

許多人都期待 5G 為我們的生活與商業模式帶來重大改革，卻很少人知道藏在 5G 背後的技术是什麼，也不知道 5G 與之前的通訊技術有何不同，更無法想像 5G 將如何改變我們的生活與現有的商業模式。

尤其 5G 還有跳過通訊業者，自行建構小型 5G 網路的 Local 5G 技術，而這項技術很可能徹底改變工廠或地區型服務，也將帶來商機。

本書適合的讀者如下：

- 想了解行動通訊技術基本架構的人
- 想一探 5G 新技術的人
- 想了解 Local 5G 動向的人
- 想知道 5G 帶來哪些新商機的人

本書的第 1 章至第 4 章屬於行動通訊技術的基礎架構，第 5 章與第 6 章介紹 5G 智慧型手機搭載的新技術，第 7 章將說明 5G 將如何改變商業模式、產業、日常生活，第 8 章則要解說 Local 5G。對 5G 智慧型手機有興趣的讀者可直接從第 5 章開始閱讀。

本書將以最簡單易懂的方式解說 5G 技術，不管是企業家、企劃人員、業務員這類非工程師的上班族或是對新事物、新技術有興趣的學生，一定都能看得懂。希望本書讓更多人了解 5G 的架構，讓 5G 更加普及，建立更豐富多元的社會。

» 5G 到我家

從「喂、喂」、「好的、好的」到智慧型手機

5G 通訊服務開始了。行動電話從「喂、喂、好的、好的」這種語音通話服務起步後，隨著技術持續發展，變得能傳送文字、照片與影片，如今，我們已能透過手上的一個小小裝置取得全世界的資訊，也能隨時將資訊傳遞給全世界。智慧型手機可說是人類收發資訊的完美工具之一 ^{※1}。

「物品」開始會說話了

想下載兩小時的影片，過去可能需要幾十秒才能下載完成，但進入 5G 時代之後，只需要三秒鐘就能下載完畢。而除了這種**超高速通訊**之外，**「物品與物品說話」的時代也真的來臨了**（圖 1-1）。若能適當使用「讓物品說話」的技術，與**多數物品通訊**的夢想就能成真，物品與物品、物品與人類交換資訊的過程也將更加迅速與可靠。

