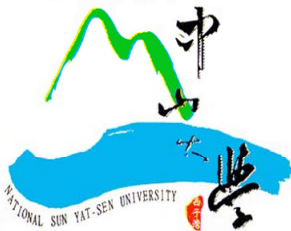


---

# 課程名稱：多媒體通訊之應用

主題：無線網路



**Instructor:** 周孜燦 助理教授

國立中山大學電機系

**Email:** [ztchou@ee.nsysu.edu.tw](mailto:ztchou@ee.nsysu.edu.tw)

# History of Wireless Communications (1/5)



Guglielmo Marconi

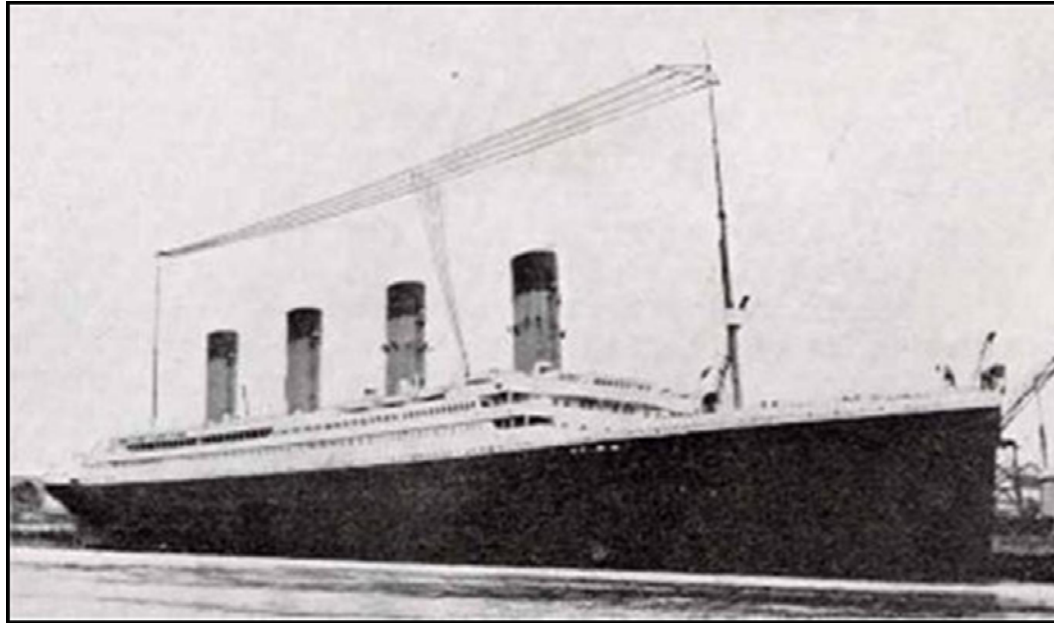
無線通訊之父 -- 馬可尼（義大利人），於 1895 年發明無線通訊。隔年取得第一張無線電專利，時年 22 歲。照片左方是火花發射機，右方是接收機，左下方兩根橫金屬條是天線



西元 1901 年 12 月 12 日，馬可尼 (左) 在紐芬蘭收到遠從二千五公里外，橫越大西洋而來的「滴滴滴」S 字母，建立史上第一個越洋通訊。

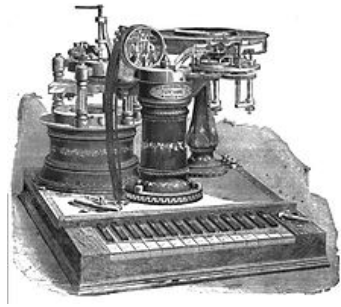
# History of Wireless Communications (2/5)

鐵達尼號及船上的馬可尼無線電設備



在越大西洋通訊成功的隔年（1902），已有七十餘艘輪船裝有無線電。然而無線通訊真正引起世人重視起始於 1912 年發生的鐵達尼號事故。鐵達尼號撞山後，船長發出無線訊號求救。當時有數艘輪船收到求救訊號，趕往現場，約有七百餘人因此幸運獲救。次日這消息震驚全世界，紐約和倫敦的報紙，以照片、卡通畫等來表揚馬可尼 -- 他才是真正的幕後英雄。

# History of Wireless Communications (3/5)



1907年開始有商用無線電報及收音機



1928年，開始有無線電視



第一次世界大戰期間架設之無線電報台

# History of Wireless Communications (4/5)



在美國，於1946年，摩托羅拉聯同 AT&T 開始經營第一家商業行動電話公司 MTS。採用類比式的無線通訊。



GSM 的基地台  
-- 展於德意志博物館

1982年起，西歐國家開始制定一個統一的下一代（第二代）行動電話標準，稱為 GSM（Global System for Mobile Communications）。1990 年完成標準的制訂。1992年1月，芬蘭的 Oy Radiolinja Ab 成爲第一個商業運營的 GSM 網路。



# History of Wireless Communications (5/5)

WiFi



1997 年，IEEE 制訂完成無線區域網路的通訊協定，人們可以在戶外連上網際網路



 Bluetooth™

1998 年完成由 Ericsson 主導的短距離無線通訊國際標準 Bluetooth，主要是紀念丹麥國王 Harald I



2000 年歐洲推出第三代手機系統 UMTS

# Applications of Wireless Communications (1/3)



無線網路，基本上，提供我們打電話和上網的功能



現在手機的功能非常多，可以用來打電動，玩賽車遊戲，也有衛星導航系統。



可以用來當鋼琴彈奏，還可以當成悠遊卡

# Applications of Wireless Communications (2/3)

## 智慧型公車系統





# Applications of Wireless Communications (3/3)

## 智慧型醫護系統



# Two Major Topics in This Course

---



本課程將介紹二個我們目前最常遇到的無線通訊主題：一個是「無線區域網路」，我們特別介紹 802.11 (WiFi)



另一個則是「無線電話網路」：手機撥號是如何完成的？我們特別介紹 GSM 系統

# You Can Access Wi-Fi Almost Everywhere



台北所有捷運站附近都有  
提供 Wi-Fi 上網的服務



全台灣的 7-11 都有提供  
Wi-Fi 上網的服務 (需付費)

# International Industry Standard : IEEE 802.11

---

IEEE 802.11 compliant products are currently popular on the market.

mobile station



wireless LAN card



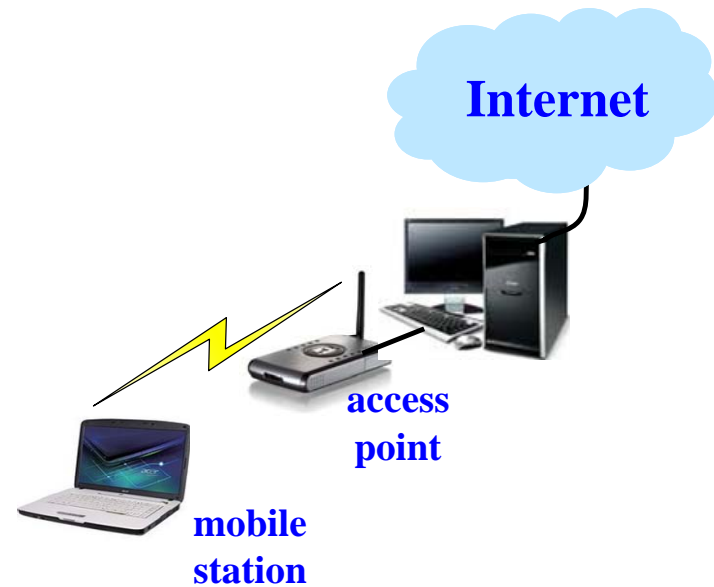
access points

國際大廠成立 Wi-Fi (Wireless Fidelity) 組織用來檢測產品的 conformity (是否滿足 802.11 的義務項規範) 和 interoperability (產品的互通性), 並推廣 802.11 產業

