

# 生命科學與工程



Life Sciences and Engineering

主編 薛敬和

藝軒圖書出版社

- ◆ 廿一世紀已足堪稱為生命科學的時代，生命科學已突顯出其通識性，生命科學領域的專業人才，均應具備生命科學的基本學養。
- ◆ 本書為理、工、醫、藥領域修習生命科學必備之教科書，並作為各領域人才探索科際融合的基礎，以培育新的、融會式的生命科學、醫、藥與理工人才。
- ◆ 本書意在融滲結合生命科學與工程兩門學科，生命科學領域（分子、細胞、組織、器官、系統、個體、行為等）及工程領域（化學、化工、材料、電子、電機、機械、工工等），目的在使學習理工領域者能明白生命科學對工程設計的影響，以及使學習生命科學和醫藥領域的人能了解工程對於生命科學的幫助。
- ◆ 本書由廿二章構成，各章內容都和生命科學的根幹有關。以人為本，從分子層級開始，經基因、細胞、組織、器官、系統到個體，在每一層級上系統地從結構、功能、疾病、工程應用和治療進行解析，把精妙深奧的生命科學學理和系統完備的工程方法學，自然地結合說明。
- ◆ 本書每章皆先給與條列式的基本觀念，使讀者能於閱讀前、後吸收和複習重要的觀點，且於本文之外，提供習題以及思考與討論的議題，協助讀者評估閱讀學習的成效和進行深入的思考和議論，每章末也列出重要的參考文獻，俾益讀者進行延伸閱讀與學習。
- ◆ 本書可激勵生命科學、醫藥以及理工科系學生的創新能力，從而刺激新觀念和新技術形成的機會。

總代理 藝軒圖書文具有限公司

台北門市 台北市羅斯福路四段50號2樓之2

(台大對面，捷運新店線公館站4號出口)

電話：(02) 2367-6824

傳真：(02) 2365-0346

訂購專線：(02) 2918-2288

劃撥帳號：01062928

帳戶：藝軒圖書文具有限公司

<http://www.yihscient.com.tw>

[e-mail:yihscient@yihscient.com.tw](mailto:yihscient@yihscient.com.tw)

ISBN 978-957-41-7468-3(360)



9 789574 174683

# 生命科學與工程

Life Sciences and Engineering

主編 薛敬和

編 著

(按姓名筆劃排序)

丁信智、朱一民、江樵熹、汪宏達

高茂傑、張 雍、陳永昌、曾繁根

焦傳金、黃郁棻、詹明修、劉英麟

蔡瑞瑩、鄭誠功、薛敬和、饒達仁

國家圖書館出版品預行編目資料

生命科學與工程 = Life Sciences and Engineering  
丁信智等編著；薛敬和主編。--初版。--新竹市：  
薛敬和出版；臺北新店市：藝軒發行，2010.09  
面；公分。

ISBN 978-957-41-7469-3(精裝)

1. 生命科學 2. 生物技術 3. 生物醫學工程

360

99016061

本書任何部份之文字或圖片，如未獲得本社書面同意，  
不得以任何方式抄襲、節錄及翻印

新聞局出版事業登記證局版台業字第一六八七號

生命科學與工程

(精裝)定價新臺幣 950 元

主編：薛敬和

地址：新竹市光復路二段 101 號清大西院 66 號 5 樓

出版者：薛敬和

發行所：藝軒圖書出版社

總公司：台北縣新店市寶高路 7 巷 3 號 2 樓

電話：(02) 2918-2288

傳真：(02) 2917-2266

網址：www.yihsient.com.tw

E-mail:yihsient@yihsient.com.tw

總經銷：藝軒圖書文具有限公司

台北市羅斯福路四段 50 號 2 樓之 2

(台大對面，捷運新店線公館站 4 號出口)

電話：(02) 2367-6824

傳真：(02) 2365-0346

郵政劃撥：01062928

台中門市

台中市北區五常街 178 號

(健行路 445 號宏總加州大樓)

電話：(04) 2206-8119

傳真：(04) 2206-8120

高雄展示處

高雄市中正三路 5 號 7 樓之 2

(捷運橘線，06-信義國小站 3 號出口)

