

# 企業 Wi-Fi 壓力測試

雲端管理型 802.11ax (Wi-Fi 6) 無線基地台

2021 年 3 月

Rowell Dionicio, CWNE #210  
rowell@packet6.com

<b>執行摘要</b> .....	<b>2</b>
關於作者.....	2
<b>測試方法</b> .....	<b>3</b>
本測試的重要性.....	3
關於測試.....	3
測試的無線基地台.....	4
測試環境.....	5
用戶端類型.....	6
WLAN 設定.....	7
交換器設定.....	8
視訊串流設定.....	8
<b>測試 1 - 多媒體</b> .....	<b>9</b>
成功條件.....	9
測試 1 - 結果.....	10
測試 1 - 結論.....	14
<b>測試 2 - 疑難排解/分析</b> .....	<b>15</b>
測試 2 - 結果.....	15
HPE Aruba.....	16
Extreme Networks.....	16
Cisco Meraki.....	17
Juniper Mist.....	17
CommScope RUCKUS.....	18
測試 2 - 結論.....	20
<b>摘要</b> .....	<b>21</b>
<b>作者評論</b> .....	<b>22</b>

# 執行摘要

雲端正透過難以計數的管道和方式改變企業；且 Wi-Fi 基礎設施正處於轉捩點。IT 需要滿足的需求日益增長，尤其是高優先度的語音和視訊流量，使網路效能變得比以往都更為重要。許多組織也在考慮運用人工智慧 (AI) 和機器學習 (ML) 來衡量終端使用者體驗和 Wi-Fi 效能，從網路分析中獲得額外好處。

本報告詳細介紹在混合了視訊、VoIP 和資料流量的高密度和高容量環境中，雲端管理型 802.11ax (Wi-Fi 6) 無線基地 (AP) 的效能屬性。此報告目的是在與當今多數企業網路相關的實際情境下，測試雲端管理型企業級 AP 的效能。

根據 Wi-Fi 全球經濟價值報告 (Global Economic Value of Wi-Fi)，Wi-Fi Alliance 預估 2021 年 Wi-Fi 的全球價值為 3.3 兆美元<sup>1</sup>。企業正利用 Wi-Fi 來支援嶄新和創新的使用案例，同時 Wi-Fi 6 的市場採用率仍持續迅速成長。

視訊應用和其他多媒體服務將耗用最多 Wi-Fi 網路頻寬。例如，Education Week Research Center 進行的一項調查指出，71% 的教師認為 Wi-Fi 是一項可大幅改善教學和學習效率的創新技術<sup>2</sup>。

CommScope RUCKUS (以下稱「RUCKUS」) 贊助此次測試，採購設備，並進行了本報告中概述的測試。作者觀察測試，驗證設定，並確保每家測試廠商處於公平的比較環境。作者在 RUCKUS 人員觀察下進行了疑難排除和分析測試。RUCKUS 負責維持測試環境的公平和中立性，這是作者所要求撰寫本報告的其中一項條件。

## 關於作者

Rowell Dionicio (CWNE #210) 是 [Packet6](#) 的創始人兼總經理，該公司擁有一套簡單無縫且可靠的 Wi-Fi 實作架構。Rowell 在 IT 領域有 15 年以上的經驗，專精於 Wi-Fi 技術。Rowell 同時也是專注於 Wi-Fi 的 Podcast [Clear To Send](#) 的聯合主持人，此 Podcast 每週發佈技術內容，旨在為 IT 業者提供 Wi-Fi 主題的教育課程。

---

<sup>1</sup> Wi-Fi Alliance：2021-2025 年 Wi-Fi 全球經濟價值 (Global Economic Value of Wi-Fi 2021-2025)

<sup>2</sup> Education Week Research Center：教師與教育技術創新：全國調查結果 (Teachers and Ed-Tech Innovation：Results of a National Survey)

# 測試方法

## 本測試的重要性

Wi-Fi 仍然是取得網路連線最泛用的方法。各家企業都在行動裝置運用即時低延遲的應用程式；另外，任務關鍵型應用程式則需要可靠、高效能的 Wi-Fi。在飯店中，房客需依賴穩定的 Wi-Fi 網路，在自己的房間內參加視訊會議。在課堂上，教師透過筆記型電腦和平板電腦裝置，使用多媒體進行教學。視訊使用和視訊流量隨著資料和 VoIP 的成長而增加，因此我們必須了解網路負載對這些應用程式的終端使用者體驗有何影響。

本測試的目標有兩個：(1) 建立每家廠商無線基地台 (AP) 的效能等級；(2) 評估廠商提供的對應雲端解決方案如何協助資訊技術 (IT) 團隊，將找出問題的平均時間 (MTTI) 縮到最短。

本測試在高密度、高容量的環境下對這些目標進行評估，在這樣的環境下，雲端管理型企業級 AP 必須能為相關裝置提供可靠的服務。無論發生任何類型的網路故障，IT 業者都應能快速可靠地找出根本原因。

許多組織正在從內部部署的控制器裝置，遷移到以公有雲為基礎的控制和管理。本測試揭露每個雲端解決方案如何滿足當下的要求。

## 關於測試

本報告中的結果來自兩項測試，一項測量 AP 效能，另一項則評估每家廠商的企業雲端平台疑難排解和分析功能。測試選擇了一系列 4x4:4 Wi-Fi 6 AP，並針對類似於實際部署的高密度和高容量情境進行測試。

測試使用三十 (30) 部具有 Wi-Fi 6 功能的 Dell Latitude 5400 筆記型電腦，在同一個房間內播放高解析度 (1080p HD) 視訊。這些 Dell 筆記型電腦搭載 Intel AX200 Wi-Fi 晶片組，為測試期間可從市面上購得的配置。在測試之前、期間和之後，使用每部 Dell 筆記型電腦播放單播的高解析度視訊串流。

另有五 (5) 部 Apple iPad 與 Dell 筆記型電腦放在一起，負責執行雙向網路電話 (VoIP) 測試，以模擬 VoIP 通話。iPad 使用設定了 G.711u 編碼器的 IxChariot 用戶端執行本測試。G.711u 編碼器是 VoIP 部署中使用最廣泛的其中一個語音編碼器，幾乎所有 VoIP 裝置和供應商都支援。執行 IxChariot 用戶端的另外五部 iPad 進行了資料下載，如下一段所述。

在連接到同一個無線基地台的相鄰房間內，有二十 (20) 部 Apple MacBook Pro，每部皆執行 IxChariot 用戶端。其使用不同資料大小的 UDP 下載來模擬隨機下載，例如網頁瀏覽、電子郵件和檔案傳輸。

訊號穿過了由木頭框架和 ½ 英寸石膏板組成的一個假天花板和兩面牆。

過程中使用 80 MHz 寬通道對每部 AP 的處理量和其他效能指標進行測試。雖然作者不建議平常將正式環境用的 AP 設定為使用 80 MHz 寬通道，但在此情況下，為了實現每部 AP 的最大效能，此設定是必要的。儘管如此，許多網路管理員只要有機會仍會使用 80 MHz 寬通道，因此這情境並非不可能發生。

