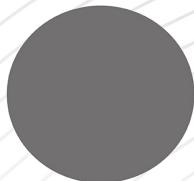


從錯誤到創新



Laurence Chen 陳家宏



從錯誤到創新

跨領域的錯誤處理、創新之道

Laurence Chen 陳家宏

這本書的網址是

http://leanpub.com/errors_to_innovation

此版本發布於 2023-08-10



This is a [Leanpub](#) book. Leanpub empowers authors and publishers with the Lean Publishing process. [Lean Publishing](#) is the act of publishing an in-progress ebook using lightweight tools and many iterations to get reader feedback, pivot until you have the right book and build traction once you do.

© 2023 Laurence Chen 陳家宏

Contents

關於作者	1
推薦序：讓除錯不再只依賴聰明、直覺與大量實驗	2
推薦序：有系統地思考「什麼是系統？」	4
寫在前面：除錯大概是怎樣的一回事？	6
第一部：除錯	8
第一章：導讀	9
前人的研究	9
本書的使命	10
本書的特色	12
如何閱讀這本書	12
第一部：除錯	13
第二部：創新	14
第三部：系統	14
第四部：導入與應用	15
第二章：什麼是除錯 (Debug)？為什麼除錯值得學習？	17

CONTENTS

為何不叫做「解決問題」？	19
你為什麼需要除錯方法？	19
執行策略的需求	20
創新的契機	21
有效的績效考核	23
減少管理成本	23
心理層面的安全感	24
一種共通的語言	25
除錯方法論的基礎	25
我們談到了	27
第三章：除錯方法	28
除錯方法的六步驟	28
界定系統	28
觸發錯誤的輸入	28
對錯誤原因的假設	28
驗証	29
記錄	30
重覆	30
除錯方法如何帶來成效？	30
資訊處理架構	30
突破領域依賴	30
我們談到了	31
第四章：否証主義	32
否証主義與除錯方法	32
否証主義流程圖	32
除錯方法流程圖	32
假設與驗証	32
觸發錯誤的輸入	33
對錯誤原因的假設	33

CONTENTS

驗証	34
我們談到了	35
第二部：創新	36
第五章：典範轉移	37
典範轉移與除錯方法	37
轉換看待事物的視角	37
思考系統的邊界	37
思考子系統之間的邊界	38
檢查假設、限制、槓桿點	38
我們談到了	39
第六章：再論假設	40
假設帶來前進	40
發散思考與收斂思考	40
取得運作原理知識：完備優先與應用優先	40
跳躍型假設	40
跳躍型假設：未經驗証的解決方案	41
跳躍型假設：難以否証的解釋	41
創新的關鍵	41
我們談到了	41
第三部：系統	43
第七章：系統的演進	44
錯誤一詞帶有社會性的概念	44
系統會自然走向停滯與過時	44
80/20 法則與低效率自動配置	44
彼得原理	44

CONTENTS

透過除錯，讓系統演進	45
錯誤是一種重要的資訊	45
複製成功	45
我們談到了	45
第八章：因應設計	47
因應設計與預防設計	47
因應設計的三種形式	47
形式一：隔絕設計	47
形式二：量測設計	47
形式三：情境記錄	48
我們談到了	49
第九章：預防設計	50
千呼萬喚始出來的預防設計	50
如何讓「預防設計」容易發展?	50
由下而上的方法論	50
讓簡單成為系統的特性之一	50
了解系統依賴的假設之時效性	51
我們談到了	51
第四部：導入與應用	53
第十章：學習除錯	54
循序漸進地學習除錯方法	54
深度層面的循序漸進	54
廣度層面的循序漸進	54
學習的里程碑	54
學習的迷思	55
名師出高徒	55
年齡妨礙學習	55

CONTENTS

最好的選手就是最好的師資	55
一萬小時法則	56
資質的限制	56
我們談到了	56
第十一章：為你的組織導入除錯方法	57
對不同層級的意義	57
基層員工	57
中階經理人	57
高階經理人	57
專家權威持有者	58
教育訓練	58
師資	58
教學程序	58
示範與建立信念	59
由淺入深	59
在安全的環境中練習、取得反饋	59
應用與再強化	59
文化	59
文化的定義	60
改變組織文化	60
工具與隱性知識	60
案例：應用軟體開發與工具	60
我們談到了	61
第十二章：除錯語言與除錯學	62
除錯語言	62
程序型的知識	62
以組織為本位的知識位階觀點	62
文明的進步	62
企業決策	63

教育訓練	63
招募流程	63
主管任用	63
維修場景	63
結語：把對的事情做對	64
我們談到了	64
附錄：檢核圖表與提問	65
檢核圖表	65
除錯概念圖	65
除錯方法流程圖	65
除錯記錄表	65
檢核提問	66
界定系統	66
釐清觸發錯誤的輸入	66
形成對錯誤原因的假設	66
驗証假設	67
記錄	67

關於作者

陳家宏 (Laurence Chen)，現為睿博資訊負責人，從事資訊顧問業，同時也是台灣 Clojure 語言社群、dbt 台北社群的召集人之一。

網站：<https://replware.dev>

推薦序：讓除錯不再只依賴 聰明、直覺與大量實驗

本人和家宏是台大電機系與電機所計算組的同學，學生時期交流不多，反而在工作十五年後，受到他軟體工程的一份教程吸引，從而發現他在工程科學上，紮實且極具穿透性的智慧，以及有效用於企業的決策方針，如獲至寶，相知恨晚！