電話：(07) 226-7696

傳真：(07) 226-7692

本公司常年法律顧問／魏千峰、邱錦添律師

二〇一〇年九月初版 ISBN 978-957-41-7469-3

※本書如有缺頁、破損或裝訂錯誤，請寄回本公司更換。

讀者訂購諮詢專線：(02) 2918-2288

# 序

從科技發展與社會需求的趨勢來看，高中與大學階段的教育不宜過早就把學生普遍地分途導向文、理、工、農、醫等專業科別的訓練。雖然這種教育方策可以訓練出很多專業技能很好的人才，但對培養學生的想像力、創造力、社會意識、領導能力等則有很多缺陷。為配合將來發展健全的社會，以及發展創新科技與知識產業，如何加強學子跨領域的知識和素養是培育人才很重要的一環。因此，在大學學程架構的設計裡，適當的注入跨領域教材應是教學改進的一個重要概念。

隨著社會多種因素的變化及生物科學與生物醫學的快速進展，生命科學相關知識應逐漸成為大學部學生不分任何專業領域都要學習的。不容置疑的，人類生活的環境與生活的型態正在作急遽改變，舉如人口老化、少子化，而對減碳、綠能的需求日益迫切。這些變化造成許多問題、需求、與挑戰。在這巨大趨勢裡，結合各種工程技術、生物醫學知識、與生物技術是必然的對策。一本優秀的、可廣泛適用於大學各種工程學系的生命科學教科書是培養工程學系學生所不可或缺的。這種教材可激勵工程系學生的創新能力，因而刺激新的產業形成與創造更多工作機會。

本人從事生物醫學與生物技術研究與發展近三十年。在2006年同時向台灣清華大學徐珉生校長與北京清華大學顧秉林校長表達上述概念。在兩位校長鼓勵下，本人捐助經費給兩校，期盼兩校在良性競爭與適度合作原則下，分別發展一套可廣泛適用於工程學系的生物科學教材。台灣清大由薛敬和教授帶領十多位最優秀的學者與專家編著，經過將近四年時間完成初版。兩校發展的兩套教材是全世界這類教材首次出現的樣本。期望這兩套教科書往後能不斷的改進，成為華人區大學教育的重要教材。也期望往後初版的英文版在世界其他地區廣受使用。

張子文

台北中央研究院 基因體研究中心 特聘研究員

2010年7月

# 推薦序

薛敬和教授以物質科學的語言和淺顯易懂的解說方式，成功地將生命科學的全貌介紹給初學者，此艱鉅的工作實是世界首創，並獲得前人未曾達到的成功。本書之出版不啻是世界首創的快舉，也是薛教授長年努力不懈的成果，本人在此由衷地祝賀薛教授。

本書由22章構成，各章內容都和生命科學的根幹有關；細看內容，有些章節有較多的有機化學，有些則是分子生物學，甚至有些章節牽涉到基礎醫學，而薛教授的專門領域—生醫工程學，也整理得明確而深具卓見。

由內容可想而知，本書若非由各個不同領域的專家共同合作，則很難達成。但是，不論哪一位不同領域的專家所寫的章節內容，薛教授都全部仔細地融會消化，再以薛敬和式的觀念流暢地表現出來，敘述成淺顯易懂的文章。因而，本書各章節都是依循薛教授的哲學一以貫之，此與一般化學家、生物學家、醫學家、材料工程學家等等，以自身的專長與想法所寫出來比較類如論文集的書籍，有竭然不同的風格。

薛教授從學生時代開始，研究領域由有機化學到高分子科學（合成和物性）、功能性高分子材料，從而進入生物醫學材料和工程的領域，在研究發展的途徑上，努力不懈地把握著各個研究主題周邊領域的狀況。薛教授此次能夠著作本書，實在是因為他累集整合了數十年的生命科學的背景，方能成功。

本人期盼像這種好書能夠讓更多的人閱讀並受到啓發，且聽聞本書在不久的將來亦將考慮發行英文版，希望本書能成為學習生命科學與物質科學人們所必備的最暢銷書籍，也相信本書將獲得極高的評價和肯定。

