

有線，無線，在線

移動通訊技術

余安正教授

創新科技署 - 科學顧問



余安正博士 簡介

- 1963: 跟隨父母移居美國
- 1977: PhD(ECE) UC San Diego
- 1977-2003: 貝爾實驗室 (Bell Labs)
 - 無線電研究實驗室
 - 無線及網絡研發部門主管
 - 發表52篇文章 及 取得18項專利
- 2003: 香港中文大學
 - 信息工程系: 客座教授
 - 創立移動通訊科技中心(MobiTeC)
- 2005: 創新科技署 - 科學顧問

有線，無線，在線

- 隨身攜帶的 無線電子產品 有多少？
- 在家上網 使用有線 還是無線？
- 無線有何優點 及 缺點？

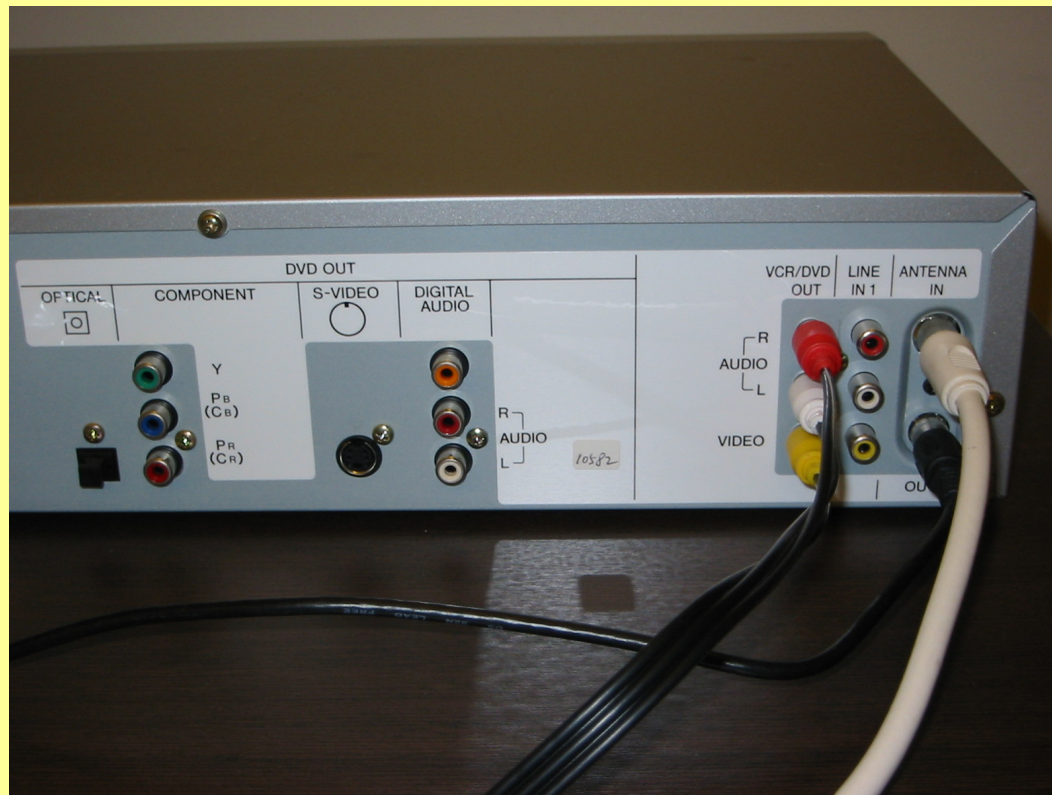
可否剪斷這條電線？



可否剪斷這些電線？



可否剪斷這些電線？



演講大綱

- 無線通訊技術原理
 - Shannon 信道容量定理 (Channel Capacity Theorem)
 - 電磁放射原理 (Electromagnetic Radiation Theory)
- 移動通訊網絡演變
 - 1G/2G/3G 流動電話
 - 無線局域網絡 (Wireless Local Area Network)
- 無線技術未來發展
 - 日後創新應用: 射頻識別, 流動電視, 超寬頻無線電
 - 公眾關注議題: 安全, 私隱, 健康影響

Shannon 信道容量定理

$$R < C = B \log (1+S/N)$$

- **R**: 數據速度 (bits/sec)
- **C**: 信道容量
- **B**: 頻寬 - 信號所佔據的頻譜寬度 (Hz)
- **S**: 接收信號功率 (Received Signal Power)
- **N**: 干擾信號功率 (Interference Power)

