

Chapter 1

個人通訊服務簡介

Introduction to

Personal Communications Services

課程目標

- 個人通訊服務（Personal Communications Services，PCS）的概念，就是希望以各種無線通訊（wireless communication）的技術，針對個人的需求提供可在任何時間（anytime）、任何地點（anywhere）、以任意型式的終端設備（any terminal）存取資訊的服務。
- 本章節將介紹個人通訊服務網路（PCS network）的基本架構與網路上的各個元件，並將介紹行動電話的演進。

章節目錄

- 個人通訊服務的概念
- 個人通訊服務網路的架構
- 行動電話的歷史
- 個人通訊服務的範疇
- 多媒體應用之無線網路技術
- 帳務系統
- 結語
- 作業

Section 1.1

個人通訊服務的概念

PCS Concepts

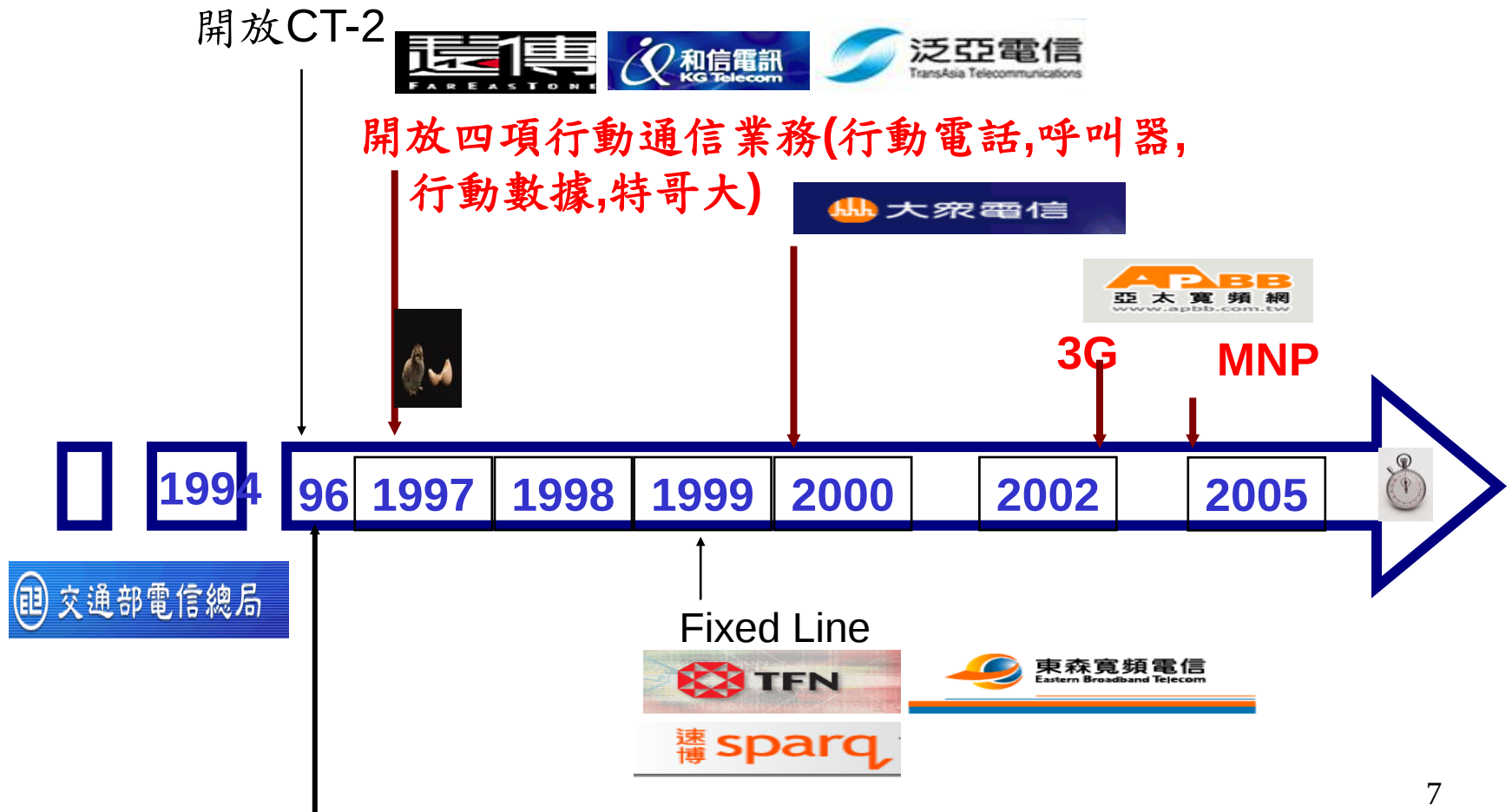
個人通訊服務的概念

- 個人通訊服務（Personal Communications Services, PCS）的概念，就是希望以各種無線通訊（wireless communication）的技術，針對個人的需求提供可在任何時間（anytime）、任何地點（anywhere）、以任意型式的終端設備（any terminal）存取資訊的服務。
- 可以自由移動：行動力（mobility）
- 24 hours 提供服務
- 個人化（personality）

行動通訊

- 如何達成行動通訊（mobile communication）
 - 蜂巢式行動電話（cellular phone）
 - 無線區域網路（Wireless Local Area Network，WLAN）
- 行動電話與傳統有線電話的比較
 - 有線或無線傳輸
 - 人們是否能夠自由自在的移動和通話
 - 傳統有線電話通常是屬於一家人或一間公司共享的。
然而行動電話卻是代表個人。

台灣電信業務開放近程



Section 1.2

個人通訊服務網路的架構

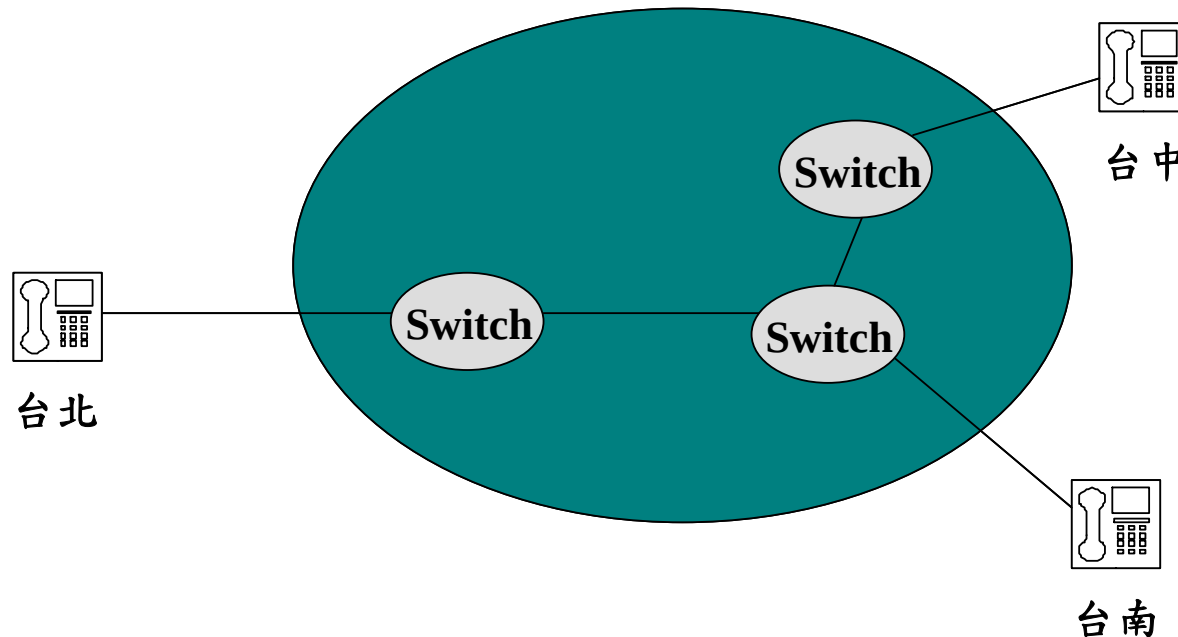
Architecture of PCS Networks

公眾電話交換網路

- 公眾電話交換網路（Public Switched Telephone Network，PSTN）指的是我們熟悉的有線電話網路，提供基本的通話服務。 
- 在通話的期間，電話公司會為這通電話建立一條固定的專屬的通話連線，只有雙方的語音資料能在此電話線路上傳送。

圖 1-1 PSTN 示意圖

- 當用戶講電話時，聲音會經由電話線，連到電信公司的交換機（switch）上。交換機會將通話一站接一站地轉接，最後連到對方的有線電話上。



公眾行動電話網路

- 行動電話業者佈署的電話網路稱為公眾行動電話網路（Public Land Mobile Network，PLMN）。 
- 隨著手機的移動，電話線路就隨之轉而連接到該處，以此提供行動的能力。
- 除了蜂巢式行動電話系統外，其他各種以無線電技術提供電話服務的系統都有著類似的架構，都可用圖1-3來說明。 

