

Chapter 6

Optical Networks & PON



Outline

- ***Fiber*** (光纖)
- ***FTTx***
- ***PON***

以光纖為傳輸媒介的優點: 高頻寬

- 理論上，通訊載波的頻率越高，其可載送之通訊容量即越大。
- 目前光纖通訊用光波頻率約在 $10^{14} \sim 10^{15}\text{Hz}$ 間，遠大於電波頻率 $10^6 \sim 10^9\text{Hz}$ 。
- 傳統同軸電纜的通訊頻寬約為**500MHz**，微波通訊的頻寬約為**700MHz**，均遠不及現今單模光纖的數百**GHz**頻寬與多模光纖的數**GHz**頻寬。

以光纖為傳輸媒介的優點: 低損失

- 在光纖通訊常用波長 $\lambda=1550\text{nm}$ 處，石英玻璃光纖的光損耗約為 $0.2\sim0.25\text{dB/km}$ ，
- 相較於傳統電纜的傳輸損耗，其所需中繼放大之距離已提升數十倍，如此大大降低了系統的建設成本，因此光纖非常適合做中長距離的傳輸媒介。

以光纖為傳輸媒介的優點: 徑細、質輕

- 玻璃裸光纖外徑約為 $125\mu\text{m}$ ，加上披覆層後其外徑也只在 $250\sim 900\mu\text{m}$ ，而且玻璃的密度也遠比銅線為低，這將使光纖非常方便鋪設，不管是置於管路中、架空或直埋於地下，皆能大為減低所需空間與鋪設難度。

以光纖為傳輸媒介的優點: 不受電磁干擾

- 光纖材料 SiO_2 為電的絕緣體，不會受到電磁波的干擾，非常適合在有電波干擾或多雷電的區域取代電纜通訊系統
- 即使光訊號在電氣化鐵路沿線鋪設的光纖中行進，也不會劣化，也可沿著電力線走。
- 此外，因光纖為一介質光波導，只傳輸光訊號，不會產生火花，抗高溫且耐酸鹼，因此也很適合佈放在瓦斯管線、水溝等各種環境中。

以光纖為傳輸媒介的優點: 保密性高

- 傳統電波訊號在金屬傳輸線中傳輸，極易因輻射外洩而使訊號被竊取。
- 光纖為一介質光波導，無電波輻射外漏的問題，而且不易被偷接，因此非常適合於保密性要求較高之通訊網路系統。

以光纖為傳輸媒介的優點: 原料豐富

- 光纖主要成分為**SiO₂**，其原料資源豐富，而且大量生產技術已成熟，這使得光纖的低生產成本將能維持很長久。

分波多工(WDM)