下表總結本測試效能部分中使用的流量類型。

視訊	VoIP	資料
高解析度	G.711u 編碼器	UDP 下載
1920x1080	雙向	64/256/512/1460 位元組
30 個用戶端	5 個用戶端	25 個用戶端
QoS - DSCP 40	QoS - DSCP 46	QoS - Best effort

表 1. 使用的流量類型

## 測試的無線基地台

效能測試評估 HPE Aruba (簡稱「Aruba」)、Extreme Networks (簡稱「Extreme」)、Juniper Mist (簡稱「Mist」)、Cisco Meraki (簡稱「Meraki」) 和 RUCKUS 的雲端管理型 802.11ax (Wi-Fi 6) 無線基地台。所選的每部 Wi-Fi 6 AP 皆具有類似的硬體規格，專為支援高密度環境所設計。

	Aruba	Extreme	Mist	Meraki	RUCKUS
AP 型號	AP535	AP650*	AP43	MR46	R750
Cloud 發行版本	2.5.2-922-P	21.1.22.2	0.6.18841	27.5.1	20.11.11
AP 韌體	8.7.1.1_78245	10.3r1 build-254243	0.6.18841	27.5.1	5.2.1.1051
MIMO	4x4:4	4x4:4	4x4:4	4x4:4	4x4:4
乙太網路	5 Gbps	2.5 Gbps	2.5 Gbps	2.5 Gbps	2.5 Gbps

\*備註：亦稱為 AP510C

表 2. 測試的無線基地台

## 測試環境

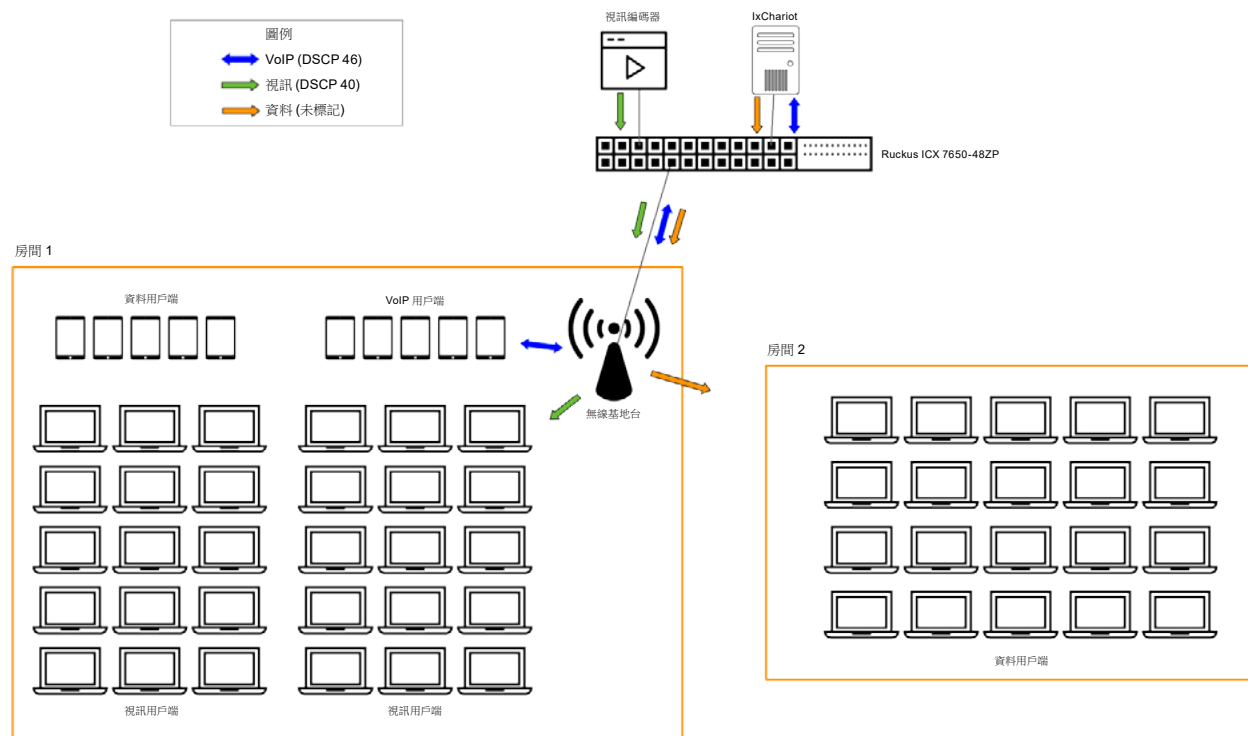


圖 1: 測試網路圖和流量

## 用戶端類型

每項測試都使用表 3 中列出的用戶端。混合用戶端，是為了模擬由 Wi-Fi 6、Wi-Fi 5 和行動裝置組成的實際環境。本測試共使用 60 個客戶端。

用戶端	數量	容量	測試
Dell Latitude 5400 (視訊用戶端)	30	Intel AX200 (Wi-Fi 6) 2x2	HD 視訊
Apple MacBook Pro， 2015 年機型 (資料用戶端)	20	Wi-Fi 5 3x3	資料下載
Apple iPad (資料用戶端)	5	Wi-Fi 5 2x2	資料下載
Apple iPad (VoIP 用戶端)	5	Wi-Fi 5 2x2	VoIP

