

土木工程與世界文明

第一章 導論

洪如江

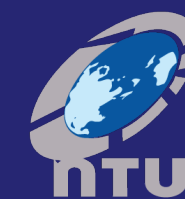
臺灣大學名譽教授

東吳大學講座教授

中央大學名譽工學博士



【本課程由洪如江老師授權使用，您如需利用本作品請另行向權利人取得授權。】



National Taiwan University
OpenCourseWare
臺大開放式課程

1.1 「自然」的定義

- 世界上所有存在或發生的事、物、力量及作用，非人類所創造或操控者，稱之為「自然」(nature)或「自然現象」(natural phenomena)。
- 大至整個宇宙、星雲、太陽系、萬有引力、陽光、地球、大地、海洋、動物、植物、礦物、岩石、降雨、火山爆發、地震、山崩、土石流等，小至細菌、病毒、灰塵、等等，都是自然現象的一部分。
- 人類的誕生與生存，也是自然現象之一。

1.1 「自然」的定義（續）

- 綠色植物，進行「光合作用 (photosynthesis)」，利用陽光的能量，耗用空氣中的二氧化碳 (CO_2) 及空氣中或土中的水分 (H_2O)，產生醣（一種有機物）為自用，釋放氧氣 (O_2) 為萬物之用。

太陽能



- 除了醣之外，植物再從土中取得礦物質及水分助其生長發育。

1.1 「自然」的定義（續）

- 植物可以成為動物（包括人類）的食物；植物也可以被人類用作燃料、獵殺動物的巨棒、或工程材料。
- 當人類利用植物與氧氣的時候，實際上是利用到了太陽能；
- 人類與其他動物在食用植物、動物、與氧氣的時候，也利用到了太陽能。
- 在人類廣泛使用機器之前，人類利用牛、馬於耕作、搬運、轉動石磨、等等工作之時，也間接地用到了太陽能。
- 荷蘭的風車 (windmills)、許多國家的水車 (water-mills)、與化石能源（煤炭、石油、天然氣），其最上游的能源還是陽光。

1.1 「自然」的定義（續）

- 太陽能，還有許多其他功能，這幾年最顯著的例子就是：
 陽光能夠壓制 SARS 病毒的過度繁殖。
- 換言之，地球上一切演化的最主要資源，就是太陽能；
- 維持地球上人類生存及生態平衡的最大力量，就是陽光。
- 太陽，每天投射到地球的能量極其龐大，且源源不絕，
- 但人類卻不努力於利用太陽能而拼命燃燒古生物化石能源，
 排放巨量溫室氣體（尤其是二氧化碳），造成全球暖化與
 氣候劇烈變遷，危害地球環境、眾生、人類。

1.1 「自然」的定義（續）

- 自然現象，具規律性與變異性。
- 日月星辰的運行，春、夏、秋、冬的演替，晝夜之分，似乎恆久不變。
- 曾經統治地球達數億年之久的「恐龍」，在 6500 萬年前滅絕，可能只是由於一顆隕石的撞擊。
- 人類有史以來，不過幾千年而已，已經歷過多少「滄海桑田」之變、「天災」、與「地變」，也難免有「天地不仁」之感嘆！
- 但由自然界反觀人類的種種惡行，想必也有「人禍」的反感。

1.2 「文明」的定義

- 人類的「歷史」、高度發展的「社會組織」、「文化」、與「生活方式」，謂之「文明」(civilization)。
- 因為文明是人類創造出來的，所以常常稱之謂「人類文明」，簡稱「文明」。
- 至於「文化」(Culture)：
「思想」、「美的感受」與「人文關懷」。

(洪如江譯自W hitehead , 1912)



1.2 「文明」的定義（續）

- 人類的文化，早在有歷史記載之前，就已經發生在世界的許多地方；但因缺乏書寫歷史，有不少學者堅持稱之謂「史前文化」而不稱為「史前文明」。
- 而書寫歷史，必須靠「文字」；文字，不只能夠記載歷史，尚有溝通、傳播知識、創作藝術、與舒發感情、等等功能。
- 其他動物，即使是人類的近親（例如猩猩、人猿、與猿人），或史前真人（例如巧人、直立人、史前智人），因為沒有文字，沒有書寫歷史，所以被認定為沒有文明。
- 但文字及歷史記載只是人類文明的必要條件，而不是充分條件。