鶴田禎二

日本東京大學名譽教授 鶴田禎二

2010年7月

曾任 日本高分子學會會長、化學學會會長  
生物材料學會會長及WBC大會會長

# 推薦の言葉

薛敬和先生は、生命科学の全体像を、物質科学の言葉で初学者にも分かり易く解説するという前人未到の難事業に世界で初めて挑戦し、成功された。本書は、薛先生の永年にわたる弛みなき努力の見事な結実である。勿論このような本の発刊は世界で初の快挙であり、私は、心からの祝意を薛先生に贈る次第である。本書は、22章から構成されている。それぞれの章は、いずれも生命科学の根幹にかかわる大切な事項を取り扱っている。内容を詳細に見ると、或る章は非常に有機化学的であり、また他の章は分子生物学的である。さらには、基礎医学にかかわる章も数章ある。勿論、薛先生の専門分野である医療工学についての卓見も明快にまとめられている。

内容からも想像されるが、本書の編纂は、それぞれ異分野から多数の専門家が協力することなしには、とても達成されない難事業である。しかし、異分野の専門家が書いたどの章の内容も、薛先生自身がいったん良く咀嚼したうえで、薛敬和流のコンセプトに沿う表現で初学者にも分かりやすく叙述されている。いわば、本書全体のどの章にも薛先生の哲学が一貫して流れているのである。化学者、生物学者、医学者、材料工学者等が自分の専門分野のことを彼ら自身の立場から思い思いに執筆したままの論文集とは、全く本の性格が違っている。薛敬和さんは、学生時代から、その研究領域を、有機化学から高分子科学(合成と物性)、機能性高分子材料を通して生医学材料、医療工学へと分化・発展してこられた。研究展開の道程で、それぞれ研究主題の周辺分野の状況を把握する努力を怠らなかつた。薛先生が今回の著書作成に成功されたのは、彼が数十年を掛けて蓄え培ってきた生命科学のバックグラウンドがあったからである。

私はこのような良書が、世界の出来るだけ多くの人々に読まれ彼らを啓発することを切望している。聞くところによると、近い将来この本の英文版刊行も考慮されているとのこと、この本が世界のベストセラーとなり、生命科学、物質科学を学ぶ人たち必携の書として高い評価を受ける日の来ることを私は強く期待している。

2010年7月 嶋田 禎二

(日本国、東京大学名誉教授)

# 主編序

歷經不斷的探索和發展，人類對於生命知識的了解越來越多，廿一世紀已足堪稱為生命科學的時代。由於生命科學和「人」直接相關，在眾多學科回歸以人為本的發展趨勢之中，扮演最關鍵的角色，也使生命科學跳脫狹隘知識解析的範疇，突顯出其通識與整合科學的特徵，也成為知識構造化之概念下，底層而重要的範疇。因此，在這生命科學的時代，大學各領域的人都應該學習生命科學，將生命科學融滲於各學科的研究發展，使各領域學有專精的人才，具備生命科學的基本學養。

中央研究院基因中心張子文博士獨具真知與遠見，體認工程與生命科學的結合將為新時代的科技發展潮流與人才培育的指標，並為求此信念之具體實踐，捐款於海峽兩岸同時著書立著，發展適用於工程學系的生命科學專書。筆者致力於工程教育卅餘年，專研組織工程學、再生醫學、以及奈米醫藥學，也深刻體會編寫此書之必要性，而於從心所欲之齡，猶接下編著此書之大責重任，實也為由此實現心中多年來之懸念。本書準備和撰寫期間，承張子文博士以其跨產、學、研的經驗，為全書之綱要提供了眾多寶貴的意見；中央研究院黃秉乾院士積極參與本書內容的討論，並對本書撰寫的支持與鼓勵，使編著工作在浩繁中得見條理；此外，台灣清華大學徐遐生校長、陳文村校長、與陳力俊校長一路的支持和協助，也是本書能順利完成的關鍵。

生命科學知識之累積，有助於更深更廣的攫取生命的奧秘，而生命科學知識之為用，有利於生活品質的提升和生命的延續，急切地需要生命科學與工程兩大領域知識與人員的交流。兩個領域的人可以一起工作，橫跨兩面知識的人可以作為橋界，但邊緣式的領域重疊已不能滿足發展的需求；面對無窮奧妙的生命，我們期望由中習得更深的知識，並結合工程拓展人力創造之無限可能，更需要的是融合與層疊，使領域的分際在一個面向的思維中消失，成一體的知識，以及培養具有這些知識的人。