表 3. 用戶端類型

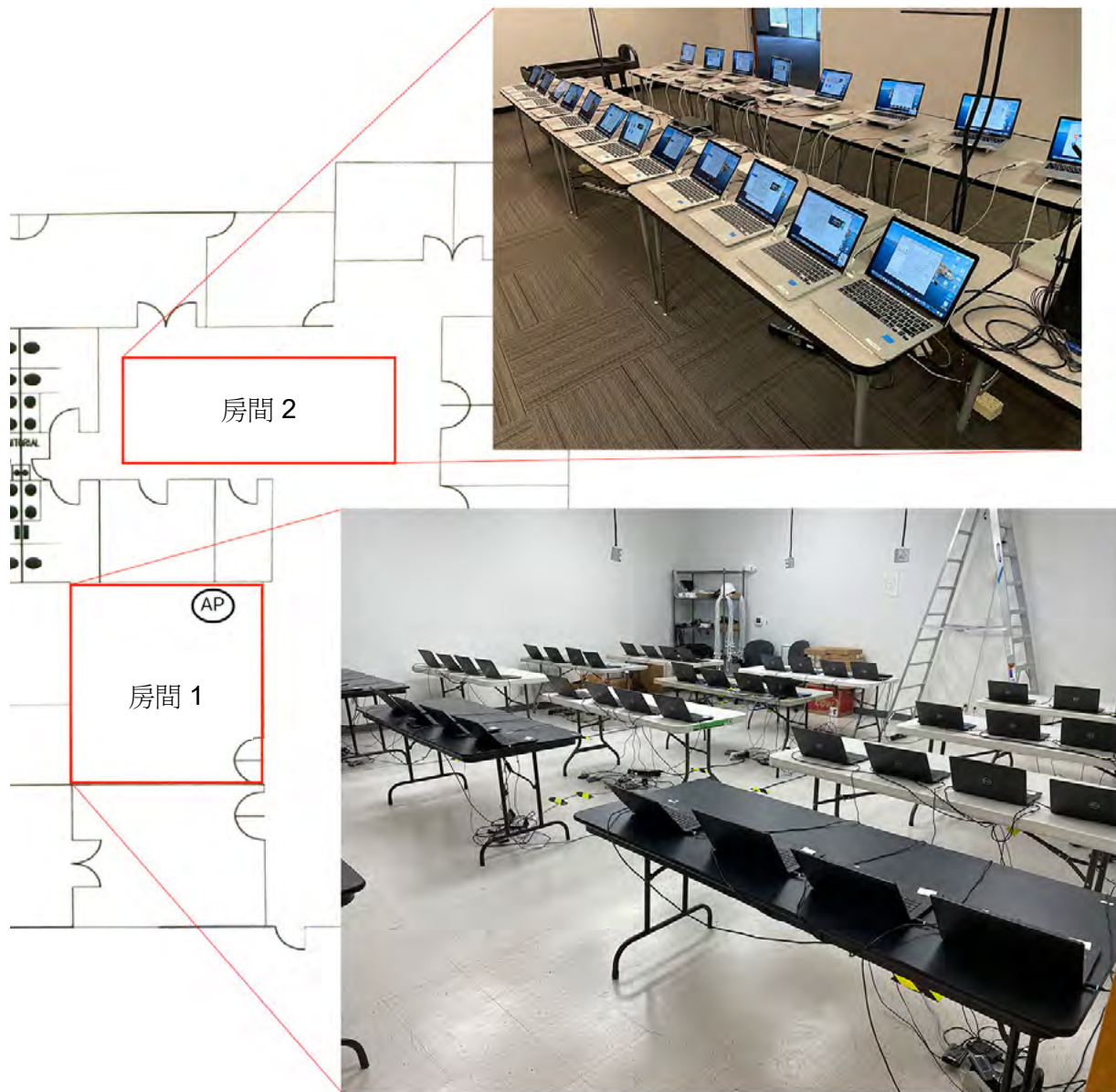


圖 2: 測試環境

## WLAN 設定

每個 AP 都使用立即可用的預設設定，類似於 IT 管理員在部署時看到的設定。每項測試都在 UNII-3 中的 5 GHz 頻段上運作，以確保結果一致。在測試 1 中，設定單一 SSID，使用 WPA2-PSK 加密。在測試 2 中，每個 AP 上設定三個 SSID。兩個 SSID 使用預先共用的金鑰，第三個 SSID 則設定使用 802.1X。

每個 SSID 皆設定使用 80 MHz 寬通道。

## 交換器設定

由一部 RUCKUS ICX 7650-48ZP 交換器為 AP 提供乙太網路供電 (PoE)，每部 AP 連接到一個 Multigigabit 乙太網路連接埠，並自動協商至全速，每部 AP 皆依需求獲得完整電力。交換器設定為將所有裝置放在同一個虛擬 LAN (VLAN) 上，因此不需要路由。

為 VLAN 設定視訊編碼器的 IP 存取清單，以便使用差異化服務代碼點 (DSCP) 40 標記視訊串流。

## 視訊串流設定

若要測試 HD 視訊，請將 DVD 播放器連接到視訊編碼器，為 Dell 筆記型電腦 (視訊用戶端) 提供 HTTP 直播串流 (HLS) 功能。如此每個視訊用戶端便能下載個別的單播 HD 視訊串流。

視訊編碼器設定如表 4 所述。

輸入大小	1920x1080p, 60 fps
輸入音訊取樣率	48000
輸出編碼類型	H.264
輸出編碼大小	1920x1080, 60 fps
輸出位元速率 (kbit)	8000
輸出多播網址	停用

表 4. 視訊編碼器設定

## 測試 1 - 多媒體

此測試的目的是將高密度和高容量的情境套用到每個 AP。在一個房間裡，有三十 (30) 部 Dell Latitude 5400 筆記型電腦播放 HD 視訊，另有十 (10) 部 iPad，其中五部執行雙向 VoIP 通話，另外五部下載 UDP 資料。AP 安裝在房間後面的天花板 T 型柱上，使其達到橫跨兩個房間的最大覆蓋範圍。於測試開始前，在 Dell Latitude 筆記型電腦上啟動視訊串流，並在測試期間不間斷播放。

在隔壁房間，如圖 2 所示，有二十 (20) 部 Apple MacBook Pro 執行 UDP 資料下載。這些下載由 64、256、512 和 1460 位元組的封包組成，以模擬不同類型的資料流量。

執行兩 (2) 次測試，每次執行持續 3 分鐘。

### 測試之前



每個視訊用戶端皆播放 HD 視訊。視訊如有停頓，將重新播放，如果繼續停頓，則將此狀況記錄下來。

### 測試期間

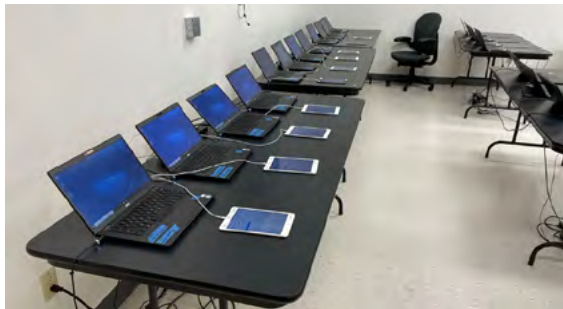


其中每個視訊用戶端皆播放 HD 視訊，並啟動資料和 VoIP 測試。測試執行時間為 3 分鐘。

### 測試之後



完成資料和 VoIP 測試後，將任何有停頓的視訊用戶端記錄下來。



維持預期的服務品質 (QoS) 是本測試中一項很重要的條件。交換器連接埠上來自編碼器的視訊流量標記為 DSCP 40。來自 IxChariot 伺服器和 IxChariot 用戶端 (iPad) 的 VoIP 流量標記為 DSCP 46。使用 DSCP 標記，是為可能需要低延遲、丟失和抖動的特殊流量提供正確的轉發。如此可確保每家廠商都有機會根據

QoS 標記來排定流量的優先順序。未在 WLAN 上設定 QoS 參數。

## 成功條件

在開始測試之前，每個 AP 必須成功地向所有 30 部 Dell 筆記型電腦提供無停頓的視訊串流。如果在測試之前發生視訊停頓，則會在視訊用戶端上重新整理串流並記錄其是否繼續停頓。在測試期間，AP 必須同時向所有用戶端提供高品質的視訊、資料和 VoIP 流量。