善用「5G」的方法

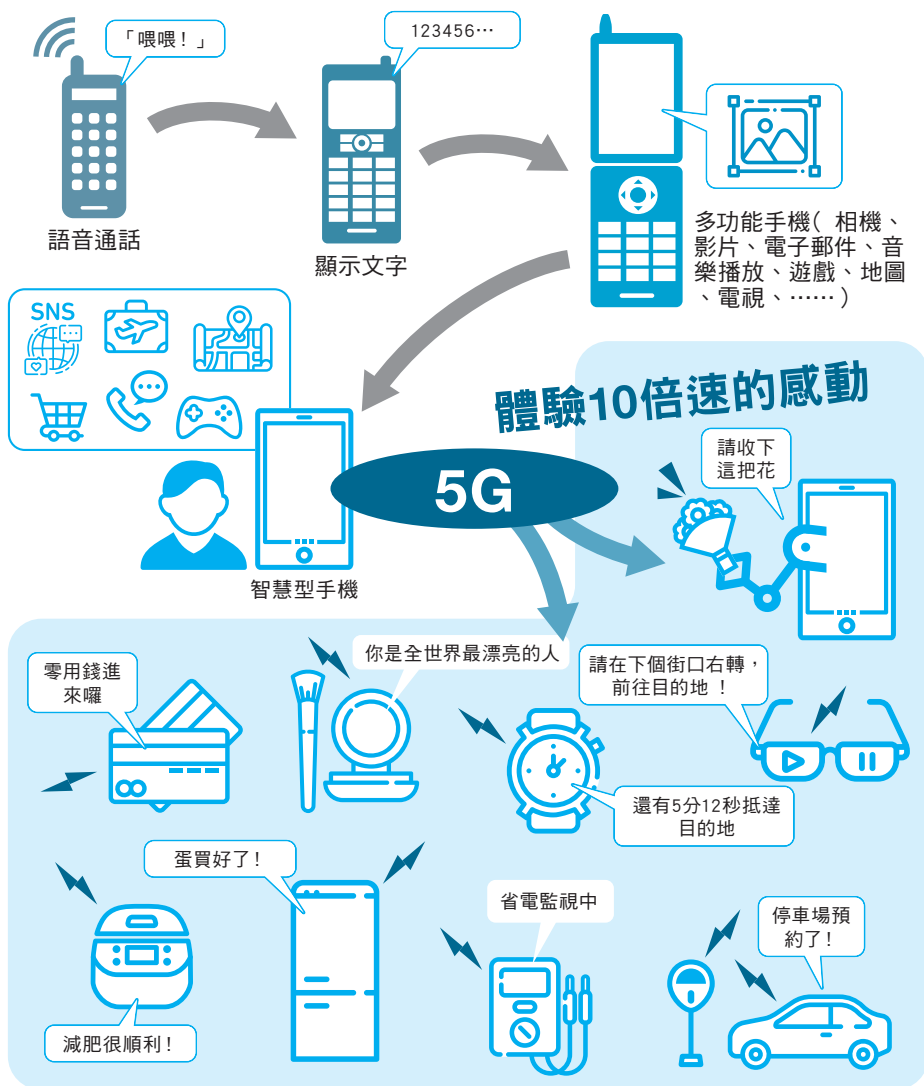
不管是「超高速通訊」還是「讓物品說話」的機制，5G 都是為了讓我們的社會生活變得更豐富而發明的技術，雖然它是如此方便的技術，**但我們不能被它「操控」，必須反過來了解它的特性，並且「活用」這項技術。**

為了避免這項有助於解決社會問題的技術無用武之地，或可能帶來弊端，本書想說明 5G 的技術，讓大家知道該如何正確地使用這項技術。

^{※1} 本書將把圖 1-1 所示的多功能手機與智慧型手機簡稱為「手機」。

圖 1-1

「手機」的發展與多元化



Point

- 5G 應用將越來越普及，徹底影響我們的生活。
- 我們必須學會「活用」5G 的方法，而不是被如此方便的 5G「操控」。
- 了解 5G 的架構與技術特性，一起活用 5G 吧！

》 我們能用 5G 做什麼呢？

物品與物品的通訊

手機為我們提供了迅速又有效率地的通訊方式，讓我們透過通話與社群網站，擁有更豐富的社交生活。

而 5G 除了擁有上述的特性之外，還具備了讓物品與物品彼此互通資訊的技術與架構，當大量的機械與感測器透過如此經濟實惠的通訊技術連接，就能提供安全、可靠、快速、舒適的通訊方式，而且 5G 也能在工業、社會基礎建設、公共領域以及其他情況切換系統的通訊功能或是增強系統的通訊能力。

不只是通訊技術的 5G 將讓我們的社會以及肉眼不可見的資料傳輸空間變得更安全可靠，而且還能更有效率地傳輸資料（圖 1-2）。

「人人都可使用的進階通訊技術」

大家每天都在使用的只有手掌大的智慧型手機是一種利用高端半導體技術，在短時間內處理大量資訊的超高性能終端裝置，而通訊業者為智慧型手機建立的通訊系統，也是由非常複雜的尖端通訊技術與維護系統建置的結晶。

這些終端裝置與設備的開發、製造、設置、維護、管理都需要耗費大量的人力、成本，也需要相當的技術，但這些成本都如圖 1-3 所示，是由全世界的 80 億人「分攤」，所以我們每個人才能以合理的價格使用如此尖端的通訊技術。

在新領域使用 5G 這項技術的重點在於活用上述的「分攤機制」，讓 5G 技術於全世界通用。為了達成這個目的，必須讓 5G 技術普及於全世界的市場，同時以適合我們的生活或社會的方式使用 5G 技術。