有幸一口氣讀完家宏關於於「除錯」的新書，備感共鳴。身為多年「Design Verification」「Digital IC Design」「FPGA Emulation」「Embedded SW」業界老兵，上述為工作都以「除錯」為本質，這幾年帶領「驗証團隊」更是充分印証書中內容。衷心和具有以下需求的有緣讀者，誠摯推薦：

1. 想在工程問題中，學會清晰自信的通用方法學：「界定系統」「釐清錯誤輸入」「提出有效假設」「驗証假設」「紀錄」。從而突破領域依賴，解決最困難的問題。
2. 學會有效的「除錯」心法包括。
 - a. 有效的設計「錯誤輸入/否証」，從而定位問題。
 - b. 透過「典範轉移」，拓展系統邊界，而掃除盲點。
 - c. 透過「除錯」，更積極性的讓系統演進演進，避免系統的停滯停滯與過時！
 - d. 高級的除錯技巧談到了「因應設計」，包到了

「阻絕式」「遙測式」「記錄器」。

e. 「預防設計」的原理，進一步規劃「鬆耦合」的系統，因為「簡單是極致的精巧」。

3. 想了解「如何學習除錯」，「如何為組織導入除錯方法」，「除錯語言/公版提問」從而建立技術與超越技術之上，企業專案決策層級的「除錯」！

在研發工作中，大多數工程師，都不知道「除錯方法學」，而是憑聰明、直覺、大量重覆的實驗，硬除錯。而無形中，重新體現了部分原理，殊為可惜。在商業專案決策中，更是少有 step-back，以除錯的角度，審視決策的品質。今天，邀請您一起來拓展這方面的視野，也盼望家宏新書隆重上架！

陳伯翰 2023/3/3 於新竹，現為 AMD Silicon Design Engineer

推荐序：有系統地思考「什麼是系統？」

家宏書提及的內容是我工作十年來切身的經驗。我本身在半導體設備廠 (ASML) 從事軟體開發直至帶領軟體部門團隊。半導體設備廠約略說是生產特殊專業系統，其軟體有如靈魂般角色將硬體各模組整合起來，實現其專業目的。

什麼是系統？系統軟體工程師如何有別於一般軟體工程師？系統有邊界，其運作有先後，諸如此類的特性如何形塑一個好的軟體架構，或者說，如何設計軟體滿足系統自帶來的特性與規範，就是系統軟體工程師的挑戰 (也是我面試愛問的題目)。家宏對「系統」進行了系統性的整理。什麼叫有系統性的整理？剛剛說了，系統有邊界。舉一個數學上的例子：正整數對加法是封閉的 (正整數加正整數總是正整數)、整數對加減乘法是封閉的 (整數加減乘整數總是整數)；相反的，正整數對減法不封閉 (正整數減正整數可能是負整數)、整數對除法也不封閉 (整數除整數可能是分數)。於是，如果我們知道「邊界」，我們就可以省下無謂的探索，系統性的整理，就是試圖找出邊界、特性。

有幸先於各位讀者拜讀，對我是難能可貴的機緣，平日忙於工作，美其名經驗累積，實則疏於沉澱，家宏的書一則是切身描述了處理系統會碰到的問題，二則是提供了省思的方向，深入淺出。深入的原因在於，書不只切合我的經歷，也包含經歷背後幽微的前後脈絡分析；淺出的原因在於，我邊看邊點頭，我會說「我懂！」，若說吾道一以貫之，章節之間穿插的例子，讓我完全覺得生活中到處都是

相同的道理，真是世事洞明皆學問、人情練達即文章！生活工作出社會這麼久，怎麼今日才被點醒？相逢恨晚，這也是閱讀能帶來的最大快樂。

但我也認為步調稍快是我誠實的感覺，篇幅有限而含金量過剩大概就會導致思緒的跳躍。我認為是無傷大雅的，我們與書的互動從來不是單向的(都說是互動了)，家宏的書有辦法提供新觀念引起你我的反思，那家宏就成功了，我們也成功了。共勉！

陳晁偉, ASML senior engineer, project lead

寫在前面：除錯大概是怎樣的一回事？

我與 A 客戶聊天聊到食物時，跟 A 客戶講了一件往事：二十多歲時，因為喜歡上源士林的粥，一口氣連續吃了兩週。A 客戶很得意地告訴我，她高中時，曾經因為營養不良而昏倒過一次：她整整連續一個月，早餐、午餐、晚餐，都吃同一家餐廳、同一道菜，於是就昏倒了。我一聽完，就反問 A 客戶：『你是亞斯吧？』A 客戶回答我，『怎麼可能？』於是，我拿了亞斯柏格症的線上評量表給她測一下，她一測，32 分，與 80% 以上的亞斯個案相同。

平日認為自己在社交能力、與溝通能力上遠勝過一般人的 A 客戶，一怒之下，拿了線上評量表給自己所有的下屬都測了一輪，結果沒有一位下屬的得分比她還高。最後，心情久久不能平復的 A 客戶找了我，跟我說，「你快點測一下啦，你的得分一定比我還高！」

「如果我測了之後，得分很低的話，你要選擇相信我不是亞斯嗎？還是要認為，這個評量表我做弊沒有誠實作答？又或是，這個評量表的準確度不佳？還是說，你認為，應該要以醫師的專業權威來判定一個人是不是亞斯？」我回答了 A 客戶。