美索不達米亞蘇美楔形文字(cuneiform)泥板書 (法國羅浮宮複製)



雕刻在古埃及人面獸身像的象形文字，開羅埃及博物館正門前（洪如江攝於）

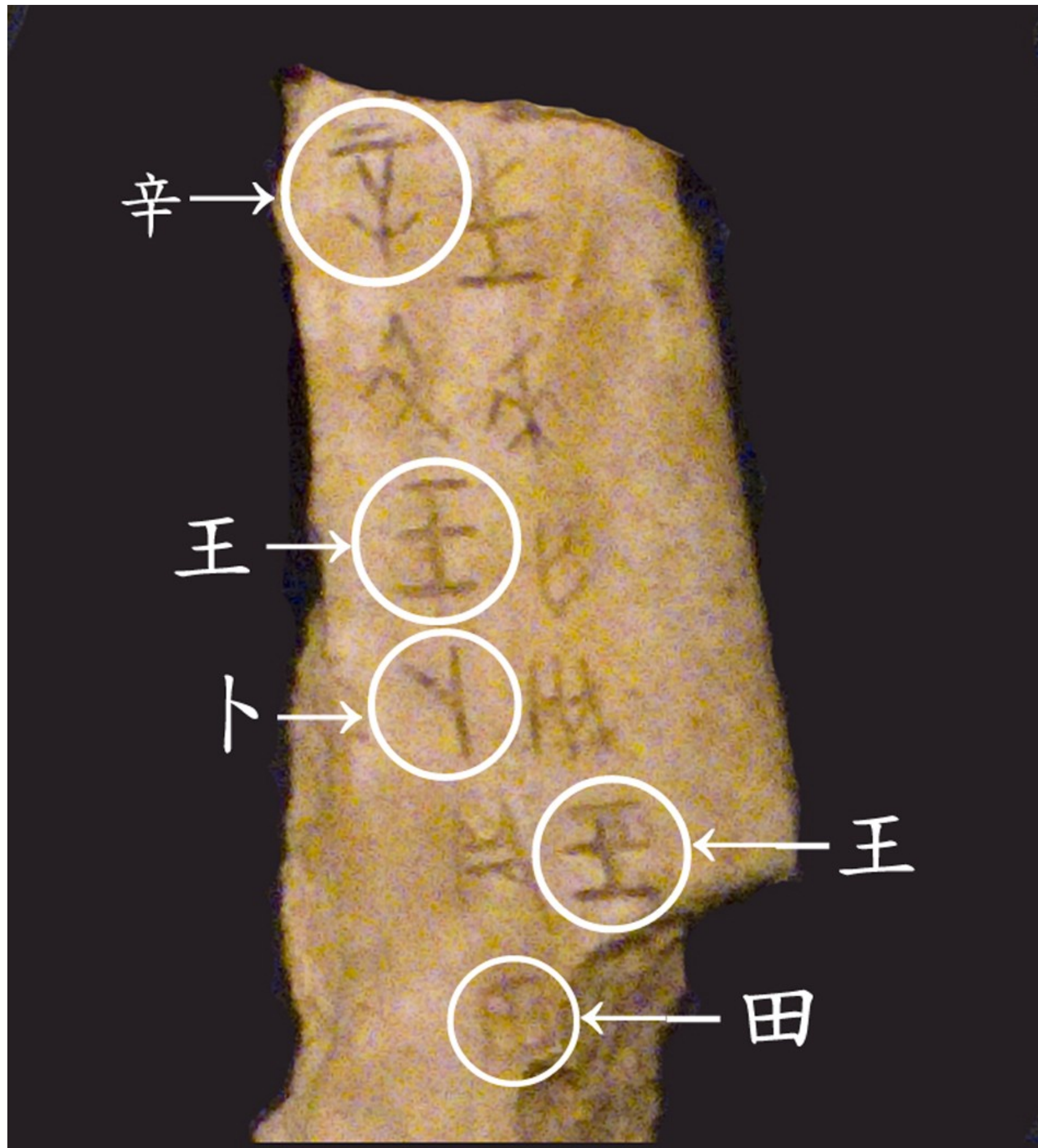


Engraving of Gods and inscriptions on a wall at the Temple of Karnak
(Courtesy of Prof. Wang, Pao-Hsii)