圖 1-2 PLMN 示意圖

- 車內的手機透過無線電波與基地台（base station）溝通，其後端也需透過許多的交換機，最後將電話轉接到PSTN的電話上。

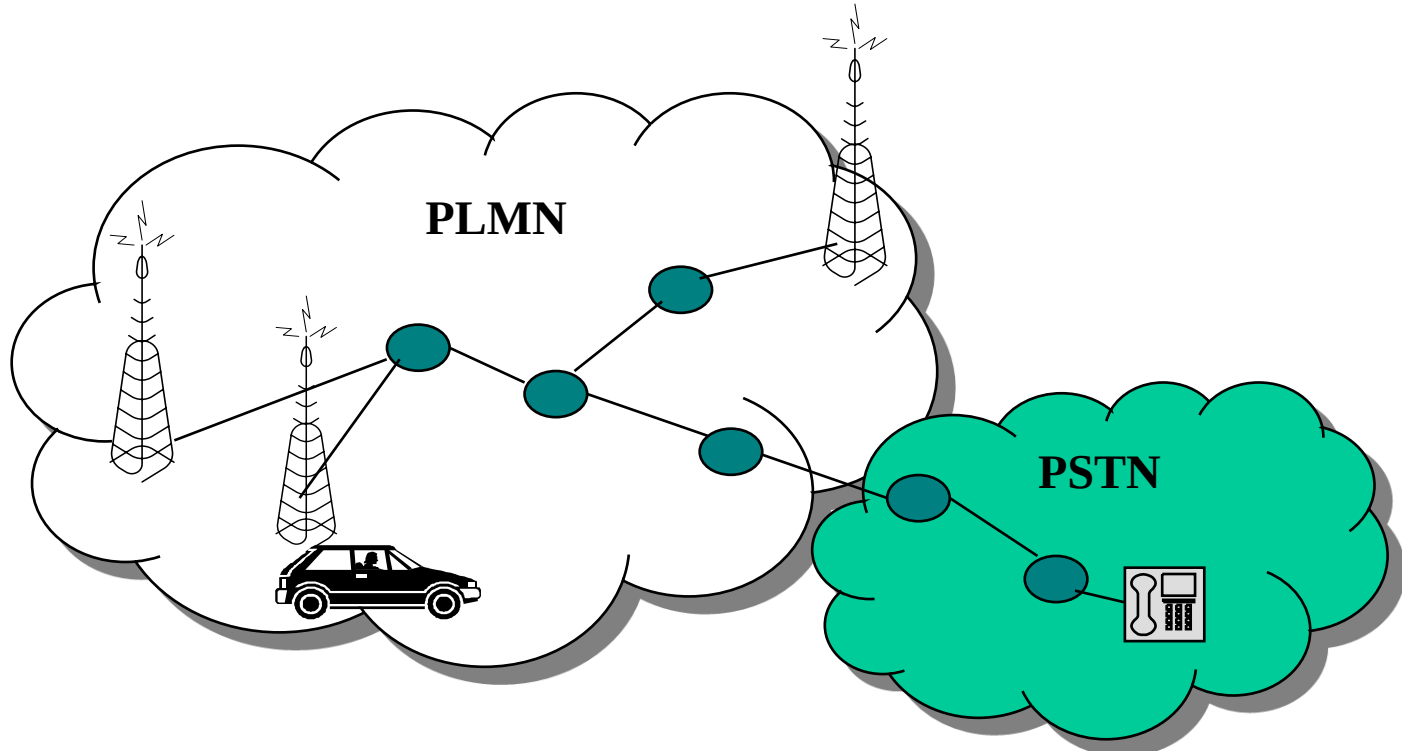
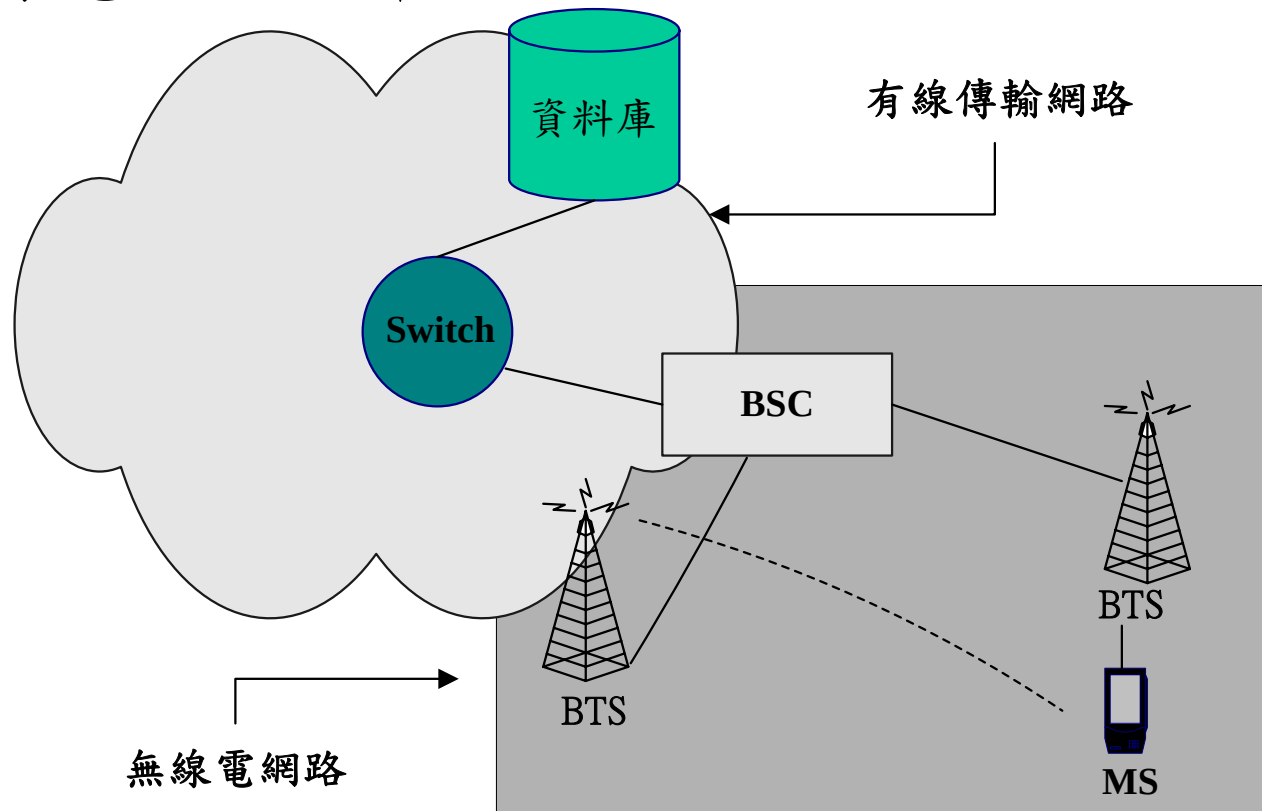


圖 1-3 PCS 網路架構圖

- 個人通訊服務網路的基本架構，分成有線網路與無線電網路兩部份。



無線電網路部份

- 稱為無線電網路（radio network）或接取網路（access network）
- 包含兩個基本的元件
 - 手機（Mobile Station，MS）
 - 基地台子系統（Base Station Subsystem，BSS）
- 無線電的基本原理請見第二章。
- 蜂巢式行動電話系統上的無線電技術請見第三章。

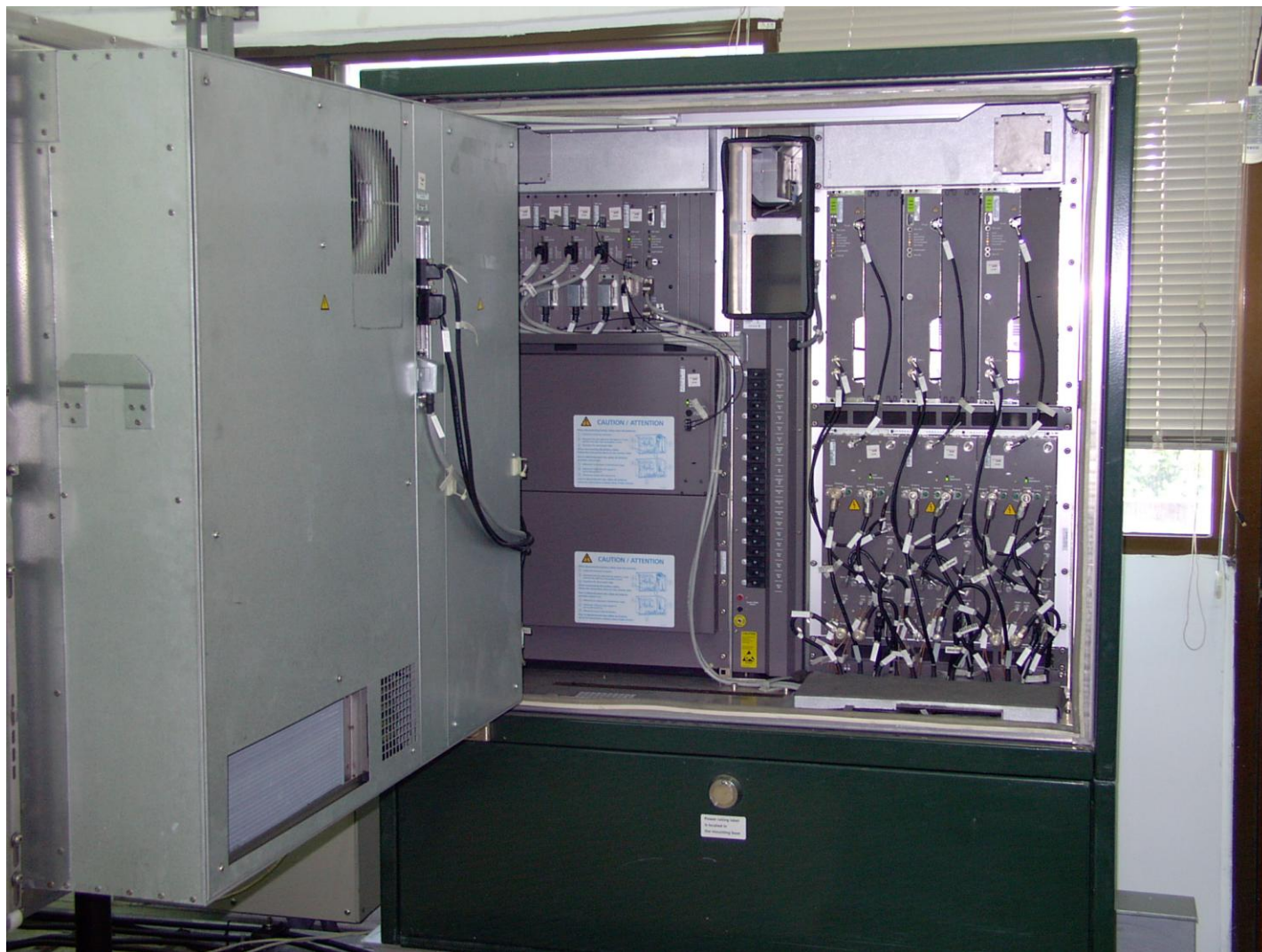
基地台子系統

- 基地台子系統分成
 - 基地收發台（Base Transceiver Station，BTS）
 - 基地台控制器（Base Station Controller，BSC）
- BTS提供無線電擷取的功能，透過無線電與手機溝通，只要在BTS的通訊範圍內，手機便可與BTS互動。
- BSC控制BTS的運作，與後端的有線網路相連，建立電話。