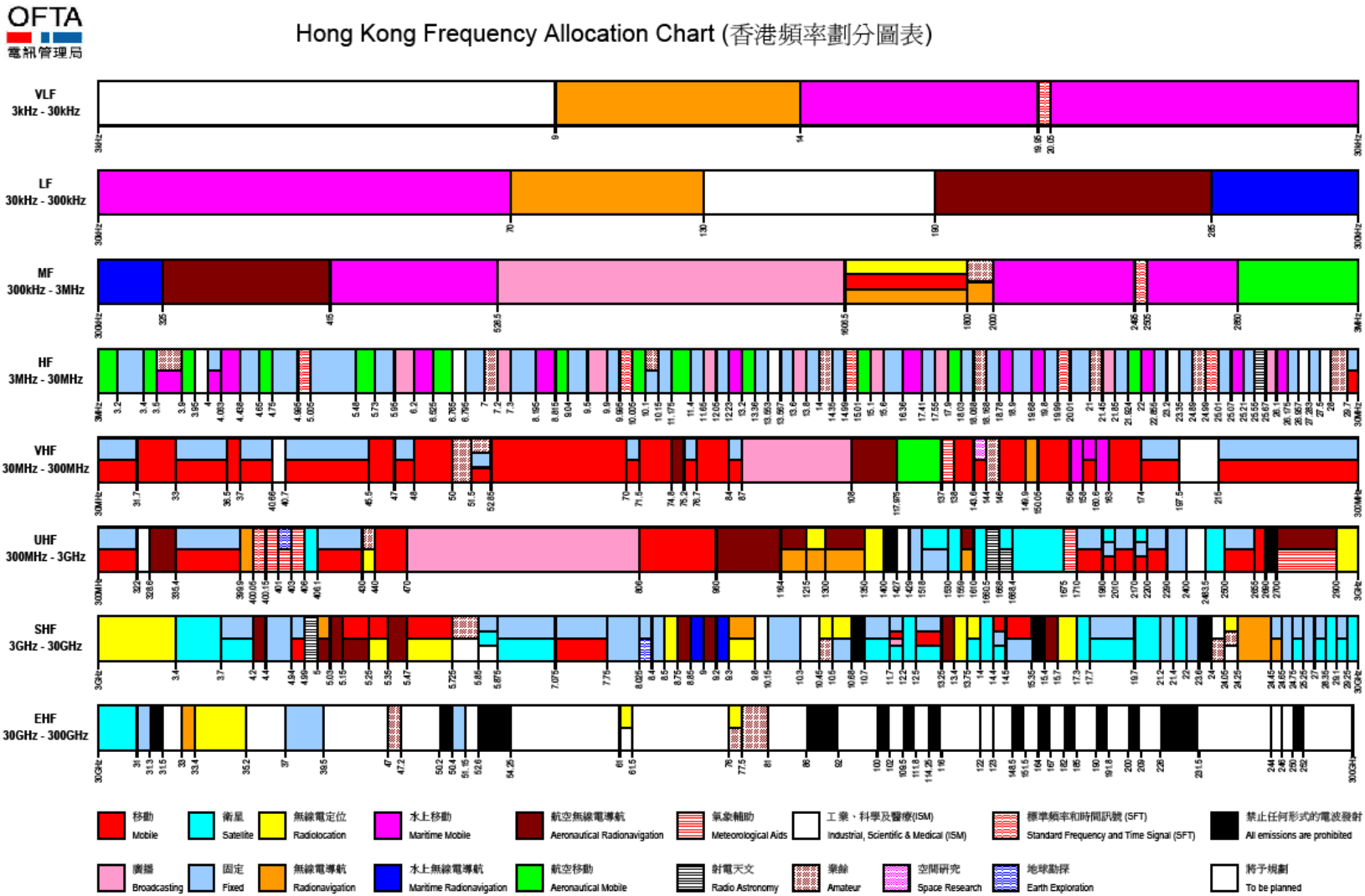
$$R < C = B \log(1+S/N)$$

數據速度需求

| 服務應用 | 數據速度 (R) | 時間/長短 |
|------|------------|----------|
| 語音交談 | 8-64Kb/s | 1-30分鐘 |
| 短片串流 | 64-384Kb/s | 5-10分鐘 |
| 音樂串流 | 32-320Kb/s | 每首歌曲 2MB |

$$R < C = B \log(1+S/N)$$

電訊管理局: 頻譜管理



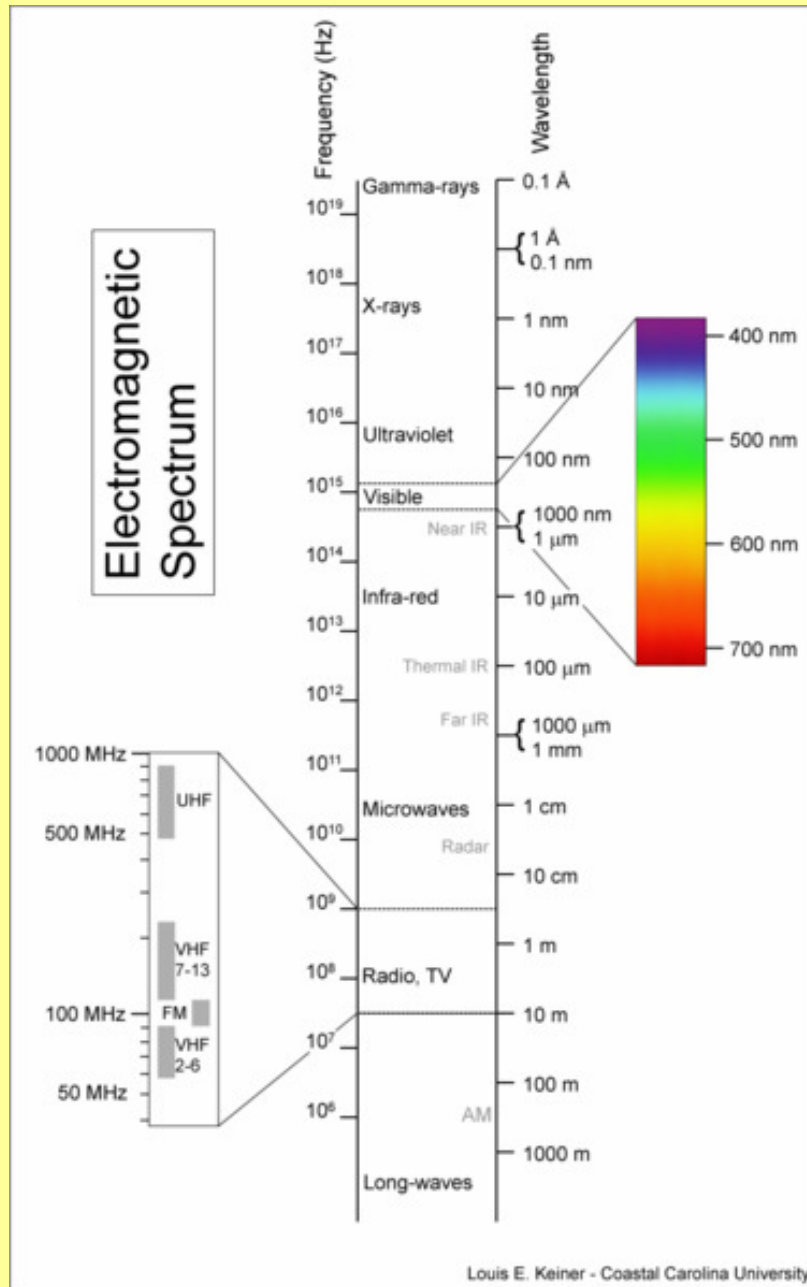
Note: The frequency chart is not drawn to scale. Details can be found in Hong Kong Table of Frequency Allocations which can be obtained from OFTA website (<http://www.ofta.gov.hk>).

註: 本頻率圖表不按比例繪製, 詳情可參閱電訊管理局網頁的香港頻率劃分表, 網址 (<http://www.ofta.gov.hk>).

2006



電磁頻譜



- Frequency = 頻率
- Wavelength = 波長
- 頻率 × 波長 = 光速
- $f\lambda = c$

電磁頻譜

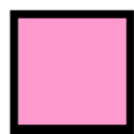
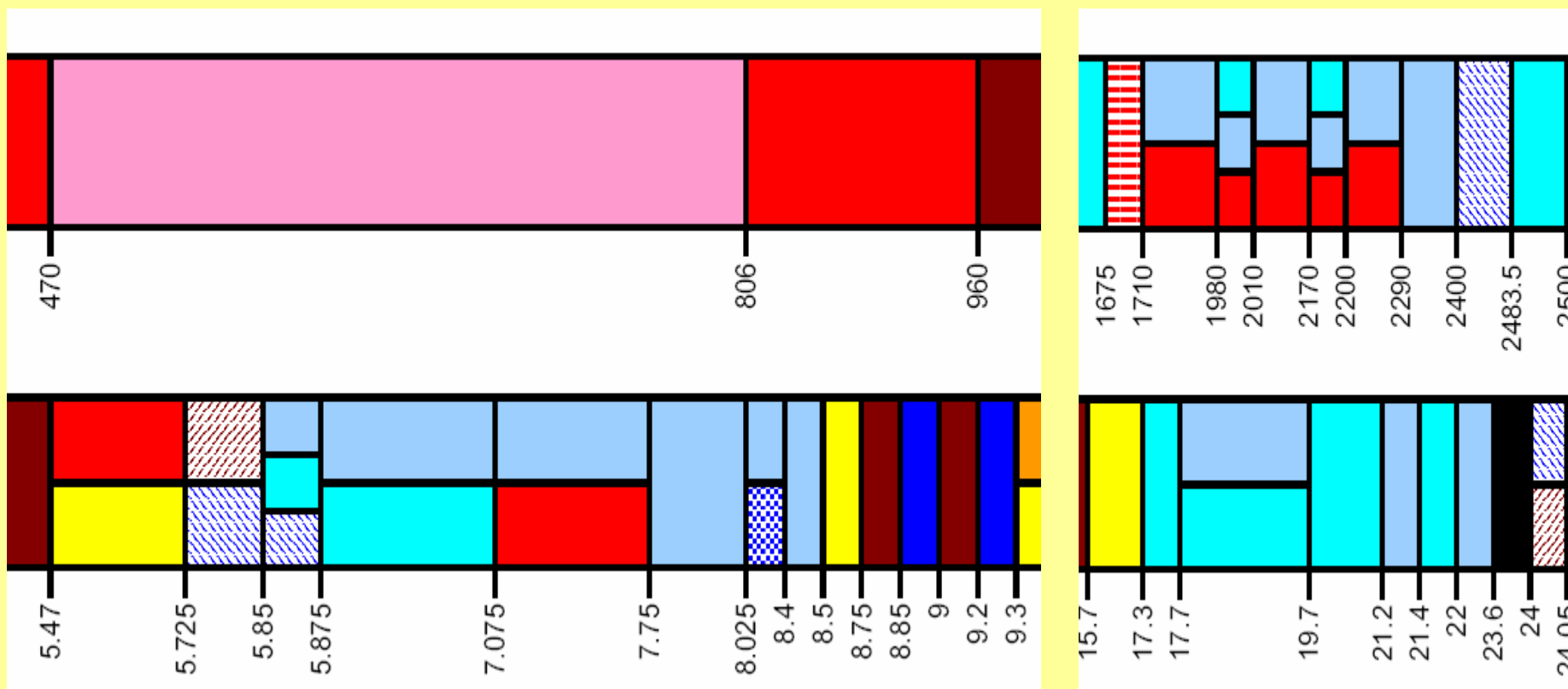
- 有限的天然資源
- 要公眾共同使用