圖 1-2

「5G」扮演的角色

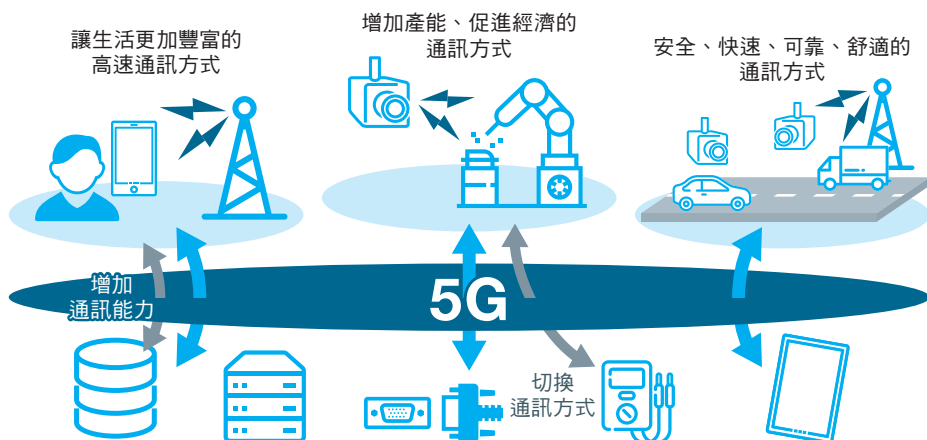
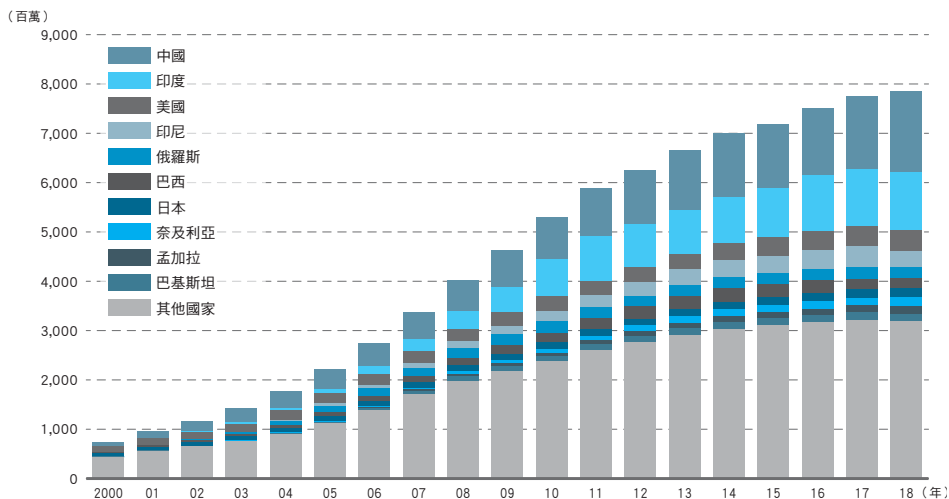


圖 1-3

手機用戶數量（全世界）



出處：根據 ITU-R 統計資料製作（URL：<https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx>）

Point

- 5G 除了具備智慧型手機的「高速通訊」功能，還具備「串連多種機械的通訊功能」以及「延遲時間短、可靠性高的通訊功能」。
- 尖端通訊技術的核心部分是相同的，可依照使用場景「切換通訊方式」或「增加通訊能力」。
- 重點在於以「費用分攤」的方式使用全世界共通的尖端通訊技術。

» 待機模式是省電模式

待機情況各有不同

這次要介紹的是，控制訊號於圖 4-2 說明的未通訊狀態下，如何通知待機狀態的定位資訊。基本上，行動電話於各基地台之中移動時，仍會將定位資訊傳送給最近的基地台，但待機狀態不像通話中的狀態，不會傳送移交通話業務的用戶訊號，所以只需要在下次通話之前再傳送定位資訊即可。