與視訊用戶端相關的隱含使用者體驗衡量方式，是以目視檢查視訊是否發生 20 秒或更長時間的停頓。這是對隱含使用者體驗的保守估計，為其中一個容易準確評估的指標。使用 IxChariot 收集資料和 VoIP 指標。收集資料用戶端的總處理量。語音平均主觀意見分數 (MOS) 是根據從 VoIP 用戶端收集到的抖動、延遲和封包丟失來判斷。使用 WiFi Explorer 應用程式記錄通訊時間使用率。

比較每個 AP 的平均處理量、MOS 和無停頓視訊用戶端的數量。

## 測試 1 - 結果

### 處理量

處理量是用於評估無線基地台效能的常見指標。於測試期間，在連接視訊編碼器的交換器連接埠上進行測量，使用 IxChariot 測量資料用戶端和視訊用戶端的處理量並算出平均值。執行兩次測試。圖 3 顯示與視訊和資料用戶端相關的處理量值總和，並從兩次測試執行求取平均值。

一般而言，處理量數字越高越好，前提是資料不能犧牲更高優先順序的流量（語音和視訊）。

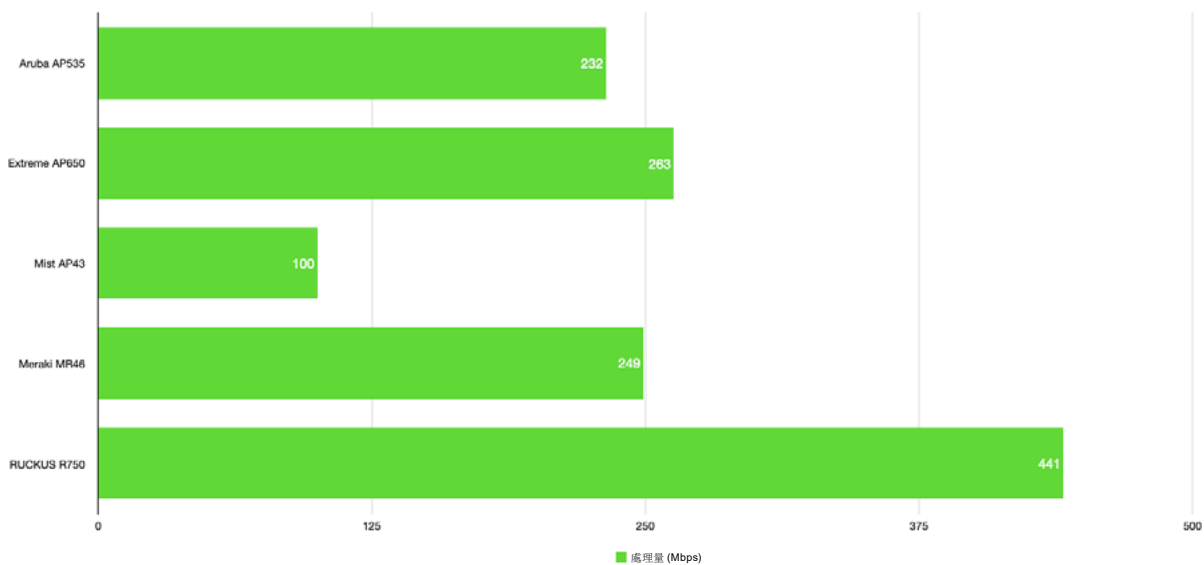


圖 3：處理量，單位為 Mbps

RUCKUS R750 在處理量指標上明顯優於其他所有 AP。

### MOS

MOS 是衡量 VoIP 通話品質的一項指標。如分數偏低，可能代表使用者體驗的通話品質不佳。帶有網路負載或未正確調整語音流量優先順序的 AP 可能無法維持足夠的 MOS，而且使用者也會有同樣的感受。MOS 由抖動、延遲和封包丟失決定。下表顯示以使用者感受到的語音品質為依據所建立的一般 MOS 項目。

平均主觀意見分數	品質
5	優秀
4	良好
3	普通
2	不佳
1	很糟

表 5. MOS 和感受到的語音品質

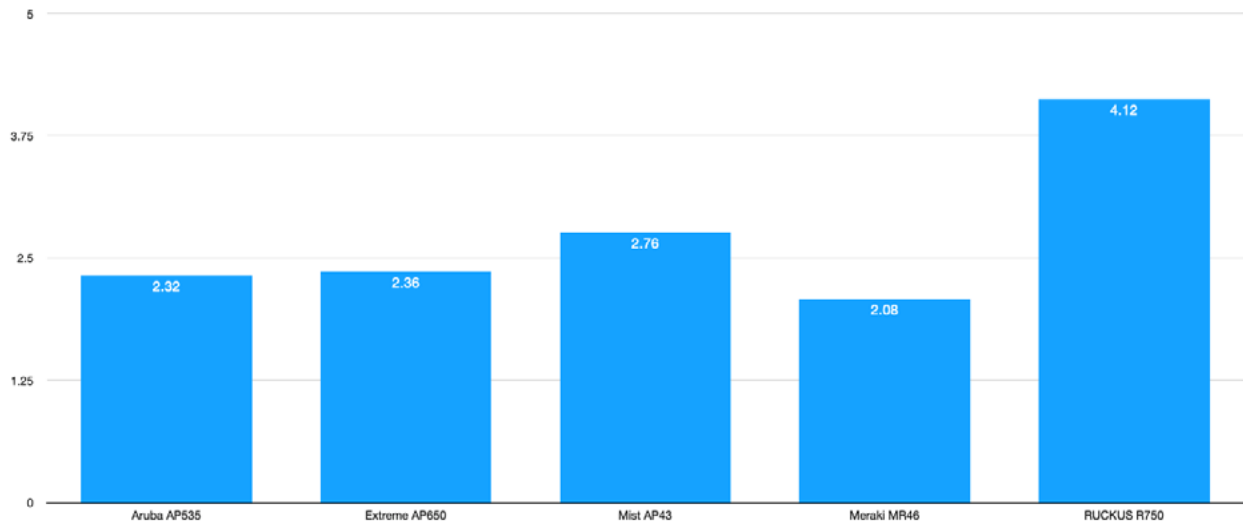


圖 4: MOS 結果

RUCKUS R750 在 MOS 指標上的表現優於所有其他 AP，能在繁重的網路負載下提供明顯更為優異的通話品質。也就是，除了 RUCKUS R750 之外，任何其他 AP 皆無法支援可滿足一般企業服務層級協議 (SLA) 要求「良好」語音品質所需的 MOS 值。

## 串流視訊

視訊流量是 Wi-Fi 上使用最廣泛的多媒體格式，一個 AP 可同時為用戶端提供各種多媒體格式。使用 HTTP 直播串流 (HLS) 時，視訊用戶端可以快取長達 10 秒的資料。