本書的編寫便在這樣的思考和期待中誕生，每一章之撰寫，從生物起敘，並依人體、疾病、醫療、工程應用與實例進行說明。全書分為22章，1~4章為第一單元，闡述生命科學的基礎以及生物演化的自然律，並回歸以人為本的生命科學論述；5~13章為第二單元，以人類的生理系統為主體，說明人體的系統與功能；14~17章為第三單元，講解以生命科學為基礎的生物醫學工程；18~22章為第四單元，具體陳述結合生命科學與工程科技的生物科技，並說明最新的發展和具體的應用。概言之，第一、二單元之內容從生物系統到人體系統，依系統與器官別，說明器官之結構、機能，以及可能的疾病和工程的應用；第三、四單元之各章則以專題式敘述，結合人的生命科學與生物科技與工程。在內容上，每章皆先給予條列式的基本觀念，使讀者能

於閱讀前、後吸收和複習重要的觀點，且於本文之外，提供習題以及思考與討論的議題，協助讀者評估閱讀學習的成效和進行深入的思考和議論，每章末也列出重要的參考文獻，俾益讀者進行延伸閱讀與學習。這樣的理念和內容，仍未見於全球相關的華文書籍，甚至也特立於英文的出版品中。因此，本書的撰寫，期望作為生命科學與工程領域的人初探科際融合的開門磚，也進一步成為跨越領域分際的研究者的教科書和參考書，奠立我國高等教育中跨領域人才培育重要但仍有所欠缺的一塊基石。本書的思維，從分子等級開始，經基因、細胞、組織、器官、系統到個體，在每一層級上系統地從結構、功能、疾病、工程應用/治療進行解析，希望把精妙深奧的生命科學學理和系統完備的工程方法學自然地結合說明。

在陳力俊校長（時任清華大學工學院院長）的宏觀和遠見的思維下，清華大學工程學院推動將生命科學列為必修課程，並於三年前順利實行，開國內工程教育之先，然卻苦於缺少一本融合與跨領域的教科書，以為所用。有幸與緣分，得張子文博士的啟發和贊助，始能啟動本書的撰寫和出版計畫，歷經許多的努力和夜半焚膏的時間付出，本書終於付梓，也了卻了筆者十餘年來的心願和給與自己肩頭的壓力。未來，希望多一個人能從本書中獲得啟發和幫助，多一班的學子能由本書的學習開展生物科技的視野，則足堪慰矣。並且，本書未察之缺漏、不足或謬誤之處，更感謝眾多先進與讀者，能在教學與閱讀的經驗中，持續給與本書修正改進的指導和建議，讓本書能與時俱進，而更完善與完備。

春到花開，本書新芽初探，立足雖小，仍祈能散灑種子播成林，為生命科學與工程教育，酌盡棉力，盼能有更多莘莘學子，由書中獲知生命科學的奧妙，進而成為提升人類生命與生活品質的貢獻者，是所願見且足感欣慰矣。

薛敬和

2010年7月於新竹清華大學

# 編著者簡介

## 主編及編著：薛敬和

日本東京大學碩士、東北大學博士（高分子學）  
清華大學特聘講座教授及化工系教授（榮譽退休）  
中原大學專任講座教授；中山醫學大學兼任講座教授

經歷 清華大學化學工程系教授 / 生物醫學中心創辦人及主任  
中興大學化學工程系創系主任、生物科技中心創辦人、工學院院長、副校長、代校長  
生醫材料及藥物制放學會理事長  
國際藥物制放學會台灣分會會長、國際組織工程及再生醫學會台灣分會會長