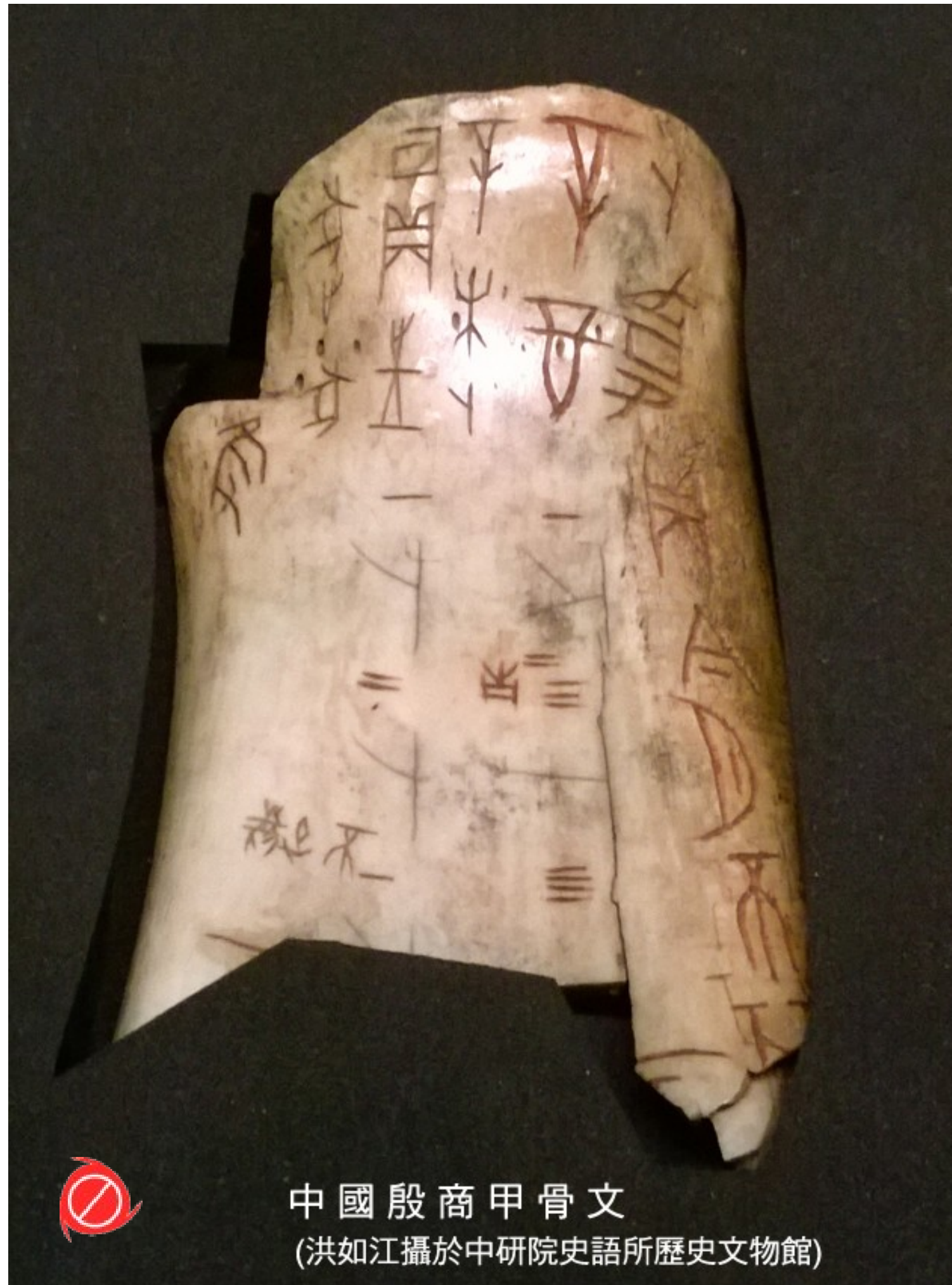
愛琴海邁諾安(Minoan)古文明的圖章狀泥質活字 (洪如江攝)





《甲3350》帶卜辭獸骨局部
(洪如江攝自中研院史語所文物館並加註)