在此情境下，HD 視訊用戶端在開始測試之前正在播放單播 HLS 視訊串流。測試人員將發生視訊停頓的任何視訊用戶端記錄下來，重新整理其視訊串流，並在測試開始之前確認視訊正在播放。這樣做是為了讓每家廠商有機會在測試開始之前讓所有視訊串流同時執行，除了一家廠商 (Mist) 以外，測試管理者皆能達到此狀態。

下表顯示測試前、測試中和測試後每個 AP 的無停頓視訊串流數量。數字較低，表示停頓的視訊串流越多，因此終端使用者體驗也會變差。

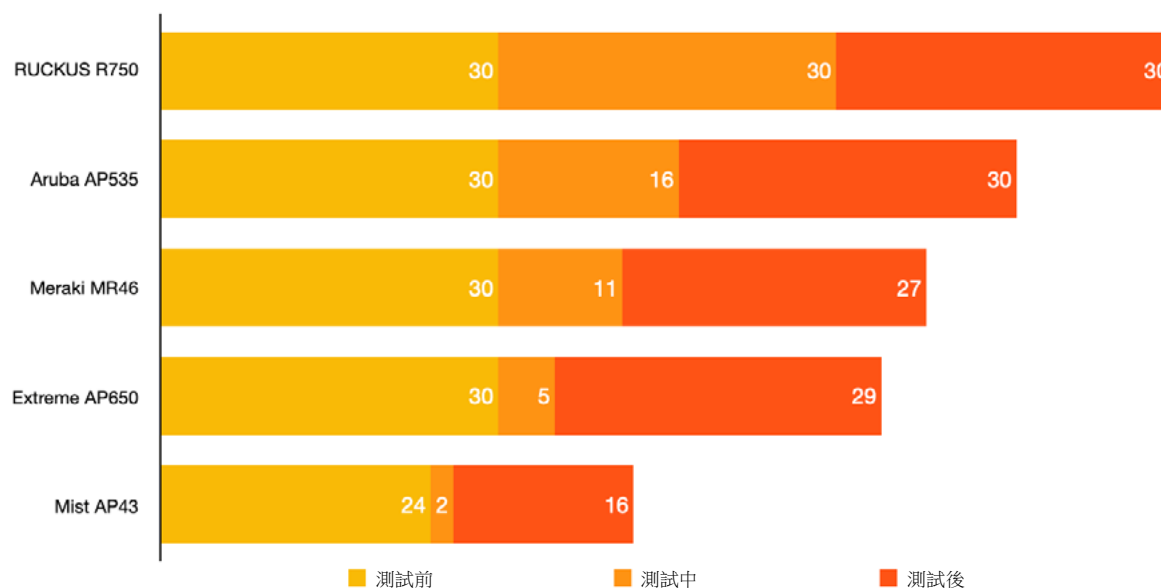


圖 5：測試前、測試中和測試後的無停頓視訊數量

RUCKUS R750 的效能優於所有其他無線基地台，在測試期間之前、期間和之後為每個視訊用戶端提供連續的串流 HD 視訊。

Mist AP43 開始時只有 24 個視訊串流，雖然測試管理者進行了嘗試，但多次嘗試後仍無法在開始測試之前重新整理所有停頓的視訊串流。

### 通訊時間使用率

建立通訊時間使用率效能並非測試目標，但是，通訊時間使用率是一項有用的指標，有助深入瞭解射頻 (RF) 容量對終端使用者體驗的影響。因此，此處包含一段簡短的討論。通常，假設 AP 能成功處理所有流量 (語音、視訊、資料)，則通訊時間使用率越低越好。通訊時間使用率越低越有利，如此 AP 才能更輕鬆地容納其他連接的裝置和流量。

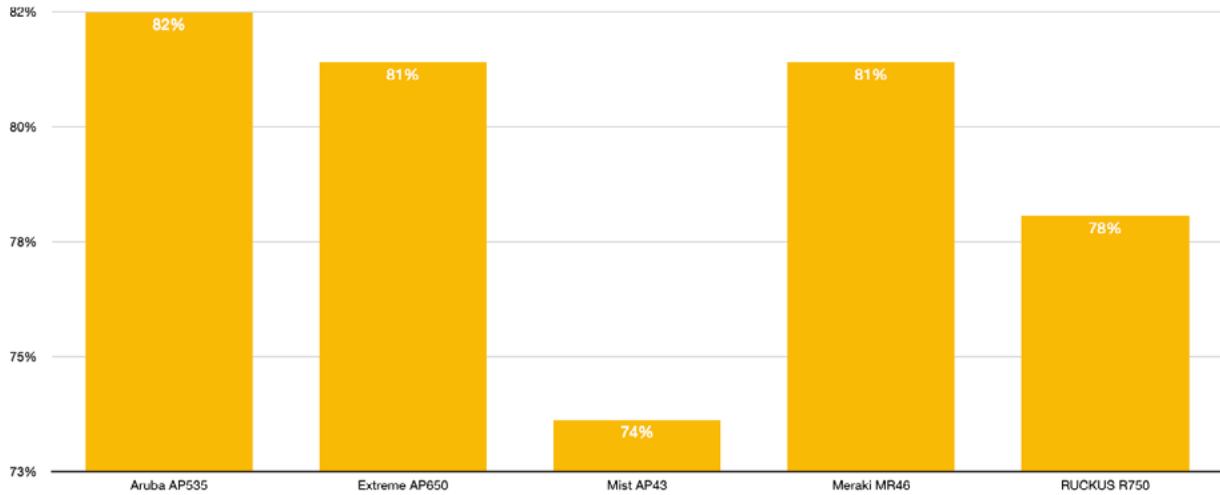


圖 6：測試期間的通訊時間使用率

與視訊停頓結果的情況一樣，Mist AP43 所展示的通訊時間使用率明顯低於其他 AP。作者得出結論，其相對較低的使用率，是因為測試期間停頓的視訊用戶端數量較多所致。由於視訊用戶端並未播放任何視訊，因此無線流量較少。

