

# NB-IoT通訊協定及應用系統

## 種子教師培訓課程

### 實習二：NB-IoT傳輸模組實習



黃能富特聘教授

國立清華大學資訊工程系

E-mail: [nfhuang@cs.nthu.edu.tw](mailto:nfhuang@cs.nthu.edu.tw)

© All rights reserved. No part of this publication and file may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without prior written permission of Professor Nen-Fu Huang (E-mail: [nfhuang@cs.nthu.edu.tw](mailto:nfhuang@cs.nthu.edu.tw)).

# 教材

- 請清點今天會使用之教材

- Micro-USB線 \_\_\_\_\_



- NB-IoT 天線 \_\_\_\_\_



- NB-IoT Sim卡 \_\_\_\_\_



- NB-IoT模組開發板 \_\_\_\_\_



- 完成實驗後請將各項教材繳回給助教!!

# NB-IoT介紹大綱

---

- NB-IoT 介紹
- NB-IoT 模組介紹
- TCP/UDP
- NB-IoT 實驗架構

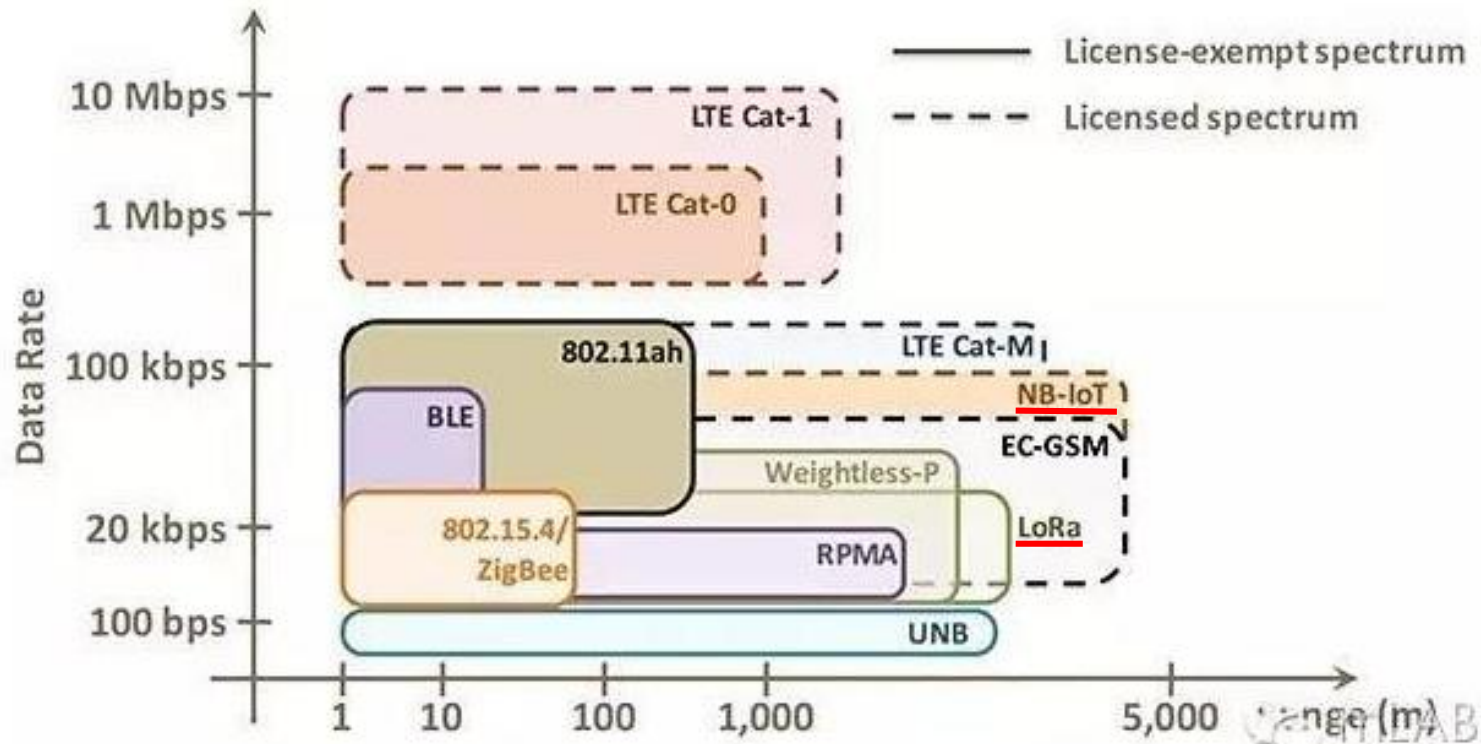
# NB-IoT介紹

---

- 物聯網的無線通信技術主要分為兩類：
  - 1. 短距離通信技術。EX: Zigbee、WiFi、藍牙、Z-wave
  - 2. 廣域網通信技術，即LPWAN ( low-power Wide-Area Network )。也分為兩類：
    - I. 工作於未授權頻譜的LoRa、SigFox等技術。
    - II. 工作於授權頻譜下，3GPP支持的2/3/4G蜂窩通信技術，比如EC-GSM、LTE Cat-m、NB-IoT等。