# Wireless Local Area Network Architecture



**ad hoc WLAN**



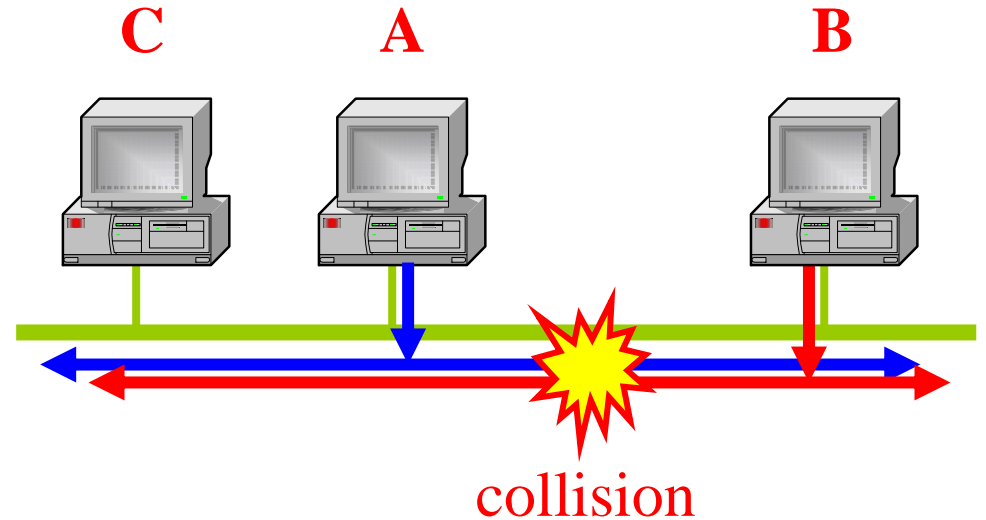
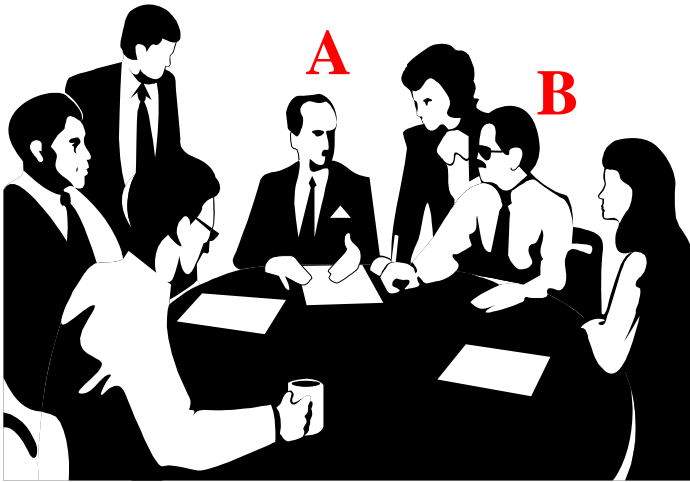
**infrastructure WLAN**

無線區域網路（wireless local area network，簡稱 WLAN）的國際標準 802.11 規範了二種無線區域網路的架構，一個稱為 **ad hoc WLAN**，另一個則稱為 **infrastructure WLAN**。差別在於有沒有 access point（類似基地台的角色）。在 **infrastructure WLAN** 裡頭，**mobile station** 可以藉由 **access point** 連上網際網路。Ad hoc WLAN 主要適合在無法立即架設 access point 的 **infrastructure** 環境，例如：戰場、急難救助、或在戶外臨時召開的會議



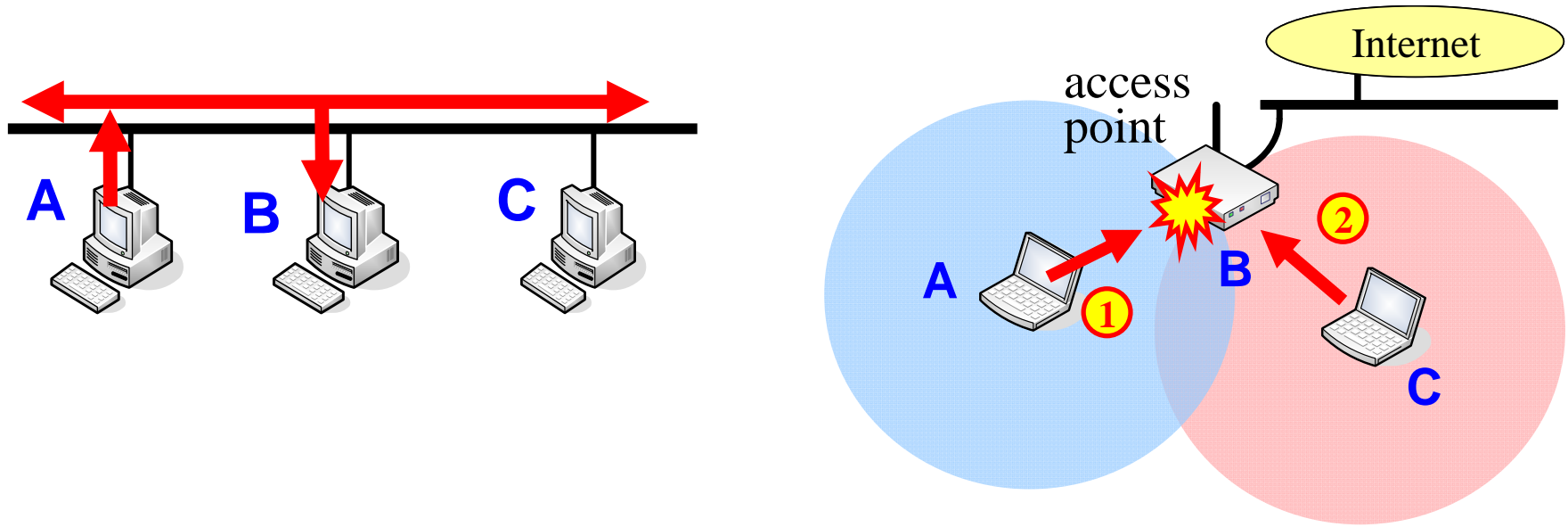
# MAC : Medium Access Control

A 和 B 同時發言，導致大家都聽不清楚他們在講什麼



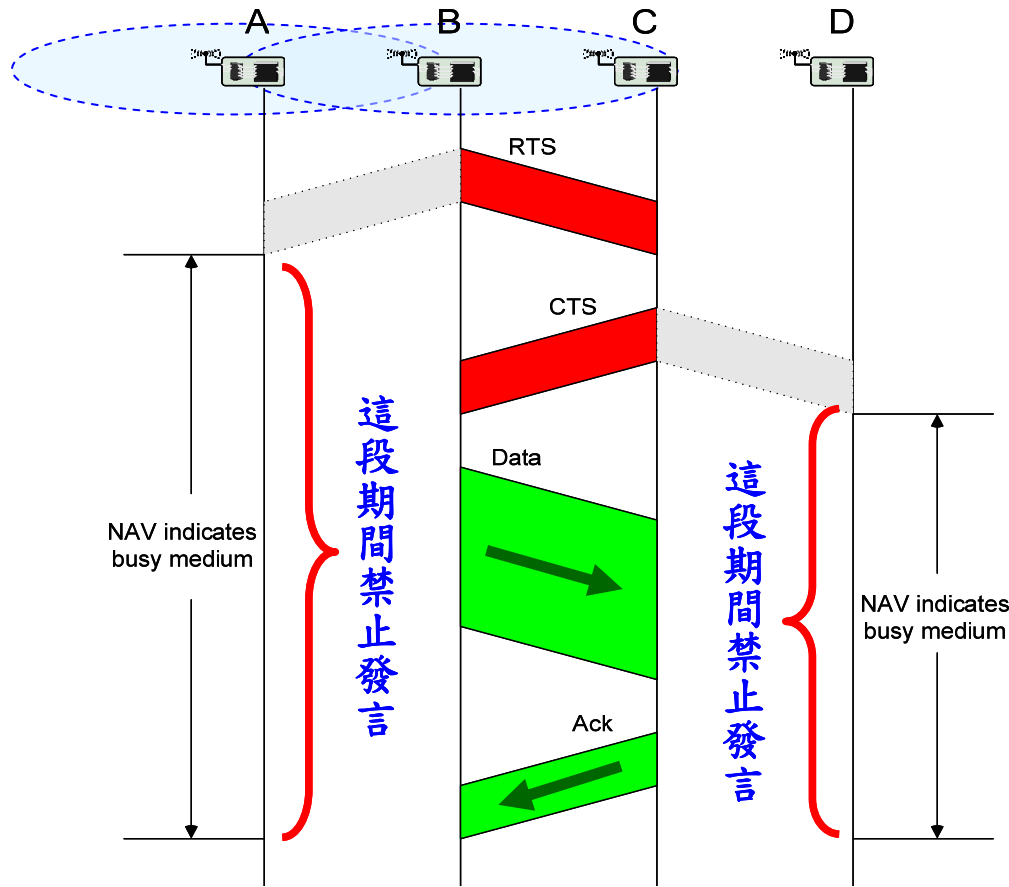
在一個區域網路裡頭，如果有兩台或兩台以上的 stations 同時傳送資料，將會造成 collision。想像一下，在一個會議室裡頭，如果大家都一直吵著要發言，那麼大家都會聽不清楚。MAC的目的就是要制訂「發言管理辦法」，用來規範如何發言，誰可以發言，誰不可以發言。