取自: 維基百科全書

無線服務使用頻率

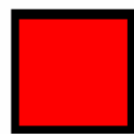
| 服務 | 頻率 | 波長 |
|--------------------|------------|------------|
| TVB 翡翠台 ATV 本港台 | 500 MHz | 60 cm |
| 2G/3G 流動電話 | 1, 2 GHz | 30, 15 cm |
| 微波爐 | 2.54 GHz | 12.24 cm |
| WiFi (11b, 11a) | 2.4, 5 GHz | 12.5, 6 cm |

電訊管理局：頻譜管理



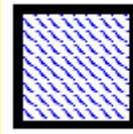
廣播

Broadcasting



移動

Mobile

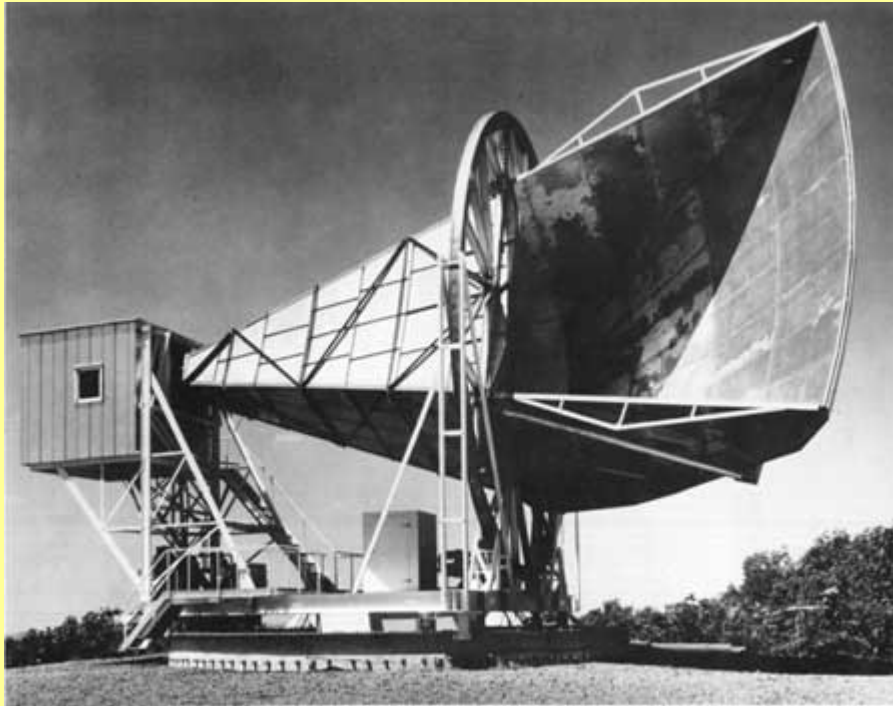


工業、科學及醫療(ISM)

Industrial, Scientific & Medical (ISM)

$$R < C = B \log(1 + S/N)$$

接收信號功率



1978 諾貝爾物理學獎
宇宙微波背景輻射
孔徑: 20' x 20'

取自: 貝爾實驗室

- $S \propto A / (\lambda * \lambda)$

A: 天線面積

- $A \uparrow \Rightarrow S \uparrow$

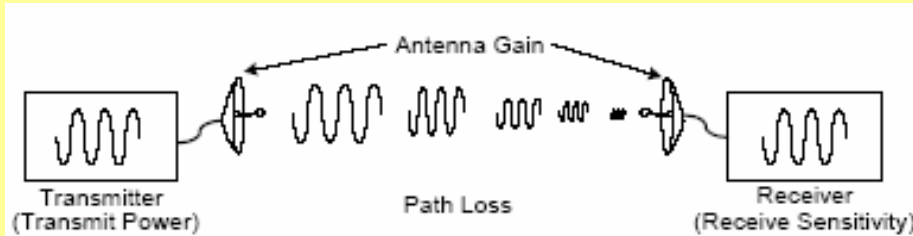
- $\lambda \downarrow \Rightarrow S \uparrow$

