公司
The Hongkong Electric Co., Ltd.

港燈
HK Electric

CHAN TAI MAN
FLAT 3 7/F BLOCK A
HONG KAM COURT
100 SASSOON ROAD POK FU LAM

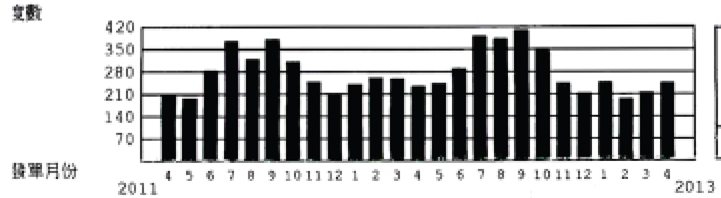
賬戶號碼
0123456789
賬單日期
09/04/13

家庭供電

電表號碼	電表讀數 今次	電表讀數 上次	用電度數	09/03/13 - 09/04/13 (32 天)	金額（元）
0123456	76799	76556	243	基本電費	141.96
				政府電費補貼	-150.00
				燃料價條款調整 每度 40.200 分	97.69
				上次賬單結轉	0.22
				撥入下月賬款	-0.87
				請付此賬	**$89.00**

上次繳費 58.00 元，
於 15/03/13 收到，多謝。
預定下次抄表日期為 08/05/13
按金金額 $700.00

「繳費靈」商戶編號：03



每度電二氧化碳排放量	港燈住宅客戶人均用電量
0.79 千克	160 度／月

透過電費單計算家中碳排放 - 電費單

2. 同學試從電費單上找出最近一個月的用電度數，並參考前面的例子計算出家庭的溫室氣體排放量。

* 你家最近一個月的用電度數：________ kWh

* 試計算你家最近一個月的溫室氣體排放量：

用電量（kWh）× 電力公司溫室氣體排放

= __________ kg CO_2e

* 試計算每人每日的平均溫室氣體排放量：

溫室氣體排放量 ÷ 家庭總人數 ÷ 日數

= __________ kg CO_2e ÷ _____ 人 ÷ 30 日

= __________ kg CO_2e / 日

2012 年香港不同的電力公司的溫室氣體排放系數（kg CO_2e/kWh）

電力公司	排放系數
中華電力	0.58
香港電燈	0.79

溫室氣體排放量 ＝ 每年用電量 × 溫室氣體排放系數

＝ _____ kWh × _____ kg CO_2e/kWh

＝ _______ kg CO_2e

透過電費單計算家中碳排放 - 電費單/煤氣費單

計算的方法和步驟

因耗用購買的電力／煤氣而造成的間接溫室氣體排放，可通過以下公式估算 –

溫室氣體排放 ＝ 購買的電量／煤氣用量 x 排放系數

公式中：

購買的電量是以千瓦時(kWh)量度，而煤氣則按每個單位收費（即煤氣錶登記的1個單位 ＝ 耗用48兆焦耳）。

計算時須進行 3 個主要步驟 –

步驟 1： 訂下報告內包括的設施(例如電錶／煤氣錶覆蓋的範圍)。

步驟 2： 蒐集所述設施耗電量 / 煤氣用量的數據。

步驟 3： 填寫表 5 及 6 以計算排放量。

排放系數[註]

p.22 http://www.epd.gov.hk/epd/tc_chi/climate_change/files/Guidelines_Chinese_2010.pdf

透過電費單計算家中碳排放 -煤氣費單

表 6：從香港中華煤氣公司購買的煤氣的溫室氣體排放

第一步	第二步	第三步	第四步
A	B	C	D
設施/源的描述(即煤氣費單內所覆蓋的地方/設施)	煤氣購買的數量 (單位[註])	排放系數 (千克/單位)	間接溫室氣體排放(公噸CO_2-e) (B x C / 1,000)
總和			

如必要請插入更多的行列

註： 煤氣錶上的一個單位代表 48 兆焦耳的煤氣用量。下表的資料是來自香港中華煤氣公司過去 3 年的排放系數。這個系數只是計算煤氣公司在其公司範圍內煤氣生產過程中的排放。報告機構應在表 1 內報告按範圍 1 所指在其建築物邊界內因燃燒煤氣而產生的溫室氣體排放。