中國殷商甲骨文
(洪如江攝於中研院史語所歷史文物館)



馬雅古文明象形文字(約600BC)雕刻於石板
(洪如江攝於墨西哥博物館)

1.2 「文明」的定義（續）

- 其他動物的生存之道，大多靠其生物本能，例如強壯的身體、敏捷的動作、強牙利爪、等等。
- 人類若是只靠生物本能，根本不是許多動物的對手。
- 人類優勢的因素：
 - 生物本能：部分較優。（雙手萬能，腦部較大）
 - 智慧、邏輯、文字、印刷、資訊等等的運用。
 - 精細的分工，嚴密的社會組織（城邦、國家、跨國企業等等）
- 人類因此發展出高度的文明，而能稱霸世界。
- 但人類，若是只顧自身短利、耗竭天然資源、不顧其他物種的死活，其文明將趨向沒落甚至於滅亡。

1.2 「文明」的定義（續）

- 文明具有「普世價值」、「永恆價值」。
- 但文明也因不同的人種、民族、族群，而有其「特殊性」，呈現「特有的文明」。
- 文明也隨時間而演化，例如：
「興」、「衰」、「分」、「合」，甚至於「生」、「死」。

1.2 「文明」的定義（續）

- 許多璀璨的古文明 (Lost Civilizations) ，例如巴比倫，古埃及，古希臘，古羅馬，古印度，中華帝國，馬雅，印加，吳哥，等等，它們因內鬥、外患、或天然災變，而被摧毀，被世人所遺忘或被忽視；
- 但是它們堅固的土木工程（包括建築），例如：
 金字塔、神廟、城堡、劇場、橋樑、隧道、灌溉工程、運河、等等，
 不可能被摧毀，因而為古文明的存在提供了確實的證據。
- 這也就是為什麼 Clark(1969) 在他經典的名著（以及他所主講的 BBC 同名影集）
 ，
 雖說從歐洲藝術面向切入，卻不得不先從土木工程（包括建築）開始，而且在後面花更多篇幅在談土木工程；因為許多古代的土木工程就是藝術工作。

1.3 「土木工程」的定義

(1) 土木工程的定義一

- 1828 年，英國土木工程師學會將「土木工程」(Civil Engineering) 的定義納入會章 (Charter) 之中：

“The art of directing the Great Sources of Power in Nature for the use and convenience of man”




筆者試譯之如下：

“**導引大自然的龐大能源為人類所用或帶給人類福祉的藝術**”

- 上述 ICE 的定義，雖然是英國土木工程師學會對土木工程的定義，但因當時 (1828) 工程分工不細，且 ICE 的定義也還適用於一般「工程」(Engineering)，而被一般工程界加以引用 (Mayne & Margolis,1982)。

1.3 「土木工程」的定義（續）

- 1978 年，英國土木工程師學會 (ICE) 為慶祝其建會 150 週年，特別在西敏寺 (Westminster Abbey) 召開大會，與宗教領袖、其他工程領域的領袖、教育界領袖、等等，舉行對談，對 1828 年的定義，加以檢討。
- 西敏寺住持 Carpenter 博士強調「尊重自然」。
- 某引言人且直言在 ICE 定義中的 “the use and convenience of man” 應改為：
“the protection of all life on this planet and
the peaceful survival of the human race” 

筆者試譯之如下：

” 保護地球上的眾生與人類和平且永續生存下去”

準此，則 ICE 對土木工程（與工程）的定義可改為：

「導引大自然的龐大能源於保護地球上的眾生及人類和平且永續生存的藝術」

1.3 「土木工程」的定義

(2) 土木工程的定義二

- 1852 年，美國土木工程師學會 (American Society of Civil Engineers，以下簡稱 ASCE) 會章對土木工程所下的定義為：

「實際應用科學與經驗知識於設計，生產或完成營建計畫之中的各部分，機械，與材料，而帶給人類用途或價值的藝術。」

 (筆者譯)