- $S \propto T$

T = 發射信號功率

$$R < C = B \log(1 + S/N)$$

接收信號功率



- $S \propto (\lambda / D)^2$

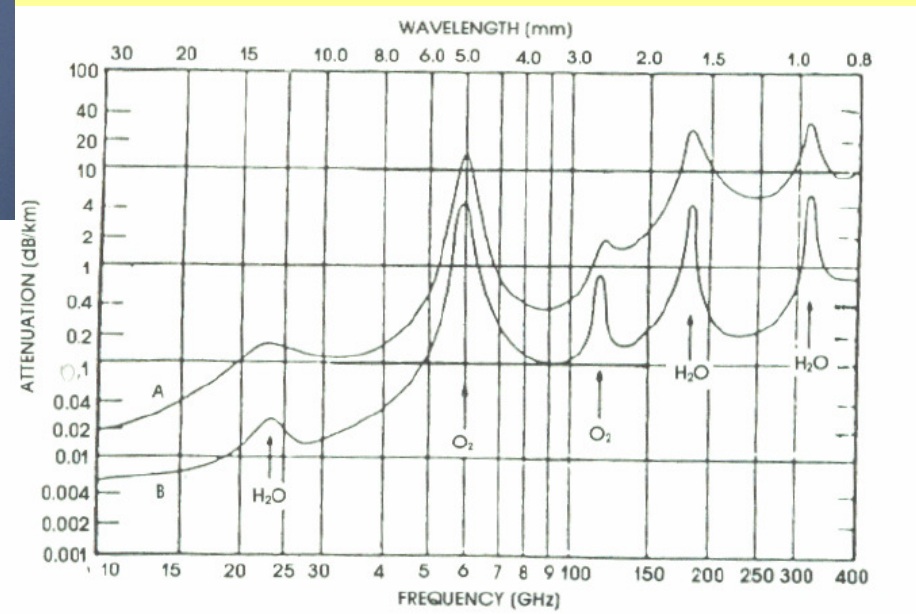
D: 天線距離

- $D \downarrow \Rightarrow S \uparrow$

- $\lambda \uparrow \Rightarrow S \uparrow$

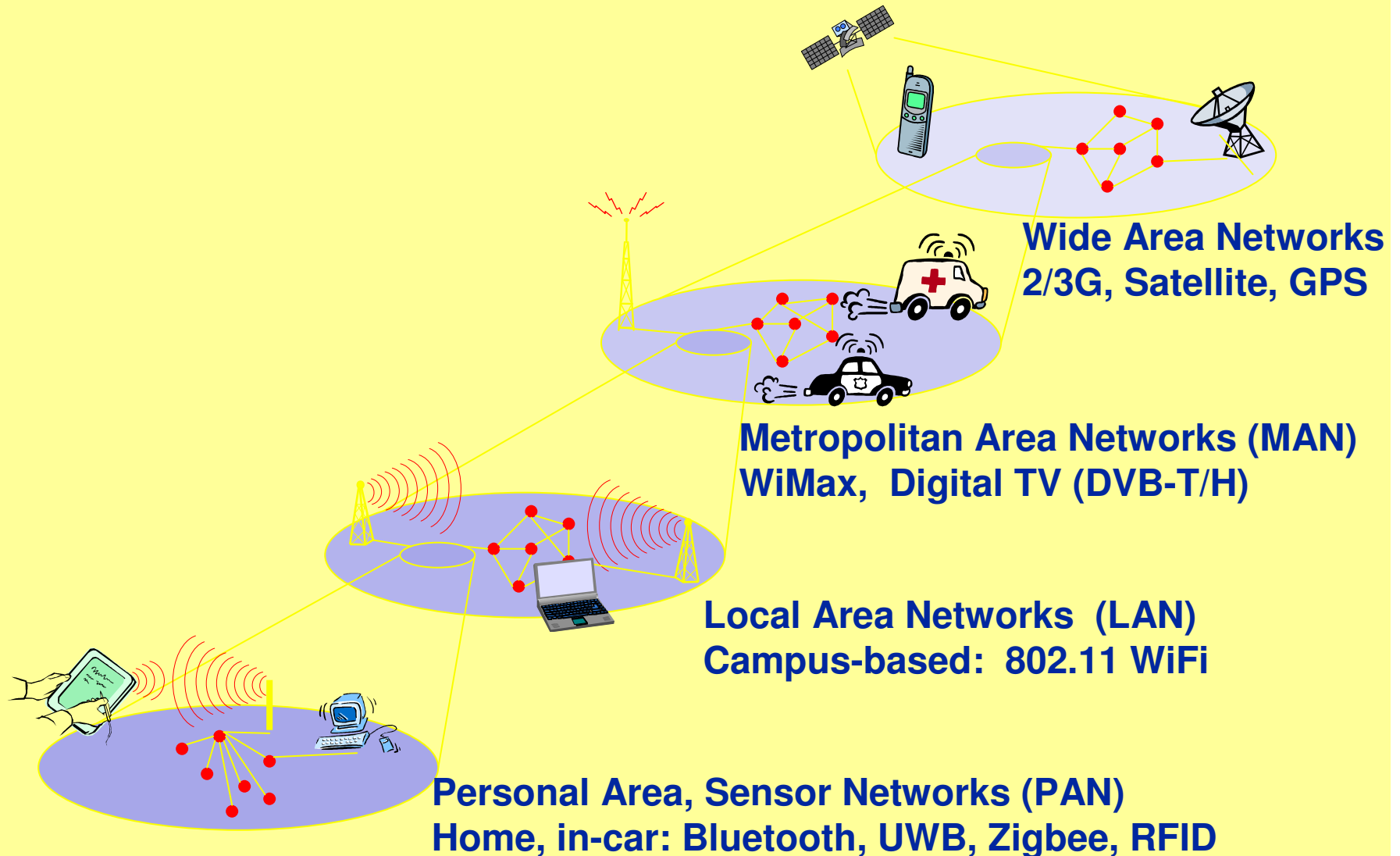
- 雨水減弱信號
- 建築材料

取自: Bean & Dutton, Radio Meteorology, 1968



$$R < C = B \log(1 + S/N)$$

各種移動通訊網絡



演講大綱

- 無線通訊技術原理
 - Shannon 信道容量定理 (Channel Capacity Theorem)
 - 電磁放射原理 (Electromagnetic Radiation Theory)
- 移動通訊網絡演變
 - 1G/2G/3G 流動電話
 - 無線局域網絡 (Wireless Local Area Network)
- 無線技術未來發展
 - 日後創新應用: 射頻識別, 流動電視, 超寬頻無線電
 - 公眾關注議題: 安全, 私隱, 健康影響

最早的流動電話 (1924)



Courtesy of Rich Howard

mobile (流動) or cell (蜂窩) phone



蜂窩概念 (1947)

✓ 流動電話

(GSM, 3G)

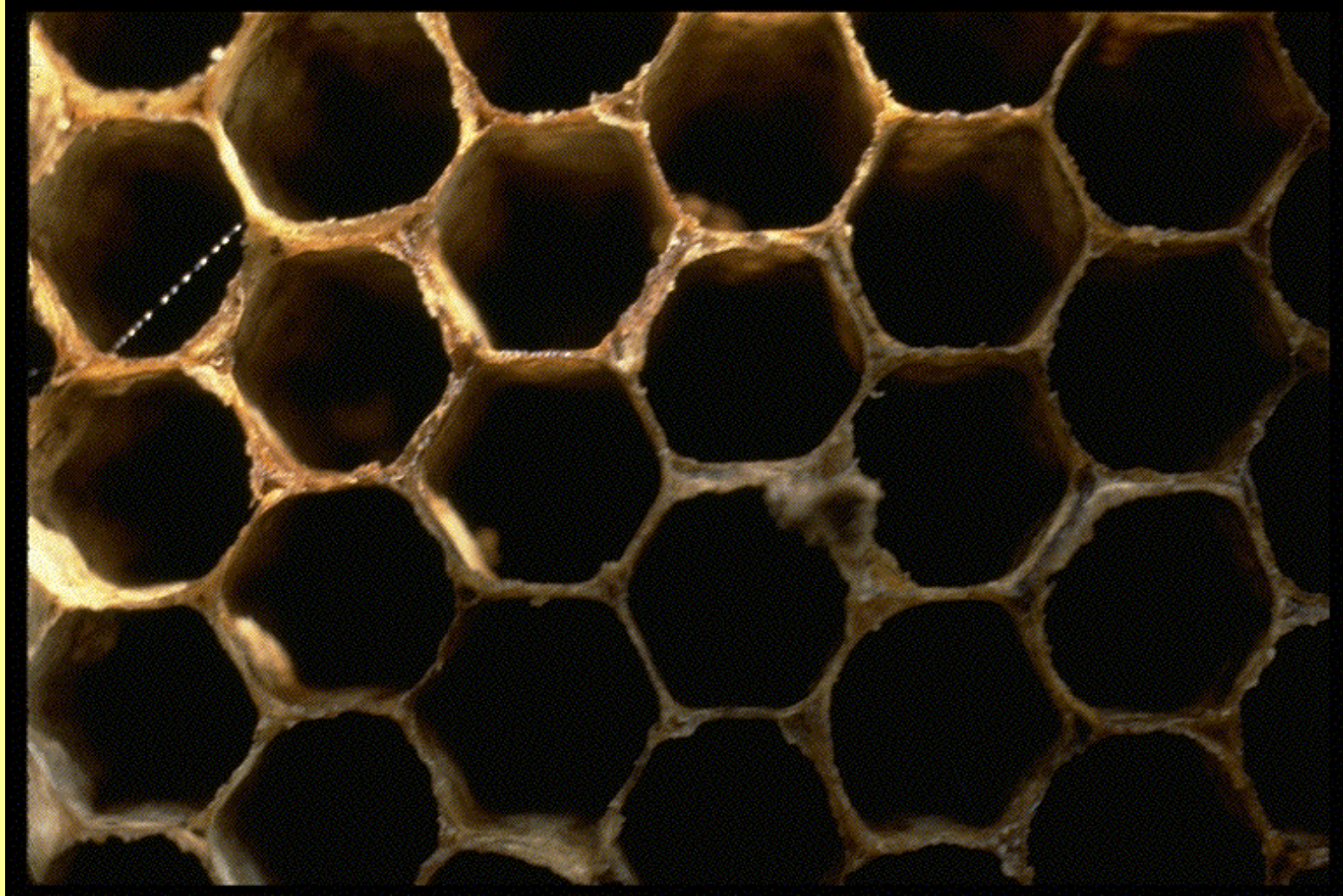
✓ 無線局域網絡

(Wi-Fi)