## 編著者（按姓氏筆劃排序）

### 丁信智

成功大學博士  
中山醫學大學口腔生物暨材料科學研究所教授

### 朱一民

美國萊斯大學博士  
清華大學化學工程學系教授

### 江樵熹

美國愛荷華大學博士  
國防醫學院藥學系教授

### 汪宏達

美國南加州大學博士  
清華大學生命科學系副教授

### 高茂傑

美國康乃爾大學博士  
清華大學生命科學系助理教授

### 張 雍

台灣大學博士  
中原大學化學工程學系副教授

### 陳永昌

西德柏林工業大學博士  
清華大學電機工程學系教授

### 曾繁根

美國加州大學洛杉磯分校博士  
清華大學工程與系統科學系教授

### 焦傳金

美國馬里蘭大學博士  
清華大學生命科學系副教授

### 黃郁榮

台灣大學博士  
清華大學生醫工程與環境科學系助理教授

### 詹明修

成功大學博士  
中山醫學大學免疫學研究所副教授

### 劉英麟

清華大學博士  
中原大學化學工程學系教授

### 蔡瑞瑩

美國紐約大學博士  
陽明大學醫學工程學系副教授

### 鄭誠功

美國愛荷華大學博士  
陽明大學醫學工程學系教授

### 饒達仁

美國加州大學洛杉磯分校博士  
清華大學奈米工程與微機電系統研究所副教授

# 編著者目錄

第 1 章	生命的化學組成－分子	汪宏達、薛敬和
第 2 章	生命的遺傳密碼－基因	高茂傑、薛敬和
第 3 章	生命的基本單元－細胞	焦傳金、薛敬和
第 4 章	生命的完整呈現－個體	薛敬和
第 5 章	腦與神經系統	朱一民、焦傳金
第 6 章	感覺系統I 體感覺與特殊感覺	饒達仁
第 7 章	感覺系統II 視覺	薛敬和、焦傳金
第 8 章	運動系統	饒達仁、丁信智
第 9 章	循環系統	薛敬和
第 10 章	呼吸系統	薛敬和
第 11 章	消化與排泄系統	薛敬和
第 12 章	生殖、發育及老化	汪宏達、薛敬和
第 13 章	防禦與免疫系統	朱一民、詹明修
第 14 章	生物系統的流體力學與生物力學	蔡瑞瑩、鄭誠功
第 15 章	疾病與治療	薛敬和、江樵熹
第 16 章	生物醫學材料	薛敬和、劉英麟
第 17 章	組織工程與再生醫學	薛敬和、張 雍
第 18 章	奈米生物科技	薛敬和、黃郁棻
第 19 章	生物感測與生物晶片科技	饒達仁、曾繁根
第 20 章	生醫光電與影像科技	陳永昌
第 21 章	生醫系統與生物資訊	朱一民
第 22 章	生態與環境科技	焦傳金、朱一民

# 前言

歷經對生命科學不斷的探索和發展，我們對生命的了解已跨越了分子、細胞、組織到個體的整個範疇，解開了部分生命的奧秘，修習生命科學，也跳脫了狹隘知識解析的限制，成為知識構造化之概念下，底層而重要的根柢。美國麻省理工學院的Jay Keasing遂言：「此刻已是將發展中的生物學納入成熟的工程學的時機」，開啓生命科學與工程學從架橋到全面融滲結合的契機。

一般結合生命科學與工程的語彙或是學科，偏於生物技術相關的領域，例如基因工程（gene engineering）、細胞工程（cell engineering）、蛋白質工程（protein engineering）等，這些方面多是以生命科學為基礎進行部分的工程操作，例如以DNA的clone和recombination為核心的基因工程，可進行生物的改造和表現，或進行生物物質的生產。這些領域的研發，需掌握生物學、生物化學、細胞生物學…等等的基礎知識和研究技能，大多由一些具有較多生命科學知識背景的人員所擔綱，與以運用知識為手段、為人類提供直接利益與服務的工程學科，較無直接而緊密的關聯。生命科學研究生物個體及其活動，當分子生物學的發展和基因轉殖等的研究取得重大的進步，生命科學近五十年來的發展，讓人類於廿一世紀進入生命科學的世紀，快速的知識累積和逐漸消失界線的學科分際，讓生命科學的最新進展很快地成為基礎的知識和描繪生命科學的基本內容。眾多的生命科學研究的熱門領域和題目，不斷衍生出新的分支學科和跨領域學科，生命科學的地位也因而起了本質性的轉變，從「知」的解析跨入「用」的佈局，以生命科學為基礎的生物技術，正為人類帶來巨大的轉變和利益。這時候，需要工程的適時出現，以實現這些轉變和利益。工程的融合，可以對生命科學帶來巨大的貢獻，而生命奧妙的解析，也可成為工程跳格發展的最佳模板和師法對象。