這一類的亞斯柏格症的線上評量表，它有一定的準確度。但是，無論準確度有多高，它的本質就是一種貝葉氏分類器 (bayesian classifier)。貝葉氏分類器可以做為很好的「假設」輔助器，但是，它的強項並不在於驗証：貝葉氏分類器總是會有出錯的時候。

現在已經有研究指出，亞斯柏格症個案的大腦與一般人的大腦有相異之處：相較於一般人，亞斯柏格症個案的大腦在區域之內的連結數比較多，而區域之間的連結數較少。區域之間的連結少，也因此，對於像是「社交能力」、「運動能力」等需要協調多種大腦區域的活動，不是亞斯的強項。然而，在區域之內的連結數多，則可以解釋，為何亞斯可以表現近於『學者症候群』(savant-syndrome) 的驚人心理運作能力。從這個觀點來講，我們可以視亞斯的大腦，就是一種不同的大腦運作模式，就如同電腦可以有不同的設計一樣。

如果我們依賴上述的研究結果，定義所謂的「亞斯柏格症」是一種不同的大腦結構與運作模式，要檢驗一個人到底是不是所謂的亞斯，應該要透過大腦功能性磁振造影(functional Magnetic Resonance Imaging) 之類的工具，即某種遙測工具 (telemetry tool) 來驗証某個人的大腦是否確實以亞斯的模式來運作。畢竟，就算不是亞斯，也可以社交能力不好。是亞斯，也可以透過後天的努力，來改善社交能力。

這本書在探討的**除錯**專注於探討：「若某個系統有內在的因素，而造成系統的產出不同、或是外在行為的改變，我們如何透過形成假設、加以驗証的方法論來找出內部的特異點。這些議題會涉及形成假設的方法，驗証時應用的遙測工具，還有如何在系統設計之初就將除錯納入考慮。」有效地應用本書的**除錯方法論**，除了可以相對快速有效地找出因果關係之外、它同時也可以做為一種團隊合作時的溝通語言。更重要的一點則是，確定為真、對真實的確信，可以讓我們對做出的結論深具信心，而這將有助於我們挑戰權威、勇於創新、開創新局。

第一部：除錯

第一章：導讀

錯誤總是在各個領域出現，從一般人的生活、工程、到商業，而且是日復一日地出現、年復一年地回來。煮菜時，再怎麼備料，就是會發生某個關鍵材料臨時沒有的窘況。軟體業即使導入了各式方法論來減少臭蟲的產生，每一兩年都有大型軟體專案因為臭蟲太多而崩潰的新聞傳出。在職場上，工作能力平庸、拍馬屁功夫一流的主管被上級拔擢也不是什麼罕見的事。

創新一詞的概念則略為抽象，一般人可能會說不清楚，創新與發明的微妙差異。創新通常指新觀念、新技術或是新發明的實際導入實施，以對市場或社會產生的正面影響。我們可能會講，用維基百科來取代舊有的百科全書是創新，因為百科全書的知識被生產與傳遞的方式都截然不同、也帶來了不一樣的價值創造。

錯誤與創新，看似不太直接相關的兩個詞彙，可以透過「系統」連結起來。從系統的觀點來看，系統內部如果發生了錯誤，會導致系統的輸出變差；而如果我們對系統做一些改變，讓系統的輸出變好，則可以視為是創新。

前人的研究

修正錯誤需要分析因果關係。要找出因果關係，有效的方式是假設與驗証，這同時也是科學方法，而許多不同的管理學著作也都談論到這一點。

那該如何有效地來做假設呢？

在 *The New Rational Manager* (經理人 KT 式思考法) 一書對假設的部分有充分地探討，該書主張比較「會讓系統出錯的輸入」與「不會讓系統出錯的輸入」，再搭配領域專家、系統運作原理等知識，就容易找出解決問題的蛛絲馬跡。

該如何有效地來做驗証的這個議題，則比較少見到管理學的書籍討論到。

有趣的事情是，在管理學領域之外，比方說，醫學、軟體工程、電子電路，卻都提供了很多有效驗証的案例。在醫學、醫師會利用 X 光來輔助診斷；在軟體工程，工程師除錯時，會透過 debugger 去看系統內部的變數狀態，以定位問題；電子工程師對硬體除錯時，也會應用三用電錶，去量測任兩點的電位差。如果用抽象的角度來看，我們可以說，上述的 X 光、debugger、三用電錶，它們都是遙測工具 (telemetry tool)。

錯誤與創新，除了在上述的 *The New Rational Manager* 有透過系統的觀點而提及到之外，在 *Innovation and Entrepreneurship*(創新與創業精神) 一書也有論述到。在該書提出了 7 項創新紀律，而與一般人想法相左的是，7 項紀律之中，風險都較低的紀律：意外的事件、不一致的現象、流程的弱點，都與錯誤有緊密關聯；第 7 項是新知識，風險與失敗率卻最高，但是卻最被媒體所關注報導。換言之，最能導致創新的，並非是為賦新詞強說愁式的刻意應用新知識又或是靈光一現的別出心裁 (ingenuity)，而是對既有的工作、環境之中細微變化的深刻洞見 (insight)，而洞見往往需要錯誤來加以啟發。

本書的使命

企業的管理階層常常要面對錯誤：交代下去給屬下做的工作怎麼做也做不好、客戶總是不停地因為特定產品而投訴公司、行銷計畫執行了成果卻不如預期。主管總是不停地在救火，遇到狀況出現時，只能不停地開會再開會、又或是召集特定的救火小組來設法解決問題。主管也總是太忙，會議是一場接著又一場，也沒有什麼餘裕來思考，為何公司總是會冒出這麼多的狀況？儘管一次又一次地救火，而新的異常狀況卻像希臘神話裡的薛西弗斯巨石一般，永不止息地滾下來。