✓ 無線區域網絡

(WiMAX)

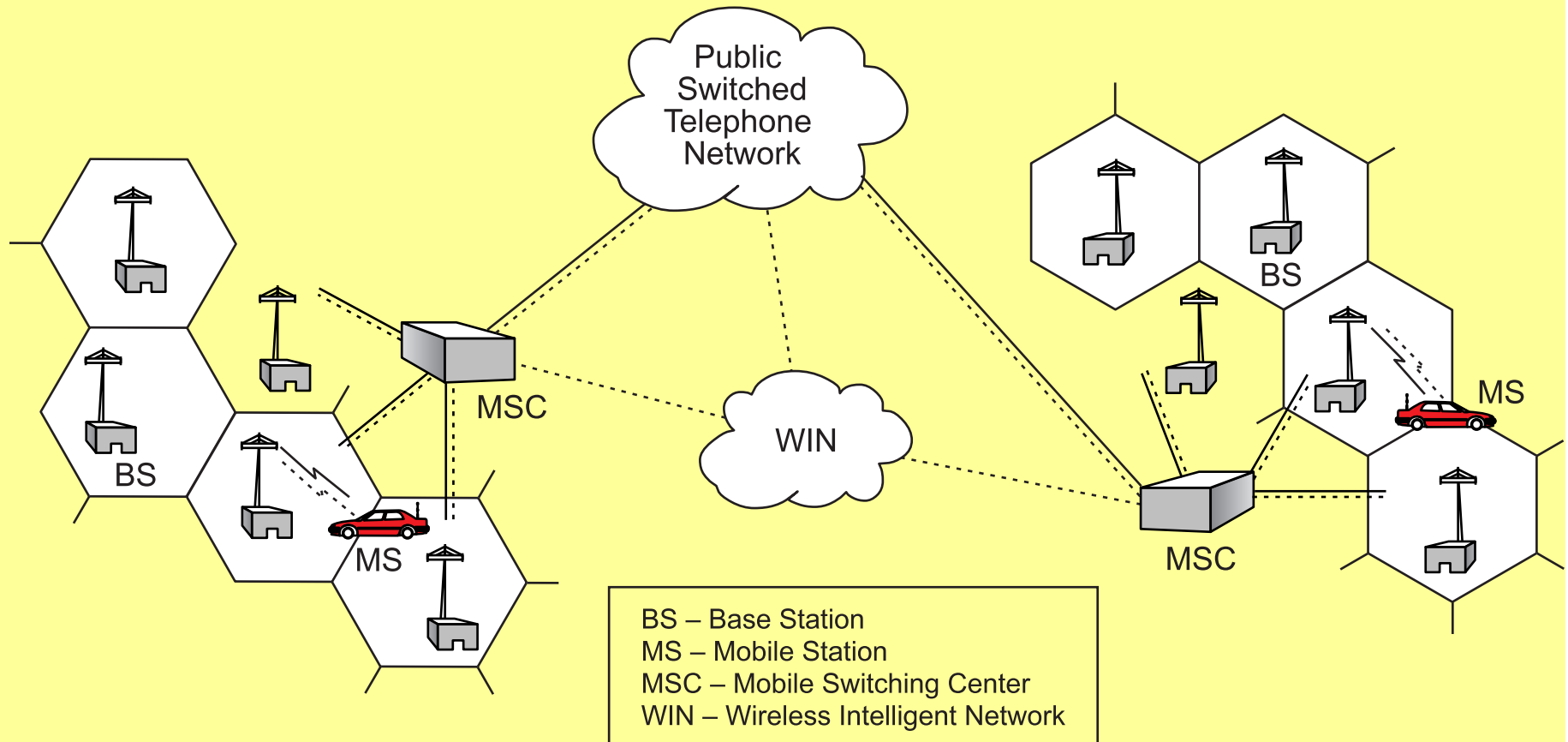
自然界的蜂巢



蜂窩網絡結構

$$R < C = B \log(1 + S/N)$$

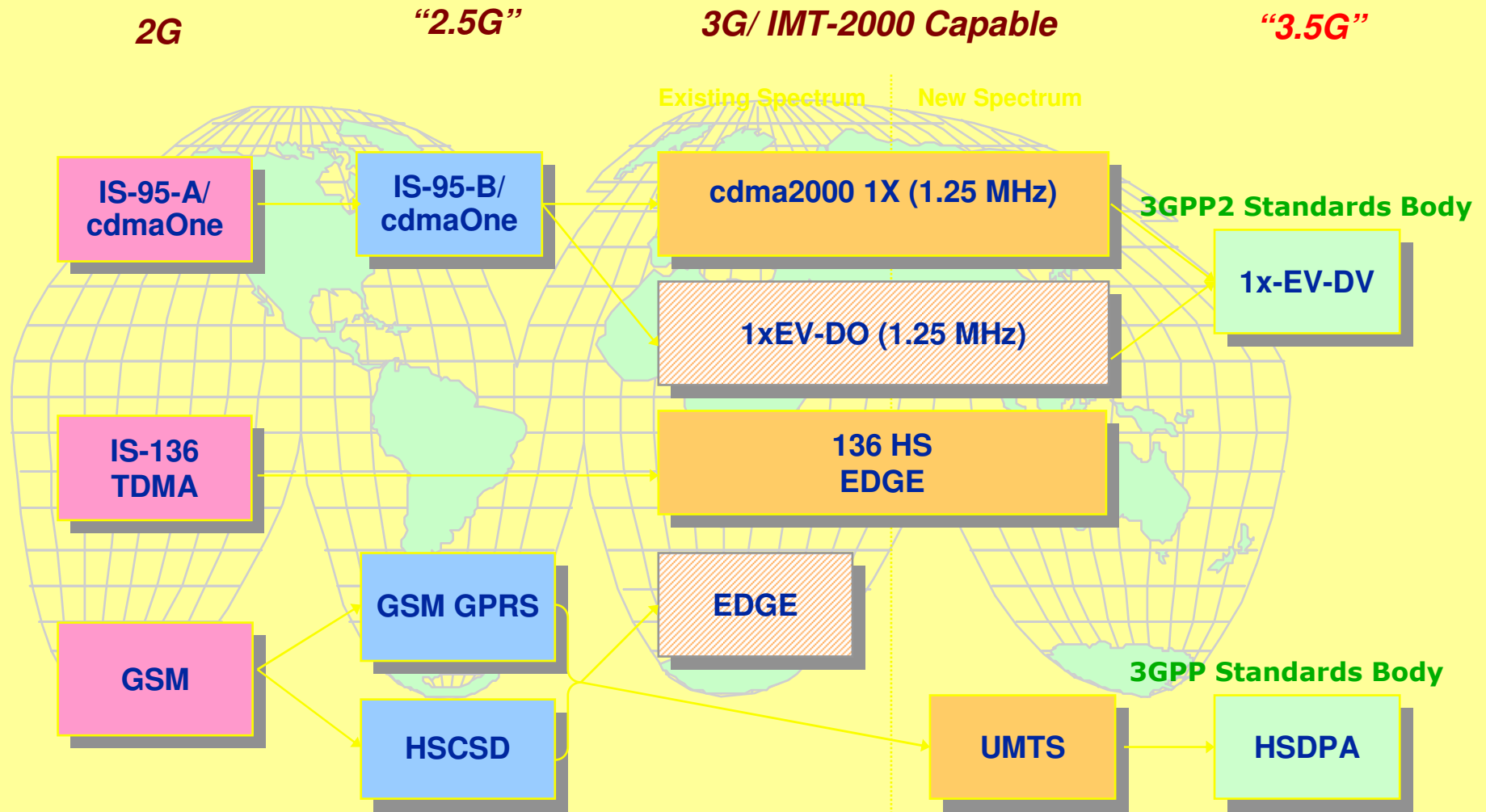
頻譜重複利用



天線處處



2G → 3G → 3.5G



UMTS R99 → HSDPA

$$R < C = B \log(1+S/N)$$

Release 99

DSCH

2.048Mbps Packet

HSDPA Release 5

HS-DSCH

Enhanced
Channel
Structure

Adaptive
Modulation
& Coding

Hybrid ARQ

Dynamic
Scheduling

10.8Mbps Packet

HSDPA Release 6

HS-DSCH

MIMO
(BLAST)