人類科學與技術的發展，扮演著推動人類文明進展的關鍵角色，從第一次工業革命推動的大規模生產技術，人類的生產工具產生躍進式的變化開始，到最近的電腦、通訊、網路科技的蓬勃發展，消除了人類空間的藩籬，咸信生命科學範疇的發展，將為人類文明帶來新的革命，並使人類生活跨入完全不同的層面。以從前工業革命與工程發展的結果為基礎，人類在解析生命科學奧秘的探索中獲得了快速且廣泛的成功，例如各式新穎高性能的顯微鏡與影像技術提昇對於細胞和生物物質的觀察與描繪能力、繞射與結構解析技術提高了蛋白質等生物物質的結構解析能力、核磁共振技術和同位素標定追蹤技術提高了生命物質結構與去向的解析能力等等；而後，這些生命科學的新知識，又導引新工程技術和產品的發展，例如新藥的研製、檢測技術的躍進、以及生物物質的控制與生產等，帶領人類從師法自然和生命出發，然後回饋自然與生命，提升文明的發展。

DNA晶片的概念透過生命科學與工程學的縝密結合，五年間即商業化，至今，由精密加工、電腦科學、半導體技術、生物分子合成、螢光標記、顯微顯像技術共同發展出來的生物晶

片科技，已成為廣泛應用於生命科學研究、疾病診斷、藥物開發與治療、生物檢測、環境監控與航太科技的重要科技領域。

人工腎臟的發展，具體展現了生命科學與工程結合的成果，至今，人工心臟、人工肝臟、人工肺臟、人工皮膚等的發展，無一不以生命科學為基礎，結合生物材料科學、流體力學、表面與界面科學、機械工程、電子與電機工程等而進行發展。

近日，透過電腦工程、電子工程、材料工程、控制工程等的支持，在腦科學的研究上取得重大的突破，一方面了解的腦運作方式，一方面也實現腦／機（brain-computer）界面的可能性。

另一方面，蓬勃發展的仿生工程學，例如學習鳥骨骼構造的輕質結構材料、學習壁虎腳底結構的超黏材料、學習蓮花葉表面結構的自潔材料、學習蝴蝶翅膀結構的自變色材料等，也具體說明了人類師法自然和生命的認知和工程學發展的成果。

從現在的情況分析，與生命科學緊密結合的傳統工程學科至少有化學工程、環境工程、能源工程、醫學工程、電機工程、電子工程、資訊工程和機械工程等等，緊密結合這些學科與生命科學的意涵，許多新的學科也因運而生，如生物化學工程（biochemical engineering）、生物醫學工程（biomedical engineering）、生物材料工程（biomaterial engineering）、生物環境工程（bio-environmental engineering），這些結合為人類所遇到的生活與醫療問題提供了新的解決方法，也對人類必將面對的資源、能源、糧食等問題，提供解答的捷徑。跨領域工程的發展讓我們可以在不同的層面和層次，進行新的整合和展現新的面貌，而這些重要且新穎的跨領域發展，又應該而必然地將生命科學納為重要的一環。

高等教育的領導者，已體認到生命科學作為一門大學「通識」教育課程的趨勢性與必要性，跨領域的「生命科學與工程」課程，是培育符合未來人類發展需求的創新人才的礎石。生命科學工程的緊密結合與交互融通，是引領科技發展與創新的主要方向，也是未來科技與經濟發展的樞紐。高等教育人才為國家競爭力的核心，必要使我們的高等科學與工程人才才能站到此一發展的波前，因而，我們亟需培育生命科學與工程的跨領域人才，從而創造新的、融會式的生命科學與工程人才，才能隨著此一波革命的來臨，站到波峰的頂端。