GSM 天線



GSM 基地收發台



有線網路部份

- 如同PSTN，PCS系統也需要交換機將電話轉接到正確的路徑。對於行動電話系統，這些交換機有個特別的名稱，稱為行動交換中心（Mobile Switch Center，MSC）。
- MSC除了具有交換機基本功能外，還會連接到一些儲存與手機、話務資訊相關的行動資料庫（mobility database），最特別的是資料庫中存有手機目前位置的資料。
- 在後端這些資料庫與交換機形成的網路，又被稱為核心網路（core network）。

行動管理

- PCS系統的行動管理（mobility management）機制會隨時監控用戶的移動狀況，記錄手機的位置，管理通話中使用者跨越基地台時接續電話的服務（稱為交遞，handoff）。
- 行動管理請見第四章。

第七號信令系統

- 電話網路上傳送的包括使用者資料與控制網路信號（signal）
- 傳送控制信號的網路稱為信令網路（signaling network）
- 在電信網路中最常被使用的信令是第七號信令系統（Signaling System No. 7，SS7）
- SS7請見第五章。

Section 1.3

行動電話的歷史

History of Mobile Systems

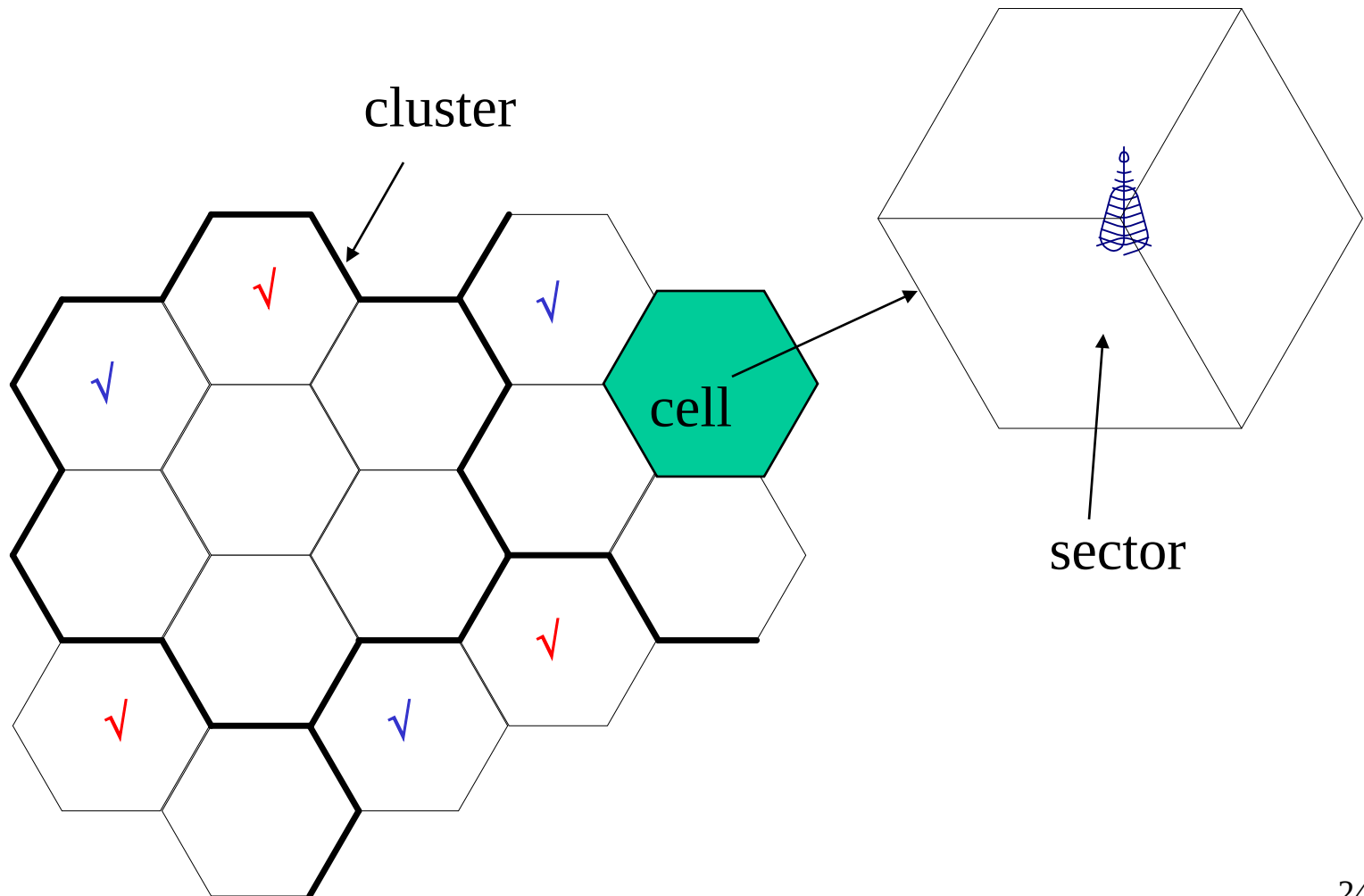
最早的行動電話

- 1901, long-distance wireless transmission
- 在1920年底特律警車使用的無線電通訊系統，可以算是最早的行動電話，但此時只有單向廣播功能。直到1930年早期，雙向通話的系統才開始運作。
- 不久之後使用調頻（Frequency Modulation，FM）技術的行動電話才開始問市。
- 到了第二次世界大戰，大量的行動電話技術被應用於軍事中。這時候的行動電話基地台都必須建構高功率的發射機，以提供大範圍的服務。基地台都必須分配不同的頻段（frequency band），以避免互相干擾。

蜂巢式的觀念 (1/2)

- 到了1940年代末期，貝爾實驗室提出蜂巢式（cellular）的觀念。
- 基地台採取較小功率發射機，提供小範圍的服務，但在其他離該基地台較遠的地方，便可重複使用相同無線電頻道，而不會互相干擾。
- 每個基地台電波的涵蓋範圍，稱為細胞（cell）。當電信業者佈建了一個個基地台，其涵蓋範圍連接在一起的形狀就像是蜂巢一樣，故稱為蜂巢式行動電話。

蜂巢式的觀念 (2/2)