# Hidden Terminal Problem in a Wireless Network



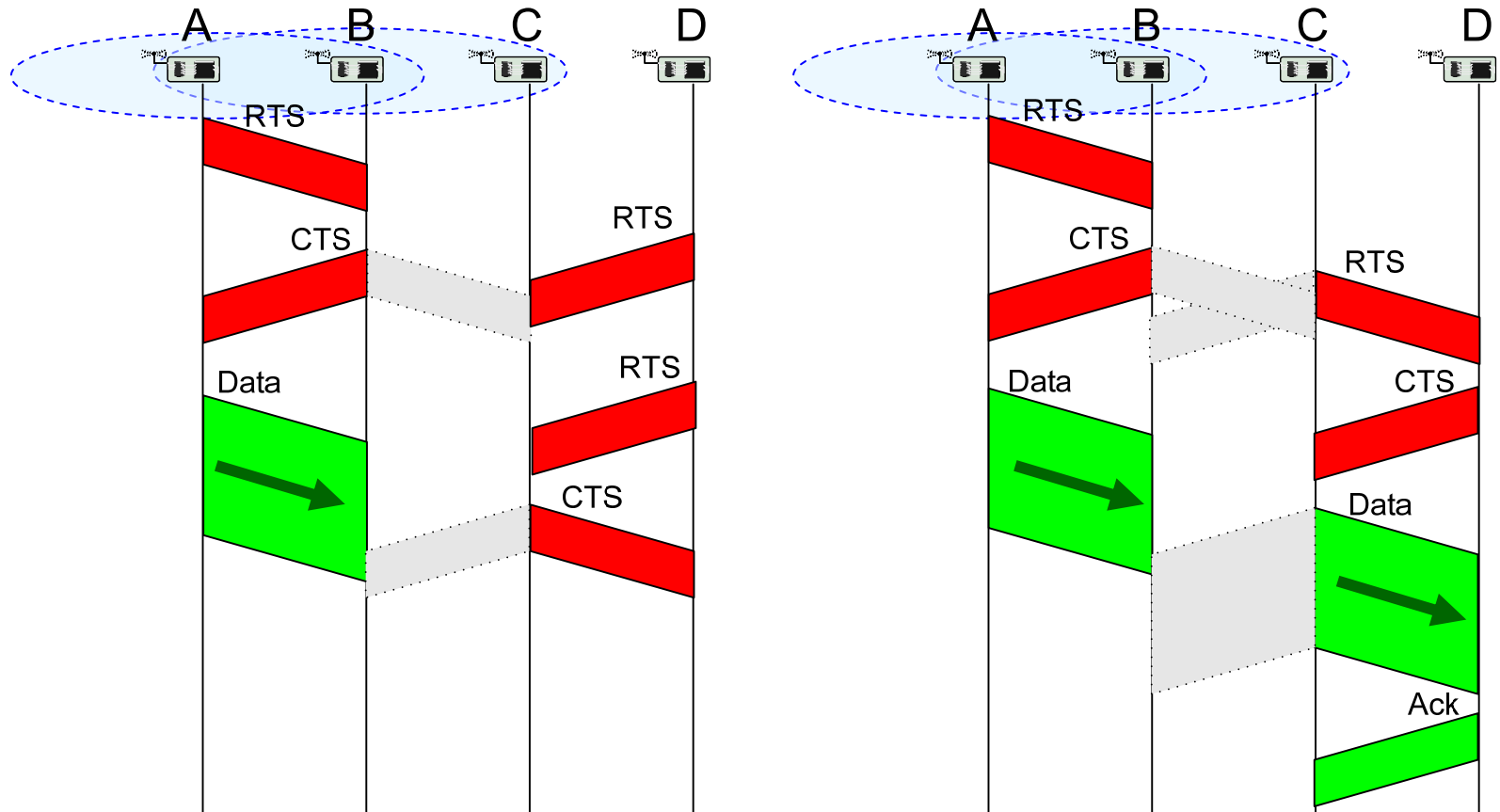
在傳統的 wired LAN 裡頭，當 A 正在傳送資料給 B 時，若 C 也想送資料給 B 時，會先 carrier sense，一旦偵測到有其他 station 正在傳送資料，就會等其他 station 傳完資料之後再試圖傳送。然而，如右圖，在無線的環境裡頭，即使 C 在傳送資料給 B 之前也執行先 carrier sense，仍然無法偵測到 A 傳給 B 的訊號。此時 C 會誤以為目前 media 是 free，所以就傳送資料給 B，將會導致 collision 的發生。這就是所謂的 **hidden terminal problem**

# 802.11 Solution : RTS and CTS Handshake



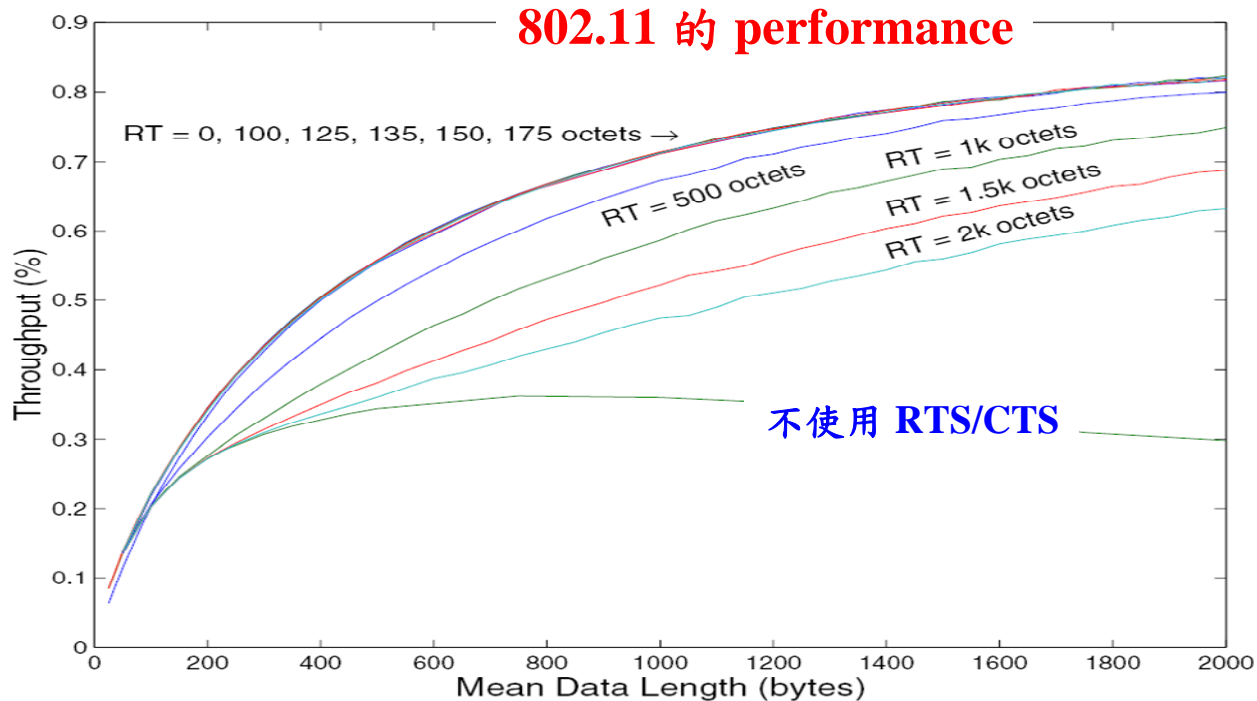
802.11 提供一種方法來減緩 hidden terminal problem：如上，假如 B 想送資料給 C，那麼 B 載送資料給 C 之前必須先送出 RTS (request-to-send)，C 收到 RTS 之後回應 CTS (clear-to-send)。RTS/CTS 訊息交換的目的在於警告周遭鄰居，不要打擾即將進行的資料通訊。如上，若 D 若在「禁止發言期間」傳送資料，將可能造成 C 無法正確接收資料；A 若在「禁止發言期間」期間傳送資料，將可能造成 B 無法正確接收 ACK (acknowledge)。