除了管理階層之外，還有工程人員也是飽受出錯困擾的大戶。管理階層遇到的，多半是人、計畫、執行之間會產生的錯誤，而工程人員要處理的，則常常是系統在開發階段自己造成的錯誤，又或是系統已經上線了，被使用者使用之後才發現的錯誤。開發階段的錯誤，往往會影響到產品交付的日期，必須要趕快處理，否則影響公司的產線。而系統上線之後的錯誤更嚴重，由於已經影響到客戶了，嚴重的話，就算是半夜也要爬起來修理。

非管理階層、工程人員的其它人，一樣也會遇到錯誤。而且，還很有可能因為不是常常在面對錯誤的挑戰，當異常的狀況發生時，還會因為不知所措而感受到特別大的壓力。

本書希望帶給讀者一套系統性的思考與操作流程，可應用於除錯、創新、系統設計，其中包含：

- **除錯方法**：可以在面對錯誤時，有步驟地一步又一步地前進，進而找出錯誤的根源。就算在處理過程之中一時卡住，無法立刻找出錯誤的根源，也可以

說出，是在哪個步驟卡住、是因為缺乏什麼資訊而卡住，以便於取得外界的協助。

- **創新方法**：有些錯誤同時也是創新的契機。對於此類的錯誤，若能找出錯誤的根源，也就已經一步踏入了創新的大門，更應該要抓緊機會不要放過。
- **系統設計**：對錯誤所發生的情境，這個情境它可能是人、軟體、機器、流程等，做出對未來的思考，進而為錯誤做好準備，例如：為錯誤而設計的因應措施來因應錯誤發生之後的復原、又或是預防措施來讓錯誤不容易發生。

本書的特色

1. 泛用性
2. 易用性
3. 連結科技

泛用性：本書的方法論可以應用到人、組織、軟體、機器或是流程之上，有非常廣泛的應用範圍。以修理手錶為例，本書不是修理手錶的專書，相對地，它可以提供一個思考架構，協助讀者去思考：「如果我要自己動手修，該怎麼開始？」

易用性：本書的思考架構，都有提問、圖解做為搭配。讀者可以拿這些提問來問自己、或是問別人，問了正確的問題就會帶來前進。

連結科技：書中反覆提到遙測工具這個概念，而遙測工具就是本書最著重的科技。對於要除錯的人來說，一旦會在除錯時，主動尋找遙測工具，又或是更進一步，主動設法發展遙測工具，那除錯的成效就會非常顯著。

如何閱讀這本書

書中提出的許多抽象概念，都有舉例，約 1/3 的舉例有使用到工程的專有名詞，非工程領域專業的讀者可能會覺得難以閱讀，不妨直接跳過，因為所有的概念都至少有一個以上不使用工程領域的舉例。

第一部：除錯

此處假設有兩類不同的讀者：第一類型的讀者遇到困難時，傾向先自己試看看動手解決問題，如果用開車旅行來比喻的話，這類型的讀者通常選擇自己看地圖找路。第二類型的讀者遇到困難時，第一反應是尋求外界的協助、透過溝通來取得關鍵資訊以突破困境，用開車旅行來比喻的話，這類型的讀者喜歡把車停下去找人問路。

對於第一類型的讀者，不妨在帶著如下的疑問來閱讀：「我在某個領域已經善長解決問題，那如果換個領域呢？我過去的技巧就失效了嗎？是全然失效呢？還是只要滿足某些條件，就可以再次取得極好的成效呢？」

對於第二類型的讀者，則可以考慮把閱讀的焦點放在：「日後，我可以如何利用書中提供的思考方式、與提問，去與技術專家們溝通？讓會處理問題的人，可以輕易地了解我的問題來協助我呢？」

第二章談論除錯方法通用的詞彙定義：系統、輸入、輸出、錯誤等等，並且談論了一些可應用的領域：執行策略、創新、減少成本等等。第三章則介紹除錯方法的六個步驟、每一步驟都有可以使用的提問來協助我們在除錯，這些提問可以用來問自己，讓自己想得更清楚，也可以用

來問別人，讓溝通聚焦在關鍵點上。第四章會討論除錯方法與科學哲學的否証主義，還有除錯方法論的核心：假設與驗証。好的假設有兩個性質：可驗証與做在系統內部、而有效的驗証有兩個條件：控制變因實驗與遙測工具。

第二部：創新

創新是讓一個系統突破既有的效能/產能天花板，而不是找一些華不實的科技來應用。

新的知識總是不停地出現，媒體也很喜歡報導新知識，知名顧問諮詢公司也常出所謂的研究報告，比方說，某些公司已經讓軟體上雲了、某些公司開始了數位轉型、能夠利用資料的公司，平均的收益都比較好，利用資料與經營績效有正相關等等。然而，相關不等價於因果，換言之，盲目地模仿領先者，不會確保成功；你的公司只是導入了雲端技術、數位轉型、大數據、AI、區塊鏈，很可能經營績效也不會一夕變好。

且讓我們停下帶著解法去找問題的思考，轉個方向，從問題本身開始思考起，看看有沒有可能發現什麼新的觀點、新的洞見。要如何得到洞見？如何跳出框架來思考呢？這就是第五章要探討的議題。