# NB-IoT介紹

- 各無線通信技術之範圍與傳輸速率比較



# NB-IoT介紹

---

- NB-IoT (Narrow Band Internet of Things) ，即窄帶物聯網。
- NB-IoT使用License頻段，可採取帶內、保護帶或獨立載波等三種部署方式，與現有網絡共存。
- 具有高覆蓋，高連結，低功耗，低成本等優勢。

# NB-IoT介紹

---

- NB-IoT 的優勢
- Super coverage
  - NB-IoT室內覆蓋能力強。
  - 不僅可以滿足農村這樣的廣覆蓋需求，對於廠區、地下車庫、井蓋這類對深度覆蓋有要求的應用同樣適用。
- Massive connection
  - 在同一基站的情況下，NB-IoT可以比現有無線技術提供50-100倍的接入數。一個扇區能夠支持10萬個連接，支持低延時敏感度、超低的設備成本、低設備功耗和優化的網絡架構。

# NB-IoT介紹

---

- NB-IoT 的優勢
- Low Power
  - 低功耗特性是物聯網應用一項重要指標，特別對於一些不能經常更換電池的設備和場合，如安置於高山荒野偏遠地區中的各類傳感監測設備，它們不可能像智慧型手機一天一充電，長達幾年的電池使用壽命是最本質的需求。
- Low Cost
  - 與LoRa相比，NB-IoT無需重新建網，射頻和天線基本上都是復用的。
  - 低速率、低功耗、低帶寬同樣給NB-IoT晶片以及模組帶來低成本優勢。



# NB-IoT介紹

---

- NB-IoT的應用
  - Connected scooters/Bikes
  - Smart Parking
  - Smart Streetlights
  - Remote Healthcare
  - Environment Monitoring
  - Asset Tracking
  - Smart Security Control
  - Smart Vending Machines

# NB-IoT介紹大綱

---

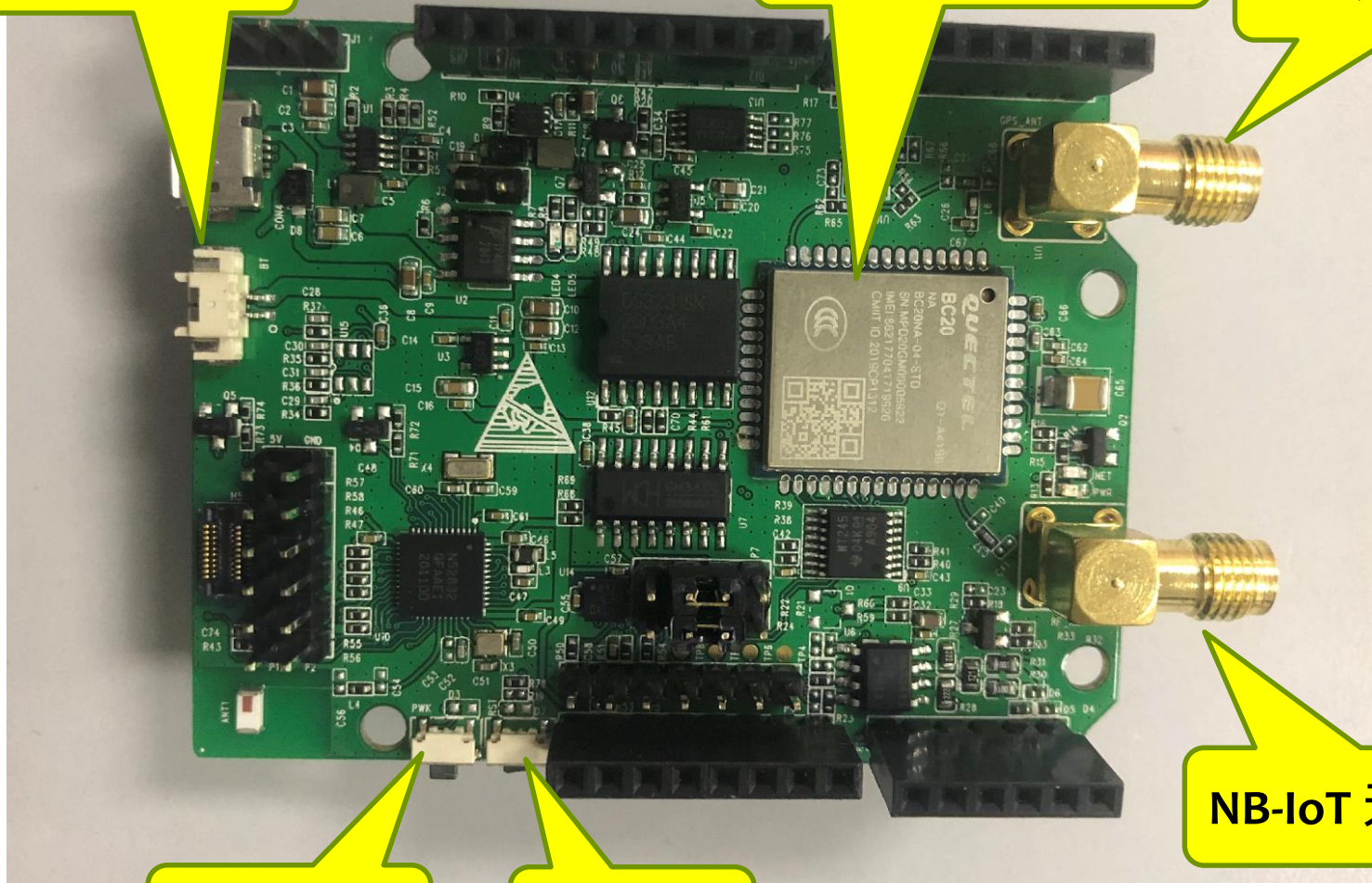
- NB-IoT 介紹
- NB-IoT 模組介紹
- TCP/UDP
- NB-IoT 實驗架構