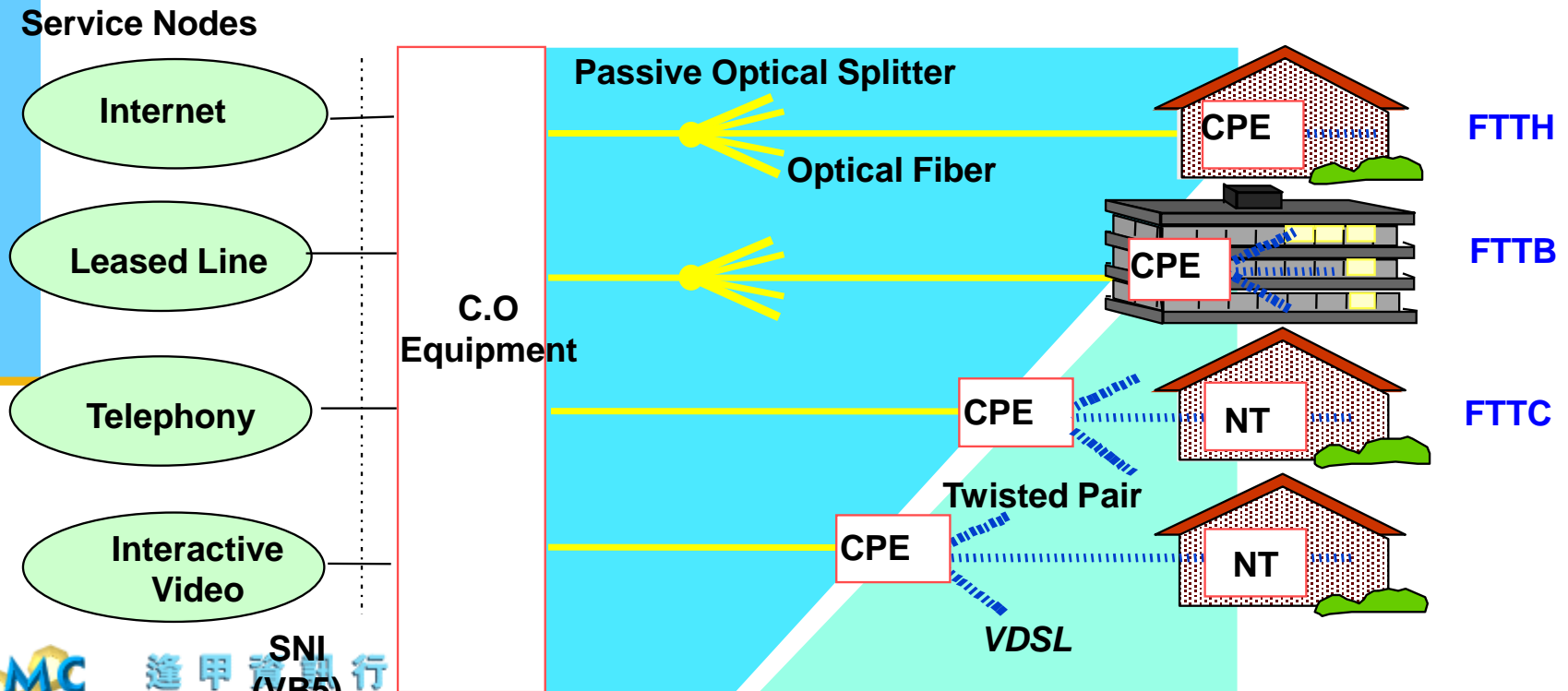
- Wavelength Division Multiplexing (WDM)
- 傳統上每根光纖傳輸單一光載波。由於光纖特性的研究不斷地得到進展，同時雷射與光電驅動元件技術亦有長足的進步，促使在同一光纖中傳送一個以上之光波長的技術得以實現，解決高頻寬需求的問題，此種傳輸技術稱為分波多工(WDM)。

高密度分波多工(DWDM)

- Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM)
- 所謂的DWDM技術，即是在一根光纖中，同時傳輸16個以上的波長訊號。
- 若是同時傳輸128個波長訊號，即可增加128倍的傳輸容量，不需重新鋪設光纖，即可大幅提升通訊系統的容量。

FTTx Overview

- FTTH : Fiber To The Home
- FTTB : Fiber To The Building
- FTTC : Fiber To The Curb



FTTx 劃分

- FTTx，x可為
 - C (Curb)：FTTC — 光纖到路邊
 - B (Building)：FTTB — 光纖到樓
 - H (Home)：FTTH — 光纖到家

FTTC

- FTTC 為目前最大宗的服務形式，主要是為住宅區的用戶作服務，將ONU 設備放置於路邊機箱
- 利用ONU 出來的同軸電纜傳送CATV訊號或雙絞線傳送電話及上網服務。

FTTB

- FTTB 依服務的對象不同分為兩種，一種是公寓大廈的用戶服務，另一種是商業大樓的公司行號服務
- 兩種皆將ONU 設置在大樓的地下室配線箱處，只是公寓大廈的ONU 是FTTC 的延伸，而商業大樓是為了中大型企業單位，必須提高傳輸的速率，以提供高速的數據、電子商務、視訊會議等寬頻服務。

FTTH

- 是把光纖引入到家的意思
- 也就是使各個家庭的通信網路都能使用光纖。在光纖中可以傳輸電腦資料、電視影像、聲音信號等資訊，而且還是高速和長時間連續的。
- **FTTH** 是網路光纖化的極致，將光纖的距離延伸到終端用戶家裡，使得家庭內能提供各種不同的寬頻服務，如隨選視訊**VOD**、在家購物、在家上課等，提供更多的商機。若搭配**WLAN** 技術，將使得寬頻與行動結合，達到寬頻數位家庭的願景。

FTTH competition exists

Downtown Tokyo

Source: Fujikura



Multiple fibers passing the same homes!