第六章談論的是「需要應用假設才容易處理的問題」，在這個章節裡，除錯與創新的界線相當模糊，甚至有點見仁見智。不過，無論是哪一種，都需要做出假設才容易前進，而此處的假設，往往需要了解系統運作原理才能有效提出。也因此，這邊我們也會去探討如何快速地取得運作原理知識。

第三部：系統

創新雖然是可遇不可求，但矛盾的事情是，太久沒有創新，系統會走向停滯與失敗。第七章就是在談論創新與系統的關係：我們必須透過除錯與創新來讓系統演進，避免它走向停滯與過時。

無論我們怎麼努力地去讓系統演進，總是會有一些事，是系統一旦落成，就無法修改的。如果我們已經經歷了許多慘痛的錯誤、也從中汲取了經驗，當我們有機會把系統從頭來過時，該怎麼設計系統可以讓我們將來的日子好過一點呢？

此處有兩個思考：一個是事後補救、另一個是事前預防；前者是吃藥、後者是打預防針。第八章與第九章將討論事後補救與事前預防。

第四部：導入與應用

前三部分談論的除錯方法、創新方法、系統設計，無論多有效，如果你學不起來，這本書就對你沒有任何實質助益，所以第十章來討論，如果你要來學的話，該怎麼學，可以怎樣子可以循序漸進？有什麼學習的迷思應該避免。

除錯方法，你可能會想帶到你工作的組織裡，那這時可能又會有重重的關卡考驗著你。於是第十一章會探討，除錯方法對組織不同層級的意義、可以帶來什麼好處、教育訓練、企業文化改變的議題。

當你看到該除錯而沒有除錯、該創新而不知道如何創新、沒有充分考慮防錯的系統時，你會怎麼想？第十二章要來探討，除錯方法這種知識有哪些特性，如果更加受到重視、普遍流傳、甚至可以被視為一種專業的能力時，哪些

領域有機會進步。還有，最重要的，你呢，你要怎麼應用它？

第二章：什麼是除錯 (Debug)？為什麼除錯值得 學習？

不知道你有沒有類似的經驗：

1. 你的工作在業務部負責協助客戶排除使用上的困難，而客戶回報產品有問題。但是，客戶回報時是從使用者的角度陳述產品的問題，而你把客戶回報的意見逐字記錄，並拿去問產品部。產品部則回覆，『公司的產品沒有錯誤』。你夾在兩者之間，不知該如何是好？
2. 你需要使用某個複雜的流程，比方說，需要操作 15 個步驟。但是，照著步驟做了，但是，出來的結果不對。下一步該怎麼辦呢？
3. 你需要使用某個電腦命令列模式下的指令。若干年前，你明明曾經成功地使用過，甚至有寫下筆記。但是，照著筆記去使用，卻不管用。然後，用指令的名稱，卯起來去查了 stackoverflow.com，查到了一堆資料，卻沒有任何一個真的能協助你前進。

上述的情況，是一般人在操作系統常遭遇到的問題，無論發生問題的系統是軟體產品、某個複雜的流程、又或是電腦命令列模式下的指令。再來一些更加生活化的例子：

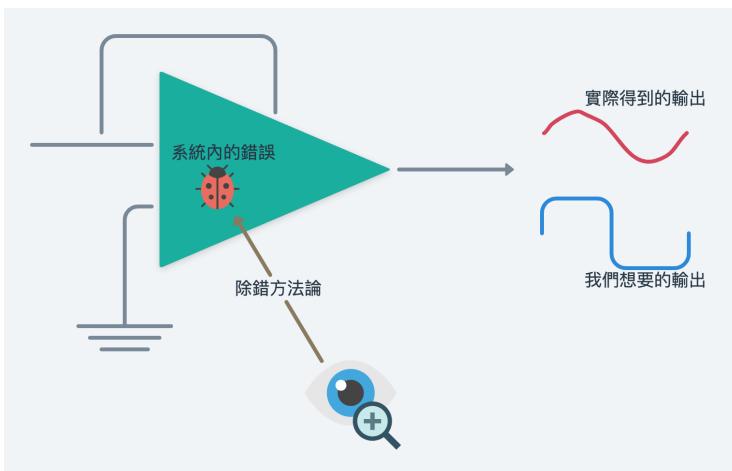
1. 你家樓下的鄰居打電話給你，請你把你家陽台的盆栽全部移除，因為他家的屋頂最近開始在漏水，他認為，八成跟你家的盆栽很有關係。
2. 你的小孩一直以來各科的成績都還可以，但是，升上高中之後，數學科的成績就大幅下滑。
3. 你讓下屬去做某項過去由你親手完成的工作，但是，下屬卻常常把工作搞砸，而導致你被上級質疑工作安排不恰當。

在商業、管理學的領域，上述的幾個例子，通常稱之為「問題」。此處的問題通常有兩種意涵：

1. 狹義的錯誤：過去本來做得到的事、可以順利達成的事，自從某個時刻開始，突然做不到了、無法達成了。
2. 廣義的錯誤：期待的產出 (應然) 與實際的產出 (實然) 有著落差。

在本書裡的「錯誤」採用相對狹義的定義。除錯方法則是指：「透過有系統的分析方法，設法找出造成錯誤的根本原因、釐清因果關係後，再加以改善。」

在我們一般使用的語言裡，當我們使用「錯誤」這個詞彙的時候，其實我們也常常意指廣義的錯誤。然而，這個定義會把狹義的錯誤與「從來就辦不到的事」混為一談，在實務上，單純只是找出錯誤並加以修正的難度，往往與突破既有的效能/產能天花板的難度，不是同一個量級，後者常常會困難的多。此外，要找出造成狹義的錯誤的因果關係，最後會找出的答案，理應只有一個因果關係。另一方面，可以突破既有的效能/產能天花板的答案，常常是很多個可能的作法。突破既有的效能/產能天花板的方法論，通常被稱為「創新」