# NB-IoT 通訊模組

SIM Card (背面)

NB-IoT Chip (BC20)

GPS 天線接口



PWK 按鈕

RST 按鈕

NB-IoT 天線接口

# NB-IoT 通訊模組

---

- 操作環境
  - 3.3V 單電源供電
  - 操作溫度範圍: -35°C - 75°C
- 特性
  - 可快速整合至感應器
  - 提供AT指令集配置
  - 18.7mm x 16.0mm, 2.1mm 針腳封裝
  - 介面: UART
  - 高靈敏度: -129 dBm
  - 支援頻道: LTE Bands 5, 8

# NB-IoT 通訊模組

以正面觀看之各腳位

翻面可看到各腳位說明

GPS天線接頭

NB-IoT天線接頭

BC20

跳線接腳處

|                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| EX_nRF_RX           | EX_nRF_TX           |
| CH_TX               | CH_RX               |
| <del>BC_TX_33</del> | <del>BC_RX_33</del> |
| nRF_TX              | nRF_RX              |

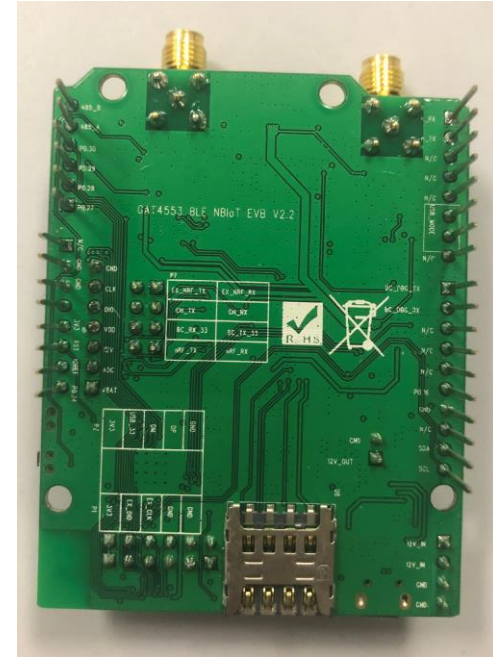
V2.1

USB接孔

(背)SIM卡接頭

RST

PWK



V2.1 請將  
BC\_TX\_33接到CH\_RX  
BC\_RX\_33接到CH\_TX

BC : NB-IoT晶片

CH : USB

\*請注意V2.1和V2.2板子腳位略有不同

# NB-IoT 通訊模組

\*請注意V2.1和V2.2板子腳位略有不同

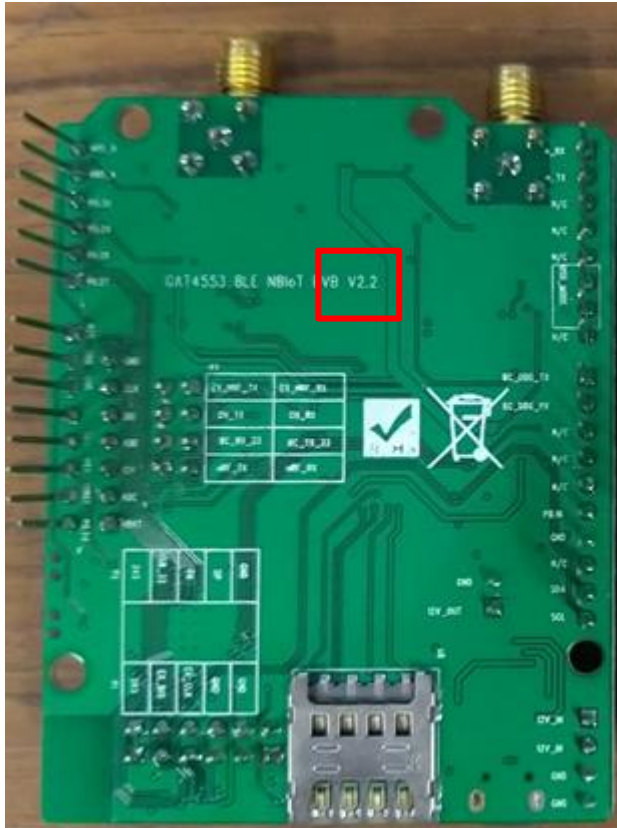


V2.1 (正面須用杜邦線連接下表腳位)

| EX_nRF_RX | EX_nRF_TX |
|-----------|-----------|
| CH_TX     | CH_RX     |
| BC_TX_33  | BC_RX_33  |
| nRF_TX    | nRF_RX    |

