

變電所與控制中心通訊標準研析



台電綜研所資通室
卓啟翔

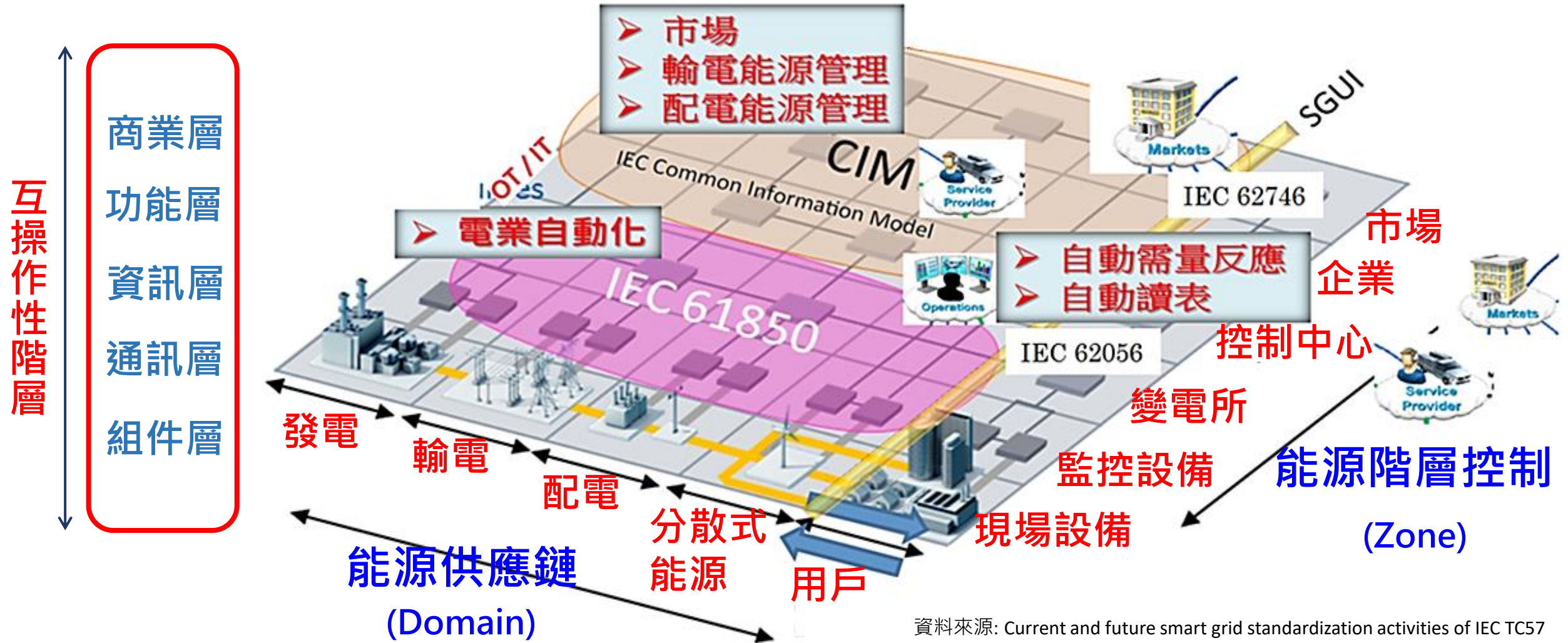
109年10月29日

報告大綱



壹 智慧電網核心標準

智慧電網導入IEC 61850國際標準重新鏈結發輸配分散式能源



資料來源: Current and future smart grid standardization activities of IEC TC57

IEC 61850標準與應用

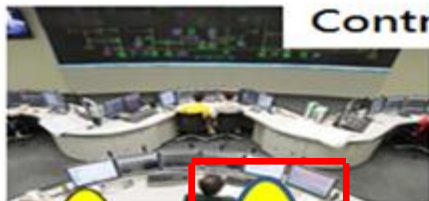
Maintenance center



IEC 61850-90-3

IEC 61850-80-1

Control center SCADA



IEC 61850

IEC 61850-90-2



Synchrophaser (PMU)

IEC 61850-90-5

IEC 61850

IEC 61400-25



IEC 61850
IEC 61400-25

Wind power plant
IEC 61400-25

Charging stations



Distributed Energy Res
IEC 61850-7-420



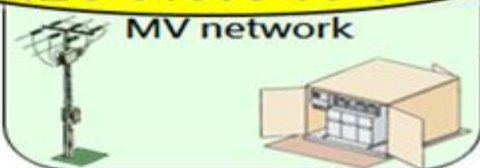
Power substation B

IEC 61850

IEC 61850-90-1
between stations

IEC 61850-90-6

MV network



IEC 61850



Hydro power plant
IEC 61850-7-410

Local SCADA

IEC 61850

RTU

IED

IED

IED

Power substations A
IEC 61850-7-4

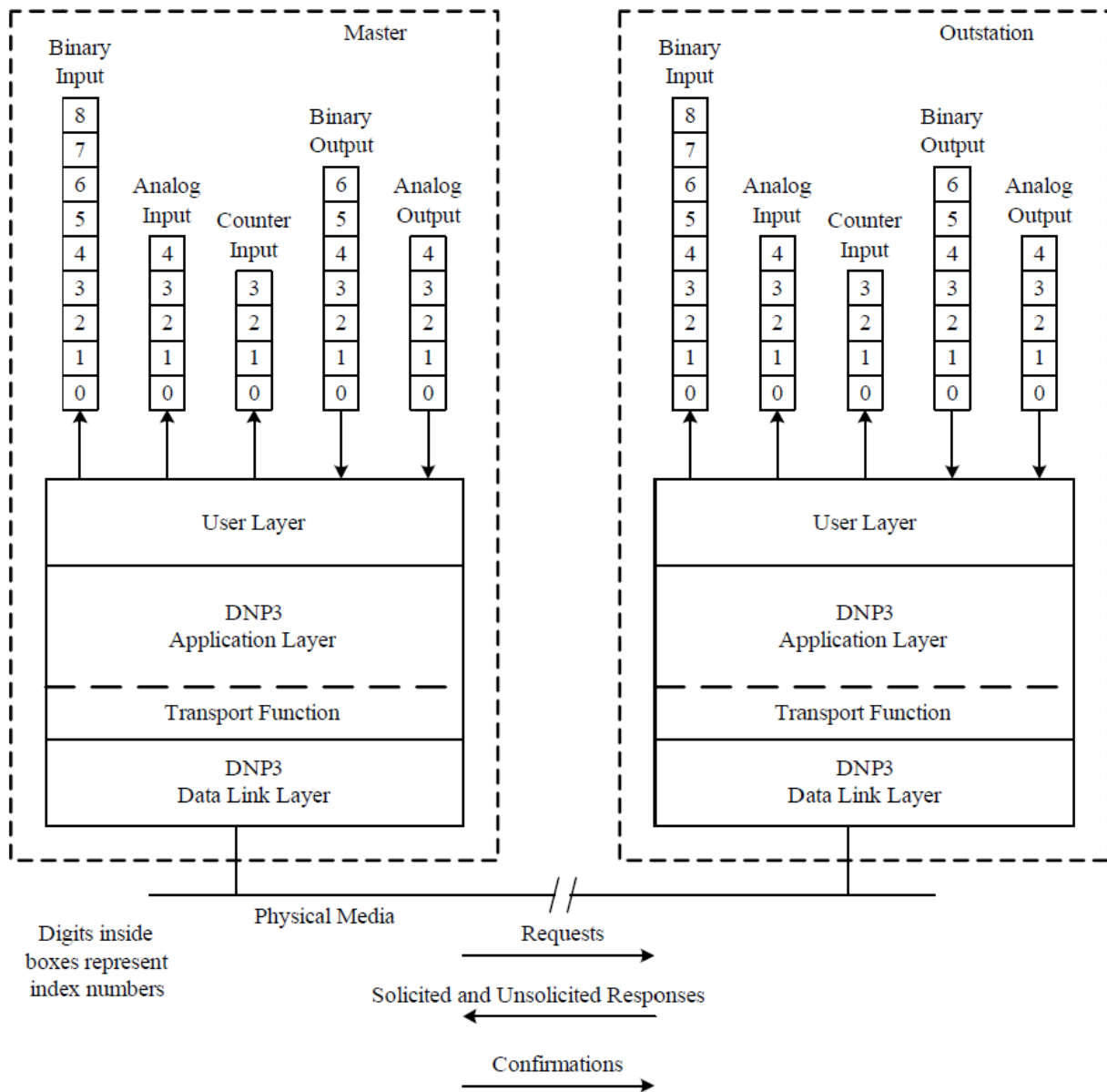


貳 DNP 3.0/IEC 61850 標準轉換研析

DNP 3.0協定概述(1/4)