Fast Cell
Selection

Transmit
Diversity
Enhancements

21.6 Mbps Packet

無線局域網絡 (Wi-Fi)

- Access point:
 - Cisco Aironet Access Points 1200 series (802.11b/g)
- Client adapters:
 - Linksys Wireless-G USB Network Adapter WUSB54G
 - HP IPAQ 4150 built-in 802.11b adapter

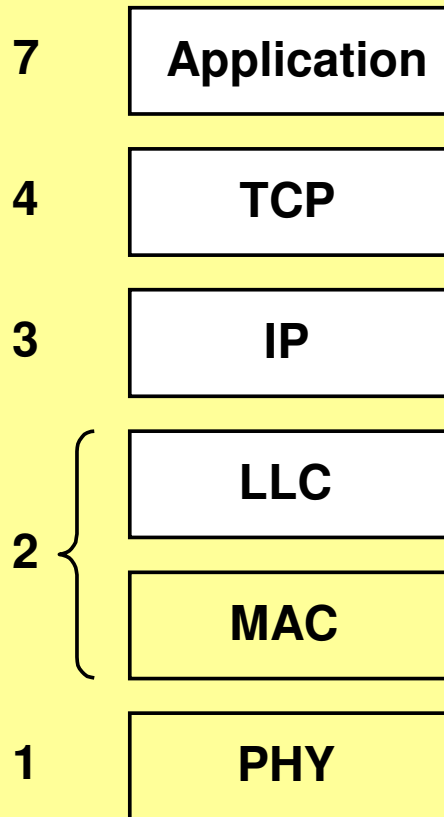


IEEE 802.11 標準

$$R < C = B \log(1+S/N)$$

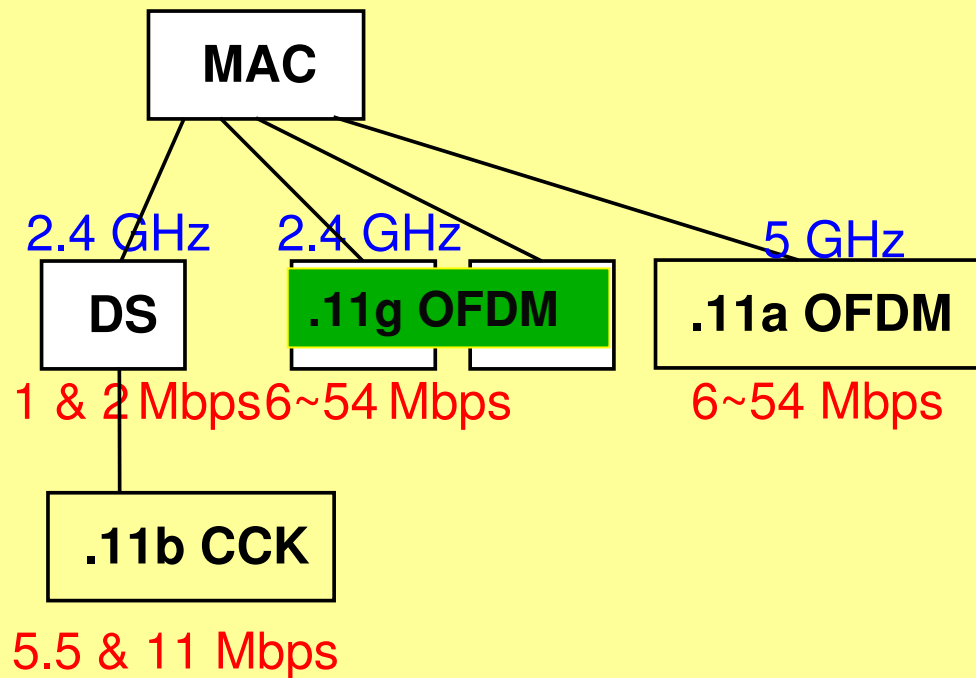
- Layers 1 and 2
- One MAC and multiple PHYs