# NB-IoT 通訊模組

\*請注意V2.1和V2.2板子腳位略有不同



V2.2 (正面可用跳線連接下表腳位)

| EX_nRF_RX | EX_nRF_TX |
|-----------|-----------|
| CH_RX     | CH_TX     |
| BC_TX_33  | BC_RX_33  |
| nRF_RX    | nRF_TX    |

# NB-IoT 通訊模組的 AT Commands

|   | 用途        | UE Return                    |
|---|-----------|------------------------------|
| AT+QBAND?                                 | 確認設置頻段信息  | +QBAND: 5,8<br>OK            |
| AT+CGSN=1                                 | 查詢設備IMEI號 | +CGSN: 123456789012347<br>OK |
| Note: IMEI如有錯誤，自動模式下先設置AT+CFUN=0關閉MT功能後寫入 |           |                              |
| AT+CFUN?                                  | 確認MT的功能   | +CFUN: 1<br>OK               |
| Note: 如果開啟自動聯網功能，重啟後默認CFUN=1              |           |                              |



# NB-IoT 通訊模組的 AT Commands

|  | 用途           | UE Return             |
|--|--------------|-----------------------|
| AT+CIMI  | 查詢USIM卡IMSI號 | 460001357924680<br>OK |
| Note: 如查不到IMSI號，請確認卡片是否開通與是否插好                           |              |                       |
| AT+CSQ   | 確認信號強度       | +CSQ: 21,99<br>OK     |
| Note: 保持正常通信狀態下，信號強度值不能低於15即-80dBm左右<br>信號強度值為99時說明沒有信號。 |              |                       |

| 數值     | 信號強度                        |
|--------|-----------------------------|
| 0      | -113dBm or less             |
| 1      | -111dBm                     |
| 2...30 | -109...-53dBm               |
| 31     | -51dBm or greater           |
| 99     | Not known or Not detectable |

# NB-IoT 通訊模組的 AT Commands

|   | 用途         | UE Return         |
|---|------------|-------------------|
| AT+CGATT?   | 查詢是否有連上網路  | +CGATT: 1<br>OK   |
| Note: 如果反為+CGATT:0說明未上網成功，有30s的延時，可一直查詢。過了30s後仍未成功，則判定為失敗 |            |                   |
| AT+CEREG?   | 查詢當前網路註冊狀態 | +CEREG: 1,1<br>OK |
| Note: 第一個參數1表示是否能註冊網路，第二個參數1代表成功註冊網路                      |            |                   |
| AT+CSCON?   | 查詢連接狀態     | +CSCON: 0,1<br>OK |
| Note: 第一個參數0表示關閉非請求結果碼，第二個參數1表示為連接狀態                      |            |                   |