- 英國土木工程師學會 (ICE，1828) 與美國土木工程師學會 (ASCE，1852) 都定義土木工程是一種藝術。

1.4 狹義的工程與廣義的工程

- 一般社會大眾所認知的工程，通常指「**狹義的工程**」：
土木工程、建築工程、與環境工程。
- 廣義的土木工程包括建築工程與環境工程在內；因為中國幾千年歷史之中，許多大有為的皇帝常被批評為「好大喜功，大興土木」；「土木」幾乎包括一切工程建設。
- 「**廣義的工程**」，除了土木工程之外，還包括採礦工程、冶煉工程、機械工程、電機工程、化學工程、造船工程、資訊工程、等等。
- 但在實務上，機械工程、電機工程、化學工程、造船工程、資訊工程、等等，常常被列入「**工業**」的範疇。
- 土木工程與工業，有很大的不同。

1.5 科學發達以前的土木工程

- 以漢文所撰寫的工程書籍，最早者似為春秋末期（約為西元前 5 世紀）的「**考工記**」，後來被編進周禮的冬官篇之中。
- **考工記**將當時的工藝分成六大類（木工、金工、皮工、染色繪畫之工、刮摩之工、與陶瓷之工）三十個工種。
- 「匠人」雖屬木工類七個工種之一，但其職責包括：
 - 建國（根據太陽與極星從事測量、城市規劃）、
 - 營國（城市建設）、建造宮、室、溝洫、水井、等等。
- 宋代 (1103) 李誠編著而由官方頒布的「**營造法式**」一書，多種建物的結構及細部說明及圖解，已經足供該行業匠人據以施作的程度。
- 明代宋應星的「**天工開物**」一書之中，各種工藝（包括各種工程）的文字說明
（包括尺寸）及投影圖解，已經相當可觀。

1.5 科學發達以前的土木工程（續）

- 由於古代中原人對大地之敬重，工程開挖之前，皆須舉行**動土**祭典。
- 房屋（大多為木構造）在上大樑之前，也必須再舉行**上樑**祭典。
- 因而將房屋、城垣、道路、灌溉渠道、等等工程皆以「**土木**」稱之。
- 秦始皇修長城，隋暘帝開大運河，常被歷史學家批判為「**好大喜功，大興土木**」。
- 「**建築**」一詞來自日本。



中國萬里長城(221BC-206BC完成)

(洪如江攝)

1.5 科學發達以前的土木工程（續）

- 人類在幾千年前就能夠建造出龐大甚至於偉大的土木工程，不能說沒有高度的技術
- 但在遠古，第一件重大土木工程（如第一座金字塔）要建的時候，既沒有現代科學根據，也缺乏經驗，當時的土木工程師，主要靠「**工程判斷**」建造出偉大的工程，且耐久數千年以上。
- 在同一地區建造第二件土木工程（例如第二座金字塔）開始，就已經有「工程經驗」可供參考，但「工程判斷」仍然重要。
- 但在古代，匠人的地位很低，其技術，大多師徒相承，或建立「匠人協會」從事考照與發照工作，沒有現代化的學校從事有系統的科技（包括自然科學、應用科學、等等）教育及研究；
- 即使有考工記 (500BC)、營造法式 (1103AD)、與天工開物 (1637AD) 等書籍的印行，也大多是經驗的歸納。

1.6 土木工程「科學」(Science) 基礎

- 科學，在於了解「自然」，發現「自然現象」。
(相當於天工開物一書中的「天」)
- 工程的主要科學基礎在物理學、化學、生物科學、等等。
- 土木工程最重要科學基礎在牛頓 (1643~1727) 力學，尤其是第二定律：

$$F = m a$$

(F 代表力量， m 代表質量， a 代表加速度)

- 牛頓 (西元 1642 年 - 1727 年) 力學出現以後，工程的設計與施工才算進入「工程科學」時代。但「工程經驗」與「工程判斷」仍然重要。

1.7 土木工程工藝

- 土木工程的「工藝」，相當於天工開物一書中的「工」，包括：
工程「器具」與工程「技能」。
- 在工程**器具**方面，自古至今的演進，大致如下：
 - (1) 運用人力加簡單手工具
 - (2) 利用獸力加手工製作的器具 (例如獸力拖動的犁、車、石磨)
 - (3) 蒸汽機發明之後，開始使用機器
 - (4) 內燃機發明之後，開始使用高效率的機器
 - (5) 電力發明之後，就進步到自動化製造或施工
 - (6) 資訊科技出現之後，智慧型設計、製造、施工，日漸普遍



手工具整地

(郭清江博士攝)