如在撰寫報告時煤氣公司尚未有發放當年的特定排放系數，報告機構可以以煤氣公司

透過電費單計算家中碳排放 -煤氣費單

註： 煤氣錶上的一個單位代表 48 兆焦耳的煤氣用量。下表的資料是來自香港中華煤氣公司過去 3 年的排放系數。這個系數只是計算煤氣公司在其公司範圍內煤氣生產過程中的排放。報告機構應在表 1 內報告按範圍 1 所指在其建築物邊界內因燃燒煤氣而產生的溫室氣體排放。

如在撰寫報告時煤氣公司尚未有發放當年的特定排放系數，報告機構可以以煤氣公司最新的特定排放系數作爲近似值。

溫室氣體排放系數(以二氧化碳千克當量 / 購買煤氣單位表達)

年度	2005	2006	2007	2008
排放系數	0.735	0.693	0.592	0.593

透過電費單計算家中碳排放 -水費單

(vii) 政府部門使用電力處理食水及污水所引致的溫室氣體排放

計算的方法和步驟

這個方法用來計算水務署在處理食水及渠務署在處理污水時在食水 / 污水處理廠使用電力所間接引致的溫室氣體排放。計算方法包括以下兩個主要步驟 –

步驟 1：蒐集水費單上的用水量數據。

步驟 2： 將耗水量乘以相關的排放系數，轉化成溫室氣體排放量。

表 8 及 9 載列報告式樣的樣本，以供參考。

參考資料

渠務署 (DSD) (2007), *渠務署 2006 年環保報告* , DSD

透過電費單計算家中碳排放 -水費單

表 8：水務署在處理食水時使用電力所引起的溫室氣體排放

第一步	第二步	第三步	第四步
A	B	C	D
源的描述 (即水費單內所覆蓋的地方/設施)	水費單內所顯示食用水用量 (立方米)	排放系數 (千克 /立方米) 註	溫室氣體排放(公噸 CO_2-e) (B x C / 1000)
總和			

如必要請插入更多的行列

註： 水務署在處理食水時使用電力而引起的溫室氣體排放系數 = 食水每單位耗電量（水務署資料）x 在表五所提供的全港預設排放系數(即 0.7 千克/千瓦時)

如在撰寫報告時水務署尚未有發放當年的食水每單位耗電量，報告機構可以下表的最新的排放系數作爲近似值。

溫室氣體排放系數(以二氧化碳千克當量 /立方米表達)

年度	2003	2004	2005	2006	2007	2008
排放系數	0.440	0.463	0.476	0.438	0.414	0.424

透過電費單計算家中碳排放 -水費單

表 9：渠務署在處理污水時使用電力所引起的溫室氣體排放

第一步	第二步	第三步	第四步
A	B	C	D
源的描述 (即水費單內所覆蓋的地方/設施)	水費單內所顯示食用水用量 (立方米)	預設排放系數 (千克 /立方米)[註]	溫室氣體排放(公噸 CO_2-e) (B x C / 1000)
總和			

如必要請插入更多的行列

註： 預設排放系數按排放源的不同用途而定：

源的描述	預設排放系數 (千克 /立方米)
餐館和飲食服務	(0.7 x 排放系數) 假設 70 %的用水會排放到公共污水渠
其他商業/住宅或公共用途	(1.0 x 排放系數) 假設 100 %的用水會排放到公共污水渠

透過電費單計算家中碳排放 -水費單

其中，排放系數是指處理污水時使用電力而引起的溫室氣體排放系數，按以下公式及計算：

排放系數 ＝ 污水每單位耗電量（渠務署資料）x 在表 5 所提供的全港預設排放系數(即 0.7 千克/千瓦時)

如在撰寫報告時渠務署尚未有發放當年的污水每單位耗電量，報告機構可以報告機構可以下表的最新的排放系數作爲近似值。

溫室氣體排放系數(以二氧化碳千克當量 /立方米表達)

年度	2003	2004	2005	2006	2007	2008
排放系數	0.172	0.155	0.160	0.171	0.174	0.172