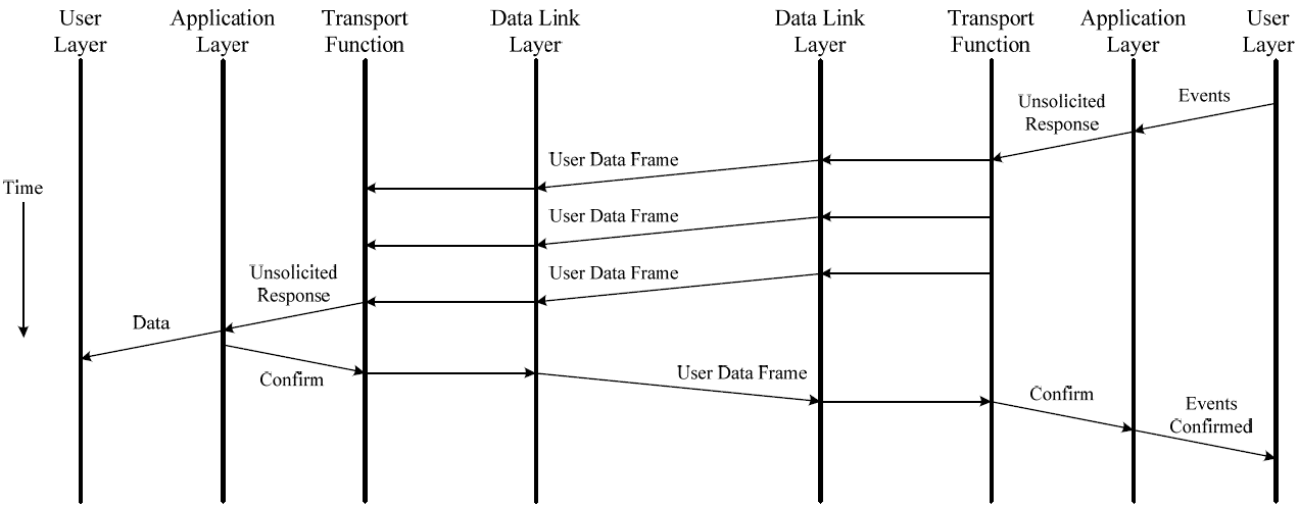
- DNP全名為Distributed Network Protocol (分散式網路協定) 為自動化設備之間通訊協定，應用於電力、自來水、瓦斯與油品等公用事業。
- 因自動化設備快速發展，早期通訊協定(如CDC Type II)因功能及速度發展受限等因素，當1990年DNP 3.0發表後，因其具備分散性並可設定傳送完整事件資訊等特性而受到重視。

DNP 3.0協定概述(2/4)



- DNP 3.0 通訊採主站/分站式 (Master/Outstation) 通訊。
- 主站之使用者層會起始一個資料傳輸需求給應用層，資料包包括一個功能碼與零或多個物件。
- 應用層將需求給傳輸層以切割成較小單元。
- 資料鏈結層增加位址與錯誤偵測資訊透過實體介質傳送封包給分站。

DNP 3.0協定概述(3/4)



DNP 3.0 Unsolicited方式進行資訊回傳

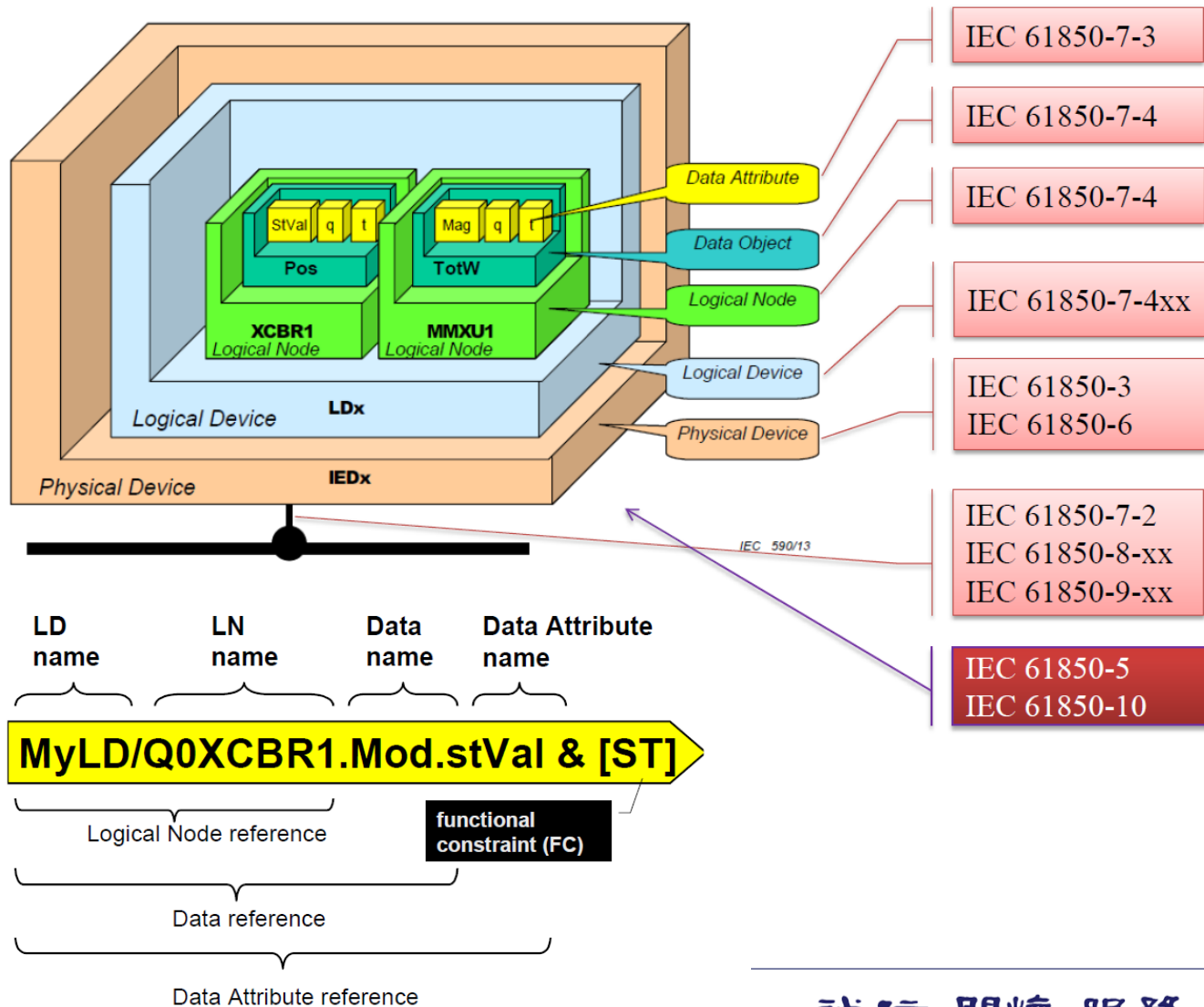
- 分站之資料鏈結層從實體介質接收8位元(Octets)封包並且偵測封包是否有錯誤，若無錯誤，則資料會給應用層以解析功能碼與物件，並給最上層之使用者層。
- 分站採主動回傳(Unsolicited)與非主動回傳(Solicited)方式給主站，其中主動回傳為分站在沒有被請求情況下，主動發送有變化的資料。

DNP 3.0協定概述(4/4)

DNP 3.0通訊協定有以下幾項特點：

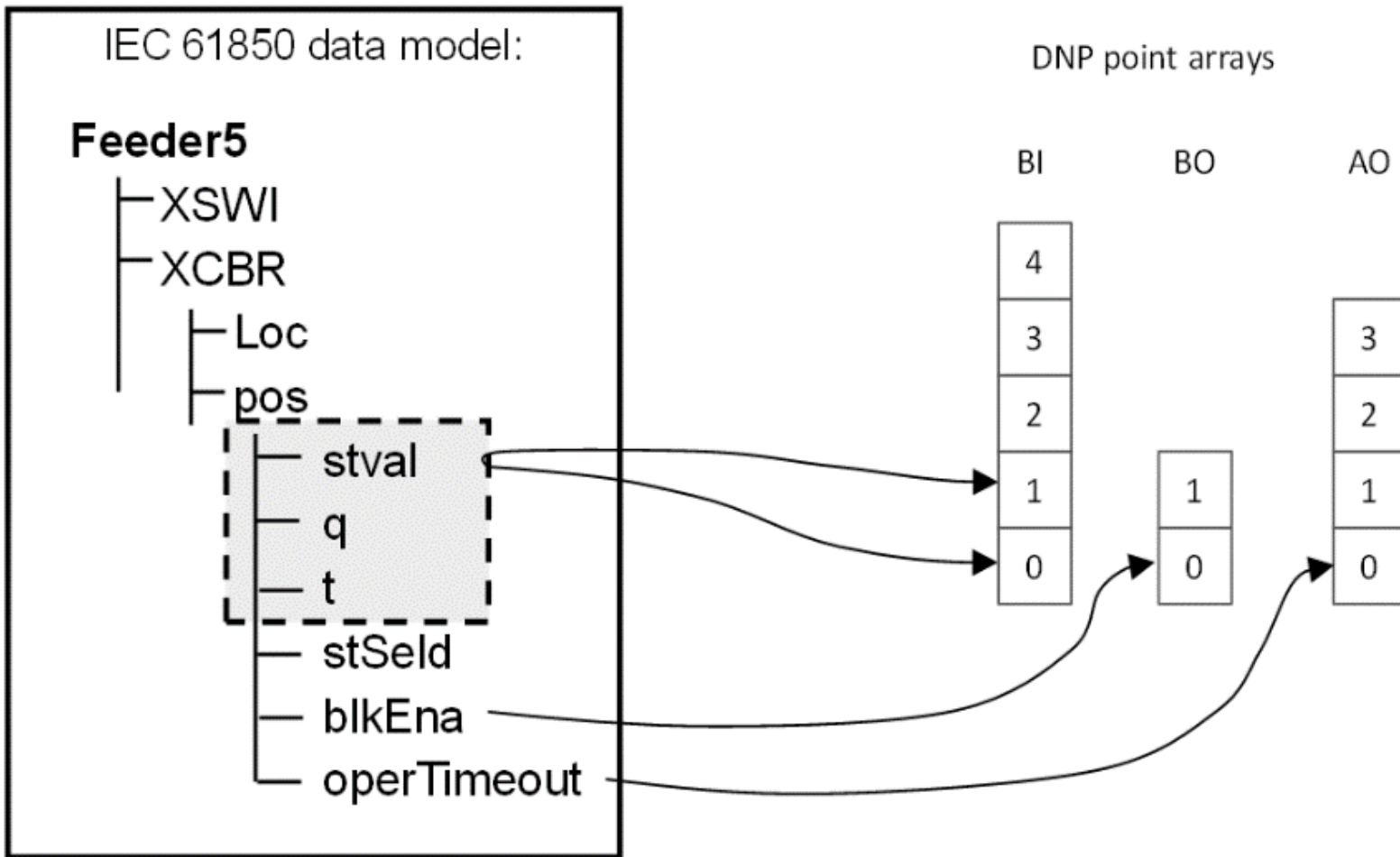
- 允許主站與分站採一對一或一對多通訊。
- 允許使用者可定義之物件中包含檔案之傳送。
- 提供時間同步及標準格式。
- 未請求回應亦可主動回報。
- 回應之訊息可僅包括有變化之資料。
- 可指定資料回應時之次序並依此定期要求資料收集。
- 請求與回應訊息中可夾帶數種不同型態之資料。