# RTS/CTS : Not A Complete Solution



RTS/CTS 無法徹底解決 hidden terminal problem 的原因：  
無法保證 CTS 一定能夠成功地警告到鄰居

# RTS/CTS Mechanism Can Boost the Performance

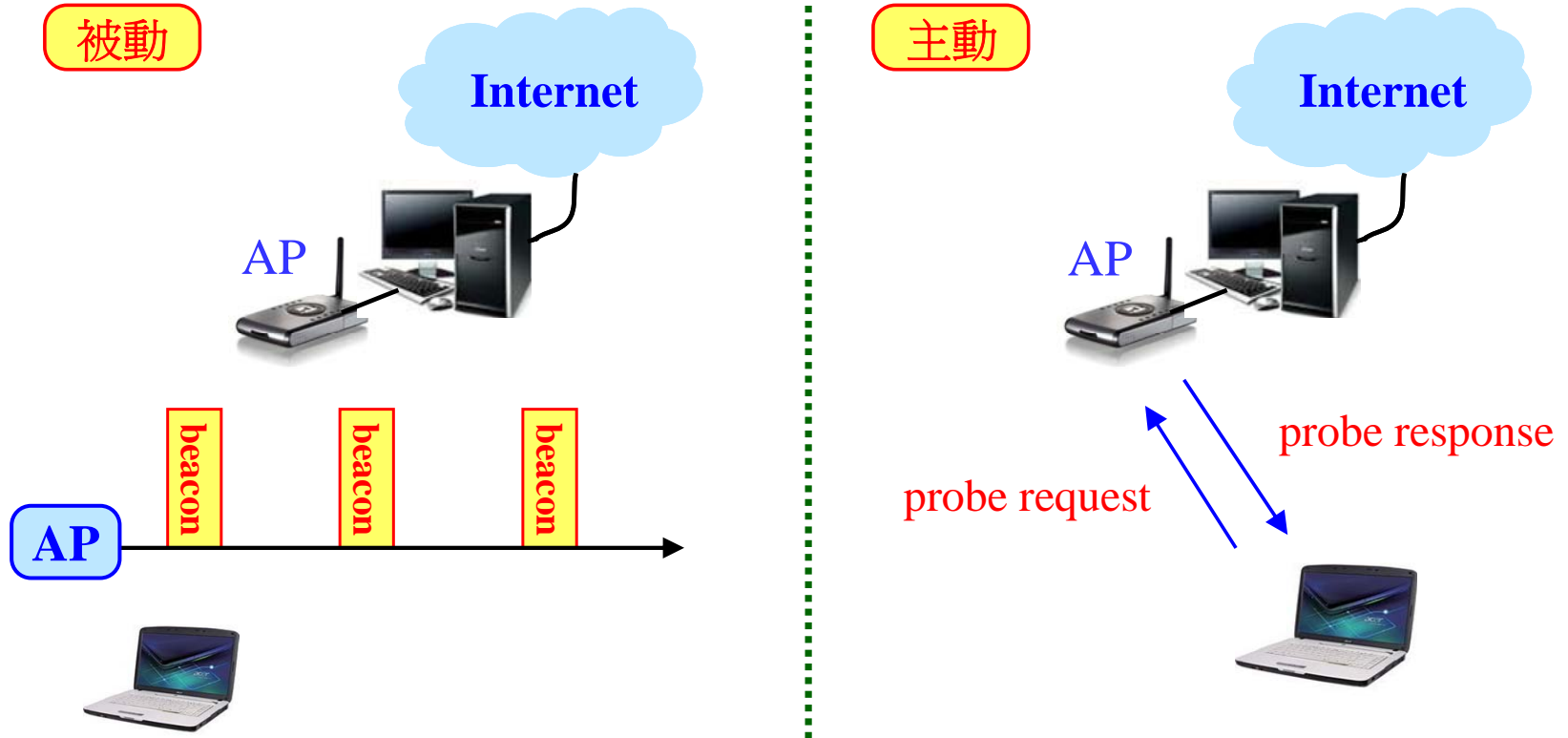


S.-T. Sheu, T. Chen, J. Chen, and F. Ye, "The Impact of RTS Threshold on IEEE 802.11 MAC Protocol," *IEEE International Conference on Parallel and Distributed Systems*, pp. 267-272, Taiwan, December 17-20, 2002.

雖然 RTS/CTS 無法徹底解決 hidden terminal problem，  
但實驗結果顯示：使用 RTS/CTS 能有效提高網路效能（throughput）

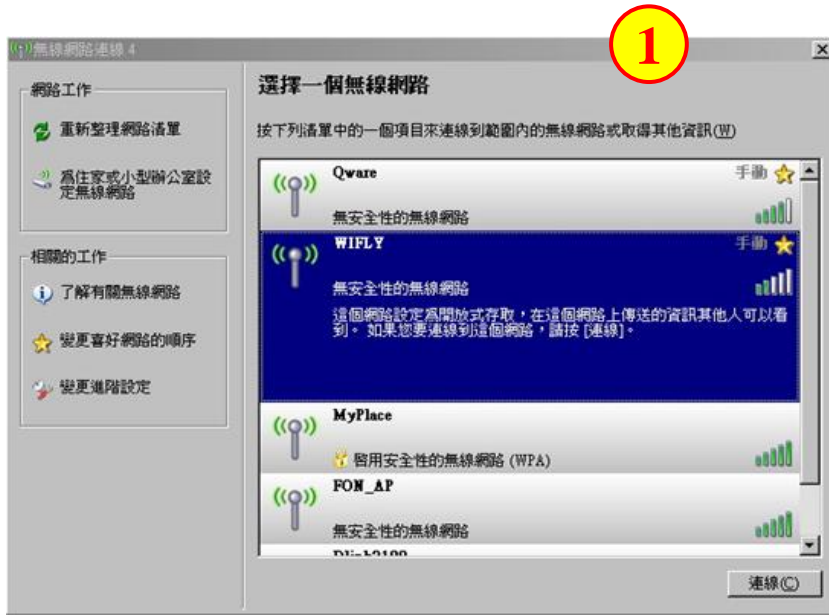


# How to Find an Access Point ?



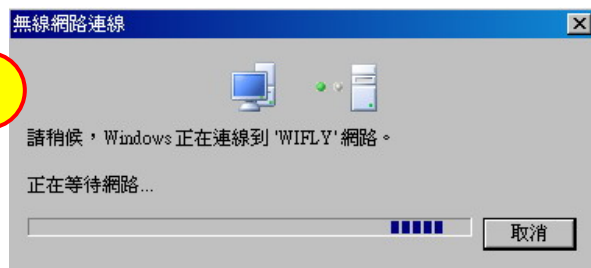
要透過無線區域網路連上 Internet，第一步就是要先找到 access point（簡稱 AP）。AP 會定期發送 beacon（約一秒鐘），mobile station 聽到 beacon，便可知道有 AP 的存在。如果沒聽到 beacon，也可主動發出 probe request 訊息。AP 收到後，必須回應 probe response。