PCS 的演進

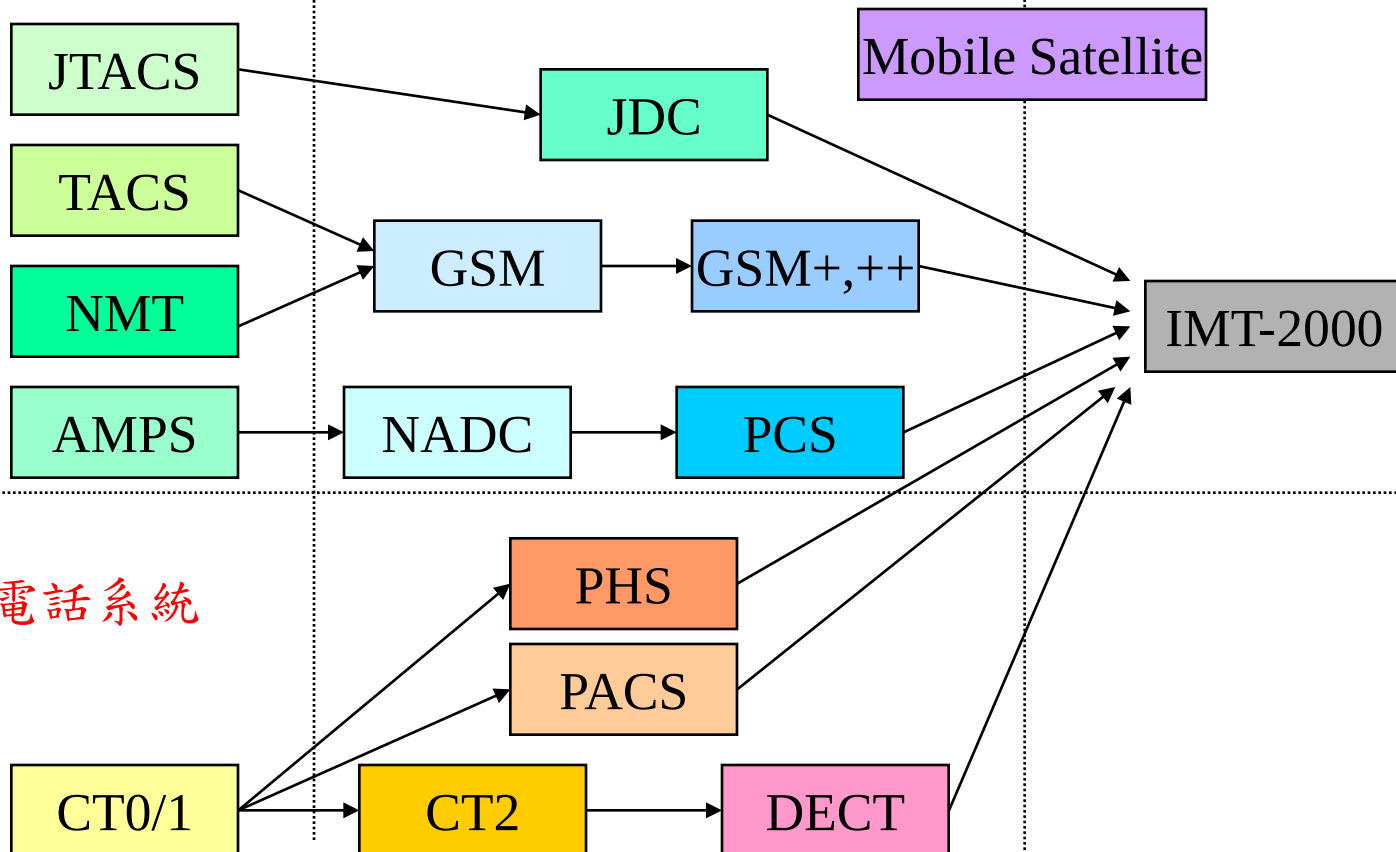
第一代

第二代

第三代

行動電話系統

數位無線電話系統

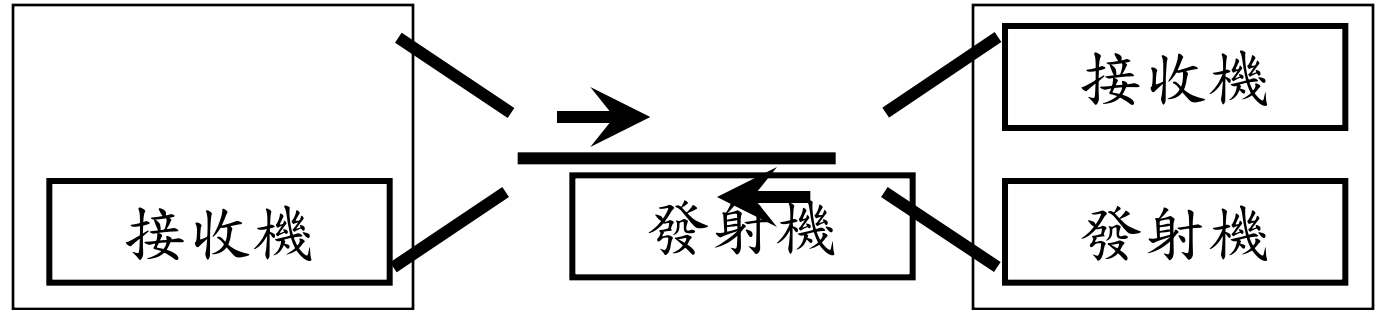


多工與多重存取

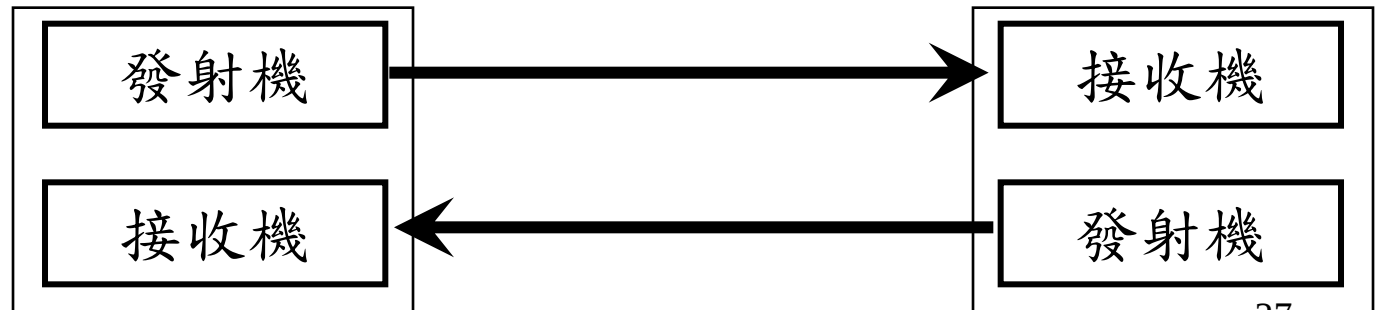
- 為讓許多使用者同時間通訊，會使用到多工（duplex）技術與多重存取（multiple access）技術。
- 多工與多重存取分屬兩個不同範疇的技術，但技術本身有許多相似性，故在此一併介紹。