除錯概念圖

為何不叫做「解決問題」？

每年的商管類雜誌或是書籍，都會有無數談論「解決問題」的文章或是書籍。為何本書不採用「解決問題」之類的常見詞彙，而是使用「除錯方法」、「因果分析」？主要是下列幾個原因：

1. 常用的語彙裡，「問題」所指涉的範圍很廣，常常也包含了「創新」的部分。
2. 常用的語彙裡，「解決問題」所指涉的範圍更廣，常常也包含了「決策」、又或者是探討的是心理層面、人際關係技巧等。

本書會交替使用「除錯方法」與「因果分析」兩個用語，都是指同一個方法論。

你為什麼需要除錯方法？

如果你擔任主管工作，又或是你的職稱是某項結尾有「師」字的工作，(會計師、工程師等等)，很可能你早就在工作中處理過很多的疑難雜症，換言之，在專業領域，你早已精通除錯。如果是這樣子，這本書可以協助你將常用的解決問題方法一般化 (generalize)，讓你即使離開了熟悉的領域，依然可以在不同的應用領域快速地取得成效。而在許多不同的領域都可以除錯，至少可以有下列的好處：

執行策略的需求

在商業管理書籍裡，像「策略」這種詞彙，我們可以輕易地在 15 本商管書，找出 18 種不同的定義。在此處，策略的定義，它是指一間公司對未來發展的指導框架；此指導框架先確立一間公司未來的產品與客戶群(未來想要成為的樣子的具體輪廓)、然後構思要走向未來所需要發展的能力。而策略的執行，則是在確定策略之後，找出妨礙策略達成的種種要素，並一一加以移除。換言之，策略與執行的重點應該是在於，「想象公司未來的產品與客戶、然後逆向工作。」也因此，策略與組織架構的關係應該是：策略引導組織架構，而非組織架構決定策略。

上述對策略與執行的描述，相當的理論，不妨讓我們用生活化一點的類比來解釋一下策略與執行。「原子習慣」一書，它對個人目標的達成提了兩個重要的觀點：

1. 要有效地達成特定的目標，需要建立「好的習慣」(可以視為系統)，來協助達成這個目標。

2. 如果要養成新的習慣，應該要設法做到「身分認同」的改變。

比方說：目標是減重二十公斤、練出六塊肌，那需要養成的習慣可能是規律的運動與飲食，而可以有效驅使一個人願意養成這個習慣的「身分認同」，則是一定要成為健美比賽的選手。如果我們把「人」與「公司」做了類比的話，那一個人的身分認同，猶如公司的策略，一個人為了自己內心深處的身分認同而養成的好習慣，猶如策略的執行。

看到這邊，相信很多讀者心理應該會有一個疑惑：「既然許多人都有習慣養成的困難，那許多公司是否也會有策略執行的困難呢？」是的，多數的企業並沒有清楚一致的策略，常見的情況是：把對明年的財務預測當作策略、把「老闆說了算」當作策略、又或是各部門有各自盤算的策略而且還互相衝突...。

然而，一旦一間公司開始構思策略、執行策略時，很可能發生的事就是：組織架構、既有的做事方式都要大幅地修正，才能落實策略。大幅地修正，意謂地公司要嘗試許多的新事物，這種時候，常常用來描述的用語是：「轉型」。在公司轉型的時候，無論是要開發新產品、進入新的市場、導入 ERP 系統，可以想象的事是：公司的各個部門都會產生各式各樣的錯誤。面對各式各樣的錯誤，擁有研究者的心態，專注於錯誤發生的因果關係，而非專注於歸責是誰的過錯，是轉型成功的不二方法。

創新的契機

在「約束理論」(Theory of Constraints) 學派有兩個核心概念：

1. 將企業視為一個系統，從整體的效益出發來考慮問題。
2. 找出妨礙實現系統目標的約束條件，並對它進行消除的改善方法。

而每一次成功地移除約束條件，都會造成企業整體的產出上升。移除約束條件，就是一種創新的定義。要應用這個方法論，難點之一，就在於如何找出系統的約束條件。而每一次的錯誤，都很可能是一次快速找出約束條件的捷徑。

我曾經協助一間網路廣告產業的客戶除錯：客戶的公司會讓需要投放廣告的廣告主在自家的網站埋入一些程式碼，來追蹤廣告投放的成效。然而，廣告主常常沒有正確地埋設程式碼，程式碼沒有埋設成功，廣告主就會拒絕下後續的訂單，於是，除錯就變成廣告公司的業務部裡的銷售支援工作。在我接到該任務時，該除錯團隊的離職率已經開始飆高，團隊有可能會崩潰。我與客戶合作一段時間之後，設計了一個「遙測工具」(telemetry tool)來協助除錯，爾後，我們讓廣告主自己也利用遙測工具來自行排難。在該任務完成時，該遙測工具已經有 1000 次以上的下載。隔年，當客戶要寫給他的上級的結案報告時，我建議客戶可以寫得謙虛一點，投資報酬率 (ROI) 寫個約 100 左右就可以了。