我們可以將測試期間視訊用戶端的數量與停頓的視訊和通訊時間使用率相關聯，如圖 7 所示。

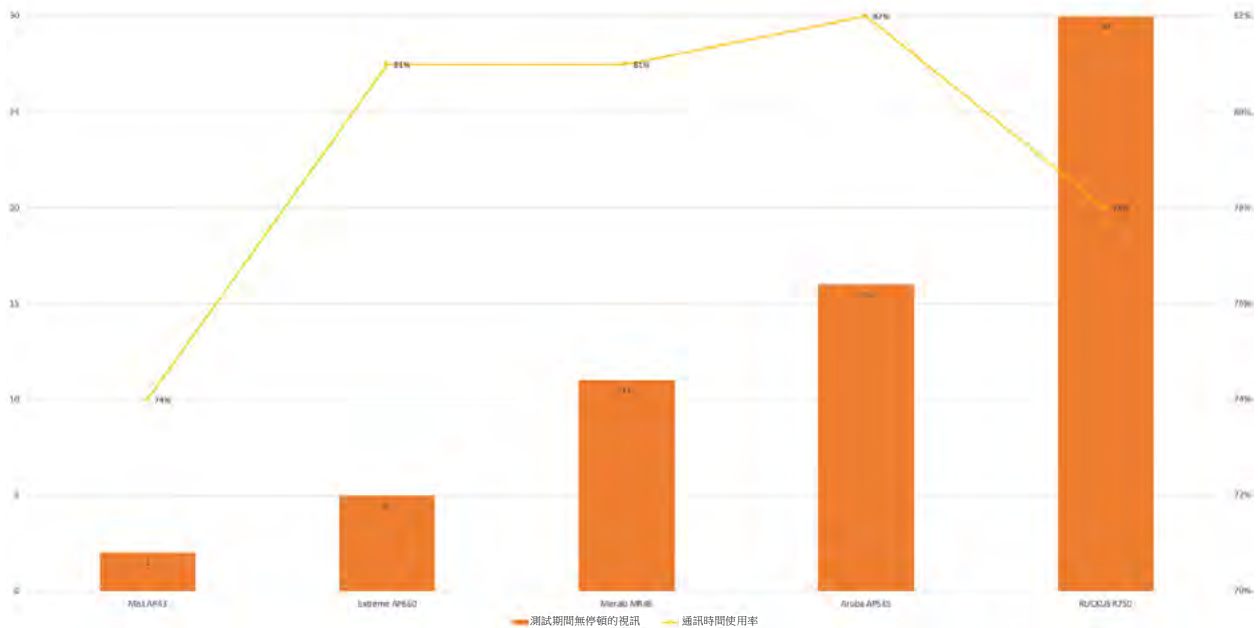


圖 7：測試期間無停頓的視訊數量和通訊時間使用率

與 Mist AP43 相比，RUCKUS R750 展現出第二低的通訊時間使用率值，但其在測試期間並未出現視訊停頓。因此預期此無線基地台的通訊時間使用率是測試組中最高的。但真實情況並非如此，作者得出的結論是，RUCKUS R750 比其他 AP 更能有效地利用可用通訊時間。

## 測試 1 - 結論

RUCKUS R750 在每次測試中都明顯優於所有其他無線基地台，這是唯一能滿足實際成功條件的無線基地台：保持「良好」的 MOS，同時向 30 個用戶端提供無停頓的 HD 視訊串流，並為所有資料用戶端保持「高」處理量。

Aruba AP535 在裝置的應用網路負載管理能力方面排名第二。雖然一半的用戶端都遇到視訊停頓，但在測試後都能恢復。但是在測試過程中，AP535 表現出「不佳」的 MOS。

Extreme AP650 處理量為第二高，但在測試期間產生了 25 個停頓的視訊用戶端和「不佳」的 MOS。作者的結論是，AP650 並未對流量套用 QoS。

Meraki MR46 維持 250 Mbps 的處理量，但擁有該組中最低的 MOS，且只能支援 11 個無停頓的視訊串流。測試後，有三個視訊串流無法恢復，其他所有視訊串流則都恢復。

Mist AP43 在評估的 AP 中效能最差。在沒有其他網路負載的情況下，其僅能支援 24 個視訊串流，負載期間則只能支援兩個視訊串流。AP43 展現出所評估 AP 中最低的處理量，但確實展現出第二高的 MOS (幾乎上升到「普通」)。作者的結論是，AP43 將 VoIP 流量的優先順序排在其他流量類別之前。

總之，RUCKUS R750 是最有能力提供預期的使用者體驗等級並滿足 SLA 的產品。處理各類型多媒體流量的能力，對當今的網路來說至關重要，而 R750 似乎有特殊的方法來處理 QoS，無需額外設定 QoS 參數。這可能是因為 SmartCast 功能將視訊流量的優先順序排在未標記的資料流量之前。

## 測試 2 - 疑難排解/分析

就便利性、洞見和規模等方面來說，雲端為網路管理員帶來更多優勢。雲端管理型 AP 可以利用雲端資源，提供網路分析和強化的疑難排解工具。在網路分析方面，尤其是由人工智慧 (AI) 和機器學習 (ML) 驅動的分析，由於內部部署設備可能需要大量的運算資源和資料關聯，因此特別適合用於雲端交付。

Wi-Fi 經常作為關鍵的網路存取方式，因此網路管理員時常需要對各種網路問題進行分類和疑難排解。在本測試中，我們介紹了終端使用者針對系統需要診斷的問題：錯誤的預先共用金鑰、DHCP 不可用和 802.1X 問題 (無法存取 RADIUS 伺服器)。測試目標是瞭解每家廠商的產品對網路事件的根本原因做出反應，並告知網路管理員的速度。

作者收到了三種不同的「障礙申告單」(或稱測試使用案例)，以及裝置資訊；並得到一個雲端儀表板，用於評估易用性、建立所提供資訊的準確性，以及評估可用的疑難排解工具的效用。這情境類似於一般 IT 工程師可能會遇到的情況，即終端使用者因遭遇問題而致電 IT 服務。

本測試的另一個方面，是探索人工智慧 (AI) 和機器學習 (ML) 如何改善網路管理員的平均識別時間 (MTTI)，亦稱為平均偵測時間 (MTTD)。

### 測試 2 - 結果

在檢視結果之前，區分每家廠商提供的分析和疑難排解功能的類型至關重要。

每家廠商都提供了網路分析功能，這些資料可提供對統計數據的洞見，例如處理量和 AP 啟動/關閉狀態。這是對任何雲端管理系統的正常預期。網路分析的另一個要素與 AI 和 ML 有關，其中系統使用更深入的洞見來快速識別問題並提供根本原因分析。雖然每家廠商都提供了網路分析，但並非每家廠商的測試系統都提供 AI/ML 洞見。

在使用各家廠商的儀表板時，作者尤其關注其中一組特定的條件。IT 團隊的目標是透過儀表板的工作流程效率和顯示資料的準確性以降低 MTTI。作者考量了使用事件日誌，使用儀表板小工具來決定問題的範圍，以及網路管理員是否需要瀏覽多個頁面來識別問題。作者尋找的詳細資訊需要能明確識別問題，並提供可採取行動的後續步驟。

## HPE Aruba

Aruba Central 為 Aruba 的雲端管理平台。AI Insights 是 Aruba 的一項功能，用於協助進行 WLAN 的疑難排解。

乍看之下，儀表板並未清楚顯示終端使用者在 Wi-Fi 網路上的體驗問題，還需進一步分析事件日誌。在尋找事件日誌時，可能需要進一步研究錯誤訊息，或從雲端介面外部尋求額外的疑難排解步驟來判斷其影響。