IEC 61850標準研析：資訊建模



- ◆ 第一層為實體裝置(Physical Device, PD)。
- ◆ 第二層為邏輯裝置(Logical Device, LD)。
- ◆ 第三層為邏輯節點(Logical Node, LN)代表設備的某些功能。
- ◆ 第四層為設備功能的資料物件(Data Object, DO)。
- ◆ 第五層為資料屬性(Data Attribute, DA)。

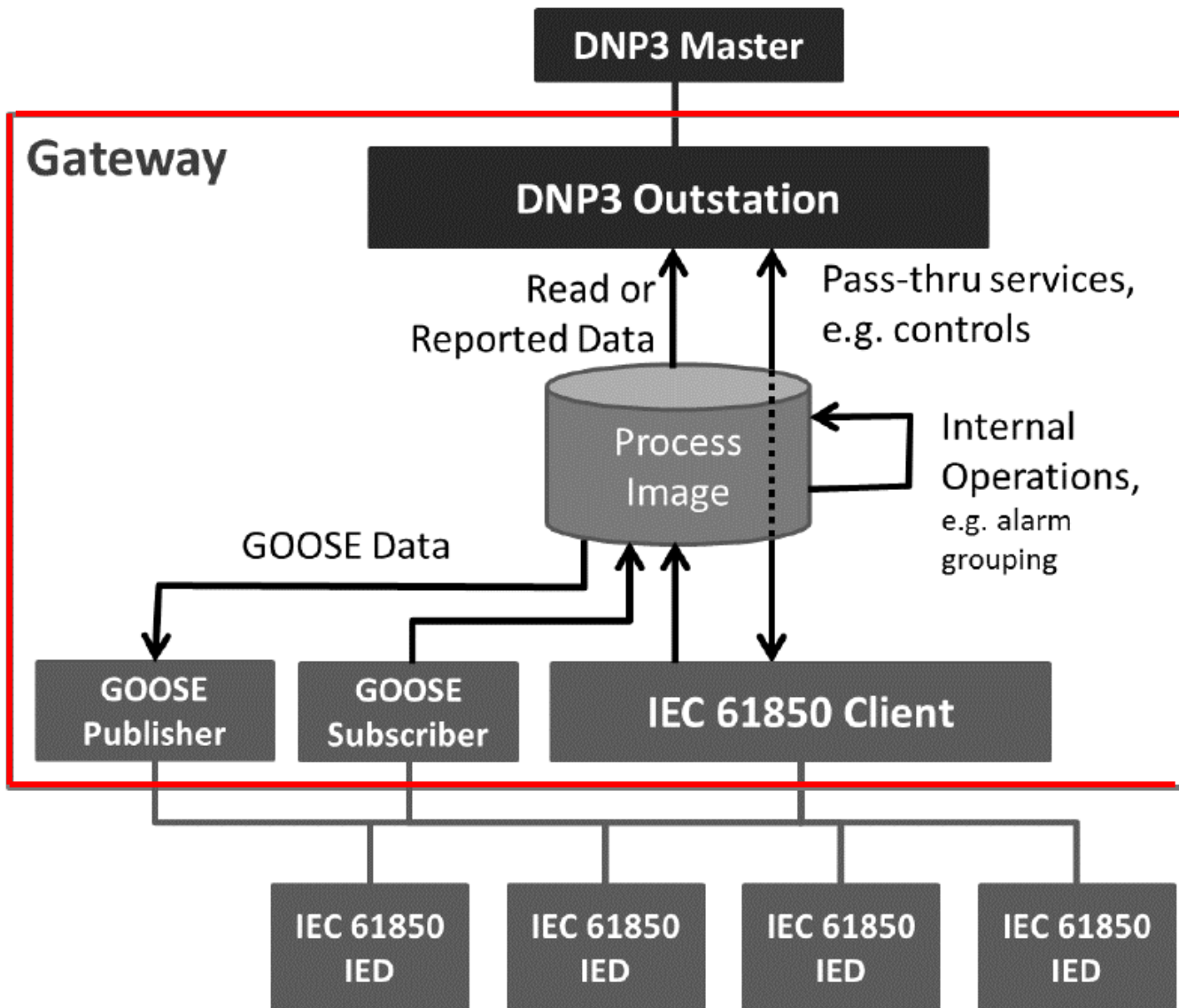
DNP 3.0與IEC 61850轉換研析：IEEE 1815.1



- 為解決傳統DNP 3.0與IEC 61850轉換問題。
- 作為新舊變電所轉換過程之調適。
- IEC 61850變電所-DNP 3.0控制中心(案例1)與DNP 3.0變電所-IEC 61850控制中心(案例2)。

資料來源: IEEE 1815.1

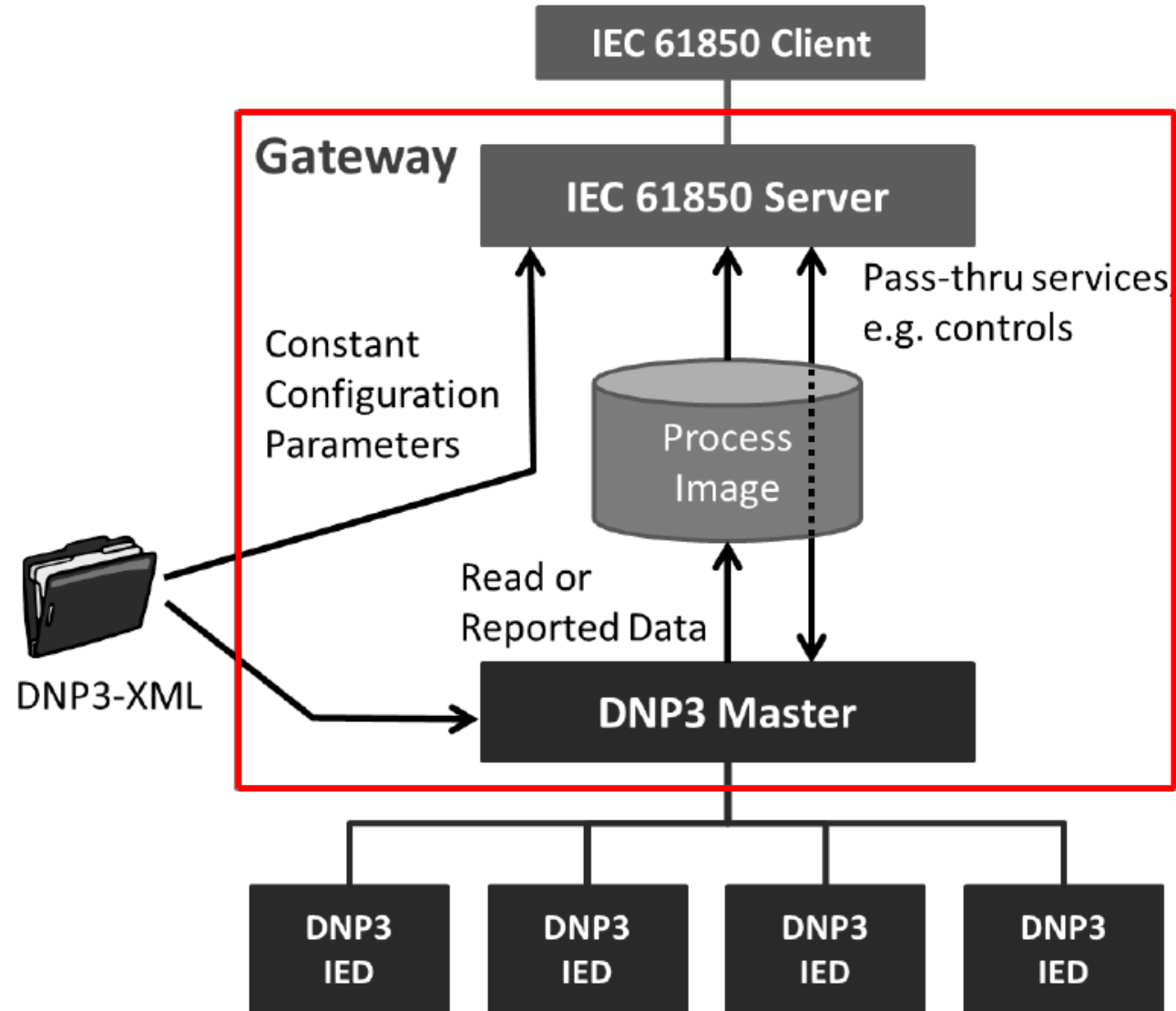
DNP 3.0與IEC 61850轉換研析：案例1



- IEC 61850變電所-DNP 3.0控制中心。
- 變電所內 IED 為 IEC 61850 Server，透過變電所內協定轉換器 (Gateway) 將 IEC 61850轉為DNP 3.0。
- Gateway 對上以 DNP 3.0 Outstation 與控制中心 DNP 3.0 Master溝通。
- 為目前 IEC 61850 變電所與 DNP 3.0控制中心通訊架構。