假設待機中的行動電話一進入另一個基地台就傳送定位資訊，控制訊號就得處理更多事情，而且透過非連續性接收方式（參考 3-7）節省電力的行動電話也會因此消耗電力。

節約控制訊號，統一通知

目前解決上述問題的方法就是如圖 4-9，將多個基地台（基地台）視為一個「登錄區域」，當待機中的行動電話停留在登錄區域 #1，就不發出定位資訊，移動到旁邊的登錄區域 #2 之後，再傳送要求**定位資訊登錄**的控制訊號（①）。

當核心網路收到控制訊號（②），就會更新資料庫內各行動電話的定位資訊（以登錄區域為單位）（③），接著就會進行下節說明的「驗證」（確認定位資訊是否與行動電話相符）。

假設如圖 4-10，有人打電話給已發出定位資訊的行動電話（①），就會從核心網路取得屬於該行動電話的定位資訊（②），接著向該登錄地區裡的所有基地台發出來電通知（③）。假設接到來電通知的行動電話移動到登錄區域 #2 的基地台 5，就會回應基地台 5 的基地台發出的**來電通知**（訊號④），接著再開始發送用戶訊號的流程。

5G 可根據行動電話的移動情況建構登錄區域。節省待機時的控制訊號傳送，可讓整個系統更有效率，也能節省行動電話的電力。

圖 4-9

只在跨區移動登錄定位資訊

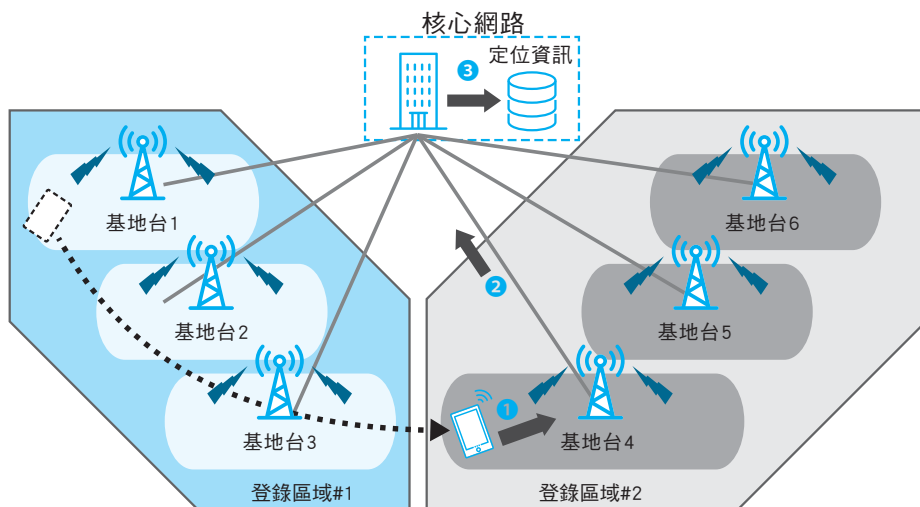
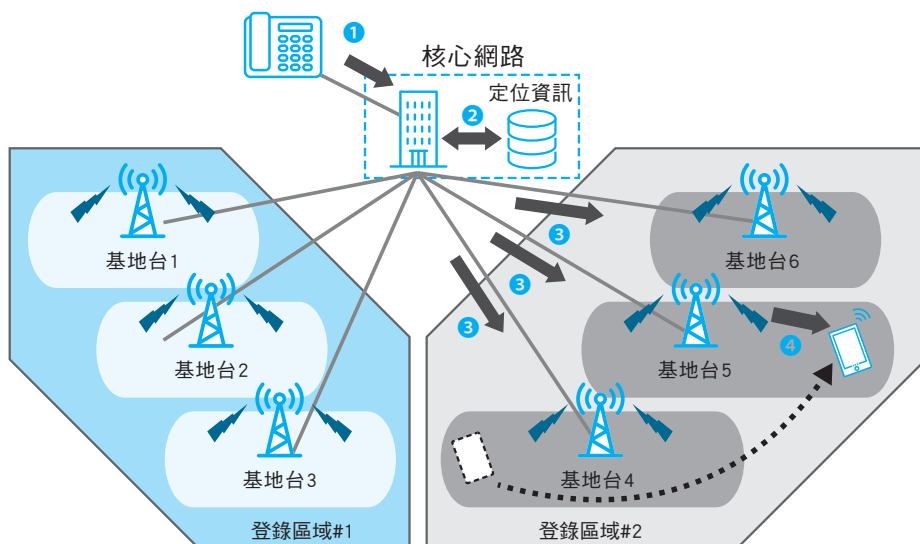