# Access the Internet via AP



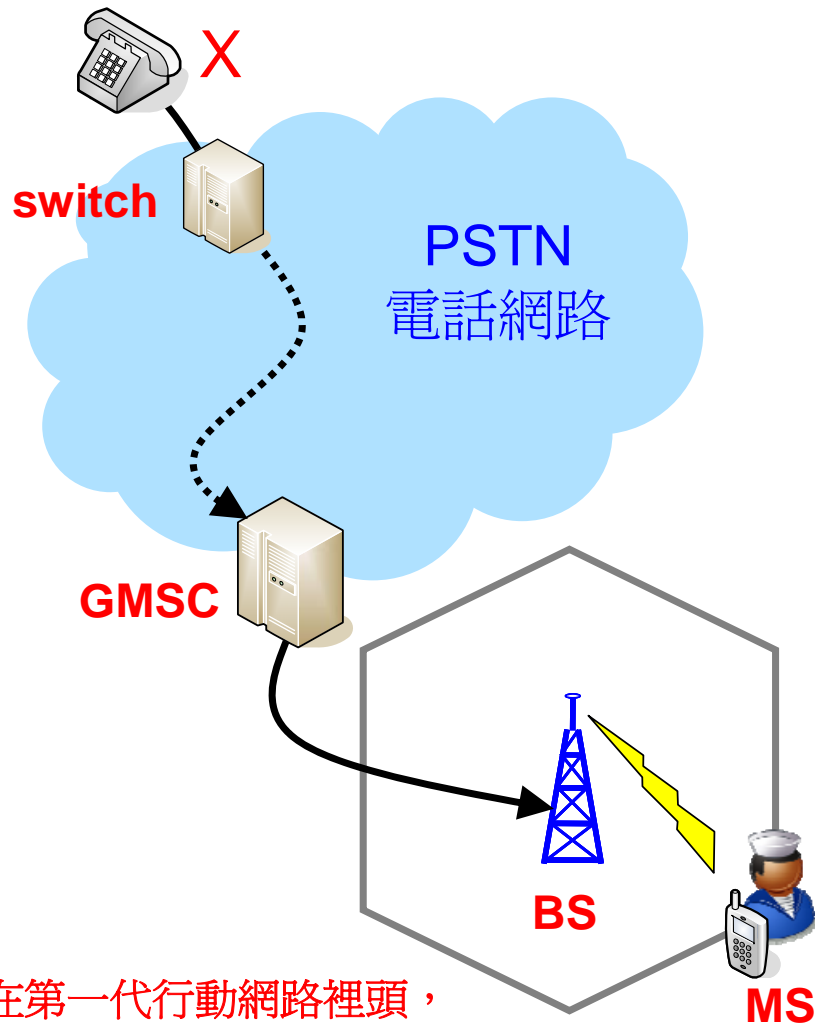
1. 選取【網路上的芳鄰】再按右鍵選取【內容】，開啓【網路連線】

2. 選取【無線網路連線】再按右鍵選取【檢視可用的無線網路】



選取【檢視可用的無線網路】之後，mobile station 會按投影片上一頁所介紹的方法開始偵測是否有 AP 的存在。若有，按「連線」，當【已連線】出現時，就可以透過 AP 連上網際網路

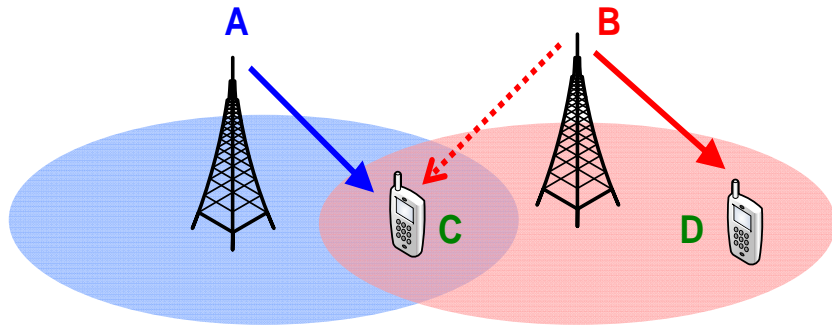
# First Generation Cellular Network



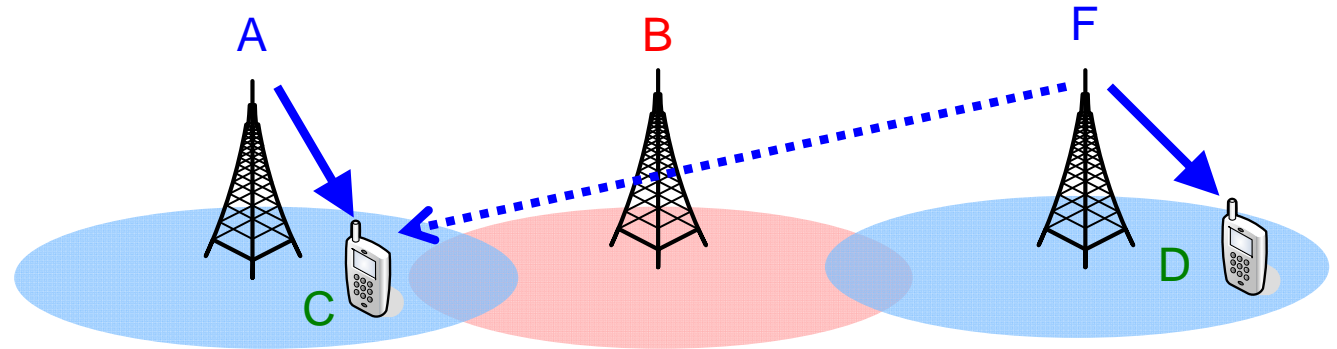
在第一代行動網路裡頭，  
MS 只能在 cell 裡頭行動，  
離開 cell 就無法接行動電話

左圖顯示最早期，約 1950 年代的行動電話網路，當 X 撥打 mobile station (簡稱 MS) 的手機號碼時，switch (相當於 Internet 裡頭 router 的角色) 就將這通電話連接至 GMSC (gateway mobile switch center, gateway 通常用來連接兩個異質性的網路；MSC 和傳統 switch 的差別在於 MSC 多增加處理有關 mobility 的事務)，GMSC 要求 base station (簡寫成 BS) 發出 paging 訊號呼叫 MS，如果 MS 有回應，這通電話就會接上

# Second Generation Cellular Network



爲了避免相鄰的基地使用相同頻率的訊號，導致 C 無法正確接收訊號，因此相鄰的基地台必須使用不同頻率的訊號



由於無線訊號衰減的非常快，和距離的 2~6 次方成反比。因此只要 A 和 F 距離夠遠，A 和 F 就能使用相同的 frequency。這就是 **frequency reuse** 觀念的由來。現在的大哥大業者就是利用 frequency reuse 的觀念建置「**蜂巢式**」行動電話網路。