在上述的案例裡，如果不是客戶的公司已經有管理上的危機，該廣告公司很可能也不會找我來處理這個問題。而我與客戶一起工作之後，很快地就發現了創新的契機：當我們發展了可以快速有效除錯的遙測工具，不僅除錯的人力投入減少而且連平均除錯時間都大幅地縮短。

看到了可能暗示機會的錯誤，卻沒有一個有效的方法論來對它做應做的分析，深入了解其原因，這不是浪費了絕佳

的創新契機嗎？

有效的績效考核

我曾經向幾位專業經理人提過一模一樣的提問：「如果你在某次的績效考核，九位下屬應該達到 100 分，卻只達成了 80 分。但是，有一位下屬，只期待他達成 100 分，他卻達成了 200 分。你會怎麼做？」這幾位經理人彼此都不認識，卻不約而同地告訴我，「獎勵那一位高績效的，然後，我會如何地來設計改進方案，來好好地要求那九位沒有達標的。」

對於這個提問，我心裡的答案是：「如果有時間的話，理想的情況，是對十位下屬的工作表現，對其分析成功與失敗的原因。然而，如果時間與資源有限的情況，最該做的事，應該是要去分析那一位達成 200 分的。至於其它九位員工的 20 分未達標，如果沒有那麼影響大局，甚至暫時不管也無所謂。」

超高的成效，這顯然是偏離多數的一種情況。從統計的角度來講，這可以視為是一種偏離值，而且這種偏離值，是我們想要的偏離值。如果對其做詳細的因果分析，找出這個人高產出的要素，並且可以將該要素應用到其它人身上，團隊的產出將可以大大地提高。績效考核最正面的意義，應該是要「用人之長」，發揮人的潛力。

在一些成功的大企業，高階經理人被考核的重要標準之一，是「招募、培養、留住頂尖員工的成果」要達成這個標準，勢必要善用因果分析。

減少管理成本

我的舅舅是一位台商老闆，他曾告訴過我，他的經營心得：「要經營好一間工廠，沒有什麼別的要訣，就是老闆要常常去。我有很多朋友都在中國開工廠。老闆只要有去工廠，就算什麼事都不做，只是每天泡茶聊天，問題就會自動解決一大半。而常常發生的情況是，老闆只要離開幾天，工廠就會出現各式各樣奇怪的問題。」

工廠的營運會出現各種問題，這是很正常的，一個系統很少有內部完全沒有錯誤的。然而，我們面對錯誤的態度，會決定我們採用的解決方案。如果沒有考慮透過系統地的作法去查出錯誤的根本原因，並且移除其發生的可能性；往往只能退而求其次，使用勤奮且辛苦的方式，投入大量的管理成本、監管成本。而管理者必須不斷地親臨現場，為每一次的錯誤做出權宜之計的決策，就是這種超高管理成本的例子。

心理層面的安全感

很多時候，我們就算了解了系統出錯的因果關係，我們也无法移除系統內部的根本原因。然而，有研究錯誤的話，通常會發現兩種可行的改善方向：

- 為已知會發生的錯誤，做好應變的準備。而且我們可能可以預測系統何時會出錯。
- 針對會觸發錯誤的系統輸入，設計輸入的檢查機制，從而預防錯誤。

於是，對於管理者來說，心理層面的感受，將由「未知的

恐懼」與「預期可能出錯的壓力」，轉變成一種對「可控制的錯誤」的預期。

一種共通的語言

「好的提問」是現代的管理者極需要的一種管理工具。甚至也有人認為，善長提問的主管，比善於給答案的主管更優秀。

想象一下，當某個工廠的經理，向他的上司回報，「工廠的生產量落後了，有可能要延遲交貨。」這位上司會怎麼反應呢？許多管理者不約而同地共同反應是：「公司雇用你來，是來解決問題，不是來指出問題。」也有的管理者會詢問：「是誰的過錯？把名字提上交出來。」又或是：「那何時可以交貨，告訴我時間，我要時間！」

如果組織導入了本書的除錯方法，當錯誤發生，還找不出頭繫時，管理者很快地就可以開始提問：

1. 可以界定會產生這個錯誤的系統嗎？它的邊界是什麼？
2. 能觸發錯誤的輸入是什麼？在什麼樣的條件之下會出錯？
3. 可以對錯誤源頭提出什麼假設嗎？
4. 對於所提出的假設，有什麼方法可以驗証嗎？

有效的提問，可以讓組織的精力快速地聚焦在追查出錯的根源之上。

除錯方法論的基礎

應該有眼尖的讀者，對於之前所列舉的種種錯誤，已經產生了一些懷疑與疑惑？

- 軟體的錯誤與房屋漏水也許都可以視為是錯誤，但是，一個是邏輯、一個是實體世界的建物，可以混為一談嗎？
- 房屋漏水與小孩成績不好，一個是物理世界的建物、一個卻是與「人」有關的學習成效不良。找出錯誤的方法論會有相同之處嗎？

的確，軟體與物理世界的建築物在本質上的差異極大：比方說，軟體不會生鏽，它沒有所謂的保存期限、沒有所謂的量子效應，就只有邏輯。物理世界的東西常常都會有老化、風化、生鏽等等的現象。而與「人」有關的事物就更複雜了，人的行為會受到外在因素的誘導，但是，同時也會受到內在動機的驅使。同樣的管理方式、教導方式，適合一個人的，常常不適合另一個人。

我們無法直接比較蘋果與橘子，然而，我們可以比較一顆蘋果與一顆橘子的重量或是價格。一旦我們把水果化約成重量與價格兩個抽象的概念，一公斤多少錢的概念就可以推導而出。相似的道理，軟體錯誤、建物漏水、經營管理問題，這些事物也都包含了一些相同的基本性質：