Source: Fujikura

FTTx 重要設備

- 局端設備
 - OLT (Optical Line Terminal) — 光線路終端
- 用戶端設備
 - ONU (Optical Network Unit) — 光網路單元
 - ONT (Optical Network Terminal) — 光網路終端

An ONT mounted to the outside of a building, with the cover open



ONU放置點

■ FTTC

- 以住宅區的住戶為主的服務。將**ONU** 放置於路邊的電信機箱，利用雙絞線進入用戶端

■ FTTB

- 將**ONU** 設置於大樓地下室電信室配線箱

■ FTTH

- 將**ONU** 設置於用戶端家裡

Passive Optical Networks

- A single fiber is used to support multiple customers
- No active equipment in the path \Rightarrow Highly reliable
- Both upstream and downstream traffic on ONE fiber (1490nm down, 1310nm up). OLT assigned time slots upstream.
- Optical Line Terminal (OLT) in central office
- Optical Network Terminal (ONT) on customer premises
Optical Network Unit (ONU) at intermediate points w xDSL

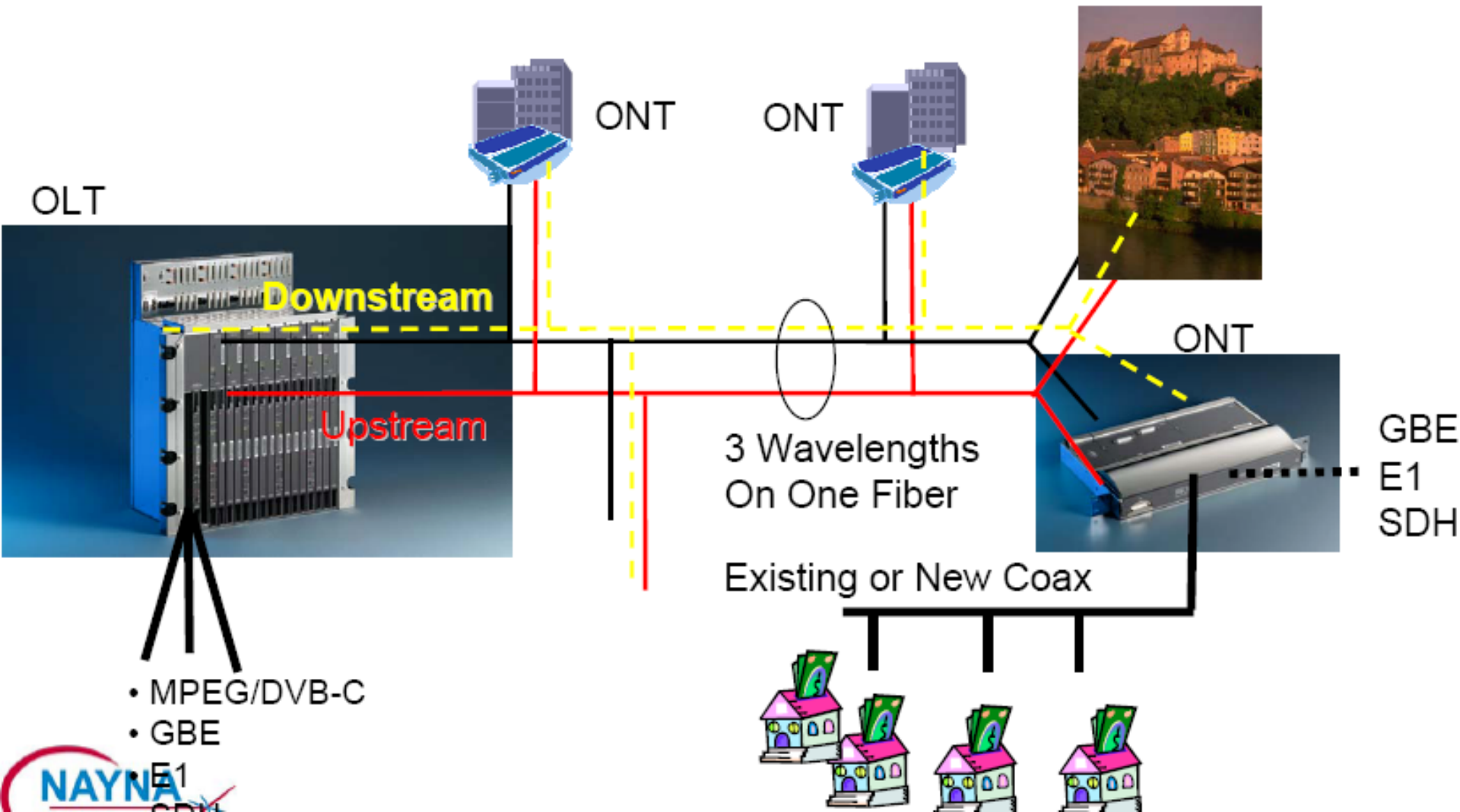


OLT



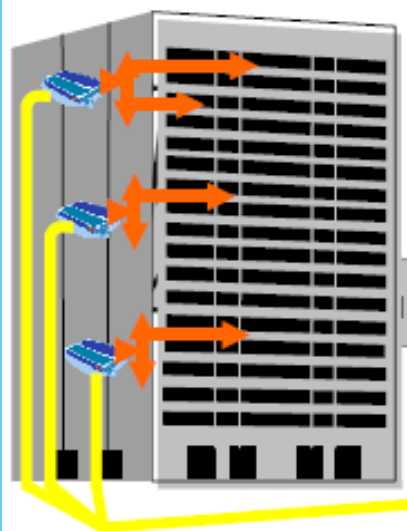
ONT

- Analog or Digital Video on 1550 nm

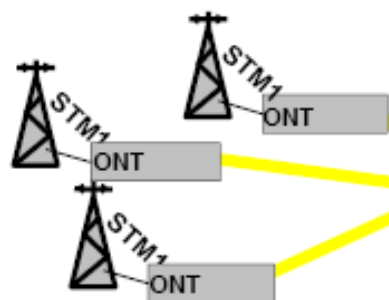


PON Applications

1. FTTP



2. Cellular Backhaul



Comm



Remote DSLAM/DLC

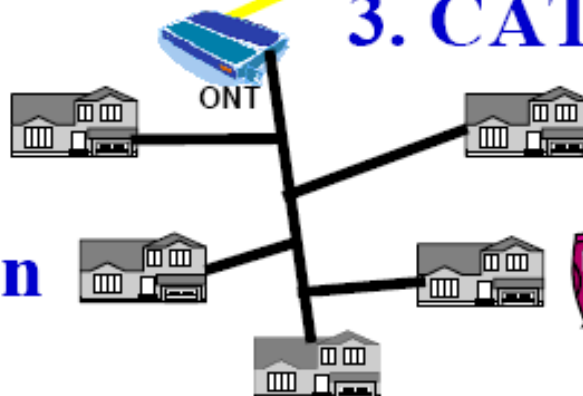


4. DSLAM Aggregation



<http://www.nayna.net>

3. CATV MSO



EPON: IEEE 802.3ah

- EFM (Ethernet First Mile) Task Force
- Standardized in 2004/06
- Add the OAM functions to Nowadays Ethernet
- Extend the Nowadays Gigabit Ethernet to support:
 - EoCu
 - P2P
 - EPON