資料來源: IEEE 1815.1

DNP 3.0與IEC 61850轉換研析：案例2

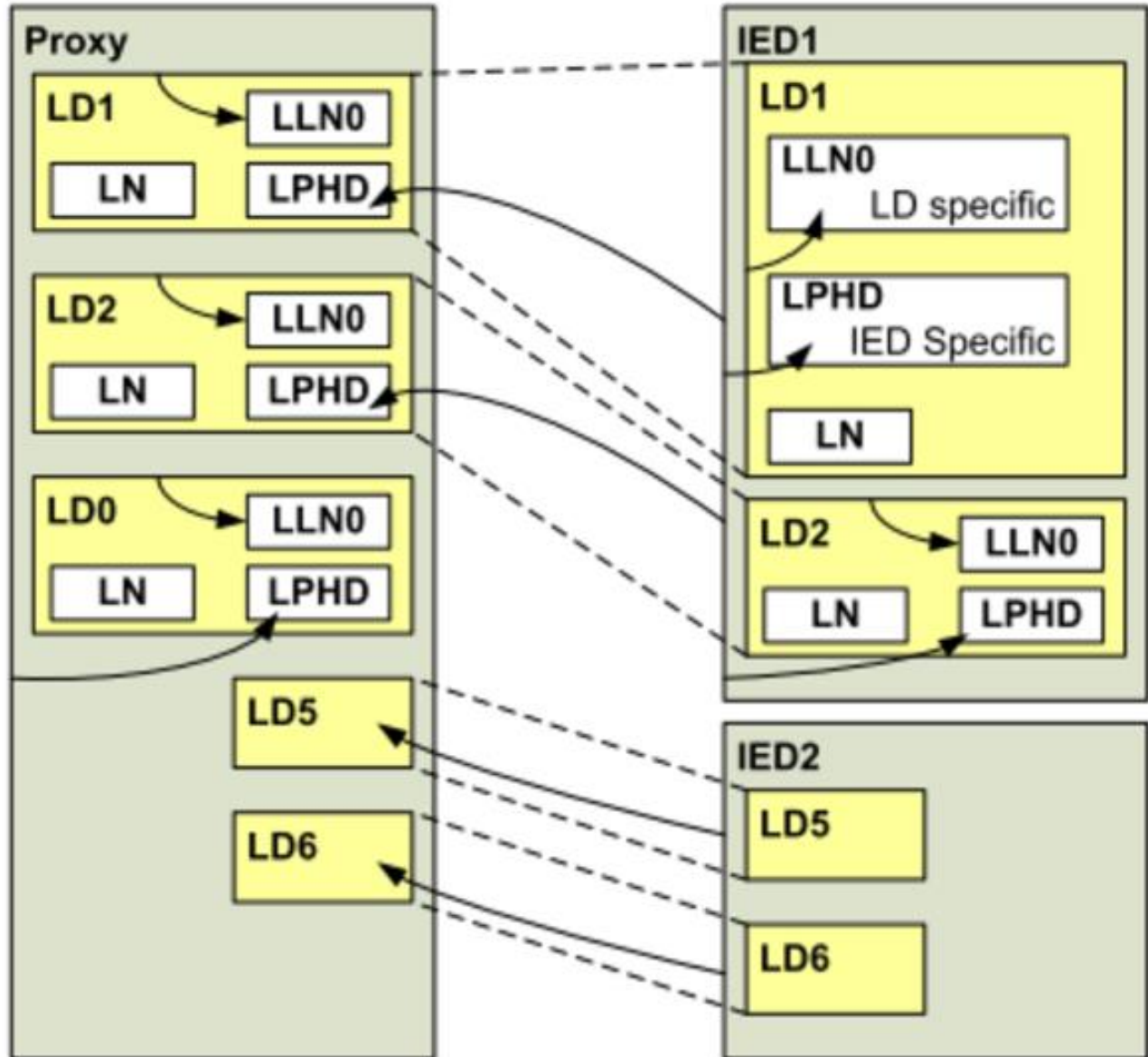


- DNP 3.0變電所- IEC 61850控制中心。
- 變電所內DNP 3.0 IED，透過變電所內 Gateway 轉為 IEC 61850。
- Gateway 對上以 IEC 61850 Server與控制中心IEC 61850 Client溝通。
- 在IEC 61850-90-2變電所與控制中心通訊標準中介紹。

資料來源: IEEE 1815.1

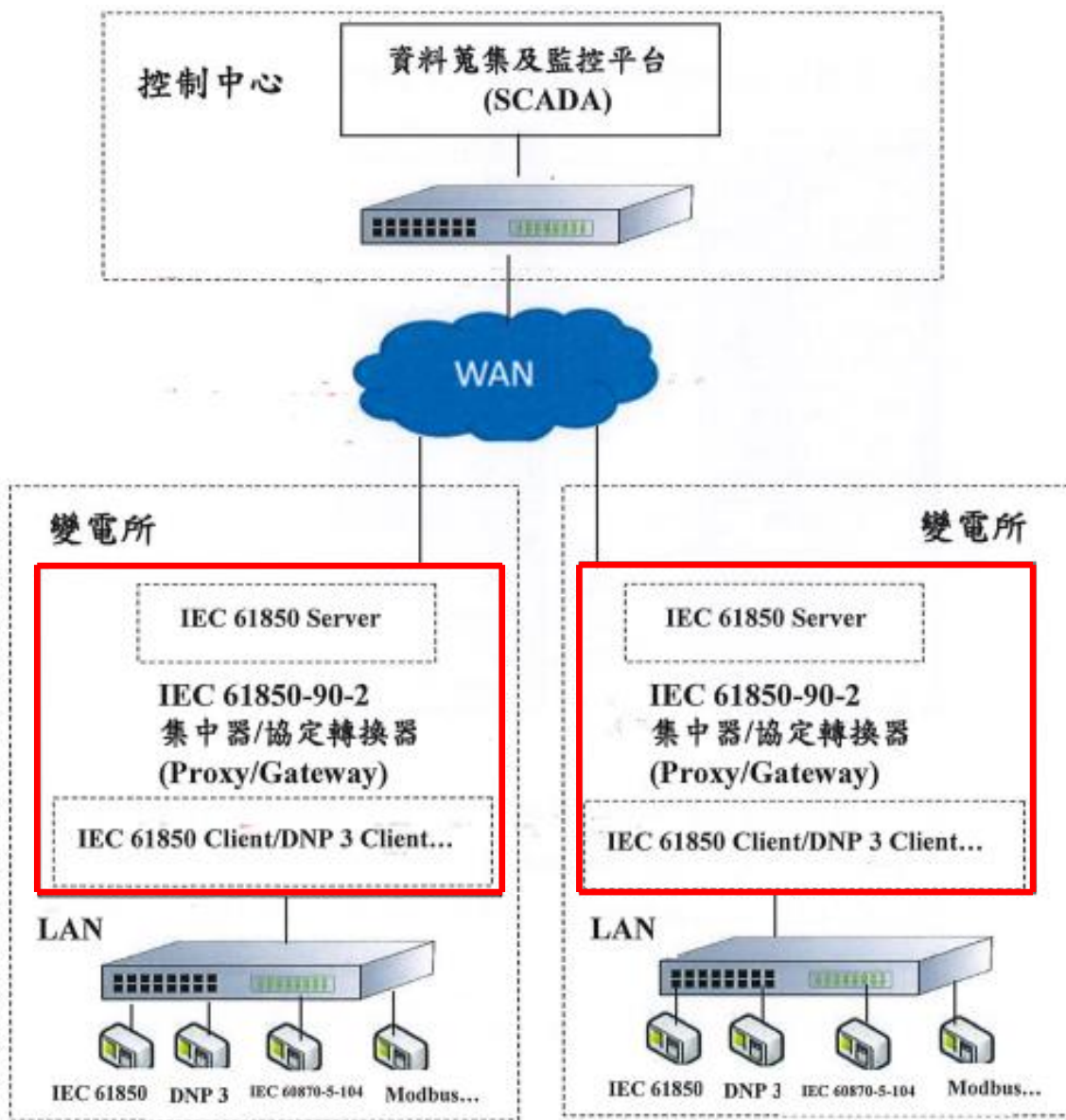
叁 IEC 61850 變電所與控制 中心通訊標準研析與測試

IEC 61850-90-2概述(1/2)



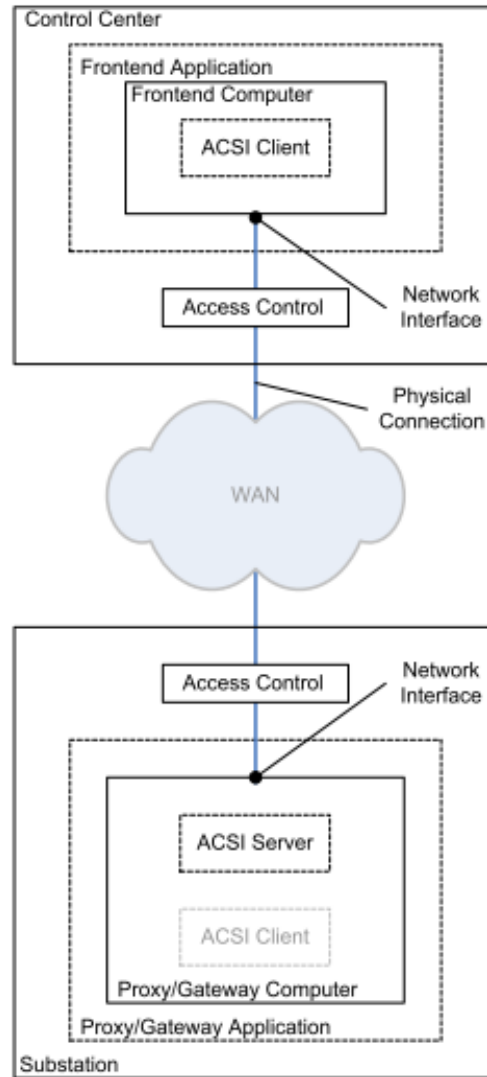
- 導入集中器/協定轉換器 (Proxy/Gateway)的概念。
- 可將不同設備 (IED) 的 IEC 61850邏輯節點映射至Proxy中。
- Proxy/Gateway亦具備協定轉換器 (Gateway)功能，可將變電所現場資訊依相關協定轉成IEC 61850標準。