1. 因果關係的存在
2. 系統的存在

因果關係的存在，比較容易想象，比方說，下雨了且房子的屋頂有破孔是因，漏水的現象是果。另一方面，系統的

存在，則相對抽象，不容易直接想象。以軟體錯誤的例子來說，軟體可以視為是系統，該系統的功能可能是用來做「文字處理」。以漏水的例子來說，房子可以視為是系統，該系統的功能可能是「居住」。以「學習成效不良」的例子來說，學校與補習班的教學可以視為是系統，該系統的功能是「協助想學習的學生學習」。

在我個人的經驗，絕大多數，我們會在日常生活之中，稱之為「問題」或是「錯誤」的事物，因果關係與系統都存在。也因此，本書的「除錯方法論」就是以「因果關係存在與系統存在」的兩個假設而建立的。

我們談到了

- 什麼是錯誤？
- 什麼是除錯方法？
- 除錯方法對你可能有什麼用處？執行策略的需求、創新的契機、有效的績效考核、減少管理成本、心理層面的安全感、一種共通的語言等等
- 除錯方法為可以應用的前提。只要滿足因果關係與系統的存在，就可以應用。

第三章：除錯方法

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

除錯方法的六步驟

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

界定系統

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

觸發錯誤的輸入

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

對錯誤原因的假設

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

缺乏對於系統的了解

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

對錯誤原因的假設並不是做在系統的內部

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

驗証

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

不做驗証

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

不會做驗証

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

記錄

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

重覆

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

除錯方法如何帶來成效？

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

資訊處理架構

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

突破領域依賴

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

我們談到了

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

第四章：否証主義

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

否証主義與除錯方法

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

否証主義流程圖

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

除錯方法流程圖

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

假設與驗証

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

觸發錯誤的輸入

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

案例：軟體開發盲目地追求對系統的了解

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

案例：汽車對香草冰淇淋過敏

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

從「錯誤輸出」來推理「觸發錯誤的輸入」

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

對錯誤原因的假設

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

案例：高中生的工藝作業

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

案例：電路學實驗

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

貝氏定理的應用

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

驗証

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

案例：鼠患的根源

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

我們談到了

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

第二部：創新

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

第五章：典範轉移

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

典範轉移與除錯方法

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

轉換看待事物的視角

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

思考系統的邊界

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

案例：應用軟體開發的除錯

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

思考子系統之間的邊界

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

案例：軟體開發的函數命名

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

案例：企業內部的功能性分權

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

檢查假設、限制、槓桿點

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

案例：二代接班的難題

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

我們談到了

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

第六章：再論假設

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

假設帶來前進

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

發散思考與收斂思考

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

取得運作原理知識：完備優先與應用優先

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

跳躍型假設

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

跳躍型假設：未經驗証的解決方案

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

跳躍型假設：難以否証的解釋

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

創新的關鍵

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

我們談到了

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

第三部：系統

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

第七章：系統的演進

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

錯誤一詞帶有社會性的概念

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

系統會自然走向停滯與過時

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

80/20 法則與低效率自動配置

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

彼得原理

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

透過除錯，讓系統演進

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

錯誤是一種重要的資訊

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

複製成功

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

我們談到了

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

innovation

第八章：因應設計

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

因應設計與預防設計

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

因應設計的三種形式

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

形式一：隔絕設計

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

形式二：量測設計

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

遙測工具

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

外部觀點

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

混淆目標與指標的危險

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

指標設計的通則

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

形式三：情境記錄

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

我們談到了

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

第九章：預防設計

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

千呼萬喚始出來的預防設計

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

如何讓「預防設計」容易發展？

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

由下而上的方法論

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

讓簡單成為系統的特性之一

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

組成元件較少的簡單

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

組成元件鬆耦合的簡單

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

簡單不意謂著容易

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

了解系統依賴的假設之時效性

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

我們談到了

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

第四部：導入與應用

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

第十章：學習除錯

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

循序漸進地學習除錯方法

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

深度層面的循序漸進

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

廣度層面的循序漸進

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

學習的里程碑

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

學習的迷思

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

名師出高徒

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

年齡妨礙學習

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

最好的選手就是最好的師資

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

[innovation](#)

一萬小時法則

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

資質的限制

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

我們談到了

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

第十一章：為你的組織導入 除錯方法

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

對不同層級的意義

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

基層員工

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

中階經理人

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

高階經理人

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

專家權威持有者

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

教育訓練

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

師資

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

教學程序

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

innovation

示範與建立信念

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

由淺入深

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

在安全的環境中練習、取得反饋

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

應用與再強化

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

文化

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

文化的定義

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

改變組織文化

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

工具與隱性知識

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

案例：應用軟體開發與工具

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

[innovation](#)

我們談到了

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

第十二章：除錯語言與除錯學

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

除錯語言

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

程序型的知識

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

以組織為本位的知識位階觀點

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

文明的進步

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

企業決策

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

教育訓練

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

招募流程

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

主管任用

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

維修場景

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

結語：把對的事情做對

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

我們談到了

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

附錄：檢核圖表與提問

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

檢核圖表

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

除錯概念圖

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

除錯方法流程圖

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

除錯記錄表

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

檢核提問

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

界定系統

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

釐清觸發錯誤的輸入

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

形成對錯誤原因的假設

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

innovation

驗証假設

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation

記錄

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at http://leanpub.com/errors_to_innovation