半雙工v.s.全雙工

- 半雙工：參與通訊的兩方，可以輪流交替傳送訊息。

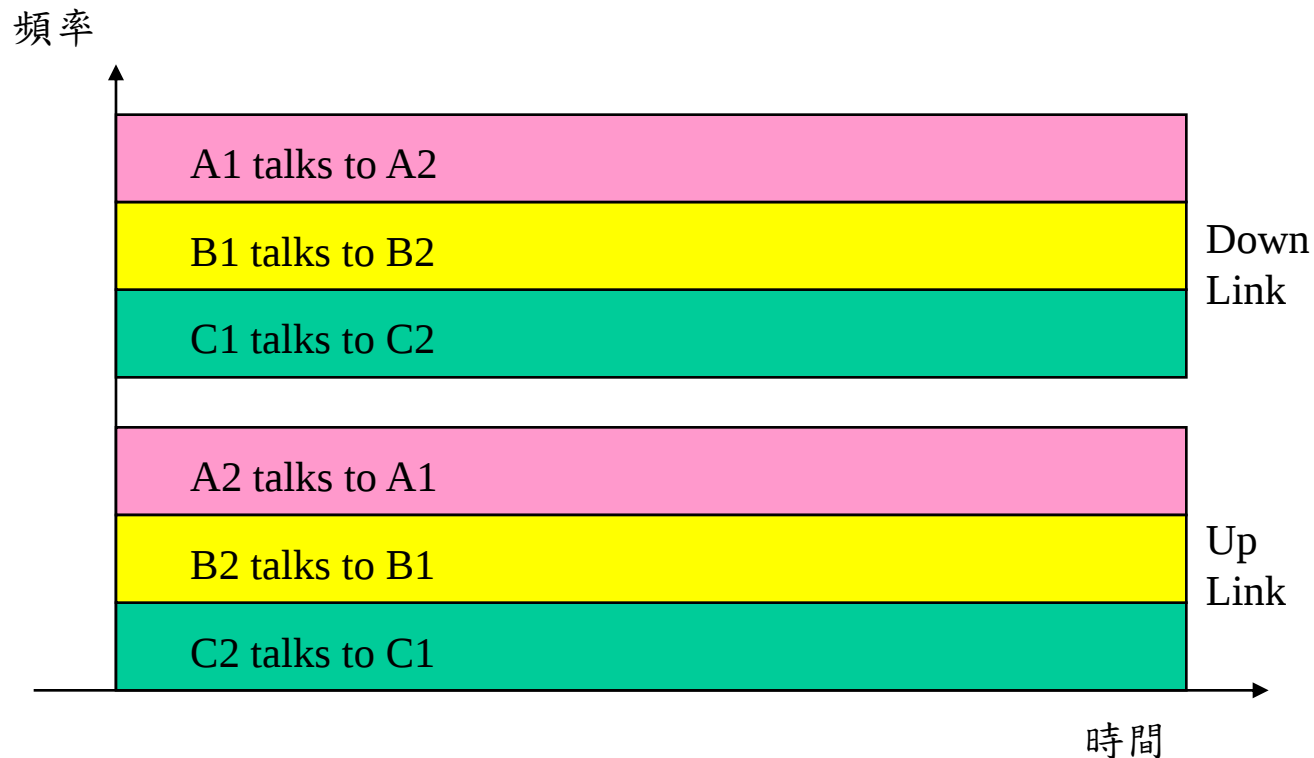


- 全雙工：通訊的兩端用戶都可以同時進行通話的傳送與接收。



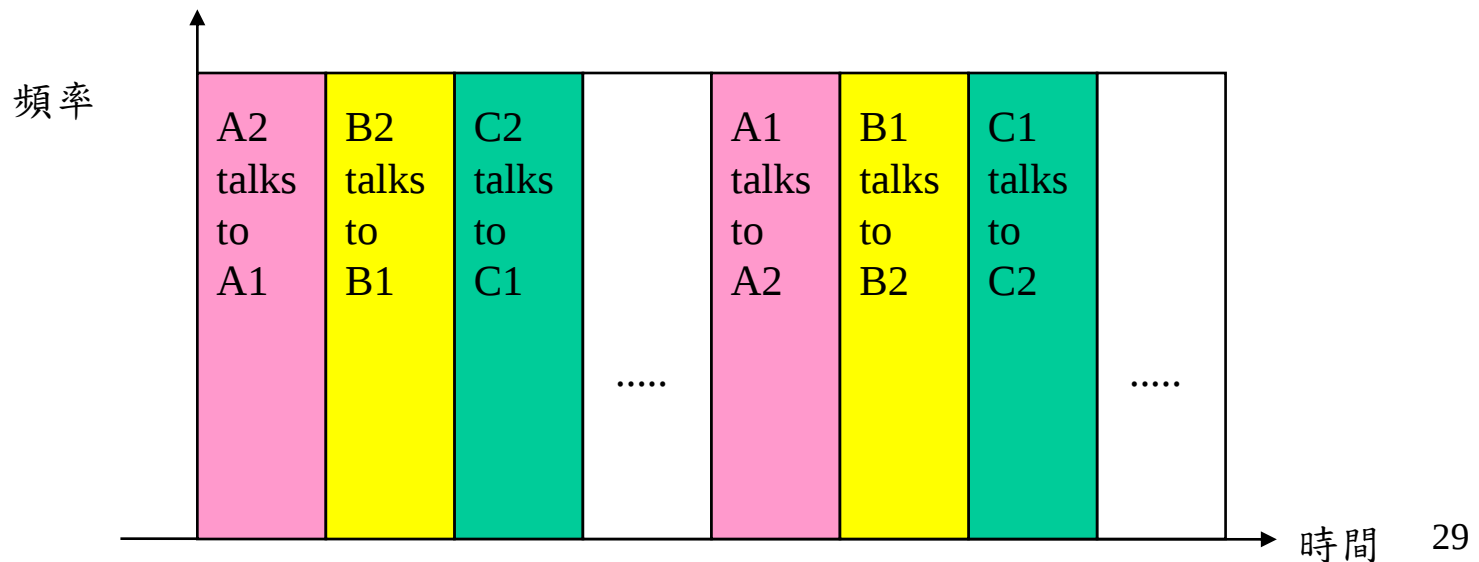
分頻多工

- 兩個方向的訊號分別使用不同頻率的通道來傳送。



分時多工

- 兩個方向的訊號只使用單一頻率的通道傳送，但利用時間的區隔，讓兩個使用者能輪流使用通道，但時間間隔短且傳輸速率高，感覺上就好像同時通信。

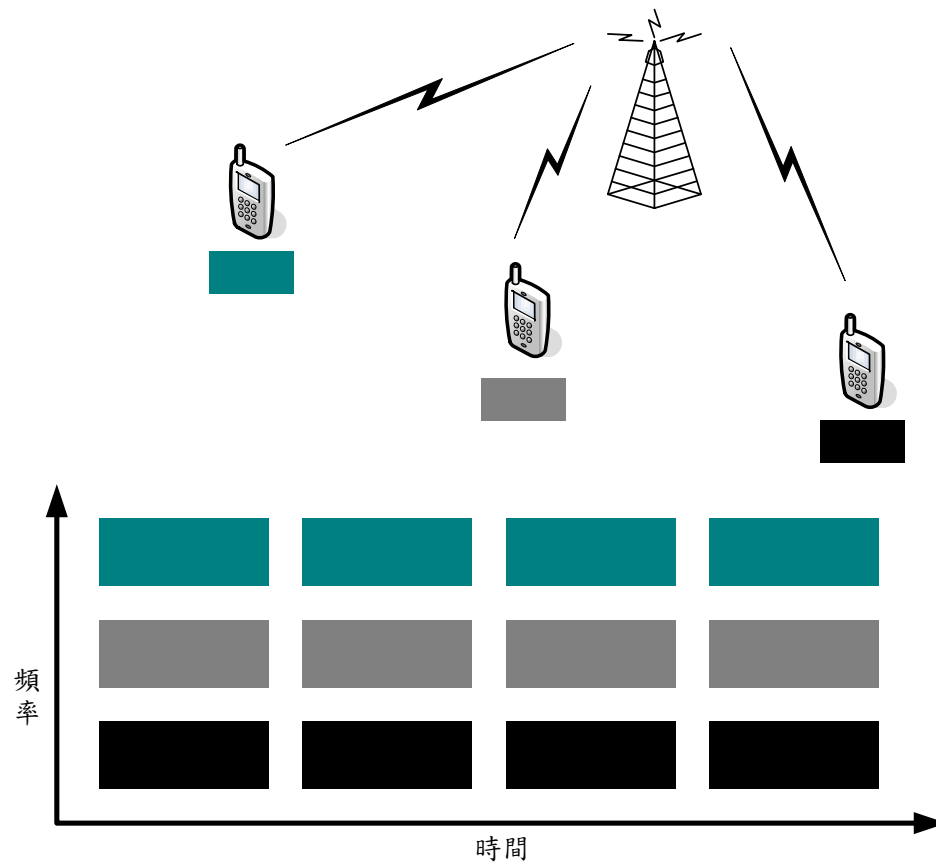


多重存取

- 多重存取（multiple access）是利用相同的實體通信媒介，讓很多的使用者同時傳送資料。
- 如何區隔不同的使用者且避免彼此干擾，是多重存取的關鍵。
- 中文翻譯裡不論是多重存取、多重接進，還是多重接取，指的都是multiple access。

分頻多重存取

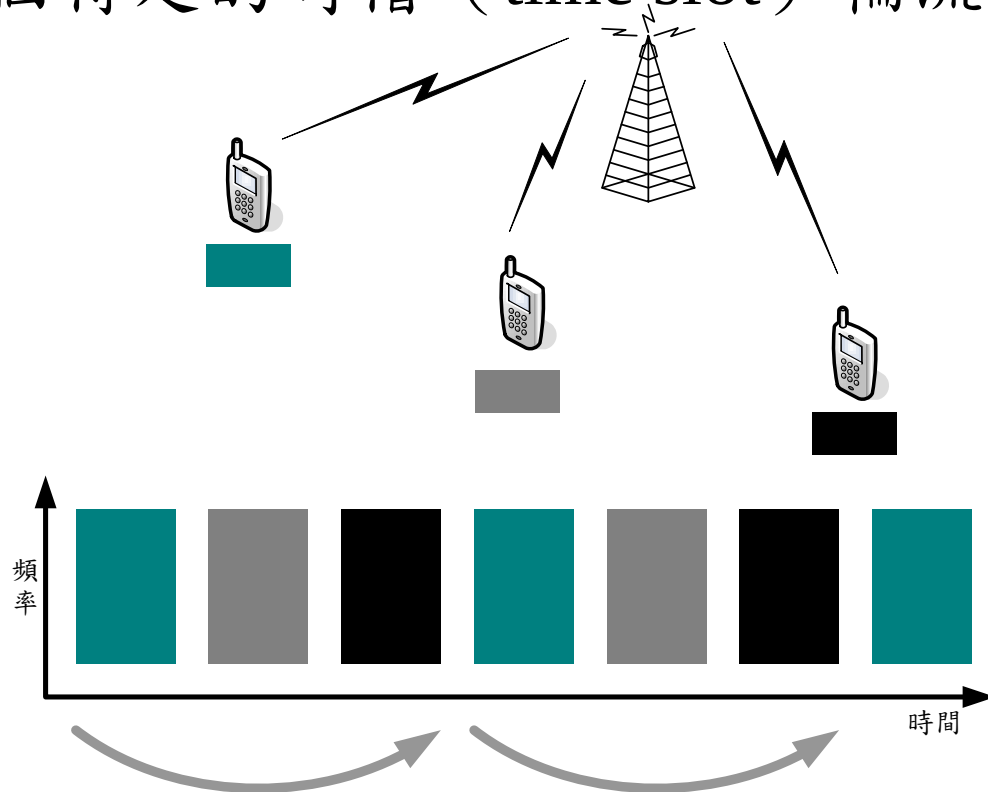
➤ 利用不同的傳送頻率，來區隔不同的使用者。



圖中共有3個使用者。

分時多重存取

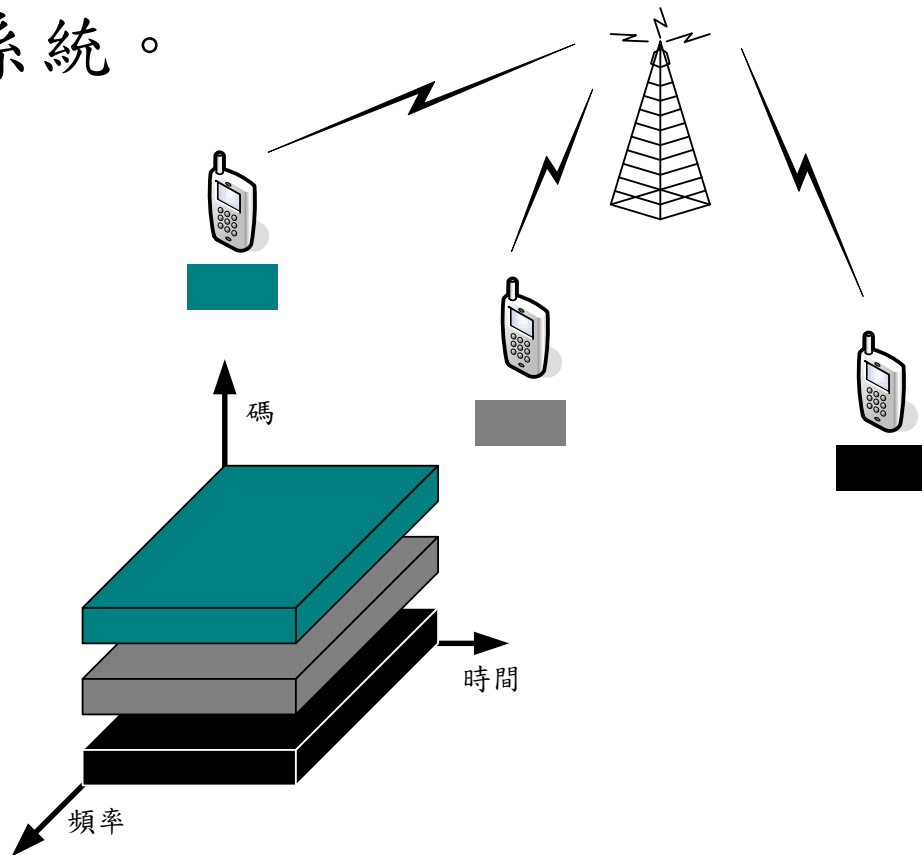
- 用時間來區隔不同的使用者。分配每位使用者一個特定的時槽（time slot）輪流使用。



圖中共有3個使用者。

分碼多重存取

- 用不同的碼來區隔不同的使用者。使用於展頻通訊系統。



圖中共有3個使用者。

2G Cellular Telephony

- Global System for Mobile Communications (GSM)
- EIA/TIA IS-136 Digital Cellular System
- EIA/TIA IS-95 Digital Cellular System
- Japanese Digital Cellular (JDC) in Japan

Global System for Mobile Communications (GSM) (1/2)

- “Digital” cellular system
 - Groupe Special Mobile of Conference Europeenne des Posts et Telecommunications (CEPT) and European des Postes et Telecommunications (ETSI)
- TDMA/FDD
- 935-960 MHz for Downlink
- 890-915 MHz for Uplink
- 200 kHz for RF channel spacing
- Speech coding rate 13 Kbps

Global System for Mobile Communication (GSM) (2/2)

- Frequency carrier is divided into 8 time slots
 - Every pair of radio transceiver-receiver supports 8 voice channels.
- GSM Mobile Application Part (MAP) for roaming management
- Digital switch can provide many applications:
 - Example: point-to-point short messaging, group addressing, call waiting, multiparty services

EIA/TIA IS-136 Digital Cellular System (1/2)

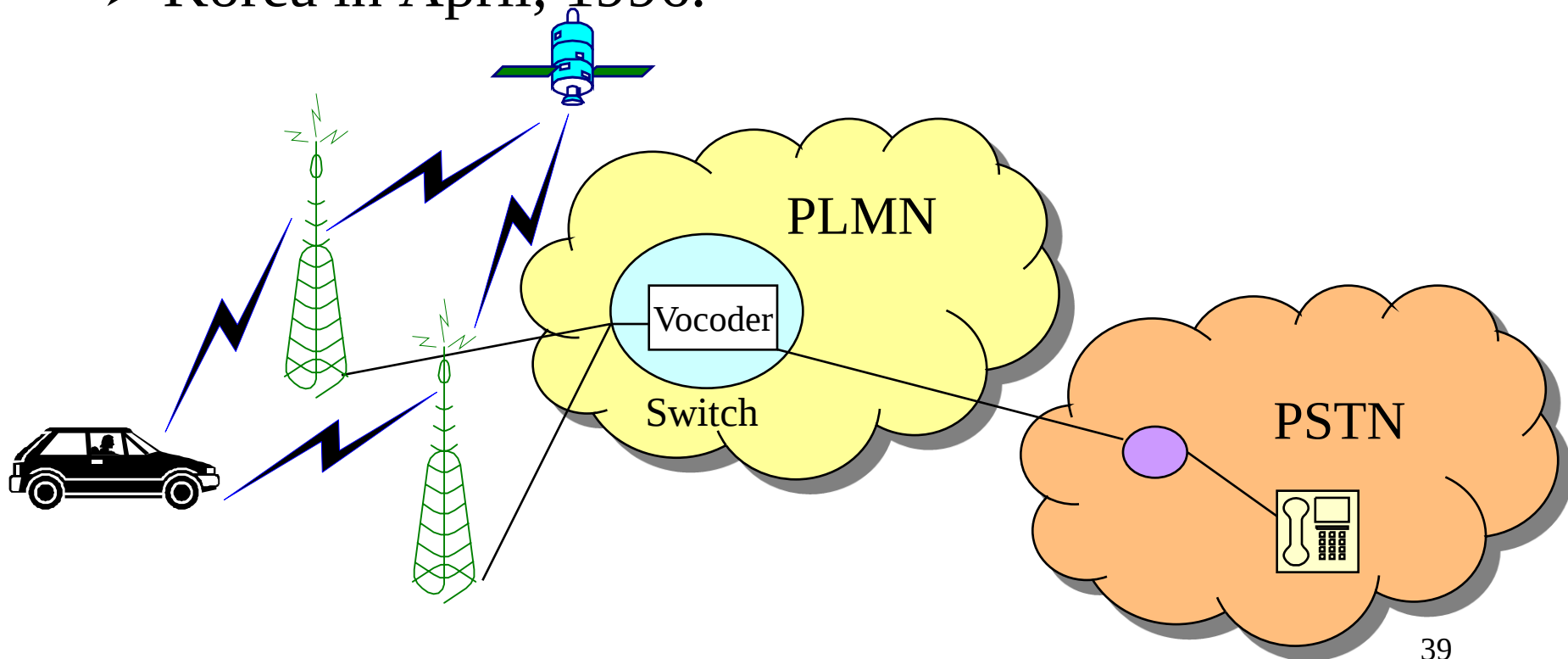
- Digital AMPS (DAMPS), American Digital Cellular (ADC), or North American TDMA (NA-TDMA), IS-136
- The successor to IS-54
- The same spectrum used by AMPS
 - 3 times of capacity of AMPS
- TDMA/FDD
- 30 KHz frequency spacing