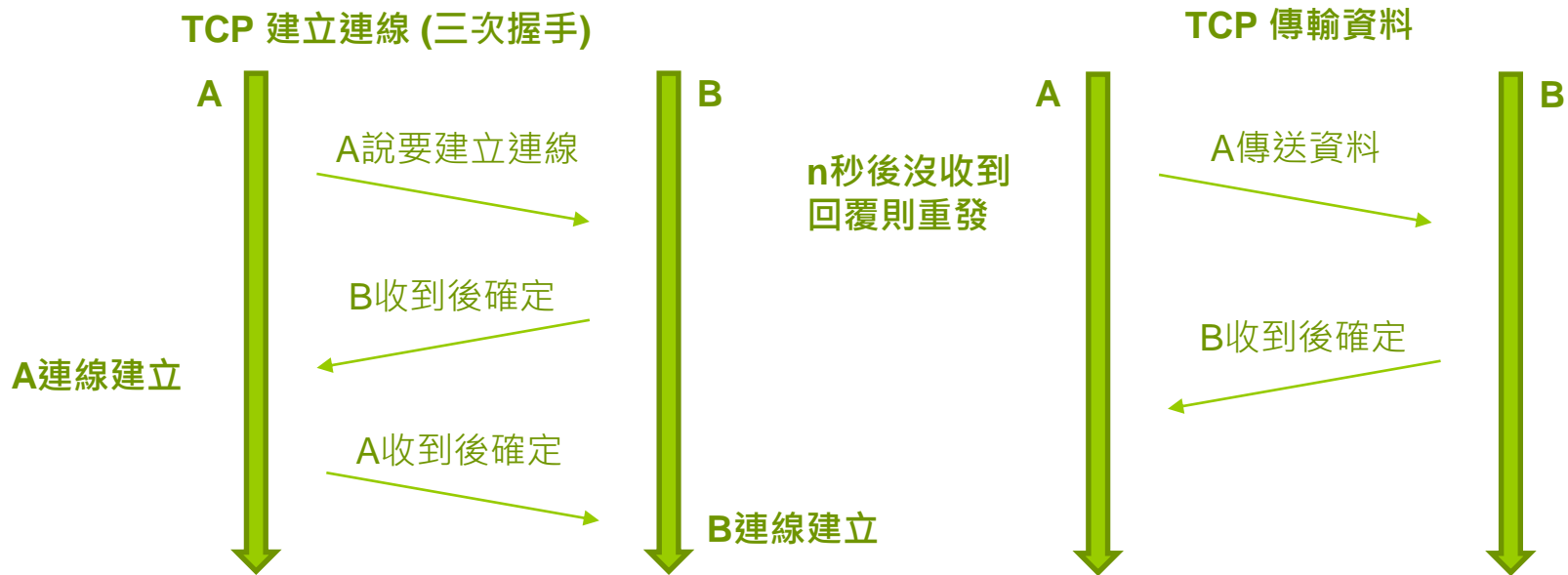
# 大綱

---

- NB-IoT 介紹
- NB-IoT 模組介紹
- TCP/UDP
- NB-IoT 實驗架構

# TCP/UDP

- 在 TCP/ IP 協定中傳送層主要有兩個協定：TCP 與 UDP
- TCP (Transmission Control Protocol)
- TCP 提供的是一個連線導向(Connection Oriented)的可靠傳輸，可使用連線要求、連線終止、以及流量控制等的管理程序。



# TCP/UDP

- 在 TCP/ IP 協定中傳送層主要有兩個協定：TCP 與 UDP
- UDP (User Datagram Protocol)
- UDP 是非連線型(Connectionless)的非可靠傳輸協定，只提供資料的不可靠傳遞，一旦將資料傳送出去，就不保留資料備份，且也可能發生到達順序不一致的問題。

發送方

T1 時間 -- UDP A  
T2 時間 -- UDP B  
T3 時間 -- UDP C

接收方

T4 時間 -- UDP C  
T5 時間 --  
T6 時間 -- UDP A

(Loss UDP B)

# 大綱

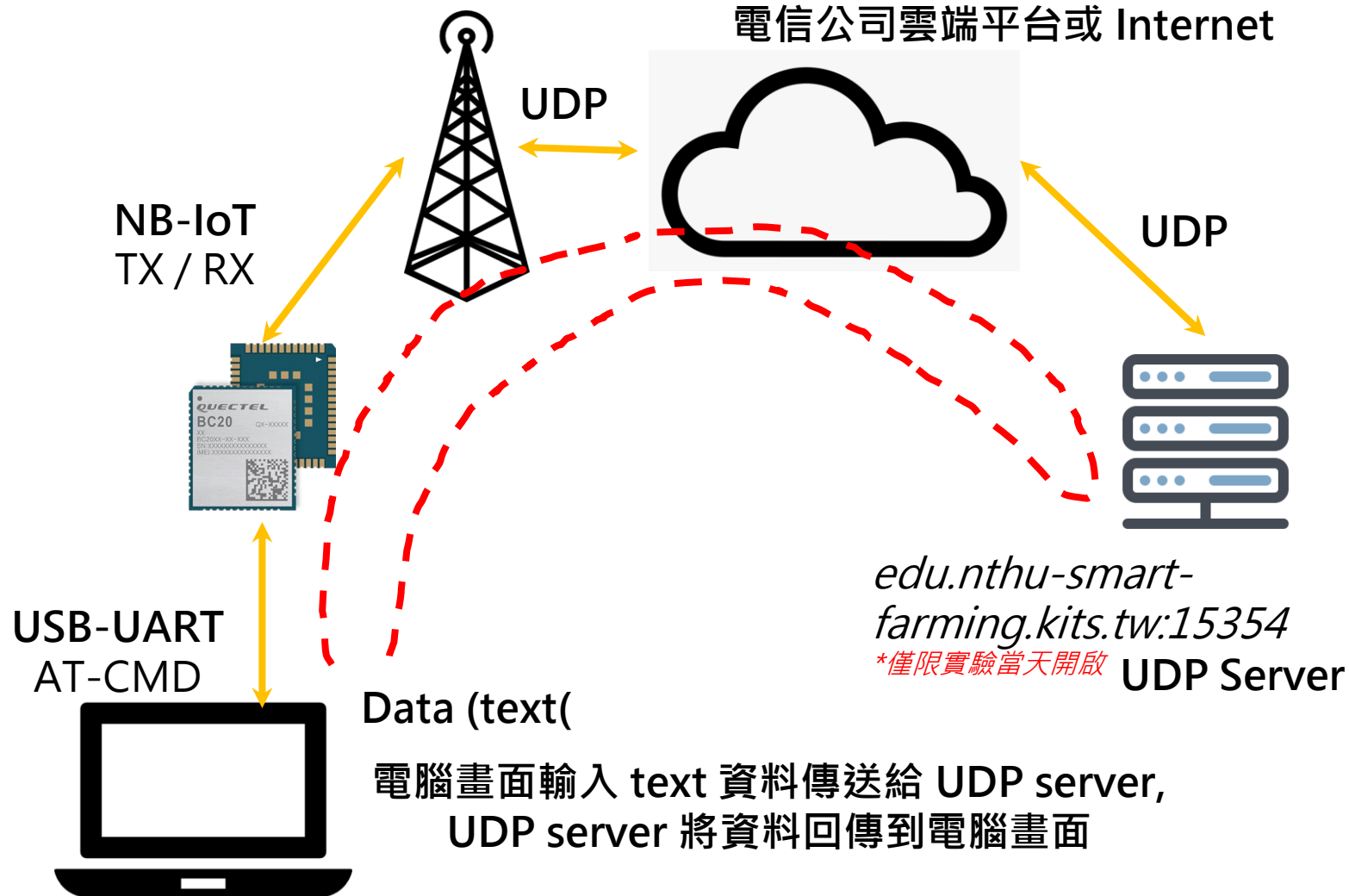
---

- NB-IoT 介紹
- NB-IoT 模組介紹
- TCP/UDP
- NB-IoT 實驗架構

# NB-IoT 通訊模組實驗架構

NB-IoT 基地台 (電信公司)