IEC 61850-90-2概述(2/2)



- Proxy/Gateway可適用於變電所等環境擔任IEC 61850 Server與IEC 61850 Client角色。
- Server端與WAN相連，Client端與LAN相連，用於垂直整合IEC 61850應用程式服務。

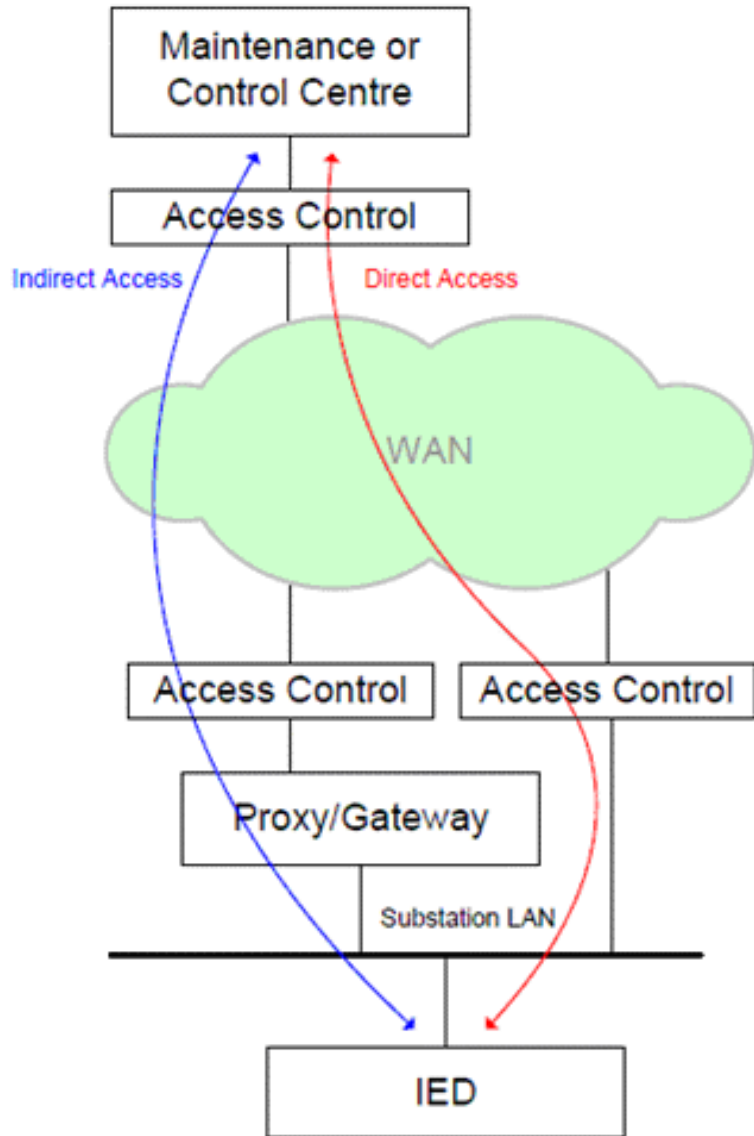
通訊架構：基本通訊架構



- 通訊模型中包含五個物件：控制中心SCADA、系統權限管理、廣域網路(WAN)、Proxy/Gateway與IEDs。
- 控制中心可以透過兩種方式與變電所IED進行溝通，分別為直接存取(Direct access)與間接存取(Indirect access)方式。

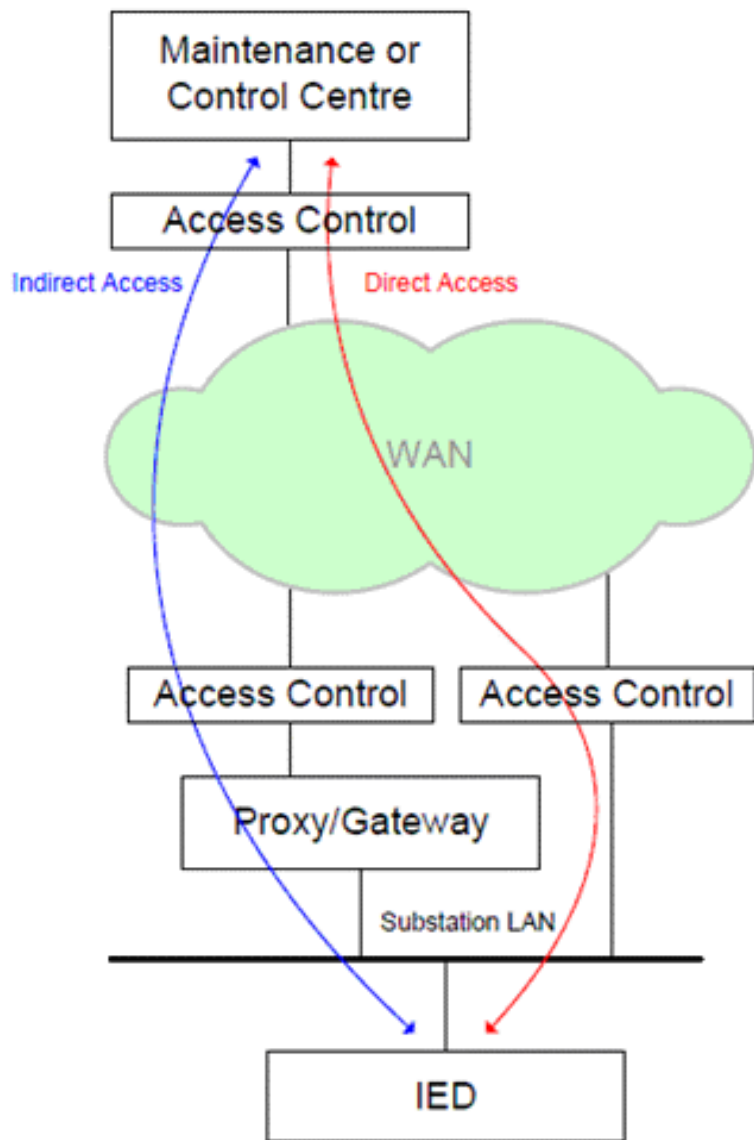
Legend: [dashed box] Logical Function, [solid box] Physical Container, [solid line] Communication Path

通訊架構：直接存取架構



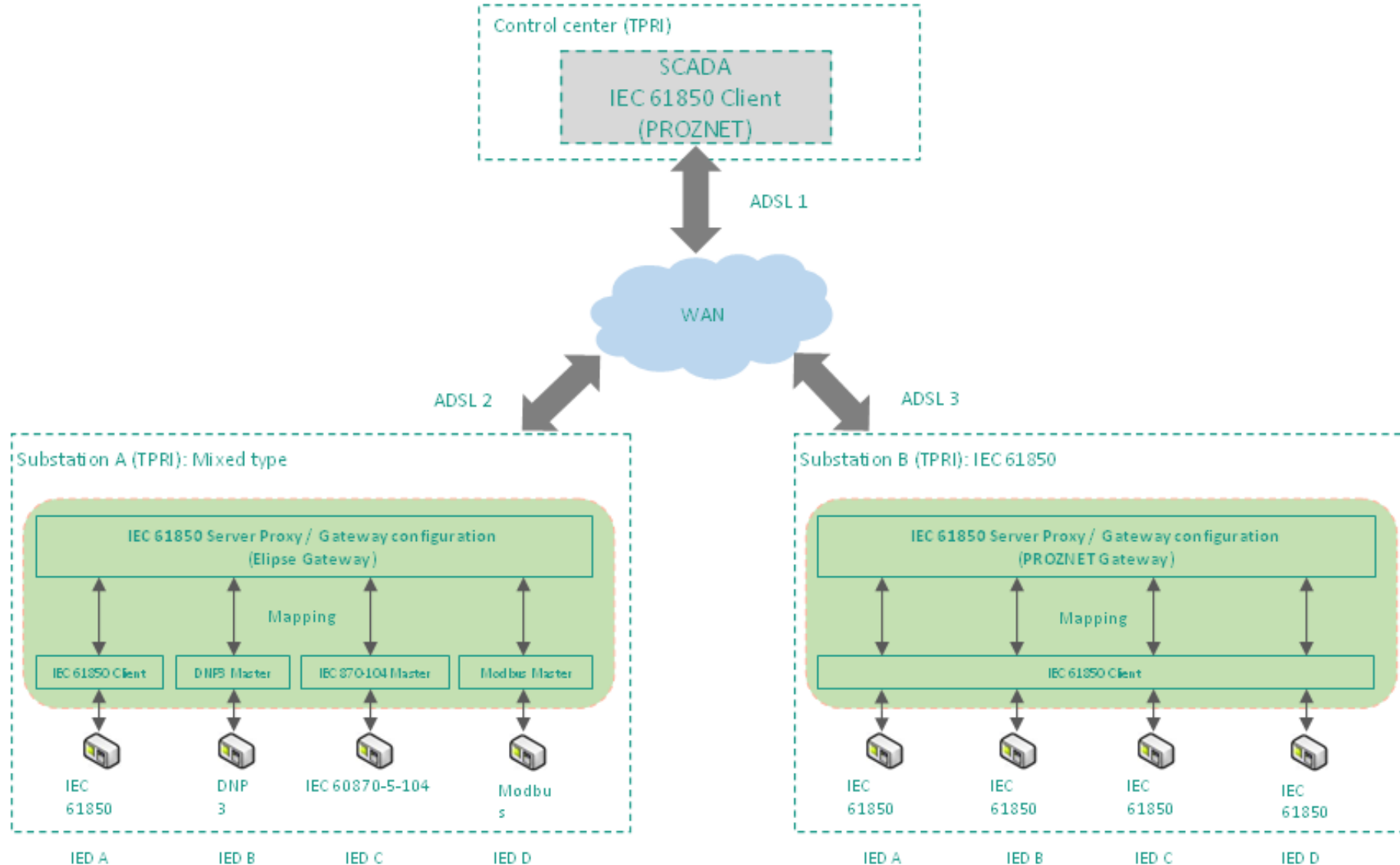
- 直接存取指控制中心透過WAN與變電所LAN之IED直接連接，期間只需要通過系統權限管理。
- 直接存取優點為單純，不需要額外的Proxy/Gateway。
- 直接存取缺點為當連線數目過多時，會造成WAN網路擁塞。