EIA/TIA IS-136 Digital Cellular System (2/2)

- 2 types of channel usage:
 - Full-rate: use 2 timeslot for a voice channel
 - Half-rate: use 1 timeslot for a voice channel
- Digital switch can provide many applications:
 - Example: point-to-point short messaging, broadcast messaging, group addressing, private user groups
- IS-41 standard for mobility management

EIA/TIA IS-95 Digital Cellular System (1/2)

- Qualcomm cdmaOne in USA since 1996
- Korea in April, 1996.



EIA/TIA IS-95 Digital Cellular System (2/2)

- CDMA/DSSS for the air interface.
 - A shared 1.25 MHz channel bandwidth
 - User signals distinguished with different codes
 - MSs links to many BSs during phone calls.
 - No cell plan question
 - GPS for synchronization of BSs
- Interference-based capacity (soft capacity)
 - The capacity of IS-95 is 3-6 times of IS-136 system, and 10 times of AMPS.
- IS-41 for core network
- Advanced Radio Resource Management

Comparison of Cellular Systems

System	AMPS	GSM DCS1800	IS-136	IS-95	JDC
Region	美	歐,台灣	美	美,韓,中國	日
Duplex	FDD	FDD	FDD	FDD	FDD
MAC	FDMA	FDMA TDMA	FDMA TDMA	FDMA CDMA	FDMA TDMA
Downlink (MHz)	870-890	935-960 1805-1880	869-894	869-894	810-826
Uplink (MHz)	825-845	890-915 1710-1785	824-849	824-849	940-956
Carrier	30kHz	200kHz	30kHz	1.25MHz	25kHz
Channels	1	8	6	32	3
Speech rate	10 kps	13 kps	7.95kps	8 kps	11.2 kps
Channel bit rate		270.833 kps	48.6 kps	1228.8 kps	42 kps

Cellular Characteristics

➤ The characteristics of the cellular system:

- Support high mobility
- Large coverage area
- High transmission power of BS and handset
- High signal process power (for handset)
- Low voice quality
- High network complexity

➤ Microcell is developed for:

- Low transmission power
- Low base station cost
- Increase capacity

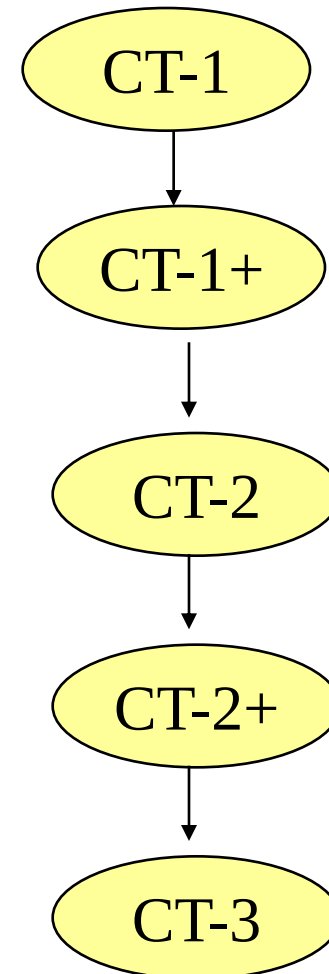
Low-Tier PCS

Examples of Low-Tier PCS

- Cordless Telephone, Second Generation (CT2)
- Digital European Cordless Telephone (DECT)
- Personal Handy Phone System (PHS)
- Personal Access Communications System (PACS)

Cordless Telephone, Second Generation (CT2) (1/2)

- Developed in Europe since 1989.
- 40 FDMA channels
- 32-Kbps speech coding rate
- TDD
- The maximum transmit power of a CT2 handset is 10 mW



Cordless Telephone, Second Generation (CT2) (2/2)

- No handoff in CT2
- No call delivery in CT2
- In CT2+, both handoff and call delivery are OK.

Digital European Cordless Telephone (DECT) (1/2)

- Published in 1992
- TDMA/TDD
- 12 voice channels per frequency carrier
- Sleep mode is employed in DECT to conserve the power of handsets.
- 32 Kbps speech coding rate

Digital European Cordless Telephone (DECT) (2/2)

- DECT is typically implemented as a wireless-PBX connected to the PSTN.
- Dynamic channel allocation
- Time slot transfer
- Seamless handoff
- Dual mode: DECT + GSM

Comparison of PCS Systems

System	CT-2	DECT	PHS	PACS
Region	歐,台灣	歐	日本	美
Duplex	TDD	TDD	TDD	FDD
MAC	FDMA	FDMA TDMA	FDMA TDMA	FDMA TDMA
Frequency (MHz)	864-868	1880-1900	1895-1918	1930-1990(down) 1850-1910(uplink)
Carrier	100kHz	1728kHz	300kHz	300MHz
Channels	1	24	8	8
Speech rate	32kps	32kps	32kps	32kps
Channel bit rate	72kps	1152kps	384kps	384kps

Low-tier PCS Characteristics

➤ The characteristics of the low-tier system:

- Low transmission power
- Long talk time
- Small coverage area
- Large no. of base station
- Low transmission delay
- High voice quality
- Low mobility
- Low network complexity
- Low cost

Characteristics of Cellular and Cordless Low-Tier PCS Technologies

Systems	HIGH-TIER CELLULAR	LOW-TIER PCS	CORDLESS
Cell Size	Large(0.5-35 Km)	Medium(50-500 m)	Small(50-100m)
User Speed	High(<=257Km/hr)	Medium(<=96Km/hr)	Low(<=48Km/hr)
Coverage Area	Large/Continuous macro cells	Medium micro and picocells	Small/Zonal picocells
Handset Complexity	High	Low	Low
Handset power consumption	High (100-800mW)	Low (5-10mW)	Low (5-10mW)
Speech Coding Rate	Low (8-13Kbps)	High (32Kbps)	High (32Kbps)
Delay or Latency	High (<= 600ms)	Low (<= 10ms)	Low (<=20ms)

Third-Generation Wireless System

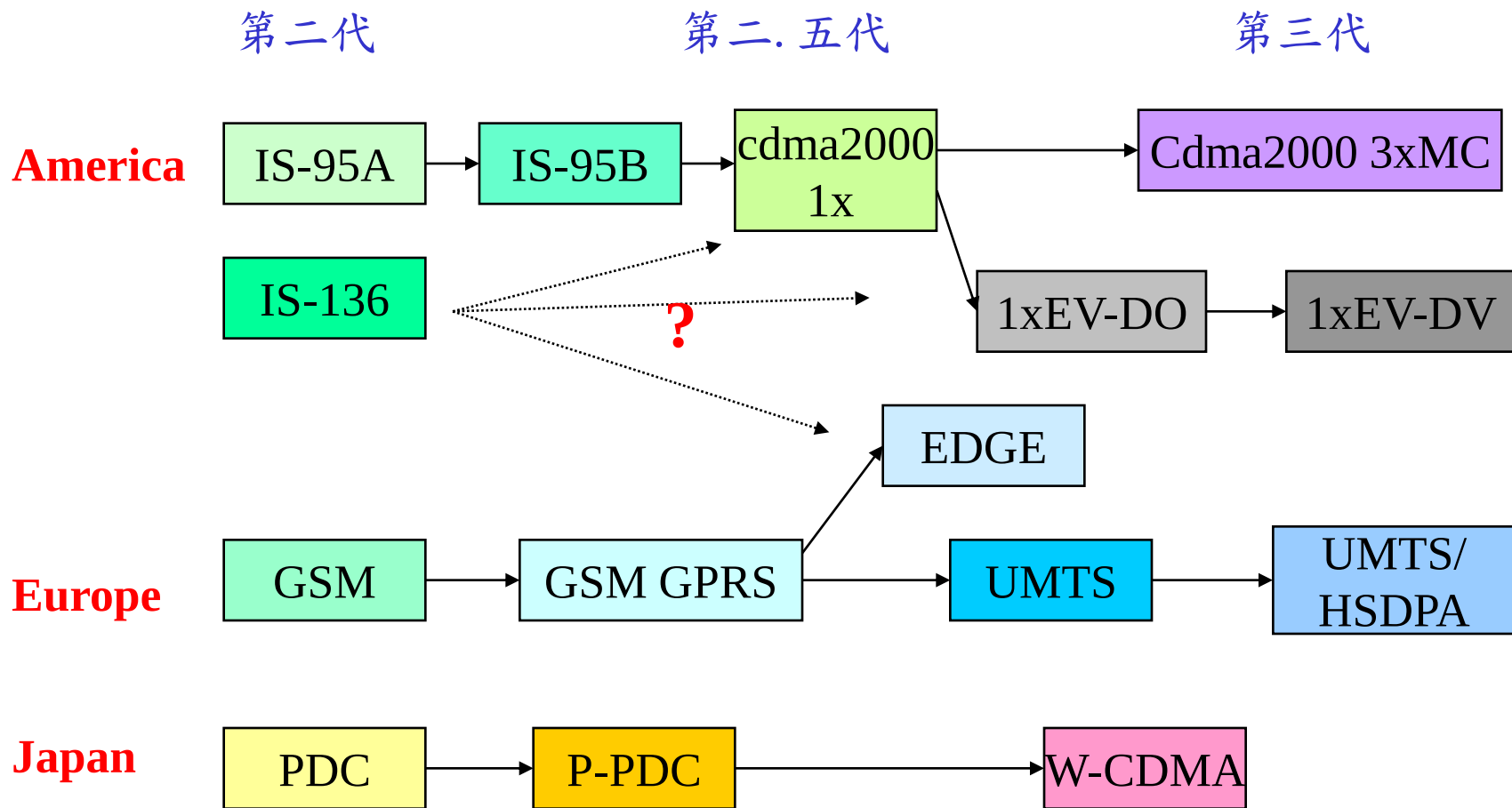
Generations of Wireless Systems

- First Generation System: AMPS
 - Analog voice calls
- Second Generation Systems: GSM, IS-136, IS-95, and low-tier systems
 - Digital speech with low-bit-rate data services
- Third-Generation:
 - Better system capacity
 - High-speed and wireless Internet access (to 2Mbps)
 - Wireless multimedia services (audio and video)