電信公司雲端平台或 Internet



# 實驗目標

---

- 目標一：透過 COM Port 下 AT-CMD
- 目標二：透過 AT-CMD 讓使模組傳送及接收資料



# 目標一 (30 %)

---

- 連接 NB-IoT 模組與電腦
- 先安裝驅動CH340：  
<https://sparks.gogo.co.nz/ch340.html>
- 確認模組狀態
  - Com port setting hint: Baud rate: 115200 / NL & CR
  - 1. 安裝UART通訊軟體 (Arduino IDE 即可，注意序列埠)
  - 2. 打開序列埠監控視窗，設定board rate(115200)，NL&CR(Newline & Carriage Return)
  - 3. 長按4553開機鍵PWK(約2秒)
  - 4. 確認通訊成功：輸入“ AT” ，須回復“ OK”
  - 5. 確認設置頻段 (8需要開啟)
  - 6. 啟動NB-IoT模組
  - 7. 查詢 IMEI / IMSI 號碼 (確認SIM卡正常)

# 目標一 (30 %)

---

- AT 指令格式通則

- 查詢指令可支持的參數：      AT+ <cmd> =?
- 查詢指令目前的參數：      AT+ <cmd> ?
- 設置指令的參數：  
AT+ <cmd> = <p1> [, <p2> [, <p3> [...]]]

**\*指令中非必要的話，請勿加入空格**

AT command 說明文件:

BC20 AT command

BC20 TCP IP

# 目標一 (30 %)

| 指令    | 用途               |
|-------|------------------|
| QSCLK | 設置 / 查詢休眠模式      |
| QBAND | 設置 / 查詢頻段        |
| CFUN  | 設置 / 查詢 MT啟用狀態   |
| CGSN  | 查詢設備 IMEI        |
| CIMI  | 查詢 SIM卡卡號 (IMSI) |

\* MT =  
Mobile  
Terminal

\* 紅色指令：只能在啟動之後使用

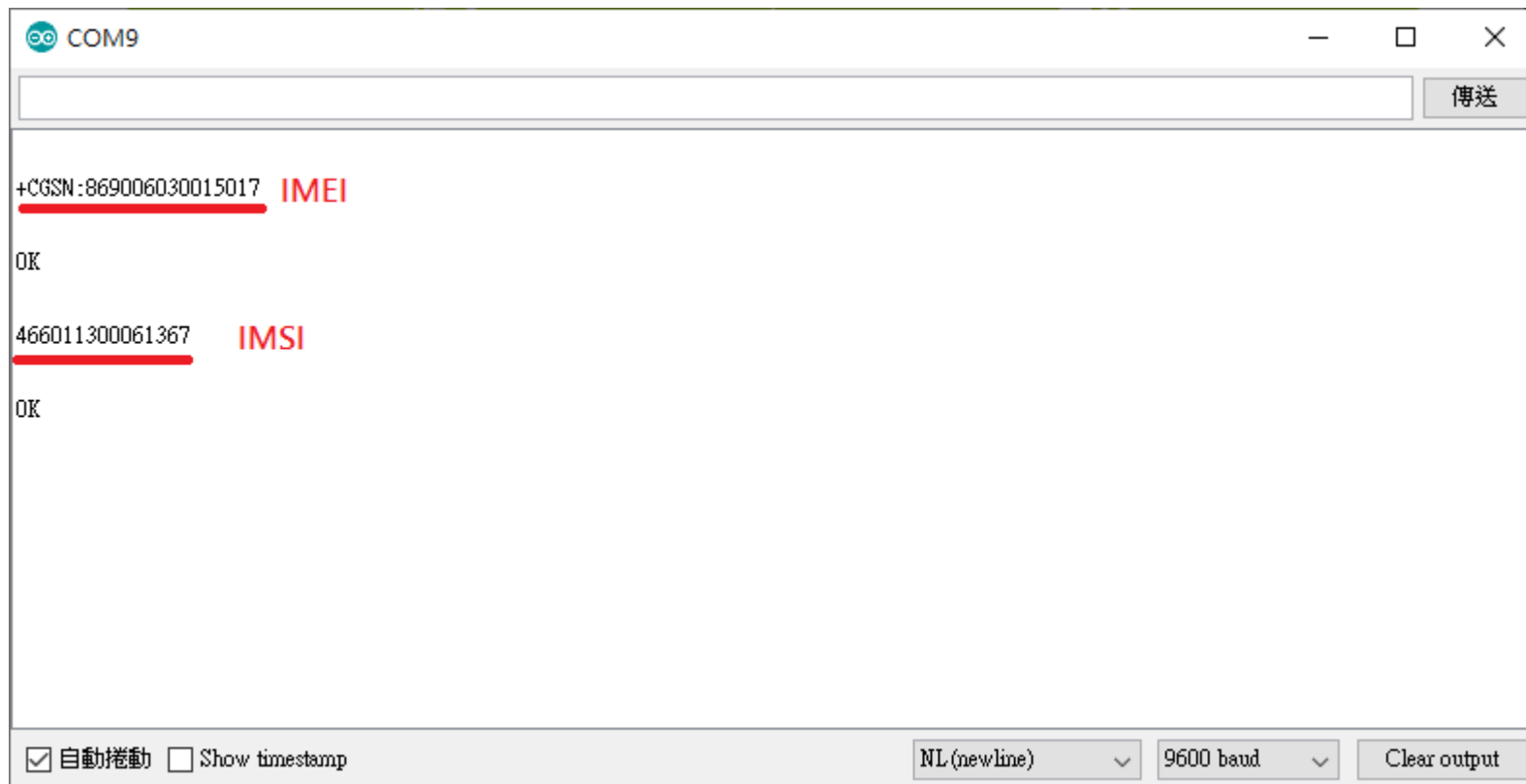
# 目標一 (30 %)