手持式氣動鑽岩機 (資料來源：退輔會榮民森林保育事業管理處)



機械式挖土機

(洪如江攝)



巨型隧道鑽機 (TBM) 鑽頭正面，雪山隧道主坑進洞前 (洪如江攝)



以炸藥從事隧道開挖，雪山隧道（資料來源：台灣區國道新建工程局）

1.7 土木工程工藝

- 土木工程的「工藝」，相當於天工開物一書中的「工」，包括：
工程「器具」與工程「技能」。
- 在工程**技能**方面，以日積月累的「教育」、「訓練」、與「經驗」，修煉：
 - (1) 卓越的「工作能力」
 - (2) 和諧的「團隊精神」
 - (3) 執行作業的「紀律」
 - (4) 真善美工程的「文化」

1.8 土木工程的「作業」 (Operations)

- 土木工程「作業」(相當於天工開物一書中的「開」)程序，大致如下：
 - (1) 概念或構想的形成 → (2) 可行性研究(分析)
 - (3) 規劃(初步規劃，定案規劃) → (4) 模型(Model)的製作與實驗
 - (5) 基本設計(功能與工程幾何型態設計) →
 - (6) 原型(Proto-Type)的製作及測試 → (7) 製作發包書圖 →
 - (8) 發包(包括招標、審標、決標、定約) →
 - (9) 施工及細部設計(土木工程)，或製造(工業) → (10) 使用(或營運) →
 - (11) 除役(拆除，或復育，或回收再利用)。

- 上列程序，適用於大規模工程，或高度複雜的工業生產。



推土機進行整地作業

(洪如江攝)



隧道鑽機 (TBM) 暫停維修中，雪山隧道

(洪如江攝)

1.9 土木工程「成品」(結構物)

- 土木工程師有了科學基礎(牛頓力學)之後，運用卓越的工藝，循合理化的作業程序，土木工程的**成品**(相當於天工開物一書中的「物」)可以建得：
 - 規模更大：離岸機場、工業區、或土木建築開發的填海造地，體積已達數億立方公尺
 - 更長：日本明石大橋(主跨已達 1995m)，瑞士的哥達基線隧道(長度 79km)
 - 更高：台北 101 摩天大樓，已經超過 100 層
 - 更深：瑞士的哥達基線隧道，埋深已達 3000 公尺
 - 更快：台灣的萬坪高科技廠房，只要 100 天就可以建成



日本明石大橋，主跨1991公尺，世界第一（洪如江攝）



台北101大樓 (洪如江攝)

1.9 土木工程的「成品」(結構物)(續)

- 功能更強：高速公路、高速鐵路、捷運系統、等等，
對交通運輸的功能，顯著提昇。
- 與自然更為和諧：美國的金門大橋、台灣的國道 6 號高速公路。
- 展現歷史與文化：台北捷運系統。
- 成為古文明確實存在的證據：

採用堅固耐久的天然石材所建造的土木工程結構物，例如：

- 埃及與馬雅的金字塔
- 英國的巨石陣 (Stonehenge) ，
- 希臘的神廟、劇場、運動場，
- 中國的萬里長城、趙州橋，
- 古羅馬所建的水道橋、圓形競技場。



台灣國道1號，中山高速公路

(洪如江攝)



高速鐵路試車中

(連永旺先生攝)



高速鐵路台中站月台與電車近照

(洪如江攝)



國道六號生態池，補償因高速公路建設所造成的野生動物棲地減少，
並提供生物多樣性的園地 (洪如江攝)



台北捷運系統劍潭站屋頂龍舟造型

(洪如江攝)



法老王Sneferu(2613-2589BC)連續建了三座金字塔，前兩座不成功，第三座所謂的紅色金字塔(Red Pyramid)，埃及第一座典型的金字塔，4條直線與4個平面向上集中於一點，簡單而「美」 (洪如江攝)



馬雅古文明的城堡金字塔，今墨西哥Chichen Itza (洪如江攝)



英國巨石陣(約2500BC開始興建)

(洪如江攝，民國57年8月)