Third-Generation Wireless Systems

- 2.5G: GPRS and EDGE
 - Bridge 2G into 3G
- The new features for 3G includes
 - High bit rates, QoS, Bit rates dependent on distance
 - 3G Data Rate Requirement
 - ✓ Vehicular -- 144 Kbps
 - ✓ Pedestrian --- 384 Kbps
 - ✓ Indoor --- 2Mbps
 - Asynchronous Transfer Mode (ATM) backbone
 - Wideband CDMA (DS-CDMA FDD), SCDMA and cdma2000 (multi-carrier FDD) for air interface

3G 的演進



➤ 第三代行動電話演進過程，請見第九章。

泛歐式數位行動電話系統 (GSM)

- GSM系統對我們的生活有重大的影響，故以許多的章節進行說明
 - 泛歐式數位行動電話系統（Global System for Mobile Communication，GSM）請見第六章。
 - 一般封包式無線電服務（General Packet Radio Service，GPRS）請見第七章。
 - 通用行動通訊系統（Universal Mobile Telecommunications System，UMTS）請見第十章。
 - 高速下行封包存取（High Speed Downlink Packet Access，HSDPA）請見第十一章。
 - 全IP網路的傳輸技術（All-IP network）請見第十二⁵⁶章。

Section 1.4

個人通訊服務的範疇

PCS Umbrella

個人通訊服務的範疇

- 除了蜂巢式行動電話，其他許多無線通訊技術一樣能夠使人們享受行動通訊的便利性。
- 傳呼系統、中繼式無線電、衛星、無線區域迴路、無線區域網路、無線個人區域網路、無線都會區域網路、無線廣域網路

傳呼系統

- 傳呼系統（Paging System），俗稱BB call。
- 透過無線電傳送數字、文字資料到特殊的傳呼機（或稱為呼叫器）上。
 - 使用者先打電話將想要傳送的訊息送給傳呼系統業者，接著系統業者便會在每個基地台廣播。傳呼機不斷去聆聽廣播並判斷是否是屬於自己的訊息，如果是自己的訊息便接收下來，並以振鈴通知使用者。
- 通用的傳呼編碼是英國郵政總局發展的POCSAG碼（Post Office Code Standardization Advisory Group）。

中繼式無線電

➤ 中繼式無線電（Trunking Radio）

- 一些專門提供工商業界或私人專用之無線電通信服務，被歸類為“專用電信”。
- 例如貨運業者或計程車業者調度車輛的派遣系統。
- 又稱為派遣式無線電系統。

➤ 如果中繼式無線電系統除經營者本身使用外，也接上PSTN可以互通，亦提供公眾服務時，就是俗稱的特哥大。

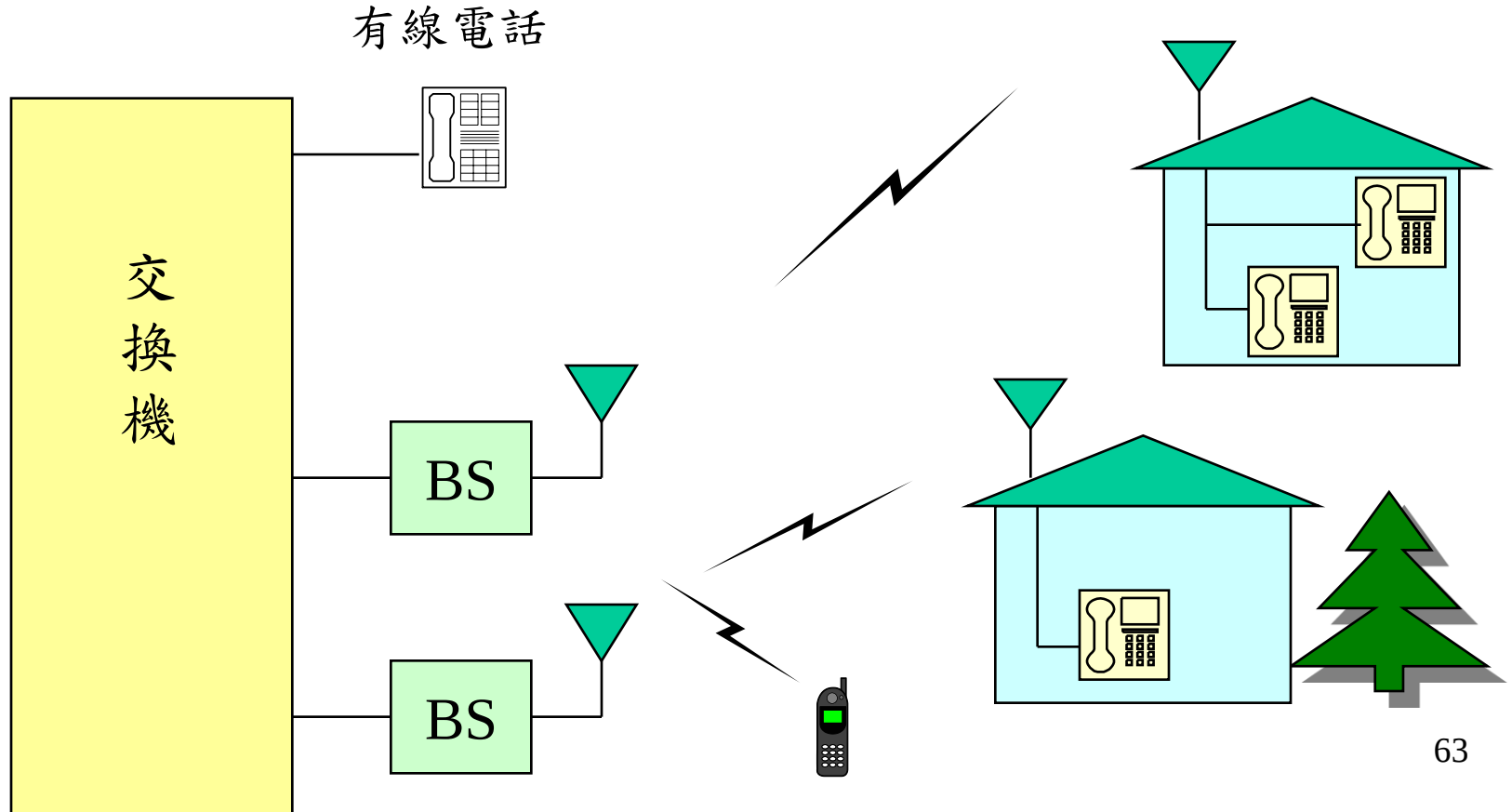
衛星電話

- 衛星電話（Satellite System）
- 可用於廣播、固接式服務或提供行動電話服務
- 基本上通訊衛星就像一個中繼器（repeater），透過地面上的“通訊衛星地面站”發射電波給衛星，然後衛星再把這些訊號重送回地面。
- 衛星電話最大的缺點就是電波傳送時間較長，造成延遲（delay），聲音品質較差。

無線區域迴路 (1/2)

- 無線區域迴路（Wireless Local Loop，WLL）
- WLL是提供地區性電話服務的一種無線電技術應用。
- WLL使用無線電的技術，利用架在房屋之上的天線收送來自電話公司基地台的訊號，再與家中一般的電話相連，取代傳統電話公司交換機連接到家門口這一段電話線。
- 有時WLL被稱為定點無線接取（fixed wireless access）。

無線區域迴路 (2/2)