通訊架構：間接存取架構

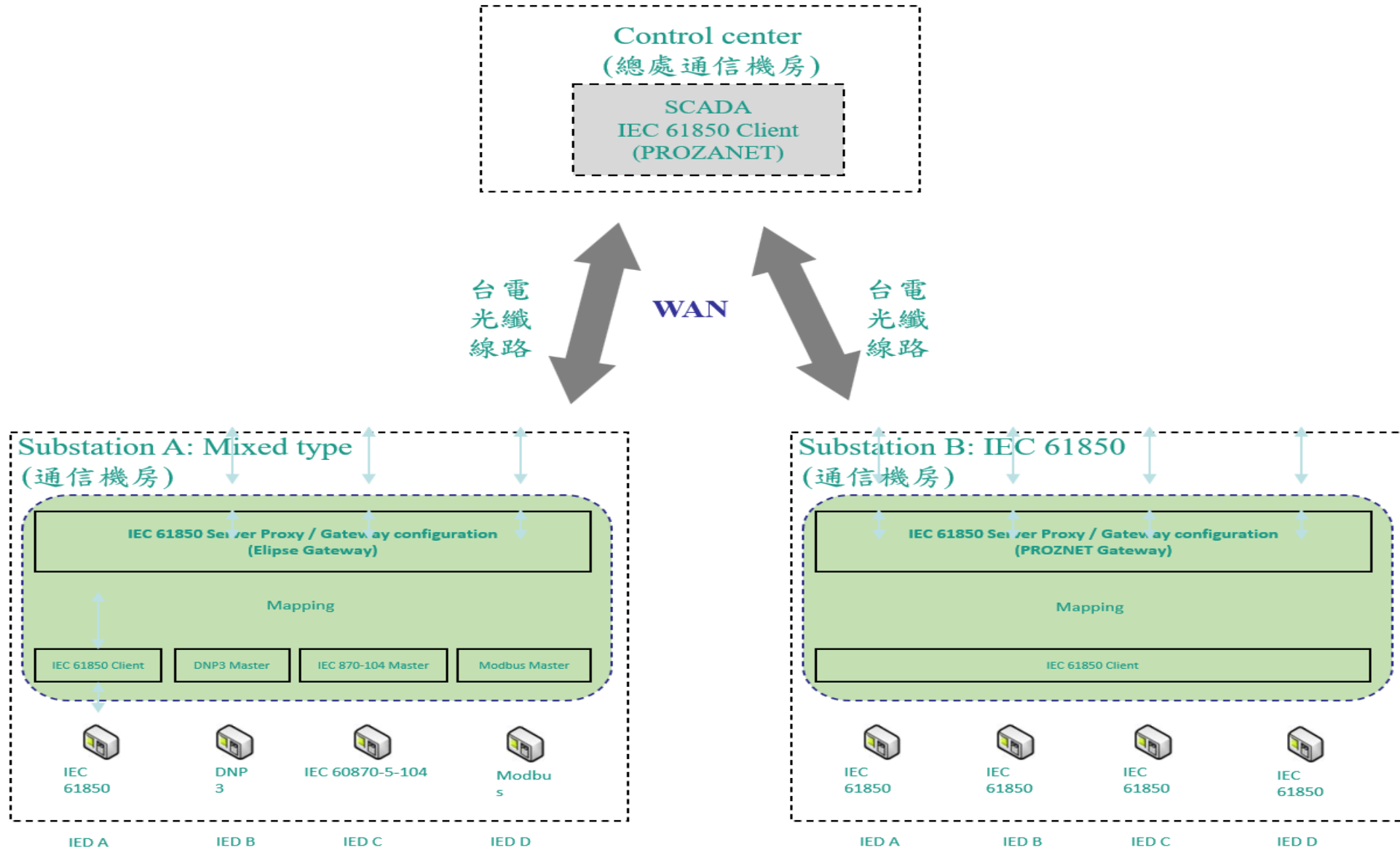


- 間接存取透過Proxy/Gateway作為連接控制中心與變電所內設備的橋樑。
- 功能包括資訊過濾與轉換、資訊映射、減少IED與控制中心SCADA通訊傳輸量、可以設立Proxy/Gateway與控制中心間權限管理原則等。
- WAN的權限管理可以透過防火牆以及其他權限管理原則設立進行控制。
- 優點為簡化控制中心與變電所間連線，可用於控制中心與轄下多所變電所通訊，較不會造成WAN網路擁塞。
- 間接存取架構為IEC 61850-90-2所建議。

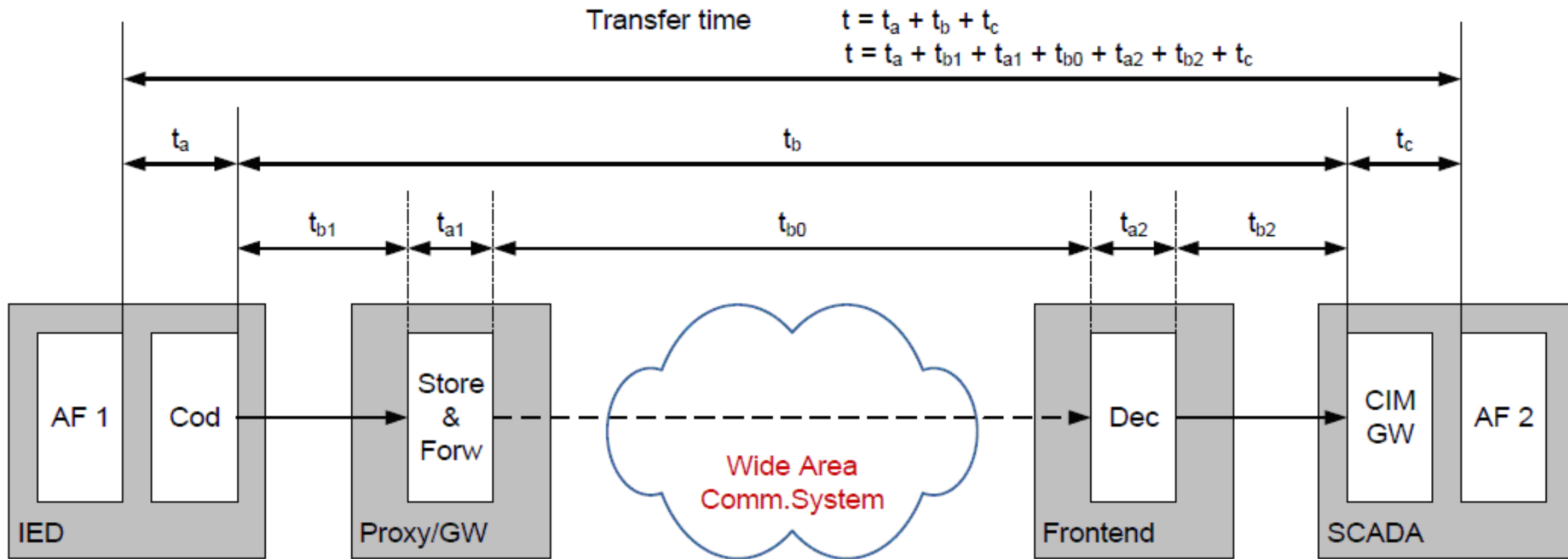
測試架構：實驗室



測試架構：場域



整體測試：通訊延遲測試(1/2)



整體測試：通訊延遲測試(2/2)

通訊延遲時間要求(ms)	應用情境
>1000	紀錄、狀態
1000	警示、狀態改變
1000	控制指令、自動回復

整體測試：實驗室測試

測試編號	動作	t_{b1} (ms)	tb0+tb2 (ms)
1	讀值	501	624
2	讀值	502	584
3	讀值	500	588
平均		501	598.67