圖 4-10

以登錄區域為單位，統一發出來電通知



Point

- ✦ 待機狀態的定位資訊會以登錄區域為單位發出。
- ✦ 行動電話的定位資訊會上傳至核心網路。
- ✦ 會以登錄區域為單位，向行動電話發出來電通知。

» 利用「高階鬼腳圖」禁止「冒用」

電磁波的傳遞範圍無遠弗屆

電磁波是一種波，能像救護車的警笛聲往**四面八方傳播**（圖 4-11）。法律禁止竊聽某端通話方的電磁波，濫用通訊內容，而行動電話系統則會在通訊開始時先進行「**驗證**」，確定對方是「本人」，避免有人「冒用」竊取或竊聽通訊內容。

5G 的「鬼腳圖」非常高階

進行「驗證」時，會利用由「正規的行動電話（正牌貨）」與電信公司放在核心網路控制裝置，層層把關的一對「**私密金鑰**」與「鬼腳圖」（圖 4-12）。5G 的「鬼腳圖」更加複雜，規模更大，使用了無法從出口推測入口的加密演算法。

進行驗證時，「正牌貨」這端會先送出自己的識別碼（**1**），而 5G 為了提升安全性，會先**加密**識別碼，接著核心網路的控制裝置會根據收到的識別碼找出對應的「**私密金鑰**」（**2**），接著就丟「骰子」，產生亂數（隨機產出的數字）（**3**），再透過電磁波將亂數傳給「正牌貨」這端（**4**）。

「正牌貨」這端會利用收到的亂數與私密金鑰選擇「鬼腳圖」的起點，再透過電波將「鬼腳圖」的終點（**5**）傳回控制裝置（**6**）。控制裝置也會進行相同的操作（**5**）。一旦收到的結果與控制裝置的操作結果一致，就確定對方是正牌貨（**7**），便會利用「私密金鑰」進行加密通訊。未保有「私密金鑰」的「冒牌貨無法根據電磁波送來的「亂數」算出正確「結果」，所以就無法「冒用」，竊取或竊聽通訊內容。