WLL的技術

➤ 衛星技術

- 空曠地區、島嶼等有線電話施工困難度高的地方。

➤ 蜂巢式電話技術

- 適用於廣大區域、人口密度中等，只需要中等通話品質的這一類族群。

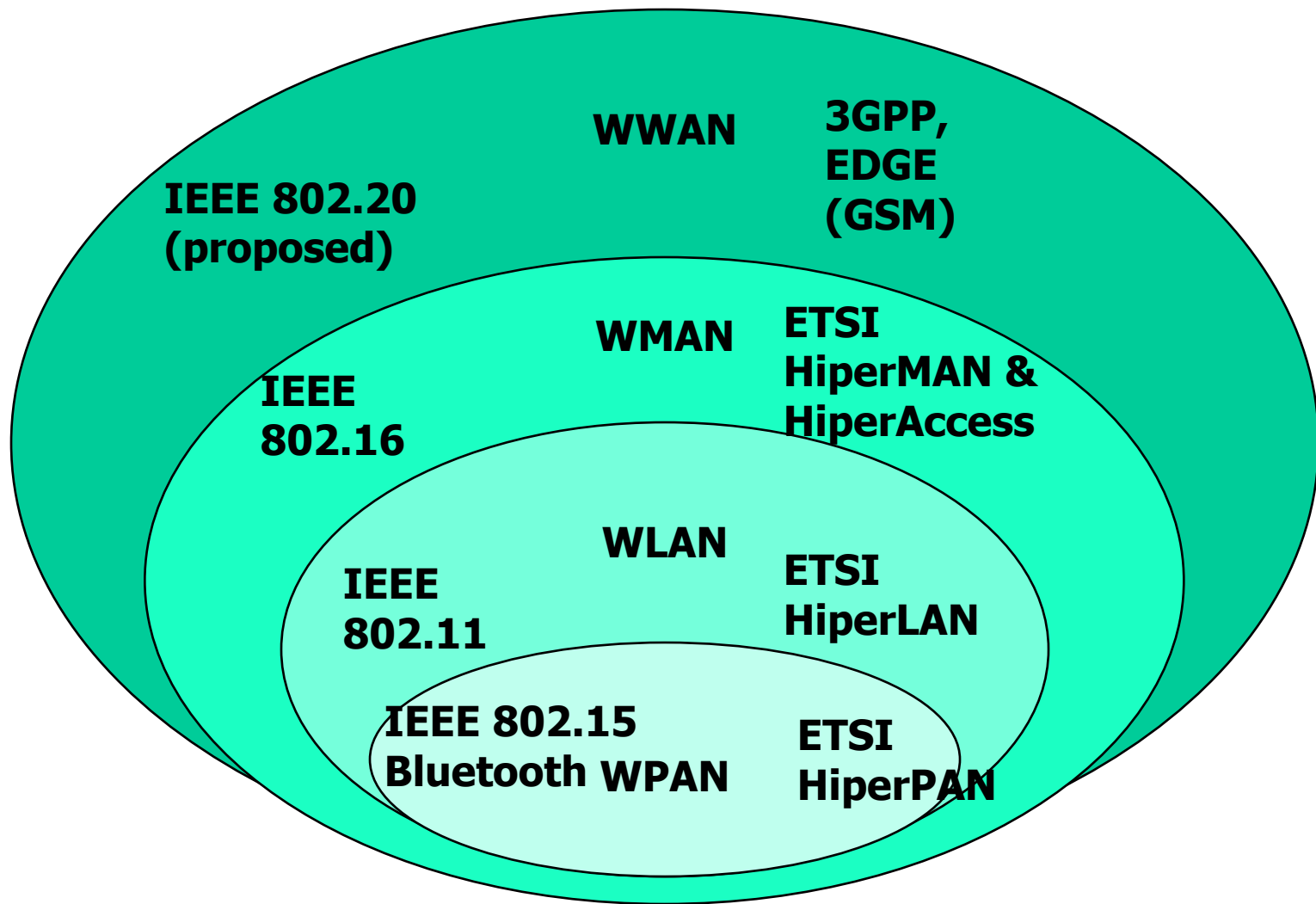
➤ 低階PCS技術

- 適用於區域較窄、人口稠密需要高通話品質的族群。

數據通訊產業

- 由於Internet的快速成長，使得數據通訊產業（data communication）與電信通訊產業漸漸地結合在一起。
 - 無線區域網路（Wireless Local Area Network，WLAN）
 - 無線個人區域網路（Wireless Personal Area Network，WPAN）
 - 無線都會區域網路（Wireless Metropolitan Area Network，WMAN）
 - 無線廣域網路（Wireless Wide Area Network，WWAN）

無線網路的範圍與規範



無線個人區域網路

- WPAN是針對個人活動的範圍，以無線電進行近距離通訊的技術。
 - 傳輸速率介於250kbps到2Gbps。
 - 涵蓋距離約在10至100公尺之間。
- IEEE 802.15家族即是為此目的而制定的一系列短距離網路接取的無線通訊協定。
 - 藍芽（Bluetooth，802.15.1）
 - Zigbee（802.15.4）
 - UWB（Ultra Wide Bandwidth，802.15.3a）

無線區域網路

- WLAN就是一種利用無線傳輸技術建立的區域網路，可提供室內外短距離、低移動性的高速無線傳輸服務。
 - 傳輸速率介於11至54Mbps。
 - 存取點的涵蓋距離約為100公尺。
- 請見第十四章。

WLAN Technologies

➤ WLAN advantages:

- High speed service, symmetric traffic
- No expensive license fees
- International roaming possible

➤ 項目	802.11a	802.11b	802.11g
頻段(GHz)	5	2.4	2.4
傳輸距離(m)	30~50	100~300	100~300
平均速率(Mbps)	24.4	5.9	11.8
最高速率(Mbps)	54	11	54
網路安全性	佳	較差	佳

WLAN Issues

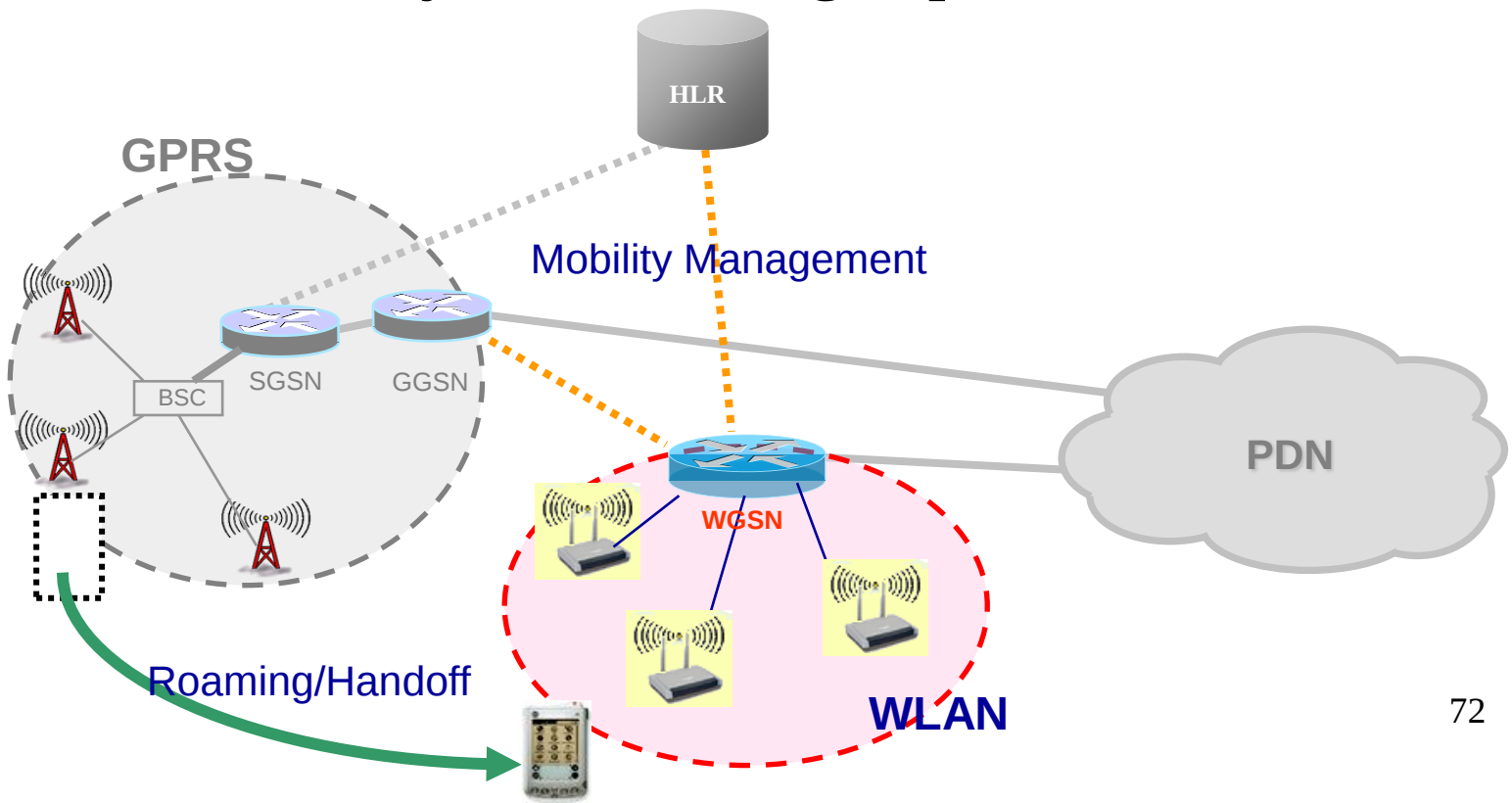
- Wireless Local Area Network
- WLAN uses ISA bands.
- WLAN applications
 - Voice over WLAN?
- How to manage WLAN?
 - QoS? Mobility management? Radio resource management? Security?
- WLAN and 3G
 - Partner or Competitor

Enhancement on WLAN

- Task Group to enhance WLAN:
 - 802.11e: MAC Enhancements for Quality of Service
 - 802.11f: INTER Access Point Protocol
 - 802.11i: MAC Enhancements for Enhanced Security
 - 802.11k: Radio Resource Management Enhancements
 - 802.11n: Enhancements for Higher Throughput
 - 802.11r: Fast Roaming

iB3G: WLAN+2.5G

- GSM/GPRS: everywhere / low speed
- WLAN: mainly indoors / high speed



無線都會區域網路

- WMAN是為了取代有線的數位用戶迴路（Digital Subscriber Line，DSL）或是有線電視網路（cable TV network），以無線電傳輸大量資料、達到寬頻無線存取的需求而產生。
- IEEE 802.16定義了相關的技術。
- WiMAX: Worldwide Interoperability for Microwave Access
- 電信總局規畫了3.4-3.7GHz給WiMAX，至於2.5G-2.69GHz則先規畫了30MHz供實驗使用。

Broadband Access

- DSL
- Cable普及率(傳輸速度)
 - 韓 75% (20Mbps), 加拿大 36% (3Mbps), 美 18% (3Mbps), 日 14% (26Mbps)

Broadband Wireless Access (BWA)

- Provide **wireless** access to **data** network with **high data rate**
- Wired technologies: ADSL, cable modem
- New: 3G? WiMAX? Wi-Fi?

802.16

- To remove ADSL
- To provide WMAN
 - IEEE 802.16a: point to point, light-of-sight
 - IEEE 802.16d: point to multipoint, non light-of-sight, mesh topology
 - IEEE 802.16e: roaming
- An important aspect of the 802.16 is that it defines a MAC layer that supports multiple physical layer (PHY) specifications.

WiMax Forum

- Intel Vision for Broadband Wireless Access
 - Selected system profile
- Conformance & Interoperability for IEEE 802.16 and ETSI HiperMAN standards
- Opposed to hot-spot hopping required by WiFi

無線廣域網路

- IEEE 802.20技術是針對WWAN這樣的概念而設計，採用全IP網路架構，希望能夠如同3G行動電話系統一樣，對於四處移動的用戶提供高速的資料存取。
- 目前IEEE 802.20已停止制定。