# The Deployment of Base Stations

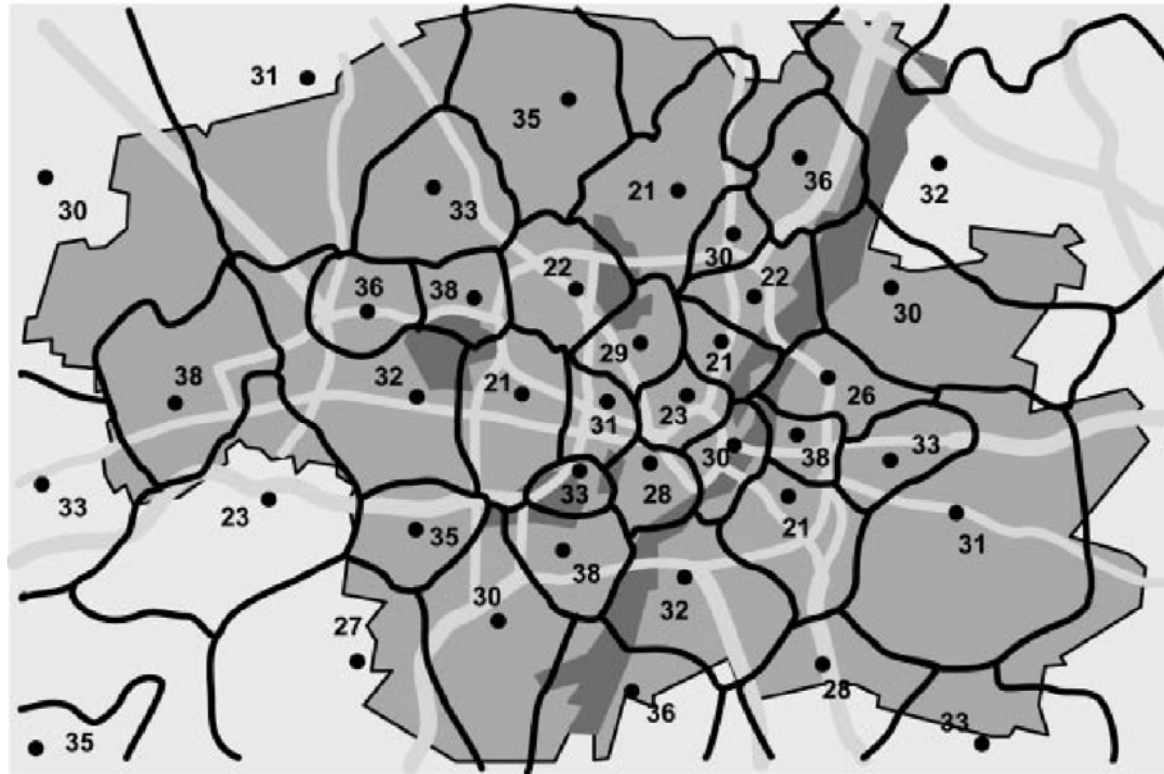


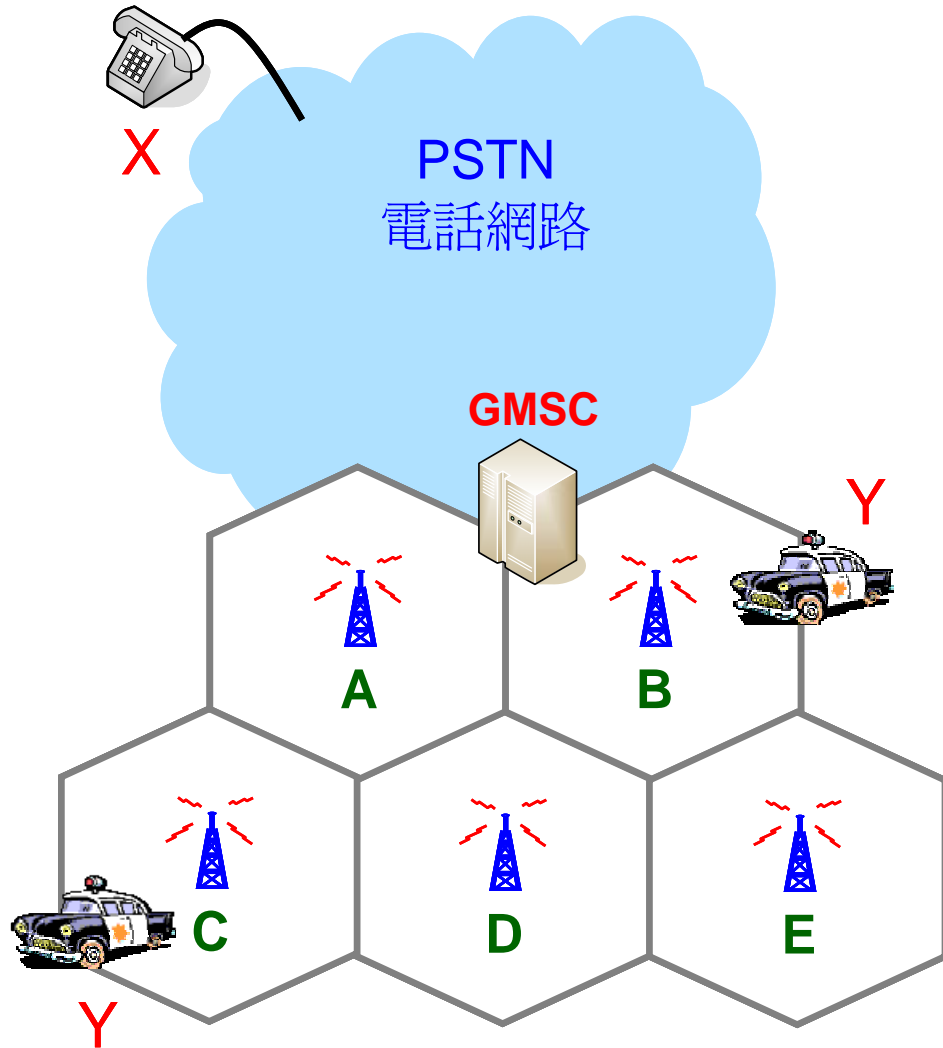
Figure 2.16: Cell structure of a real network

上圖所示為為一真實世界的基地台佈建情況（在德國）

基地台的涵蓋範圍既非圓形，也非六角形，而是接近圓形的不規則形狀



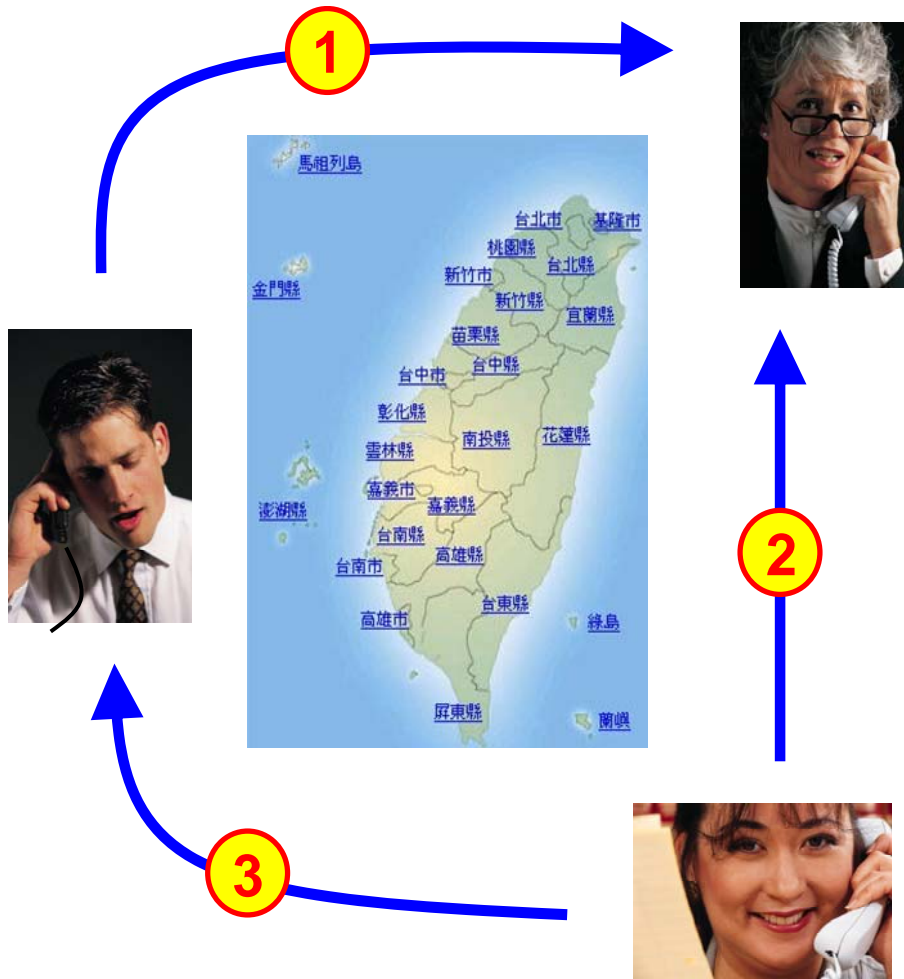
# The Goal of Mobility Management



一旦業者布建大量的 cells，而 mobile user（如圖之使用者 Y）若在 cells 之間到處跑來跑去，當 X 撥打行動電話給 Y 時，GMSC 如何得知 Y 目前正在哪個 BS 的管轄範圍（coverage area）之內？