最重要的是，與使用 AI Insights 進行疑難排解相關的資訊，需要花費 3 小時才能更新並顯示在 AI Insights 儀表板中。顯示後深入查看特定裝置，才能揭露結構性細節，以幫助識別問題。但是，沒有簡單的方法可衡量特定問題的影響。

測試案例問題的 MTTI 為 6.3 分鐘，是從使用 AI Insights 以外的工具所測得的。作者仔細檢查了事件日誌，希望找出正確的時間戳記和日誌，讓用戶端能找出 PSK 不相符的問題。DHCP 案例需要篩選用戶端裝置的 MAC 位址，以檢視與 DHCP 探索逾時相關的錯誤訊息。在 802.1X 測試案例中，作者忽略了可指向驗證伺服器逾時問題的小段文字，因而拉長了找出問題的時間。沒有方法可以從儀表板測試 RADIUS 伺服器的可觸及性。AI Insights 能更簡單地顯示這些問題，但需要等待長達 3 小時才能更新。

## Extreme Networks

ExtremeCloud™ IQ 是 Extreme 的雲端管理平台，將 AI/ML 洞見納入到 IQ Pilot 功能之中。儀表板顯示大量資料和分析，這可能令人卻步，對不熟悉系統或 Wi-Fi 的管理員來說尤其如此。對於即時疑難排解至關重要的新資料，顯示在用戶端裝置的詳細資料下方，如果您沒有實際的用戶端裝置詳細資料 (例如 MAC 位址或 IP 位址)，或許很難找到這些資料。

系統納入多個 ML 評分卡來評估網路的狀態，但多數區域得分不錯，總體得分卻很低的原因並不清楚。用戶端運作狀況報告未反映近乎即時的資料。連接用戶端後，此功能需要花費大約一小時才能更新。ML 評分卡視圖以 ML 分數為依據，提供網路效能的概觀。

網路管理員可以瀏覽不同的視圖和頁面找出問題，並拼湊整理出問題的影響，在不同的儀表板視圖中可以找到問題的識別資訊。不過，整個工作流程執行下來卻會增加 MTTI，而不是減少。有效運用 AI 和 ML 的洞見，需要對評分方法有更深入的瞭解；而這些資訊在使用者介面中無法取得 (或不明顯)。

MTTI 為 10.3 分鐘。針對 PSK 測試案例，一個紅色旗標代表一個事件 (限制時間範圍後可見)，指出不正確的 PSK。DHCP 案例需要從兩個不同的頁面進行調查。最初，作者無法根據螢幕上顯示的資料量來確定 DHCP 是否有問題。但在調查過單獨的頁面 Client Monitor 後，有即時資料 (不需要等待資料出現) 指向 DHCP 伺服器問題。802.1X 測試案例需要導覽至不同的頁面，以指出基本的驗證問題。

## Cisco Meraki

Meraki 僅提供針對其 AP 的雲端管理型控制和管理，不提供啟用 AI/ML 的分析。主儀表板首頁提供網路運作狀況的整體視圖，但不包含運作狀況功能的視圖，這在疑難排解 Wi-Fi 問題時關係最為重大。網路的運作狀況視圖可從儀表板下的監控器無線區塊中取得。

運作狀況中包含的事件記錄可能經過加密，需要額外研究。在某些情況下，運作狀況能確定問題的確切原因，但需要多次點擊儀表板的不同區段才能確認。Meraki 未使用 AI 或 ML，而是遵循啟發式方法，指定受特定問題影響的用戶端百分比。

問題的 MTTI 為 3 分鐘。使用運作狀況功能時，會顯示問題的整體視圖，但在另一個頁面上查看特定用戶端後，用戶端連線的歷史記錄列出關聯失敗，表明 PSK 不正確。針對 DHCP 測試案例，特定用戶端的歷史記錄視圖指出了一個明確原因：驗證伺服器沒有回應。再次使用歷史記錄視圖來確定 802.1X 測試案例的原因，指出驗證伺服器並未回應受影響的用戶端。

## Juniper Mist

Mist 僅提供針對其 AP 的雲端管理型控制和管理，主儀表板提供有關 Wi-Fi 在整個站點中的運作情況的監控視圖，包括是否滿足服務層級，還有站點層級的 Wi-Fi 洞見。

服務層級是儀表板的關鍵要素，可讓您瞭解 Wi-Fi 網路的運作狀況。當服務層級低於閾值時，網路業者可以深入研究特定閾值以找出影響。Mist 將 ML 資料輸入至 AI 演算法和虛擬助理 Marvis (需另外訂閱) 中，可在頂層的導覽功能表中找到。Mist 使用 ML 從所有收集到的事件中學習，以提高其對裝置處理量等屬性的預測能力。網路管理員可以向 Marvis 查詢裝置或站點的問題，然後查看已識別的問題。

測試案例的 MTTI 為 5.3 分鐘。作者使用服務層級來調查 PSK 案例，但發現並無法針對發生問題的特定用戶端找到足夠資料。不過使用 Marvis (需另外訂閱) 可以明確地識別出 PSK 測試案例為驗證問題。使用服務層級，可將 DHCP 案例指向 DHCP 探索無回應的特定問題。可確定 802.1X 測試案例的範圍為廣泛的驗證問題，但需要查看另一個頁面才能建立 RADIUS 伺服器的失敗通訊。接著查看動態資料封包擷取文件，顯示授權失敗。

## CommScope RUCKUS

RUCKUS 透過其 RUCKUS 雲端管理平台中整合的 RUCKUS Analytics 產品提供網路分析以及 AI 和 ML 洞見，也可獨立搭配 RUCKUS 內部部署一起使用。與其他廠商的情況一樣，事件日誌可用於查看任何潛在問題。儘管可能難以識別問題的影響力，但可與特定的 SSID 相關聯。除了事件日誌，還可以產生及重複使用預先定義且可自訂的報告，來幫助識別 Wi-Fi 問題。

RUCKUS 提供進階分析 (需另外訂閱)，可清楚詳細地顯示 Wi-Fi 問題的影響力，以及透過根本原因分析得出的這些問題的可能解決方案。RUCKUS 虛擬助理 Melissa 可透過自然語言聊天介面協助找出 Wi-Fi 問題。其明確顯示 Wi-Fi 的問題，完全無須自行解釋，也不需要額外研究，分析中所含的資料視覺化將有助於縮短 MTTI。

測試案例問題的 MTTI 為 2.3 分鐘。事件詳細資料提供了 PSK 測試案例密碼不相符的根本原因。DHCP 事件提供了一個原因，DHCP 逾時，同時提供 DHCP 過程中發生故障位置的視覺化呈現。針對 802.1X 案例，作者使用了用戶端疑難排解功能，查看特定裝置的事件。事件原因很清楚，另一個視覺化部分則顯示了 802.1X 流程中發生故障的位置。