希臘雅典巴特農神廟 (Par thenon, 447-432BC建) (洪如江攝)
神廟開放式的布局與型態，人民皆能登堂入室，民主的表徵



希臘Epidauros開放式劇場，坐位15,000，建於西元前4世紀，觀眾席的石灰岩吸收低頻的觀眾噪音，張顯演員的高頻聲音（洪如江攝）



希臘奧運會主場，329BC白色大理石建造，1869整修(用於1870及1875奧林匹克運動會)，1895-1896整修(用於1896及1906奧林匹克運動會)，2000-2004整修(用於2004奧林匹克運動會) (洪如江攝)



趙州橋拱頂部分 (洪如江攝)



嘉德水道橋 (Pont du Gard, 19BC; 古羅馬人建於法國南部) 全景
(洪以昇攝)



古羅馬競技場廢墟外景遠照

(洪如江攝)

1.10 土木工程特點 — 與其他工程不同之處

- 每一件土木工程，都必須開挖大地，多數還必須在變化無常的大氣環境下施工。
- 每一工程結構物都是「**原型**」 (Prototype)，必須根據自然條件與人為因素，**量身建造**。
- 隧道、水庫、大壩、高速公路、自來水系統、等等土木工程，不可能在現貨市場買到，更不可能進口。
- 使用中的土木工程結構物，也會因為地震、水文條件的異常變化，而受損或老化；因此，特別需要重視監測、維護、修理、或補強。

1.11 觀察工程的重點

- 功能
- 技術水準
- 與自然和諧的程度
- 文化水平
- 對人類文明的影響








版權聲明

頁碼	作品	版權圖示	來源 / 作者
7	文化 (Cultire) . . . 「人文關懷」		《 The Divorce Culture 》 / Author: Barbara Dafoe Whitehead ，本作品依據著作權法 46 、 52 、 65 條合理使用。
9			本作品由著作權人 洪如江 教授攝影，並授權本課程使用，您如需使用本作品，請另行向權利人取得授權。
10			本作品由著作權人 洪如江 教授攝影，並授權本課程使用，您如需使用本作品，請另行向權利人取得授權。
11			本作品由著作權人 Courtesy of Prof. Wang, Pao-Hsii 攝影，授權本課程使用，您如需使用本作品，請另行向權利人取得授權。
12			本作品由著作權人 洪如江 教授攝影，並授權本課程使用，您如需使用本作品，請另行向權利人取得授權。

版權聲明

頁碼	作品	版權圖示	來源 / 作者
13			本作品由著作權人 洪如江 教授攝影，並授權本課程使用，您如需使用本作品，請另行向權利人取得授權。
14			本作品由著作權人 洪如江 教授攝影，並授權本課程使用，您如需使用本作品，請另行向權利人取得授權。
15			本作品由著作權人 洪如江 教授攝影，並授權本課程使用，您如需使用本作品，請另行向權利人取得授權。
16			本作品由著作權人 洪如江 教授攝影，並授權本課程使用，您如需使用本作品，請另行向權利人取得授權。
20	“The art ... convenience of man”		WIKIMEDIA COMMON (https://en.wikipedia.org/wiki/Institution_of_Civil_Engineers) 瀏覽日期 :2015/9/24 。本作品以創用CC 「BY-SA 3.0TW」協議

版權聲明

頁碼	作品	版權圖示	來源 / 作者
22	“實際應用科學…… 價值的藝術。”		美國土木工程師學會 ASCE 會章
26			本作品由著作權人 洪如江 教授攝影，並授權本課程使用， 您如需使用本作品，請另行向權利人取得授權。
30			本作品由著作權人 郭清江 先生攝影，並授權本課程使用， 您如需使用本作品，請另行向權利人取得授權。
31			退輔會榮民森林保育事業管理處。 本作品依據著作權法 46、52、65 條合理使用。

版權聲明

頁碼	作品	版權圖示	來源 / 作者
32			本作品由著作權人 洪如江 教授攝影，並授權本課程使用，您如需使用本作品，請另行向權利人取得授權。
33			本作品由著作權人 洪如江 教授攝影，並授權本課程使用，您如需使用本作品，請另行向權利人取得授權。
34	 	 	國家發展委員會檔案管理局 (http://www.archives.gov.tw/NationArc/NationalArcImage.aspx?uid=1#
37			本作品由著作權人 洪如江 教授攝影，並授權本課程使用，您如需使用本作品，請另行向權利人取得授權。
38			本作品由著作權人 洪如江 教授攝影，並授權本課程使用，您如需使用本作品，請另行向權利人取得授權。