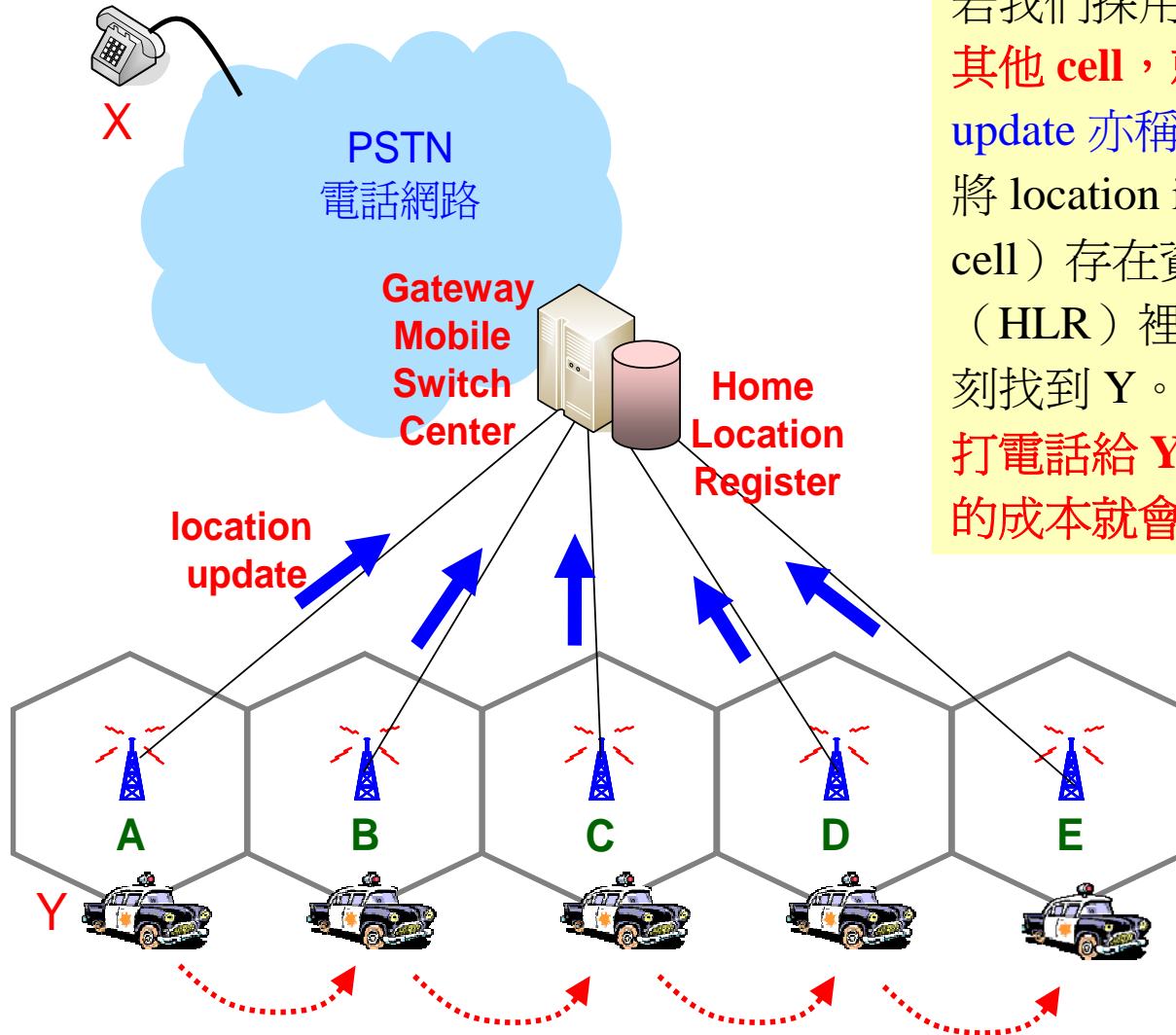
**Mobility management**（或者稱為 **location management**、**roaming management**）的目的就是要找出 **MS** 目前所在的位置（被哪個 **BS** 所管轄）

# The Principle of Mobility Management



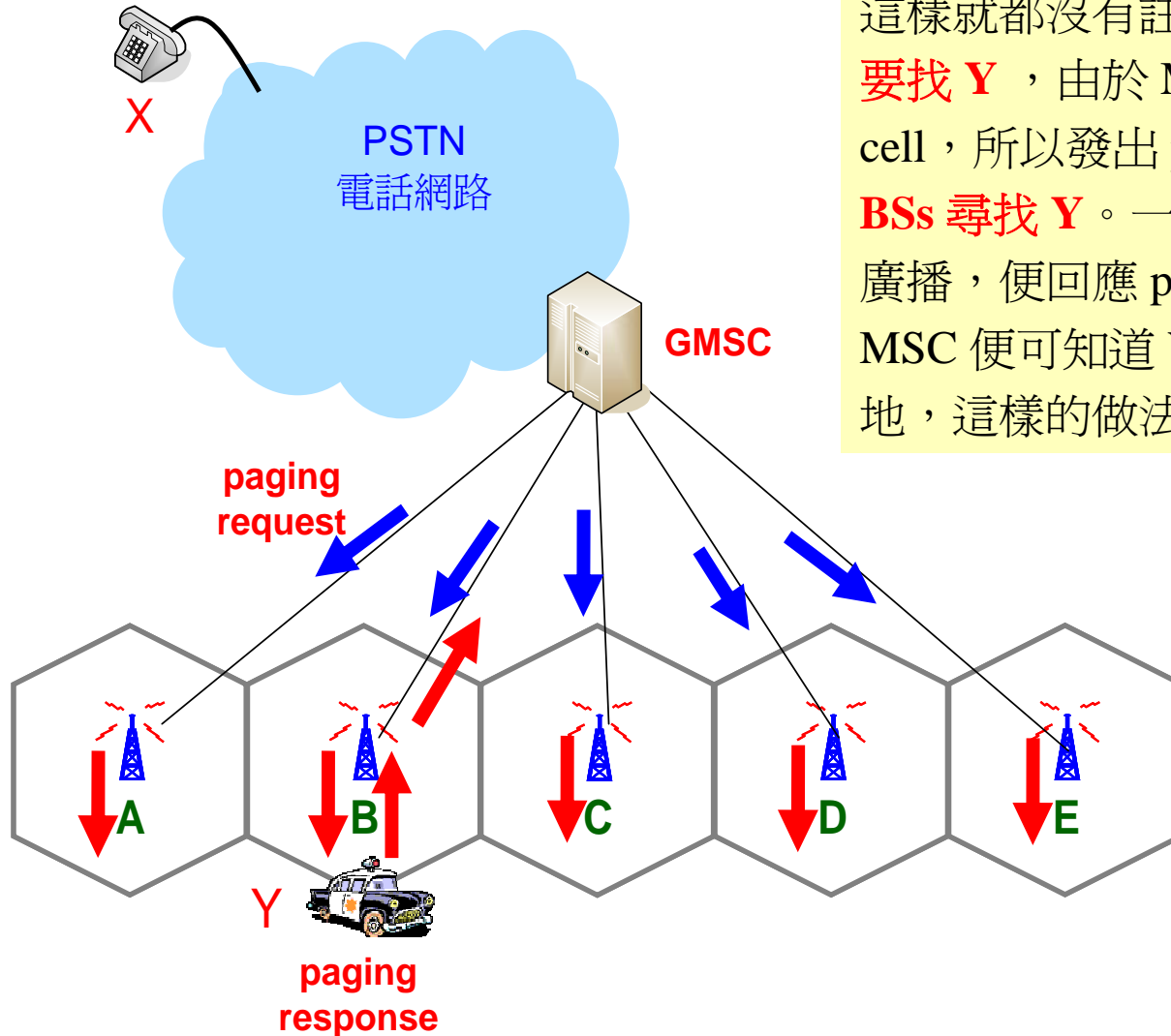
想想看，如何使用現行的有線電話系統來達到接近行動電話的效果？舉例來說，如果你喜歡在台灣到處旅遊，如何能夠隨時讓別人聯絡得到你？一個簡單的辦法是：不管你走到哪兒，你都打個電話告訴媽媽你目前正在哪間旅館（location update）。如果你的朋友想打電話給你，她先打電話問你媽。你媽媽告訴你朋友你現在的旅館電話，接著你朋友便可打電話到旅館聯絡你。