測試編號	動作	t_b (ms)
1	控制指令	2168
2	控制指令	2098
3	控制指令	2098
平均		2121.33

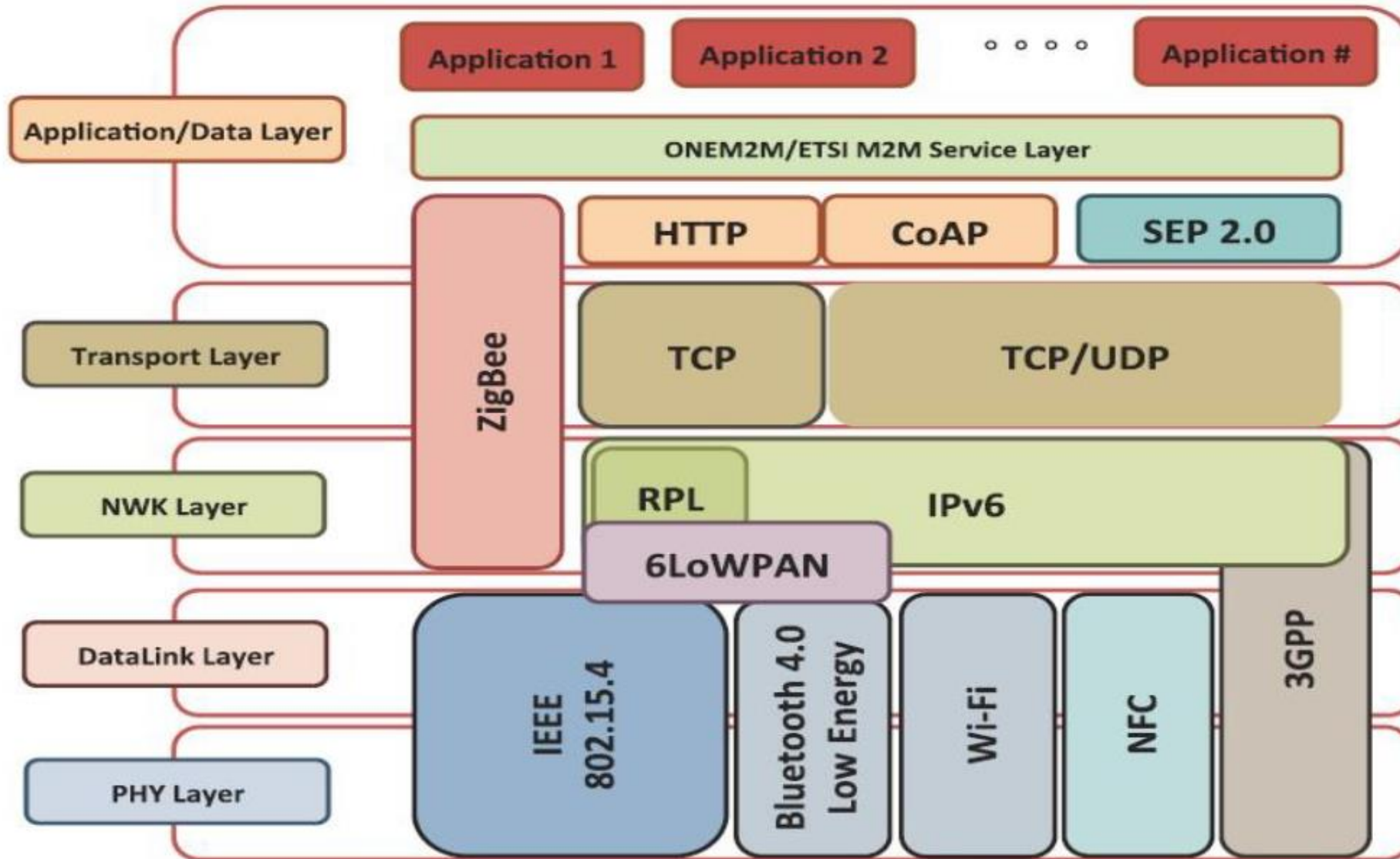
整體測試：場域測試

測試編號	動作	t_b (s)
1	讀值	1
2	讀值	1
3	讀值	1
平均		1

測試編號	動作	t_b (s)
1	控制指令	2
2	控制指令	2
3	控制指令	2
平均		2

肆 新興資通訊標準演變研析

網路階層與資通訊標準



資料來源: ITU Workshop on IoT, 2017

IERE Technology Foresight: AI

IERE Technology Foresight: In-depth research on Artificial Intelligence (AI) 2019

Prof. Takao Terano (Tokyo Institute of Technology)

IERE

CLP Holdings Ltd.