Ex.

| 指令           | 用途   |
|--------------|--|
| AT+QSCLK=0   | 關閉設備休眠<br>Disable deep sleep                     |
| AT+QBAND=1,8 | 設定1個頻段：8<br>Set one band: 8                      |
| AT+CFUN=1    | 啟動NB模組<br>Enable Module                          |
| AT+CGSN=1    | 查詢設備 IMEI<br>Inquire IMEI                        |
| AT+CIMI      | 查詢 SIM卡卡號(IMSI)<br>Inquire IMSI<br>* 若無法查詢，請告知助教 |

# 目標一 (30 %)

- 目標一



# 實驗目標

---

- 目標一：透過 COM Port 下 AT-CMD
- 目標二：透過 AT-CMD 使模組傳送及接收資料

## 目標二 (70 %)

---

- 透過 AT-CMD 傳送與接收資料
  - 1. 啟動 NB模組
  - 2. 設定傳輸 IPV4 / IPV6 位址
  - 3. 附著(加入)NB網路
  - 4. 建立 UDP Socket.
  - 5. 傳送 UDP資料
  - 6. 接收 UDP資料

## 目標二 (70 %)

| 指令      | 用途            |
|---------|---------------|
| CFUN    | 設置 / 查詢MT啟用狀態 |
| CGDCONT | 設置 / 查詢傳輸類型   |
| CGATT   | 設置 / 查詢MT附著狀態 |
| QICFG   | 設置傳送與接收格式     |

\* CGDCONT須在附著網路之前設置



## 目標二 (70 %)

Ex.

| 指令                        | 用途   |
|---------------------------|--|
| AT+CFUN=1                 | 啟動NB模組<br>Enable Module                                  |
| AT+CGATT=0                | 去附著網路<br>Detach to network                               |
| AT+CGDCONT=1,"IPV4V6"     | 設定IPV4 / IPV6  |
| AT+CGATT=1                | 附著至NB網路<br>Attach to NB-IoT                              |
| AT+QICFG="dataformat",1,1 | 設定傳送與接收格式為HEX<br>Set sending and receiving format to HEX |

\* 若AT+CGDCONT無法設置，請先將AT+CGATT=0  
Set AT+CGATT=0 before AT+CGDCONT

## 目標二 (70 %)

| 指令         | 用途              |
|------------|-----------------|
| AT+CMEE=1  | 開啟進階錯誤回報 (* 建議) |
| AT+CEREG=5 | 開啟註冊狀態回報        |
| AT+CSCON=1 | 開啟基站連線狀態回報      |

COM9

傳送

OK

搜尋網路

+CEREG:2,C442,035BF083,9,,,

+CSCON:1 建立連線

+CEREG:1,C442,035BF083,9,,,00010000,00101011

加入網路

+CSCON:0

中斷連線

☒ 自動捲動 ☐ Show timestamp NL(newline) 9600 baud Clear output

## 目標二 (70 %)

| 指令  | 用途                            |
|---|-------------------------------|
| AT+QIOPEN=1,0,"UDP",<Addr / DomainName>,<DstPort>,0,0,0 | 建立Socket指令格式<br>Create Socket |

Addr → **edu.nthu-smart-farming.kits.tw** (UDP 位置)

DstPort → **15354** (UDP Port) *\*此UDP server 僅限實驗當天開啟*

COM4 注意雙引號

傳送

```
16:54:06.737 -> AT+QIOPEN=1,0,"UDP","edu.nthu-smart-farming.kits.tw",15354,0,0,0
16:54:06.784 -> OK
16:54:07.540 ->
16:54:07.540 -> +QIOPEN: 0,0
```

