

ホワイトペーパーシリーズ：

LTE（M2M）ルーター
「UD-LT2」を利用した
VPN 環境の実効スループット検証

2023年11月14日

目次

摘要.....	2
はじめに.....	2
LTE (M2M) ルーター「UD-LT2」について.....	3
UD-LT2 の VPN 機能について.....	4
検証環境について.....	7
検証内容と検証結果.....	9
ローカル環境での検証.....	9
●測定 1-1：ローカルでの非 VPN 接続時の iPerf3 による計測.....	10
●測定 1-2：ローカルでの VPN 接続時の iPerf3 による計測.....	10
固定回線での検証.....	11
●測定 2-1：固定回線での非 VPN 接続時の iperf3 による計測.....	13
●測定 2-2：固定回線での VPN 接続時の iPerf3 による計測.....	13
●測定 2-3：固定回線での VPN 接続時のファイル転送.....	13
モバイル回線での検証.....	14
●測定 3-1：モバイル回線での非 VPN 時の iPerf3 による計測.....	14
●測定 3-2：モバイル回線での VPN 時の iPerf3 による計測.....	15
●測定 3-3：モバイル回線での VPN 時ファイル転送.....	16
まとめ.....	17

本文書は、株式会社アイ・オー・データ機器（以下、「アイ・オー・データ」とします）が、アイ・オー・データの特定の商品に関する機能・性能や技術についての説明を記述した参考資料となります。当該商品の利用という目的の範囲内で自由に使用、複製をしていただけますが、アイ・オー・データの事前の書面による承諾なしに、改変、掲示、転載等の行為は禁止されます。また、あくまで参考資料として提供いたしますので、内容については一切保証を致しかねます。以下の内容をご了承いただいた場合のみご利用ください。(1)アイ・オー・データは、本文書によりいかなる権利の移転もしくはライセンスの許諾、またはいかなる保証を与えるものではありません。(2)アイ・オー・データは、本文書について、有用性、正確性、特定目的への適合性等のいかなる保証をするものではありません。(3)アイ・オー・データは、本文書を利用したこと、または利用しなかったことにより生じるいかなる損害についても責任を負うものではありません。(4)アイ・オー・データは、本文書の内容を随時、断りなく更新、修正、変更、削除することがあります。最新の商品情報については、<https://www.iodata.jp/>をご覧ください。

摘要

この文書は、LTE (M2M) ルーターに搭載されている VPN 機能の性能を評価したものです。UD-LT2 では、さまざまな形態の VPN 接続環境での利用が想定されていますが、本文書では拠点に対して外部から接続するリモートアクセス形式でのスループットを、実環境にて計測した結果を掲載しています。拠点に設置した UD-LT2 から 4G/LTE のモバイル回線を利用してインターネットに接続した上で、外部の端末から L2TP over IPsec で VPN 接続し、拠点内部に設置された端末との間のスループットを計測したところ、iPerf3 のスループットは外部端末→内部端末が 5.56Mbps、内部端末→外部端末が 7.07Mbps となりました。UD-LT2 の WAN ポートと LAN ポートに端末を直結したローカル環境での検証によって UD-LT2 のハードウェアとしての L2TP over IPsec のスループットの上限が 7~8Mbps 前後であることを確認したため、回線速度が 7~8Mbps よりも高い場合はスループットも 7~8Mbps となり、7~8Mbps よりも低い場合は回線速度に依存すると推測されます。

はじめに

IoT 機器の普及による工場や農場など現場レベルでの IT 化や、多様な働き方によるオフィス以外での勤務などが進んだことで、中小規模のビジネスのネットワーク環境が複雑化しつつあります。

従来の中小環境のネットワークは、オフィス内の整備、もしくは大きな拠点同士の接続という比較的シンプルな構成が主流でした。しかしながら、現在では、働き方の多様化や経営資源の効率化などのために、組織の規模を問わず、リモートワーク用のサテライトオフィスや社員の自宅、業務に欠かせない工場や倉庫、さらにはブランディングやマーケティングのためのイベント会場など、さまざまな場所とのネットワーク接続が求められるようになってきました。

こうした状況の中、注目が集まっているのが VPN 機能を備えた LTE ルーターです。WAN 側の回線として光ファイバーなどの固定回線だけでなく、4G/LTE によるモバイル回線が利用可能になっており、固定回線の敷設が難しい店舗や農場などでも、場所にとらわれず VPN で安全に自社ネットワークに参加させることが可能です。