Layer



802.2

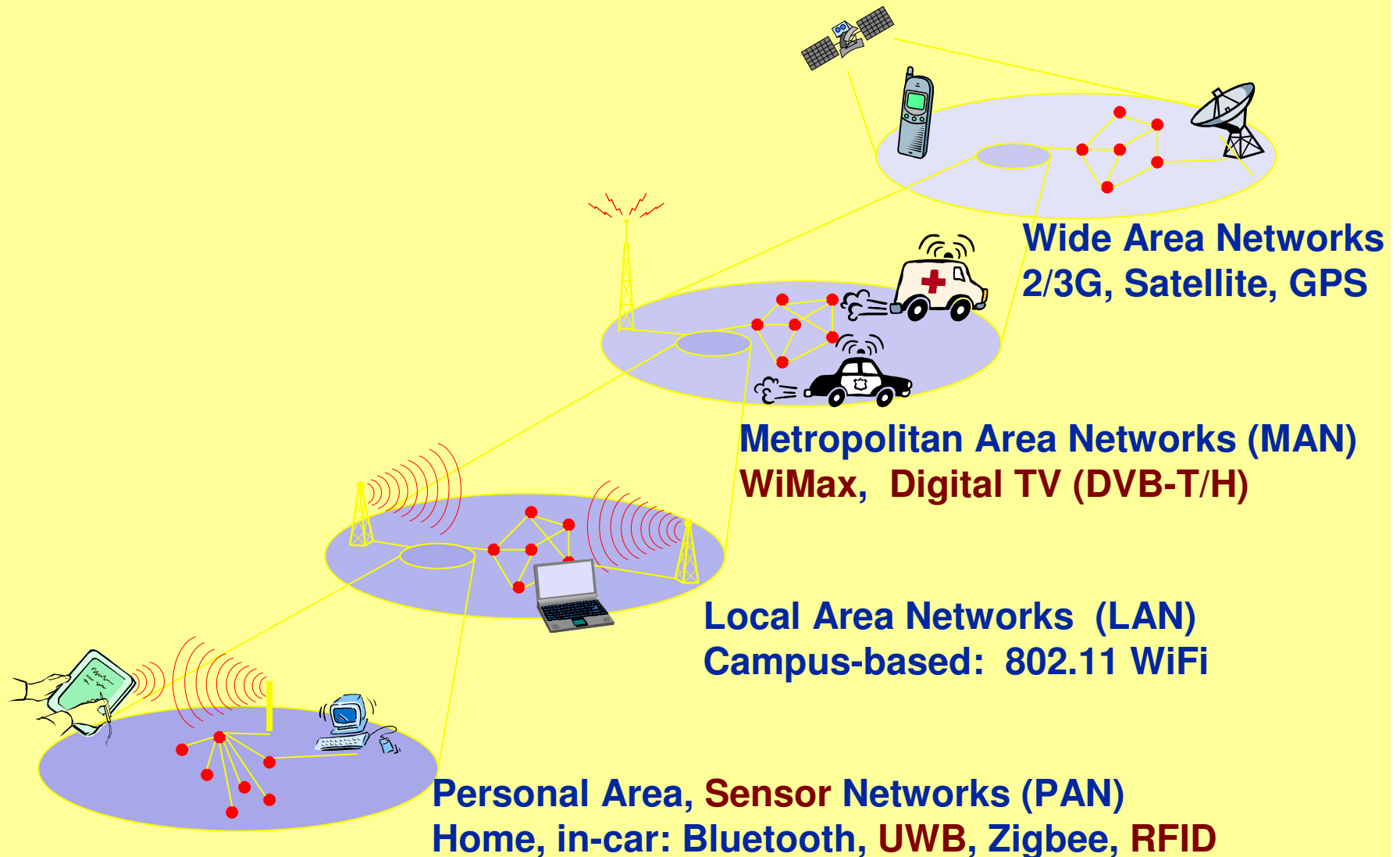
802.11



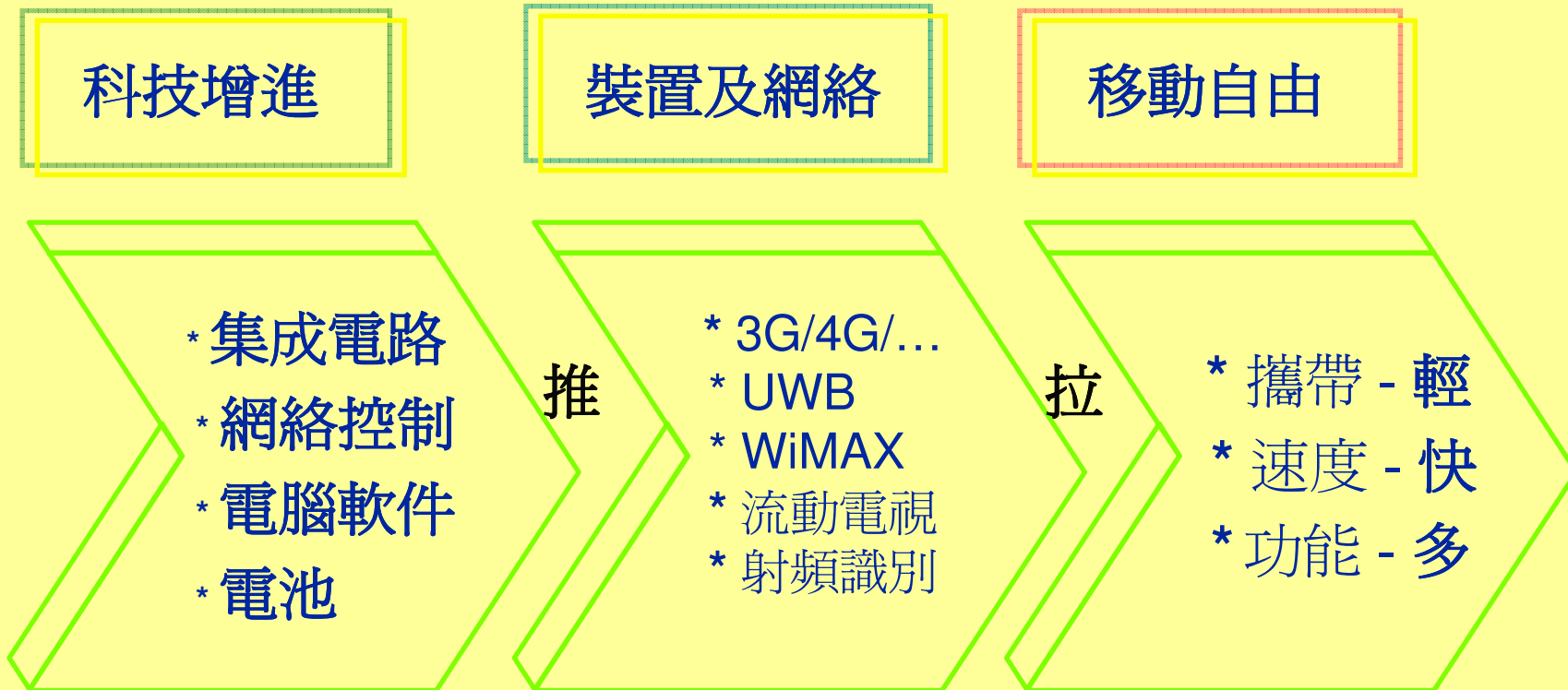
演講大綱

- 無線通訊技術原理
 - Shannon 信道容量定理 (Channel Capacity Theorem)
 - 電磁放射原理 (Electromagnetic Radiation Theory)
- 移動通訊網絡演變
 - 1G/2G/3G 流動電話
 - 無線局域網絡 (Wireless Local Area Network)
- 無線技術未來發展
 - 日後創新應用: 射頻識別, 流動電視, 超寬頻無線電
 - 公眾關注議題: 安全, 私隱, 健康影響

各種移動通訊網絡



無線技術未來發展



移動 = 自由?

加強電訊知識·做個精明用家
Stay Informed. Be a Smart Tele-Consumer!

Know more about...
Radiofrequency Electromagnetic Radiation

射頻電磁輻射

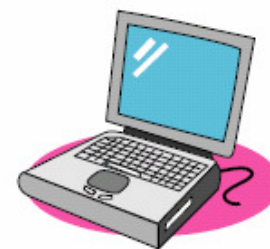
安全知多啲



哪裏會有電磁輻射？

電磁輻射的來源有多種。人體內外均佈滿由天然和人造輻射源所發出的電能量和磁能量；閃電便是天然輻射源的例子之一。至於人造輻射源，則包括：

- 微波爐
- 行駛中的汽車
- 醫療設備
- 電腦
- 無線區域網絡
- 室內無線電話
- 家用調光器 (即電燈「光暗掣」)
- 手提電話
- 雷達
- 電台和電視廣播發射機
- 衛星通訊裝置
- 店舖防盜系統
- 無線電遙控玩具