本書題名：「生命科學與工程」，意在融滲結合生物與工程兩門學科，涵蓋生命科學領域（分子、細胞、組織、器官、系統、個體、行為等）及工程領域（化學、化工、材料、電子、電機、機械、工工等），目的在使學習工程領域者能明白生命科學對工程設計的影響，以即使學習生命科學領域的人能了解工程對於生命科學的幫助，期能相輔相成，為開創人類更美好的生活觸發萌芽之所。本書從分子等級開始，經基因、細胞、組織、器官、系統到個體，在每一層級上系統地從結構、功能、疾病、工程應用/治療進行解析，希望把精妙深奧的生命科學學理和系統完備的工程方法學自然地結合說明；從生物起敘，並依人體、疾病、醫療、工程應用與實例進行說明。概言之，第一、二單元之內容從生物系統到人體系統，依系統與器官別，說明器官之結構、機能，以及可能的疾病和工程的應用；第三、四單元之各章則以專題式敘述，結合人的生命科學與生物科技與工程。

以本書作為教科書，於大學內開設「生命科學與工程」之課程，在一學期（十八週）的課程中，可將本書以三個單元討論，第一單元為生命科學的基礎，介紹生命科學與工程之相關性和生命的化學組成—分子（第一週、第一章）、生命的遺傳密碼—基因（第二週、第二章）、生命的基本單元—細胞（第三週、第三章）、生命的完整呈現—個體（第四週、第四章）。

第二單元為人體的生理系統，分別為腦與神經系統（第五週、第五章）、感覺系統（第六週、第六、七章）、運動系統（第七週、第八章）、心肺系統（第八週、第九、十章）、消化與排泄系統（第九週、第十一章）、生殖、發育及老化（第十週、第十二章）、免疫與防禦系統（第十一週、第十三章）。

第三單元為生醫工程與生物科技，包括疾病與治療（第十二週、第十五章）、生醫材料、組織工程及再生醫學（第十三週、第十六、十七章）、奈米生物科技（第十四週、第十八章）、生物感測與晶片科技（第十五週、第十九章）、生醫光電與影像科技（第十六週、第廿章）、生醫系統與生物資訊（第十七週、第廿一章）、生態與環境科技（第十八週、第廿二章）。其中，建議將第十四章之內容融滲於第七、八兩週之授課內容中討論。此外，亦可依各系所的實際需求與比重調整授課章節或講解時數。

本書期望作為生命科學與工程領域的人初探科際融合的開門磚，探討生命科學和工程之間的相互影響和整合性，說明工程領域的發展對生命科學的進步所扮演的重要角色，以培育跨領域分際的生命科學與工程人才。

# 簡 錄

第 1 章 生命的化學組成—分子			
第 1 節 構成生命的元素	1		
第 2 節 醣類和脂類	2		
第 3 節 核苷酸	5		
第 4 節 蛋白質	8		
第 5 節 有機分子的工程應用	16		
第 2 章 生命的遺傳密碼—基因			
第 1 節 遺傳物質的確立	21		
第 2 節 遺傳密碼與蛋白質合成	22		
第 3 節 基因	30		
第 4 節 遺傳密碼的病變及修復	37		
第 5 節 基因的工程應用	40		
第 3 章 生命的基本單元—細胞			
第 1 節 美麗的生物世界	47		
第 2 節 細胞構造與胞器的功能	49		
第 3 節 細胞的生理功能	57		
第 4 節 研究細胞的特有工具	64		
第 5 節 細胞的工程應用	68		
第 4 章 生命的完整呈現—個體			
第 1 節 細胞構成的微環境系統	73		
第 2 節 組織、器官及系統	78		
第 3 節 個體的恆定性	84		
第 4 節 個體的訊息傳遞	84		
第 5 節 組織與器官的修護	85		
第 5 章 腦與神經系統			
第 1 節 腦與神經系統的演化	95		
第 2 節 神經元與神經系統	98		
第 3 節 腦的功能	104		
第 4 節 腦與神經系統的疾病	107		
第 5 節 神經系統的工程應用	110		
第 6 章 感覺系統 I 體感覺及特殊感覺			
第 1 節 生物的感覺系統	117		
第 2 節 人類的感覺系統	118		
第 3 節 感覺系統的疾病	126		
第 4 節 感覺系統的工程應用	128		
第 7 章 感覺系統 II 視覺			
第 1 節 眼睛的多樣性	135		
第 2 節 人類的視覺系統	137		
第 3 節 眼部的相關疾病與檢測	141		
第 4 節 視覺系統的工程應用	148		
第 8 章 運動系統			
第 1 節 運動系統的演化	155		
第 2 節 人類的運動原理	158		
第 3 節 運動系統的傷害與治療	166		
第 4 節 運動系統的工程應用	169		
第 9 章 循環系統			
第 1 節 生物的循環系統	179		
第 2 節 人類的循環系統	182		
第 3 節 循環系統的疾病	193		
第 4 節 循環系統的工程應用	198		
第 10 章 呼吸系統			
第 1 節 生物的呼吸作用	211		
第 2 節 人類的呼吸系統	213		
第 3 節 呼吸系統的疾病與治療	220		
第 4 節 呼吸系統的工程應用	226		
第 11 章 消化與排泄系統			
第 1 節 消化系統	233		