圖 4-11

電磁波的傳遞範圍無遠弗屆

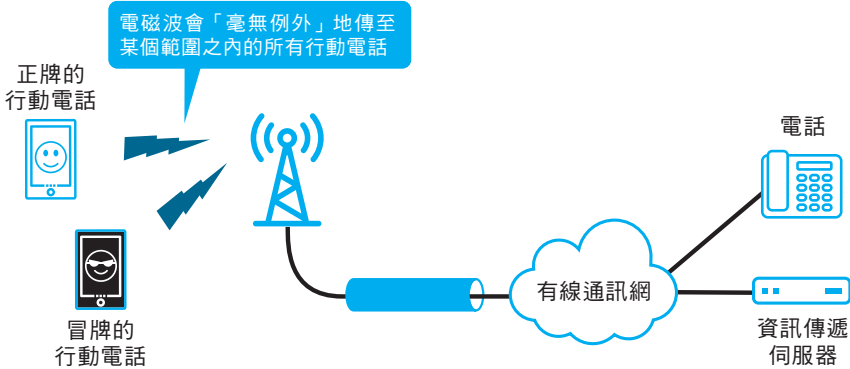
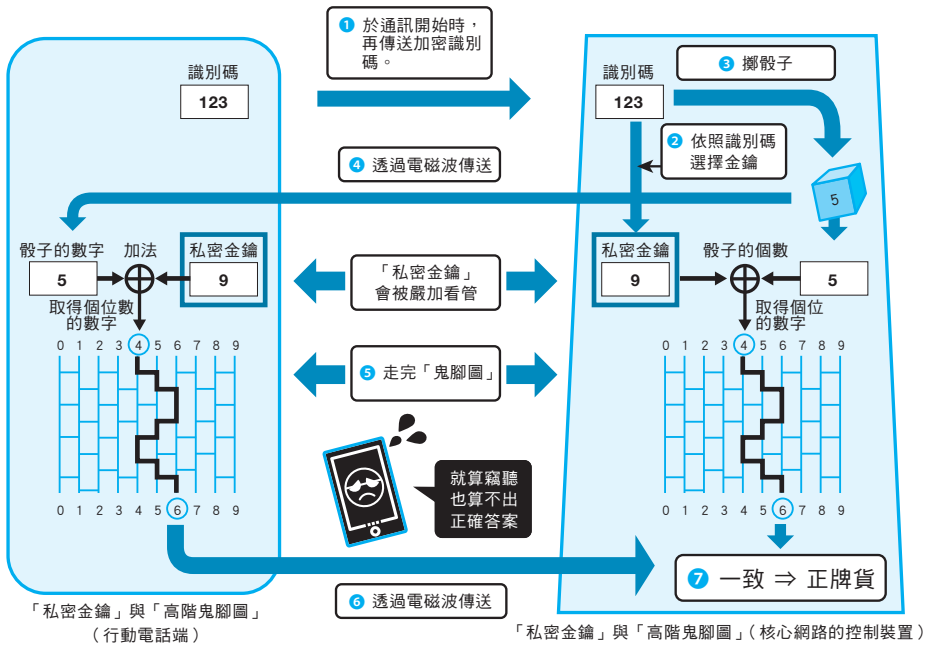


圖 4-12

利用「私密金鑰」與「高階鬼腳圖」識別「正牌貨」



Point

- 電磁波的傳遞範圍無遠弗屆。
- 利用「私密金鑰」與「高階鬼腳圖」避免「冒用」(驗證)。
- 替電磁波傳遞的訊號加密，避免使用者的資訊被竊取。

» 與「4G」互助合作

4G 與 5G 組成的兩層樓式建築

圖 4-13 與圖 3-7 說明的「兩層樓式基地台架構」很類似，但這張圖說明的是將**4G 基地台與 5G 基地台放在 4G 核心網路的兩層樓式建築**。搭配佈置完畢的 4G 行動電話基地台，5G 基地台就能更快速地佈置。

5G 基地台（基地台 2、3）是使用較寬的高頻頻段（頻率 2）高速傳送用戶層的用戶訊號，但是高頻頻段的電磁波無法傳至遠方，所以基地台的涵蓋範圍就比較窄。4G 基地台使用的電磁波（頻率 1）比 5G 的頻段低，電磁波的傳遞範圍也比較遠，所以基地台的涵蓋範圍也較寬。在 4G 基地台（基地台 1）統一處理多個位於 5G 基地台涵蓋範圍之中的行動電話的控制訊號，就能穩定而有效率地提供 5G 用戶層高速傳送服務。

相對於下列這種獨立型的架構，這種兩層樓式的基地台稱為 **NSA**（Non-Stand Alone）架構 [※2](#)。

5G 的獨立

圖 4-14 是將 5G 基地台放在 5G 核心網路的「5G 獨立型」基地台架構，一般稱這種架構為 **SA**（Stand Alone）。

當 5G 的服務範圍透過 NSA 的方式不斷擴張，控制層的處理也不斷增加時，就必須逐步改以 5G 核心網路的高階性能提供服務，所以才需要同時操作 5G 用戶層與控制層的**獨立型架構**。此外，也建置 5G 核心網路與 4G 核心網路連動的架構，以及直接以 5G 核心網路涵蓋 4G 基地台的架構。