## 目標二 (70 %)

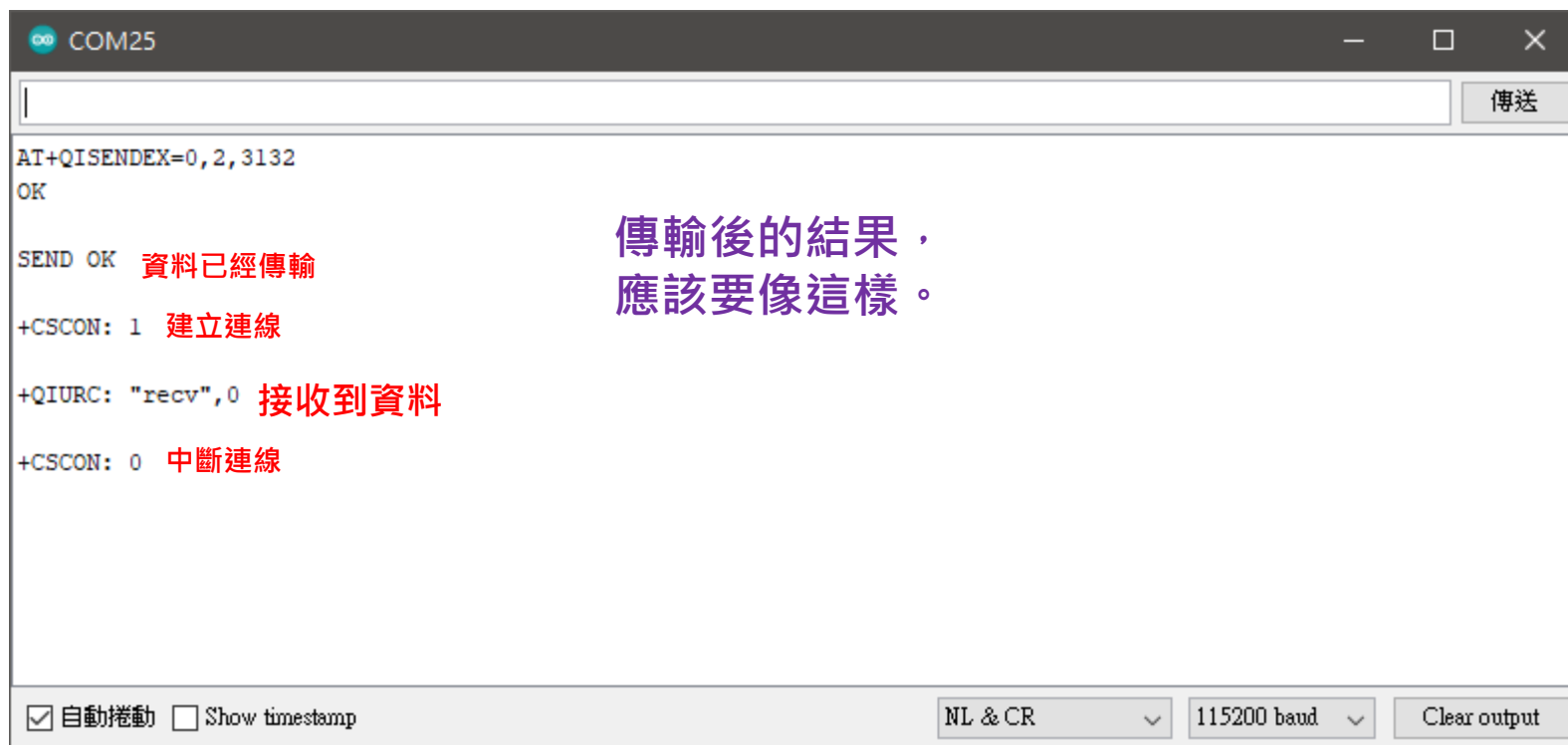
| 指令                            | 用途                               |
|-------------------------------|----------------------------------|
| AT+QISENDEX=0,<length>,<data> | 傳送UDP資料的指令格式<br>Send data to UDP |

length → 資料長度 (IN BYTES)  
data → 資料內容 (HEX STRING)

AT+QISENDEX=0,3,313233

上面指令會將 “313233” (HEX) 傳送至 [edu.nthu-smart-farming.kits.tw](http://edu.nthu-smart-farming.kits.tw)

## 目標二 (70 %)



\* 根據實際情形  
+CSCON和+QIURC可能不會出現，  
為避免資料漏失，可在傳輸後都輸入接收指令

## 目標二 (70 %)

| 指令              | 用途                                    |
|-----------------|---------------------------------------|
| AT+QIRD=0,<Len> | 接收UDP資料的指令格式<br>Receive data from UDP |

Len → 指定讀取長度 (in bytes)

\* 亦可直接設定最大長度512

接收到返還資料



```
17:27:41.449 -> AT+QIRD=0,512
17:27:41.503 -> +QIRD: 2
17:27:41.503 -> 3132
17:27:41.503 ->
17:27:41.503 -> OK
```

# 目標二 (70 %)

---

- 目標二

- 1. 將16進位數字透過NB-IoT + UDP傳送至指定位置
- 2. 接收返還的資料

- 1. Send the hex number to [edu.nthu-smart-farming.kits.tw](http://edu.nthu-smart-farming.kits.tw)
- 2. Receive the data from the UDP server

# The End