第2節	排泄系統	242	第18章	奈米生物科技	
第3節	消化與排泄系統的相關疾病與檢測	246	第1節	奈米科技	413
第4節	消化與排泄系統的疾病治療	252	第2節	自然界中的奈米現象與其應用	415
第12章	生殖、發育及老化		第3節	奈米科技在醫學上的應用	419
第1節	生物的生殖類型	263	第4節	單分子檢測與應用	432
第2節	胚胎發育	267	第5節	奈米生物科技的展望	435
第3節	生殖相關的工程應用	270	第19章	生物感測與生物晶片科技	
第4節	老化與其成因	274	第1節	生物感測器的介紹	437
第5節	人口問題與高齡化社會	280	第2節	生物感測器的種類與分類	438
第13章	防禦與免疫系統		第3節	固定化技術	444
第1節	生物的防禦與免疫系統概論	285	第4節	生物感測器的範例	446
第2節	人體的免疫與防禦系統	286	第20章	生醫光電與影像科技	
第3節	免疫反應與疾病	298	第1節	電磁波概論	459
第4節	免疫的工程應用	303	第2節	雷射的特徵與治療應用	461
第14章	生物系統的流體力學與生物力學		第3節	生醫光電觀測與影像處理概論	462
第1節	循環系統的流體力學	309	第4節	顯微影像技術	463
第2節	呼吸系統的流體力學	322	第5節	非輻射造影技術	469
第3節	骨骼肌肉的生物力學	325	第6節	輻射造影技術	478
第15章	疾病與治療		第7節	核子醫學	487
第1節	疾病的介紹	337	第21章	生醫系統與生物資訊	
第2節	疾病的治療	346	第1節	生醫系統學概論	491
第3節	藥物傳輸系統	355	第2節	生醫系統學的應用範圍	492
第16章	生物醫學材料		第3節	生醫資料的取得方式	494
第1節	生醫材料的範疇	365	第4節	生物資訊的分析方法	500
第2節	生醫材料的種類與應用	370	第5節	生醫系統的工程範例	505
第3節	生物機能性高分子材料	374	第22章	生態與環境科技	
第17章	組織工程與再生醫學		第1節	生態的範疇	511
第1節	組織工程	389	第2節	生態系內化學元素的循環	514
第2節	再生醫學	396	第3節	人類對生態系統的衝擊	519
第3節	組織工程與再生醫學的應用	398	第4節	生物科技在永續發展上的應用	525

# 詳 錄

## 第 1 章 生命的化學組成－分子

第 1 節	構成生命的元素 .....	1
第 2 節	醣類和脂類 .....	2
	一、醣類 .....	2
	二、脂類 .....	4
第 3 節	核苷酸 .....	5
	一、DNA .....	6
	二、RNA .....	6
第 4 節	蛋白質 .....	8
	一、蛋白質的構形 .....	8
	二、蛋白質的功能 .....	12
第 5 節	有機分子的工程應用 .....	16
	一、生質能源 .....	16
	二、人工合成糖類及脂質 .....	17
	三、生物催化劑 .....	18

## 第 2 章 生命的遺傳密碼－基因

第 1 節	遺傳物質的確立 .....	21
第 2 節	遺傳密碼與蛋白質合成 .....	22
	一、DNA .....	22
	二、RNA 的世界－種類、形狀及功能 .....	23
	三、分子生物學的中心教條 .....	24
	四、蛋白質的生化合成、修飾及降解 .....	26
第 3 節	基因 .....	30
	一、染色體 .....	30
	二、基因的結構 .....	32
	三、基因體的訊息 .....	33
	四、遺傳學、DNA 修飾及表現遺傳學 .....	35