版權聲明

頁碼	作品	版權圖示	來源 / 作者
40			本作品由著作權人 洪如江 教授攝影，並授權本課程使用，您如需使用本作品，請另行向權利人取得授權。
41			本作品由著作權人 洪如江 教授攝影，並授權本課程使用，您如需使用本作品，請另行向權利人取得授權。
43			本作品由著作權人 洪如江 教授攝影，並授權本課程使用，您如需使用本作品，請另行向權利人取得授權。
44			本作品由著作權人 連永旺 先生攝影，並授權本課程使用，您如需使用本作品，請另行向權利人取得授權。
45			本作品由著作權人 洪如江 教授攝影，並授權本課程使用，您如需使用本作品，請另行向權利人取得授權。

版權聲明

頁碼	作品	版權圖示	來源 / 作者
46	 <small>福州九龍橋景緻，攝於2016年10月。攝者：洪如江。圖說：福州九龍橋景緻，攝於2016年10月。攝者：洪如江。</small>		本作品由著作權人 洪如江 教授攝影，並授權本課程使用，您如需使用本作品，請另行向權利人取得授權。
47	 <small>台北逢甲路吊橋，攝於2016年10月。攝者：洪如江。圖說：台北逢甲路吊橋，攝於2016年10月。攝者：洪如江。</small>		本作品由著作權人 洪如江 教授攝影，並授權本課程使用，您如需使用本作品，請另行向權利人取得授權。
48	 <small>埃及吉薩大金字塔，攝於2016年10月。攝者：洪如江。圖說：埃及吉薩大金字塔，攝於2016年10月。攝者：洪如江。</small>		本作品由著作權人 洪如江 教授攝影，並授權本課程使用，您如需使用本作品，請另行向權利人取得授權。
49	 <small>墨西哥文達多城大金字塔，攝於2016年10月。攝者：洪如江。圖說：墨西哥文達多城大金字塔，攝於2016年10月。攝者：洪如江。</small>		本作品由著作權人 洪如江 教授攝影，並授權本課程使用，您如需使用本作品，請另行向權利人取得授權。
50	 <small>英國巨石陣，攝於2016年10月。攝者：洪如江。圖說：英國巨石陣，攝於2016年10月。攝者：洪如江。</small>		本作品由著作權人 洪如江 教授攝影，並授權本課程使用，您如需使用本作品，請另行向權利人取得授權。

版權聲明

頁碼	作品	版權圖示	來源 / 作者
51	 <small>希臘雅典巴特農神廟 (The Parthenon, 447-438 BC) - 伊米利奧·赫勒諾斯式 (via 伊米利奧·赫勒諾斯式) - 伊米利奧·赫勒諾斯式</small>		本作品由著作權人 洪如江 教授攝影，並授權本課程使用，您如需使用本作品，請另行向權利人取得授權。
52	 <small>位於El Djem的羅馬式劇場，全長 10,000 公尺，位於西元 2 世紀，是北非最大的古羅馬劇場，也是世界最大的古羅馬劇場。</small>		本作品由著作權人 洪如江 教授攝影，並授權本課程使用，您如需使用本作品，請另行向權利人取得授權。
53	 <small>世界遺產主牆，3298 公尺大長城，1987 年列入世界遺產，1992 年列入世界遺產，1996-1999 年列入世界遺產，2000-2004 年列入世界遺產。</small>		本作品由著作權人 洪如江 教授攝影，並授權本課程使用，您如需使用本作品，請另行向權利人取得授權。
54	 <small>湖南岳陽岳陽橋</small>		本作品由著作權人 洪以昇 先生攝影，並授權本課程使用，您如需使用本作品，請另行向權利人取得授權。
55	 <small>羅馬水壩橋 (Pont du Gard, 1980) - 巴拿馬人建於古羅馬帝國全盛時期</small>		本作品由著作權人 洪如江 教授攝影，並授權本課程使用，您如需使用本作品，請另行向權利人取得授權。
56	 <small>古羅馬競技場 (羅馬)</small>		本作品由著作權人 洪如江 教授攝影，並授權本課程使用，您如需使用本作品，請另行向權利人取得授權。