射頻輻射會否危害健康？



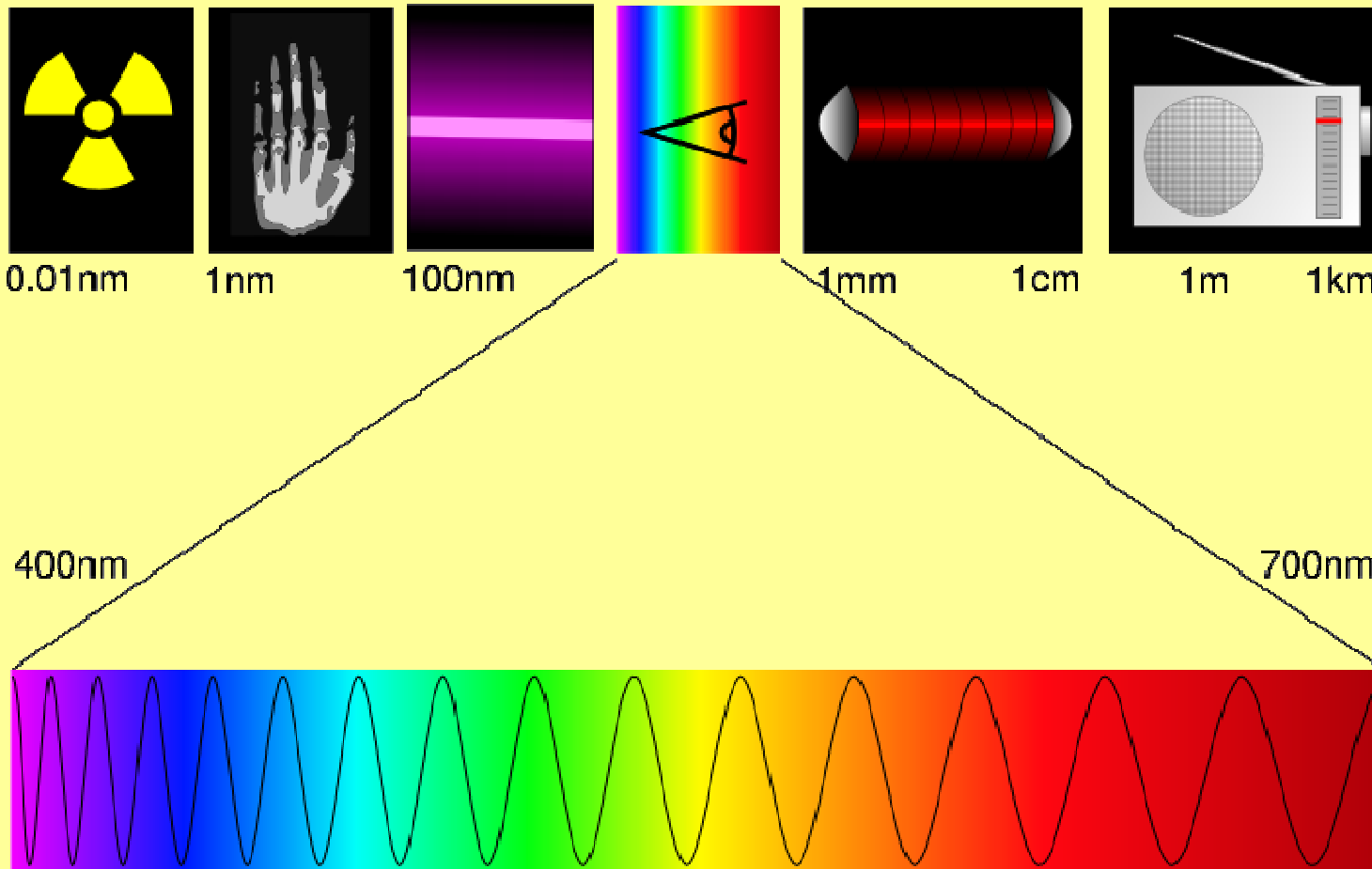
過去數十年間，不少具權威性的獨立研究小組曾經研究射頻輻射對健康可能造成的影響。然而，報告的結果往往互有矛盾，找不到可以證明射頻輻射會危害健康的實質科學證據，亦無法達致肯定的結論。

為保障安全起見，電訊管理局（「電訊局」）已參照1998年出版的《國際非電離輻射防護委員會指引》（「ICNIRP指引」），制定人體曝露在頻率高至300 GHz的射頻電磁場中的安全上限，以保障工作人員和大眾免受非電離輻射傷害。

頻率 \times 波長 = 光速

電磁頻譜

波長



取自: 維基百科全書



甚麼是「電磁輻射」？

電磁輻射是由空間共同移送的電能量和磁能量所組成，而這些能量是由電荷移動所產生；舉例說，正在發射訊號的射頻天線所發出的移動電荷，便會產生電磁能量。

電磁「頻譜」包括形形色色的電磁輻射，從極低頻至極高頻的電磁輻射。兩者之間還有無線電波、微波、紅外線、可見光和紫外光等。電磁頻譜中射頻部分一般指約由3 kHz至300 GHz的頻率。

電磁輻射所衍生的能量，取決於頻率的高低－頻率愈高，能量愈大。頻率極高的，例如X光和伽瑪射線，會釋放較大的能量，能夠破壞合成人體組織的分子。事實上，X光和伽瑪射線的能量之大，足以令原子和分子電離化，故被列為「電離」輻射。這兩種射線雖廣泛用作醫學用途，但照射過量會損害健康。X光和伽瑪射線所產生的電磁能量，有別於射頻發射裝置所產生的電磁能量。射頻裝置的電磁能量屬於頻譜中頻率較低的那一端，不能分解把分子緊扣在一起的化學鍵，因而被列為「非電離」輻射。

何謂手提電話的「比吸收率」？

人體曝露於手提電話射頻輻射的水平，一般以比吸收率 (Specific Absorption Rate 或「S.A.R.」) 評估。比吸收率量度人體每公斤組織實際吸收射頻能量的比率，通常以W/kg (即“瓦特/公斤”) 表示。電訊局諮詢衛生署後，採用了廣被認同的ICNIRP及美國國家標準學會/電機及電子工程師學會 (ANSI/IEEE) 的比吸收率限值。兩者分別為2 W/kg及1.6 W/kg。由於量度方法及程序不同，根據ICNIRP及ANSI/IEEE所釐定的比吸收率不能直接比較，但兩者指定的比吸收率限值在健康及安全方面的保障大致相同。



使用手提電話是否安全？

由於手提電話的功率偏低，故在正常的使用情況下只產生微弱的輻射。不少研究指出，沒有證據可以證明手提電話在正常使用情況下對健康有害。為確保手提電話符合國際認同的射頻輻射安全標準，讓消費者安心，由2003年4月1日起，所有獲電訊局類型檢定的手提電話型號或類型，必須符合ICNIRP或ANSI/IEEE比吸收率限值規定，而經檢定符合規格的手提電話，就可貼上指定標籤(圖2)。



圖2：指定標籤

中華人民共和國香港特別行政區
Hong Kong Special Administrative Region
of the People's Republic of China
10th 周年紀念
ANNIVERSARY

香港政府

WiFi 通

自由上網 無限聯繫

www.gov.hk/wifi



終端用戶的無線網絡保安

為確保Wi-Fi無線上網設施的保安和正確使用，政府已採取適當措施，例如「點對點堵截」以防範黑客入侵或鄰近無線用戶的攻擊，以及「內容過濾保護」以避免無意地瀏覽不雅的內容。

儘管政府場地已採取適當的保安措施，你仍然需要在你的流動設備層面上採取應有的安全防範措施，包括在流動設備安裝類似在桌上電腦中安裝的保安軟件（例如個人防火牆、抗電腦病毒軟件和虛擬私有網絡等）。



演講大綱

- **無線通訊技術原理**
 - Shannon 信道容量定理 (Channel Capacity Theorem)
 - 電磁放射原理 (Electromagnetic Radiation Theory)
- **移動通訊網絡演變**
 - 1G/2G/3G 流動電話
 - 無線局域網絡 (Wireless Local Area Network)
- **無線技術未來發展**
 - 日後創新應用: 射頻識別, 流動電視, 超寬頻無線電
 - 公眾關注議題: 安全, 私隱, 健康影響