CRIEPI

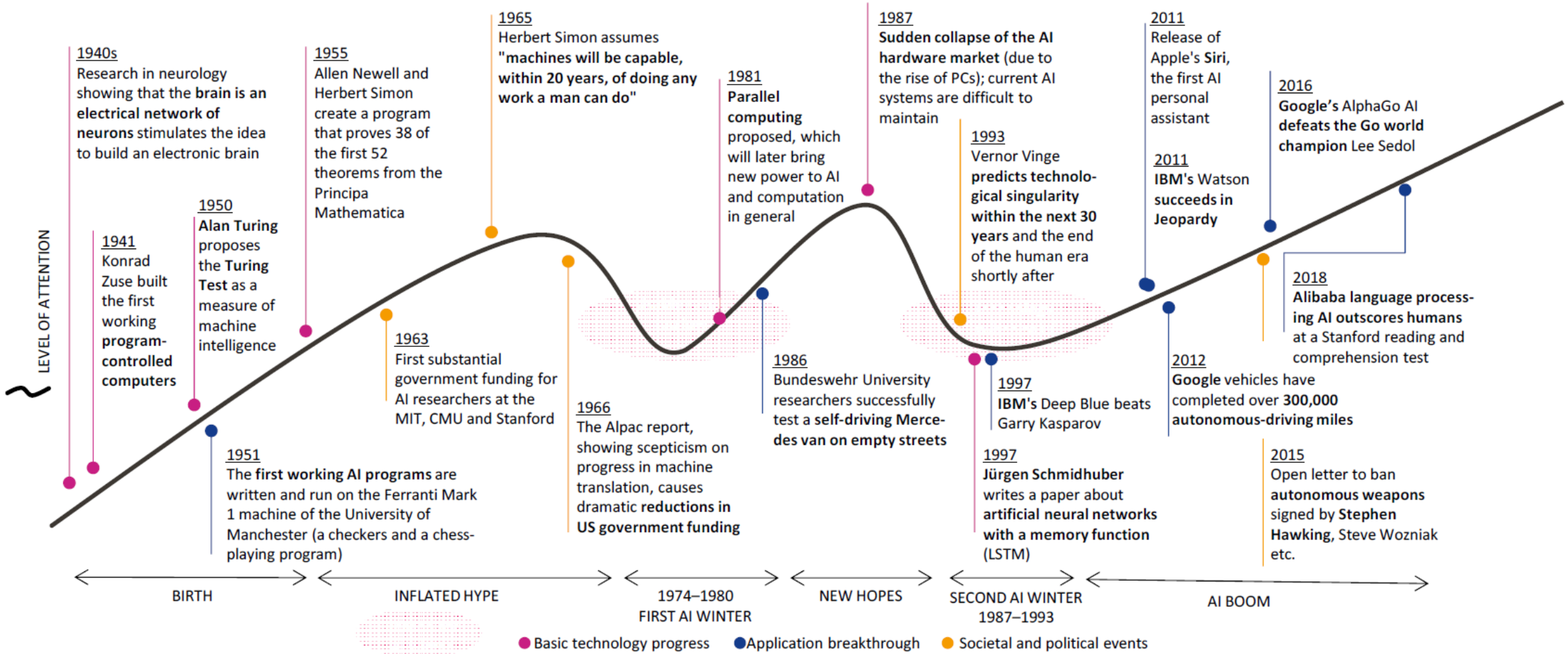
innogy SE

KEPCO

Enedis

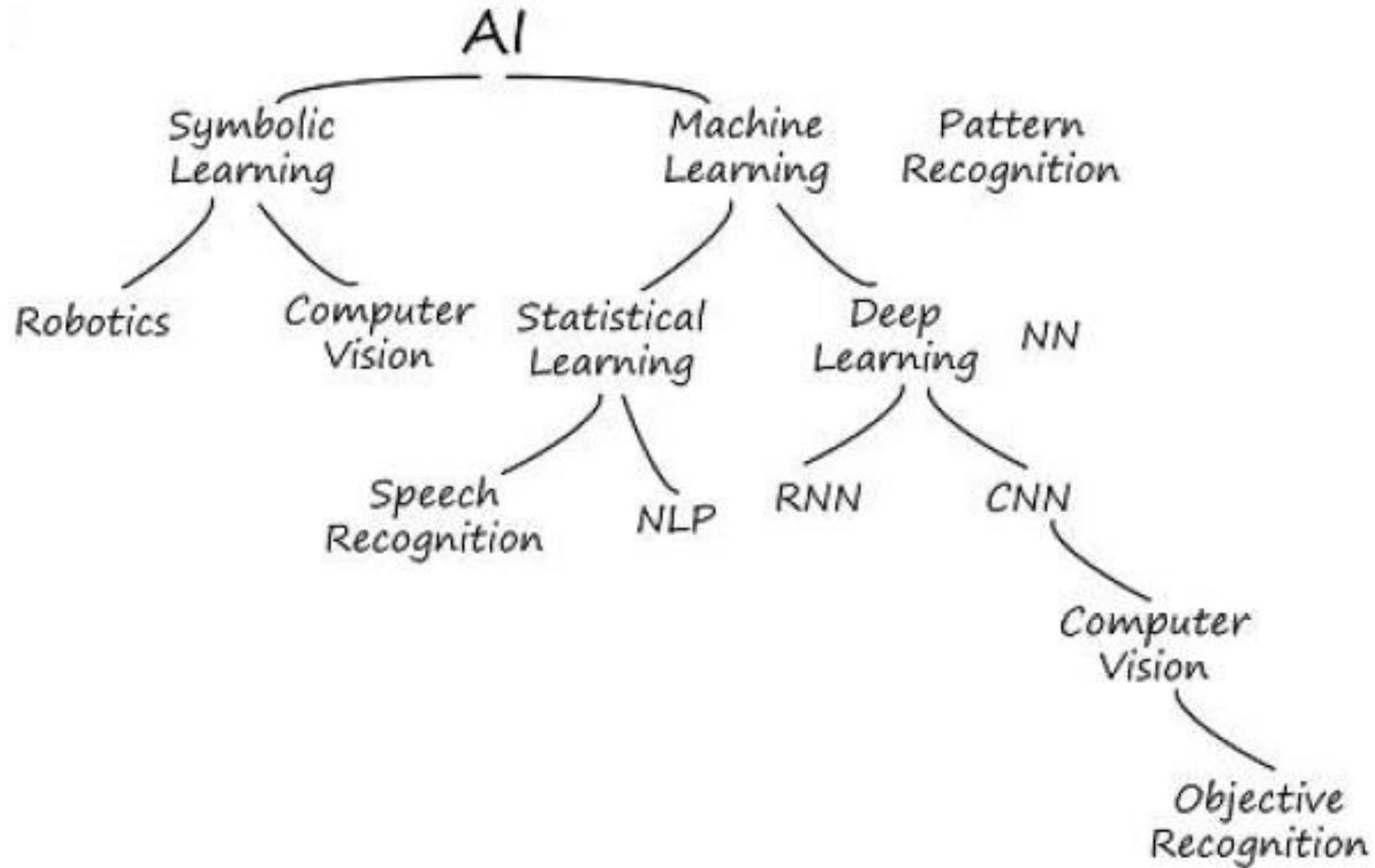
Taiwan Power Company

AI演進歷程



資料來源: IERE AI 2019

採用AI之工具與方法(1/2)



資料來源: IERE AI 2019

採用AI之工具與方法(2/2)

(1) Using AI tools included with the following cloud services provided by Tech Giants.

Company	Name	URL
Amazon	Amazon Web Services (AWS)	https://aws.amazon.com/
Google	Google Cloud Platform (GCP)	https://cloud.google.com/
Microsoft	Azure	https://azure.microsoft.com/
IBM	Bluemix	https://www.ibm.com/cloud-computing/

(2) AI analysis by a programming language and a published AI library such as Neural Networks and other AI methods.

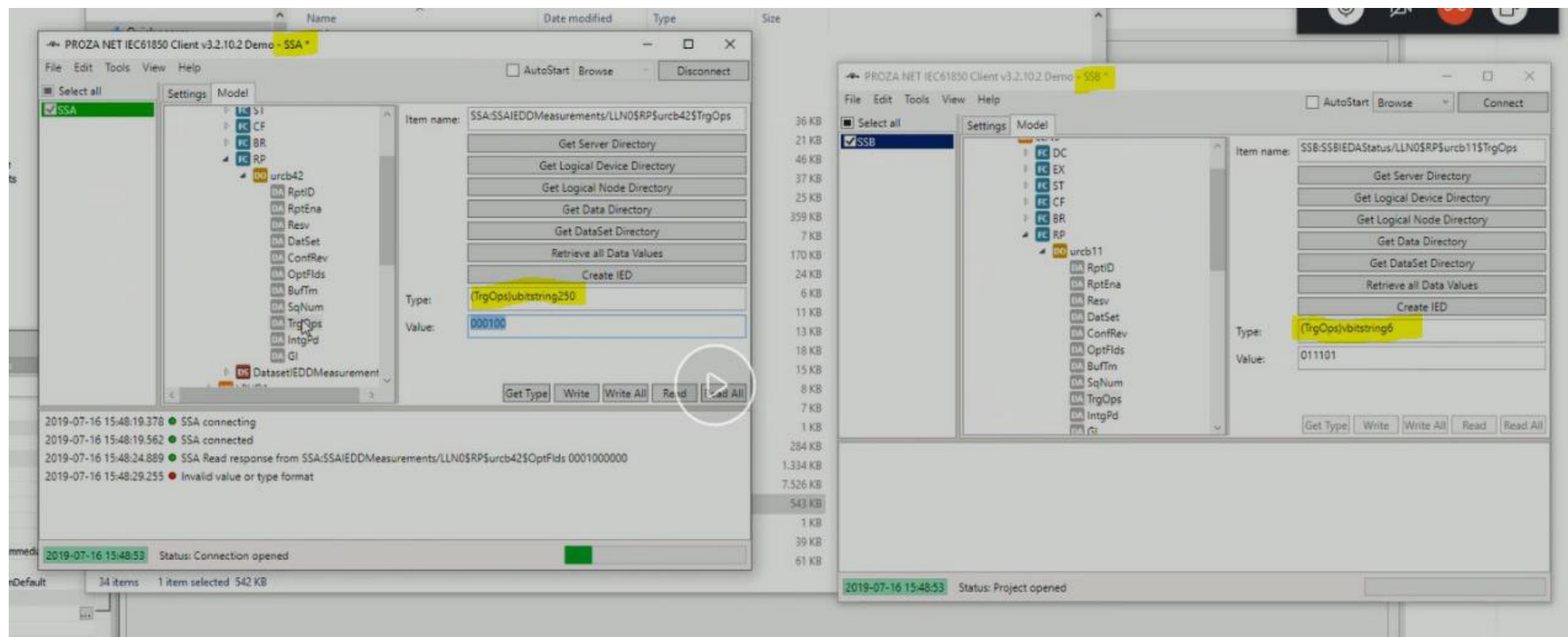
Executive summary

- (1) Utility's Data Management is the core of any AI Strategy.
- (2) Impacts of AI on power systems and the society at large might be profound.
- (3) Balanced partnerships or cooperation with tech giants may be a double-edged sword.
- (4) Strengthening the cooperation on AI among IERE members is required.

伍 經驗回饋與結論

經驗回饋(1/2)

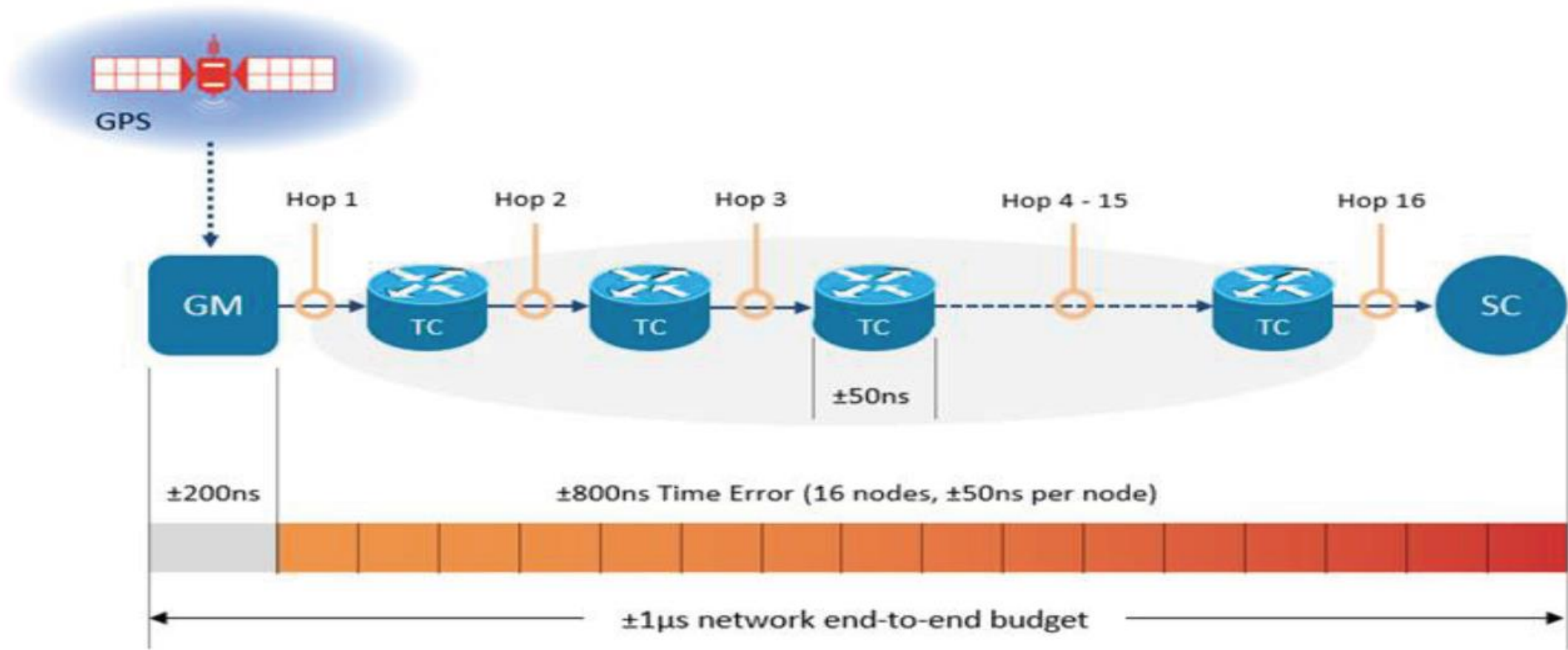
- 不同軟體整合問題



Trigger Option資料格式

經驗回饋(2/2)

- 時間同步議題



結論

- IEC 61850標準推動是國際發展的趨勢，期與國際接軌，結合產官學共同推動架構，全方位開展。
- 針對DNP 3.0協定與IEC 61850標準進行研析，並以台電公司建置智慧變電所為基礎，擴展研究IEC 61850-90-2標準。
- 進行IEC 61850-90-2變電所與控制中心通訊實作，以提供本公司既有DNP/IEC 61850變電所與DNP控制中心以及將來與IEC 61850控制中心整合建議。
- Proxy/Gateway未來亦可應用於再生能源案場，以達成太陽能電廠即時監控之目的。

報告完畢 敬請指教



(本簡報圖片皆取自網路和台電網站)