# Location Update When Crossing Cell



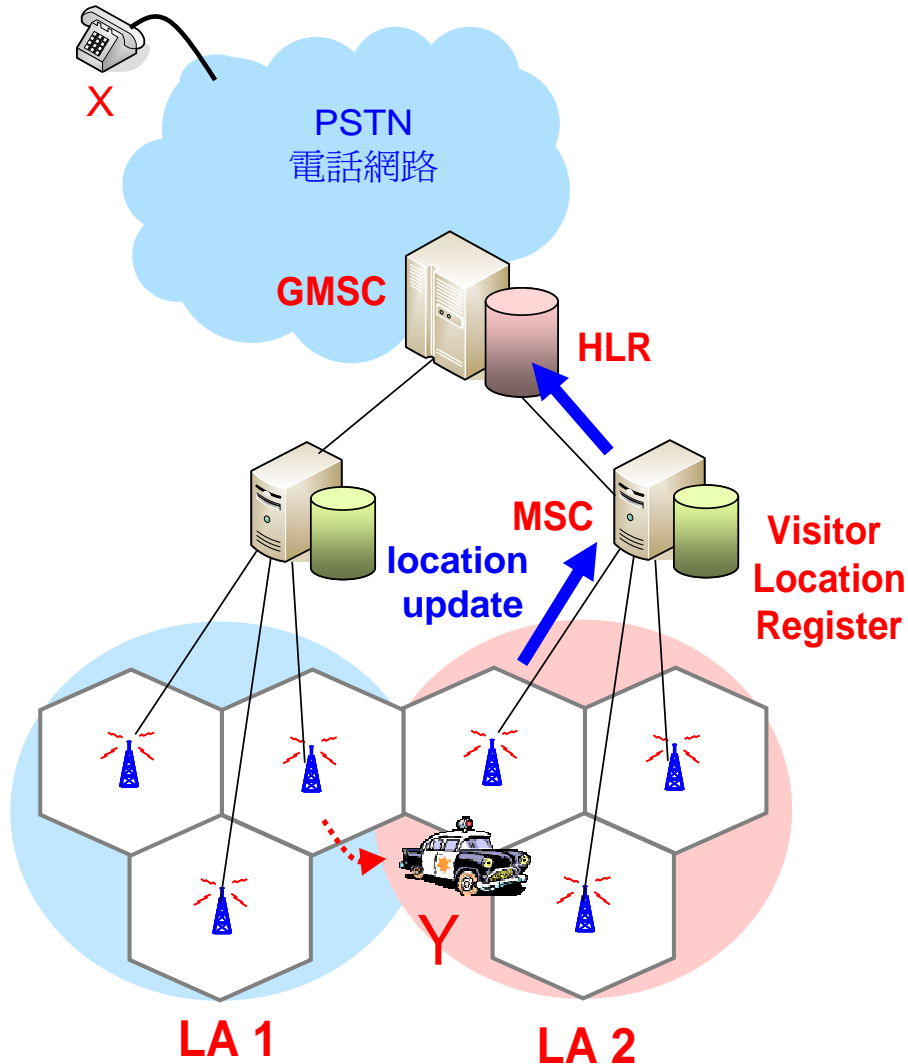
若我們採用下列策略：只要 **MS** 跨越到其他 **cell**，就向 **GMSC** 註冊（location update 亦稱為 registration），將 location information（現在正在哪個 cell）存在資料庫 home location register（HLR）裡頭。一旦 X 想找 Y，便可立刻找到 Y。但想想看，如果一直都沒人打電話給 Y，那這樣的 **location update** 的成本就會很高

# No Location Update, Paging All Base Stations



另一個完全相反的策略是**都不要做註冊**，這樣就都沒有註冊成本了。但是一旦有人**要找 Y**，由於 MSC 也不知道 Y 正在哪個 cell，所以發出 paging request，**請求所有的 BSs 尋找 Y**。一旦 Y 聽到 paging request 的廣播，便回應 paging response。如此一來 MSC 便可知道 Y 現在在哪個 cell。很明顯地，這樣的做法 paging cost 太高了

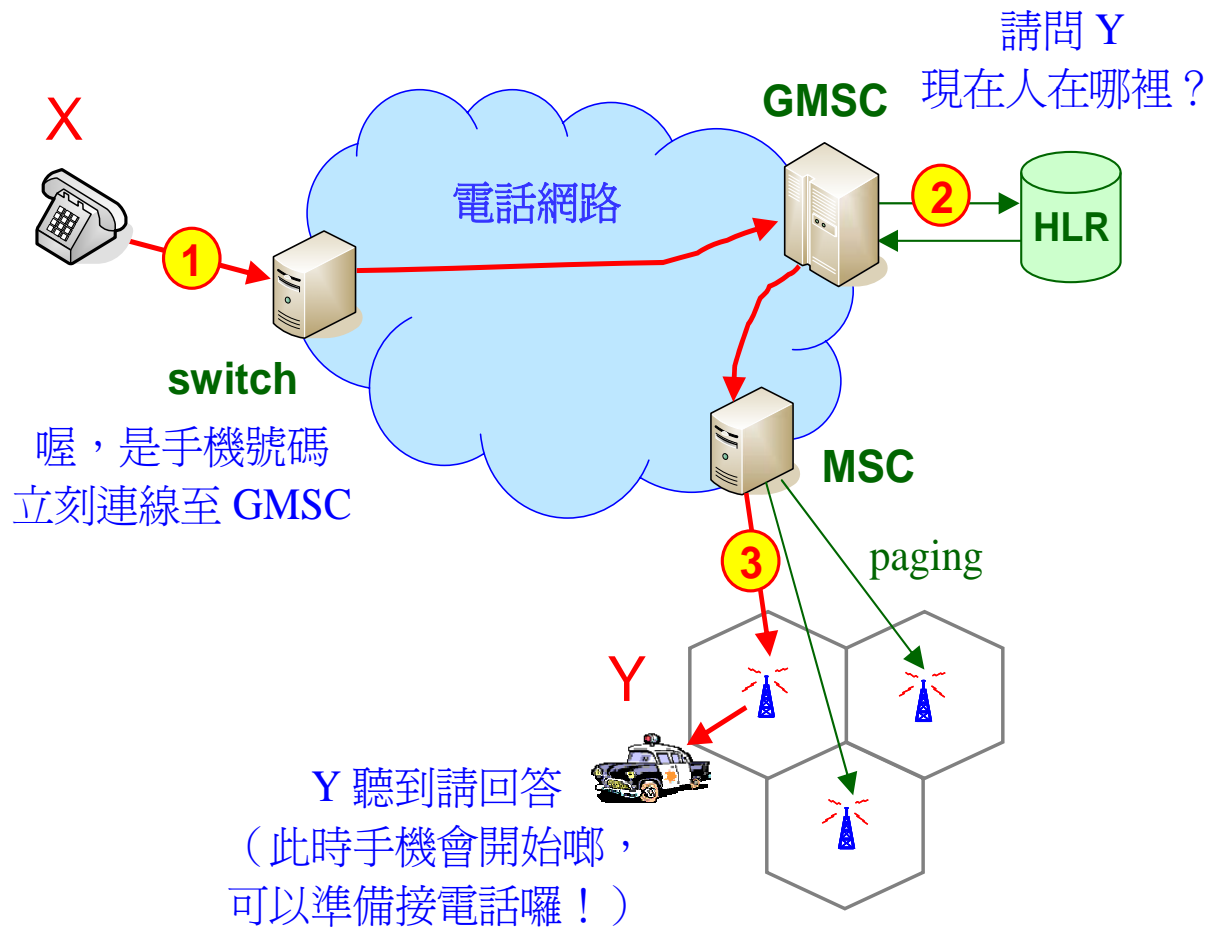
# Location Update in GSM



一個折衷的辦法是：好多個 cells 才形成一個 location area (LA)，只有當 MS 跨越 LA 時才向 HLR 註冊。LA 裡頭所有的 BSs 由一個 MSC 來管轄。

註：VLR 是資料庫，裡頭儲存 MS 的相關資料，比如是否有繳費

# Call Delivery Procedure in GSM



當 X 打電話給 Y 時，立刻連線至 GMSC，透過查詢 HLR 便可知 Y 目前正被哪個 MSC 所管轄，因此通知 MSC 發出 paging request 給其所管轄的 BSs。這些 BSs 全都發出 paging request，一旦 MS 接起手機，便可開始講電話