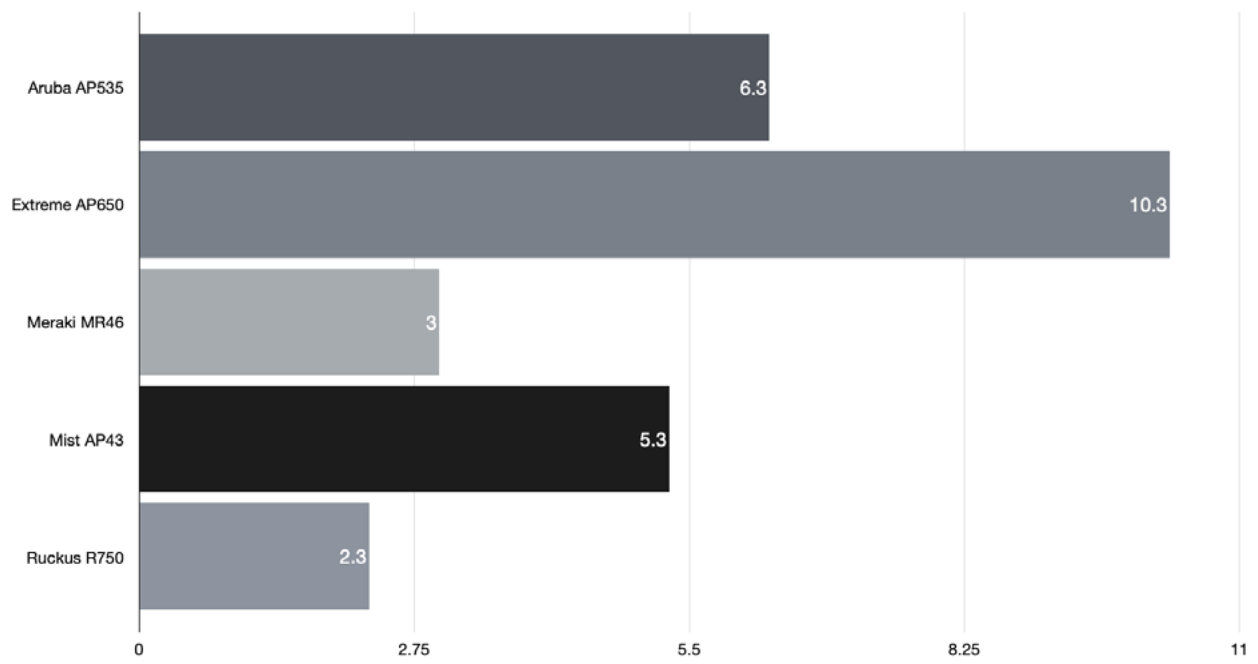


圖 8：廠商的平均識別時間 (MTTI)，單位為分鐘

## 測試 2 - 結論

RUCKUS 進階分析提供對使用者體驗的詳細、直觀洞見，使其獲得評估組中最低的 MTTI。與簡單的事件日誌導向分析相比，AI 和 ML 輔助可以更深入地瞭解 Wi-Fi 問題的影響。作者認為 RUCKUS 在加快 MTTI 和澄清 Wi-Fi 問題原因方面是最佳的解決方案，不留任何假設空間，也不需要進行後續的疑難排解。下圖顯示一個例子。



圖 9: RUCKUS 進階分析和疑難排解範例

Meraki 在沒有 AI/ML 或進階分析的情況下提供了有用的洞見，在這方面與其他廠商不同。

Mist AI 助理 Marvis 有效地縮小 Wi-Fi 問題的範圍，找出其根本原因，對 IT 業者來說是很好的功能。

在作者看來，Aruba 的 AI Insights 需要進一步開發，才能達到與其他部分廠商的類似功能相等的效用，同時還需要改善重複事件日誌查詢的問題。

Extreme 的儀表板提供了對 Wi-Fi 問題的有效洞見，但要求作者先在儀表板上識別和找出受影響的用戶端。此一要求明顯提高了所觀察到的 MTTI。

作者承認，此評估是以作者偏好的疑難排解方法為基礎，其他人可能採用不同的方法進行測試。

## 摘要

作者觀察並驗證了所有測試的正當性。RUCKUS 為作者提供驗證設定的開放存取權限，以確保所有設定都類似，沒有廠商佔有不公平的優勢。作者確信對每家廠商進行了公平的測試。

測試組合旨在表現典型的企業或校園環境，包括混合裝置類型和裝置功能。裝置和流量組合模擬了許多網路管理員熟悉的真實環境。例如，裝置本身將混合使用新一代和上一代的 Wi-Fi (802.11n、802.11ac)。此外，管理員 (包括作者在內) 通常不會只觀察到一種流量在 AP 上周遊，因此將 HD 視訊、VoIP 和資料下載流量作混合使用。

儘管每個新的 Wi-Fi 世代產品都在通訊協定效率、資料速率選擇和處理量方面實作了強化，但混合用戶端環境將在一定程度上對 Wi-Fi 6 基礎設施的完整優勢造成侷限。但是，從本測試中可以清楚地看出，混合用戶端環境中的彙總和單一裝置效能可能因 Wi-Fi 6 廠商不同，表現出極大的差異。本報告中顯示的結果或許可讓網路管理員深入了解每個 AP 在類似環境中的表現。

雖然作者無法確定每個 AP 的 QoS 佇列決策的依據，但作者觀察發現，視訊和 VoIP 流量會因不同廠商而有顯著的品質差異。只有 RUCKUS R750 AP 能一致且良好地處理所有流量。

網路 IT 團隊愈漸關注終端使用者體驗和員工生產力。因此，該報告包括使用每家廠商的儀表板，對一組事件測試案例可比較的平均識別時間 (MTTI) 進行分析。觀察到的 MTTI 結果可以合理地延伸到平均解決時間 (MTTR) 效能。作者承認，每個儀表板的質性評估在本質上係屬主觀，取決於網路管理員的經驗。作者已盡量採取中立且公平的方法。

## 作者評論

身為一名 Wi-Fi 專業人士和顧問，作者以一套先入為主的觀念，對廠商 Wi-Fi 6 設備的相對效能進行了測試。在提供類似產品和公平競爭環境的情況下，且產品使用常見的基本型晶片，作者預計應可得到相近的結果。

因此，作者對在不同廠商的 Wi-Fi 6 AP 之間觀察到效能差距感到意外。

本測試清楚顯示，即使產商已嘗試投資於使用者介面和 AI/ML，讓自家的管理工具展現優勢，但廠商確實能透過軟體、韌體和硬體創新，讓看似相同的硬體展現出差異化。測試表明，AI 和 ML 確實有助於快速識別網路問題的根本原因，但這些技術未解決 AP 無法向每個用戶端傳輸符合要求的服務層級流量的問題。

作者建議，應先進行概念驗證，以挑出及建立網路效能級別的基準，然後再考慮其他屬性。