視情況使用 NSA 與 SA，可讓 4G 系統無痛轉型至 5G 系統，也比較符合成本。

[※2](#) 透過無線線路同時與 4G、5G 系統連線的型態稱為 Dual Connectivity（雙重連線）。

小試身手

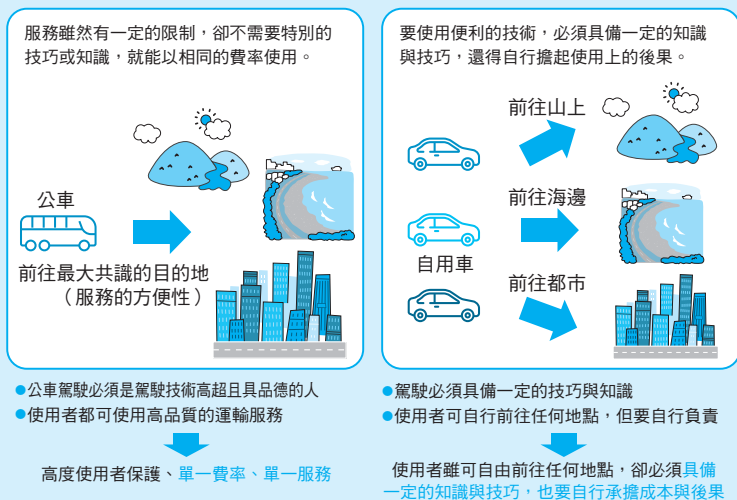
思考自己使用的 5G

本章說明了 Local 5G 與公用 5G 的展望。圖 8-8 以公共交通工具（例如巴士）與自用車比喻了 Local 5G 與公用 5G，而下圖則是根據服務提供方式、服務提供者（駕駛）的技巧、使用者技巧繪製的圖，

5G 可讓我們更快、更輕鬆地取得資訊。通訊服務的提供者雖然會確保服務的安全與可靠性，但使用這些服務的人在使用這些資訊時，也得提醒自己遵守相關的規定。

在使用方便快捷的 5G 時，大家覺得哪些特別重要呢？請大家試著在下面的表格填入評分（○、×、△）。為了提供與這些項目相關的功能，5G 採用了各種機制。實際使用 5G 時，不妨回想一下這些機制的特性，或許可以更進一步活用 5G^{※3}。

服務的提供型態（以公共交通工具與自用車為例）



使用 5G 時的關鍵字

便利	高速	平價	新鮮	知識	感動
舒適	安全	輕量	高級	技術	共鳴
簡單	確實	持久	優美	藝術	普及

※3 假設你在使用 5G 的過程中，想進一步了解 5G 的原理與機制，建議閱讀一些專業書籍。

結語

到目前為止，已從不同的角度介紹了 5G（第五代行動電話系統）的原理。

三位作者每天都在 5G 相關領域從事技術維修或服務企劃的工作。

由於筆者無法以滿漢全席的方式，有系統地從 5G 的基礎開始介紹，所以才以這種單點菜色的方式，從每天的工作之中挑出「對 5G 感興趣的人，應該會想知道」的內容介紹。

我們其實很擔心部分內容引喻失當或是某些說明引喻失當。但是，如果本書能幫助大家了解專業資訊或專業書籍，以及幫助大家從不同的角度了解 5G 的話，那真是筆者最大的喜悅。

雖然新技術有不易開發的一面，但只要大眾了解新技術的便利之處，新技術將迅速普及，而這個現象也不只是在 5G 發生。此外，越是具有影響力的技術與服務，就越容易造成社會危害，所以在社會共識之下，尋找正確的使用方法是非常重要的一件事。

不用了解原理也能使用 5G，但也不是了解原理就能正確使用 5G，但願本書能帶著大家，了解 5G 的價值。

感謝西村泰洋與其他從事 5G 業務的朋友幫助本書出版，也感謝從本書的企劃到發行，給予諸多協助的株式會社翔泳社編輯部的各位編輯。

5G 今後將如何應用與普及呢？身為 5G 相關人士的我們也非常期待！

2020 年 11 月 飯盛英二、田原幹雄、中村隆治