しかしながら、固定回線と異なり、モバイルを利用した環境では通信速度に制約があり、導入担当者にとっては、どこまで実用性があるのかを判断するのが難しいのが悩みでした。「ただでさえ回線速度が遅いのに、さらにそこで VPN を利用したとしたら実用に耐えられないのでは……」、そんな疑念を持っていた人も少なくないのではないのでしょうか。

本文書はこうした悩みを解決するためのひとつの指標として、実際の環境でのスループットテストの結果を提示しています。実際の 4G/LTE モバイル回線を利用して、LTE ルーターがビジネスシーンでの利用に耐える VPN 性能を備えているのかどうかを検証しました。もちろん、モバイル回線の速度は場所や時間によって変動するため、あくまでも参考情報としての提供となりますが、導入の際のひとつの目安として活用してください。

LTE (M2M) ルーター「UD-LT2」について

本文書で検証に利用する LTE ルーターは「UD-LT2」となります。本製品は、4G/LTE 回線と光ファイバーなどの固定回線のいずれかを WAN 回線に利用できるハイブリッド M2M ルーターです。



図1 UD-LT2 の特徴

M2M ルーターとは、Machine to Machine ルーターの略称で、IoT 機器などの機器同士が相互にデータをやり取りするための通信機器です。遠隔地の機器を操作したり、無人拠点のデバイスを監視したり、各種センサーデバイスから情報を取得する際に利用されます。

WAN 回線として 4G/LTE を利用できるため、固定回線の敷設が難しい店舗や工事現場、イベント会場などで利用したり、店舗のデジタルサイネージや工場の機器制御などに利用したりすることができます。

もちろん、パソコンやスマートフォンを接続する一般的な Wi-Fi ルーターとしての利用も可能です。小規模な拠点やサテライトオフィスなどのインターネット環境として利用したり、固定回線が使えなくなったときに自動的に 4G/LTE 回線に切り替える BCP 対策として利用したりすることもできます。また、ビジネスシーンでの利用を想定し、リモートメンテナンス機能によって遠隔地から状態を管理（稼働状況を確認）したり、ファームウェアの更新や再起動を実施したりすることもできます。



耐久性が高く長期運用に適している

UD-LT2 は、家庭向けの Wi-Fi ルーターよりも、耐久性が高く、温度変化などの激しい過酷な環境での利用も想定されているのも特徴です。保証期間も 3 年と長く、長期の安定稼働が求められるビジネスシーンに適した製品となっています。また、保証期間を最大 5 年間まで延長できるセンドバック保守 (ISS-LIGHT) や、商品に異常があった場合に専用窓口で連絡することで最短で翌営業日に代品が手元に届くデリバリー保守サービスにも対応している。

UD-LT2 スペック	
価格	30,470 円
Wi-Fi 対応規格	IEEE802.11n/a/g/b
Wi-Fi 最大速度 (理論値)	2.4GHz 150Mbps
Wi-Fi チャンネル	2.4GHz 1-13ch
4G/LTE	対応キャリア : NTT ドコモ、KDDI、Softbank、楽天モバイル 対応バンド : B1、B3、B8、B18、B19、B26 伝送速度 : 上り最大 50Mbps、下り最大 150Mbps SIM カードサイズ : 標準
アンテナ	外付け
WAN	100Mbps、10Mbps × 1
LAN	100Mbps、10Mbps × 1
VPN 機能	プロトコル (サーバー) : L2TP、L2TP over IPSec 対地数 : 32
NAT セッション数	1000
ログ機能	1024KB
ダイナミック DNS	No-IP
サイズ(mm)	約100 (W) ×99 (D) ×23 (H) ※本体のみ、突起部除く
重量	重量 約260g
消費電力	6.2W (typ)
使用温度範囲	-20~60 度
使用湿度範囲	10~90% (結露なきこと)

UD-LT2 の VPN 機能について

UD-LT2 には、VPN 機能が搭載されており、インターネット経由で安全な通信を確立できるようになっています。

VPN は、Virtual Private Network の略で、データを暗号化することで仮想的な専用通信網を構築する技術です。インターネットは、さまざまな人や企業が利用するネットワークとなるため、重要なデータをそのまま送信すると、途中で第三者に中身を見られてしまう可能性があります。

一方、VPN を利用すると、データが暗号化された状態で送信されるため、第三者に中身をみられる心配はありません。

これにより、例えば、東京のオフィスと大阪の工場などを接続したり、遠隔地からイベント会場に設置した設備を管理したり、農場の気候データなどを外出先でも把握できたり、在宅勤務中にオフィスの機器をリモート操作したりと、さまざまな活用が可能です。

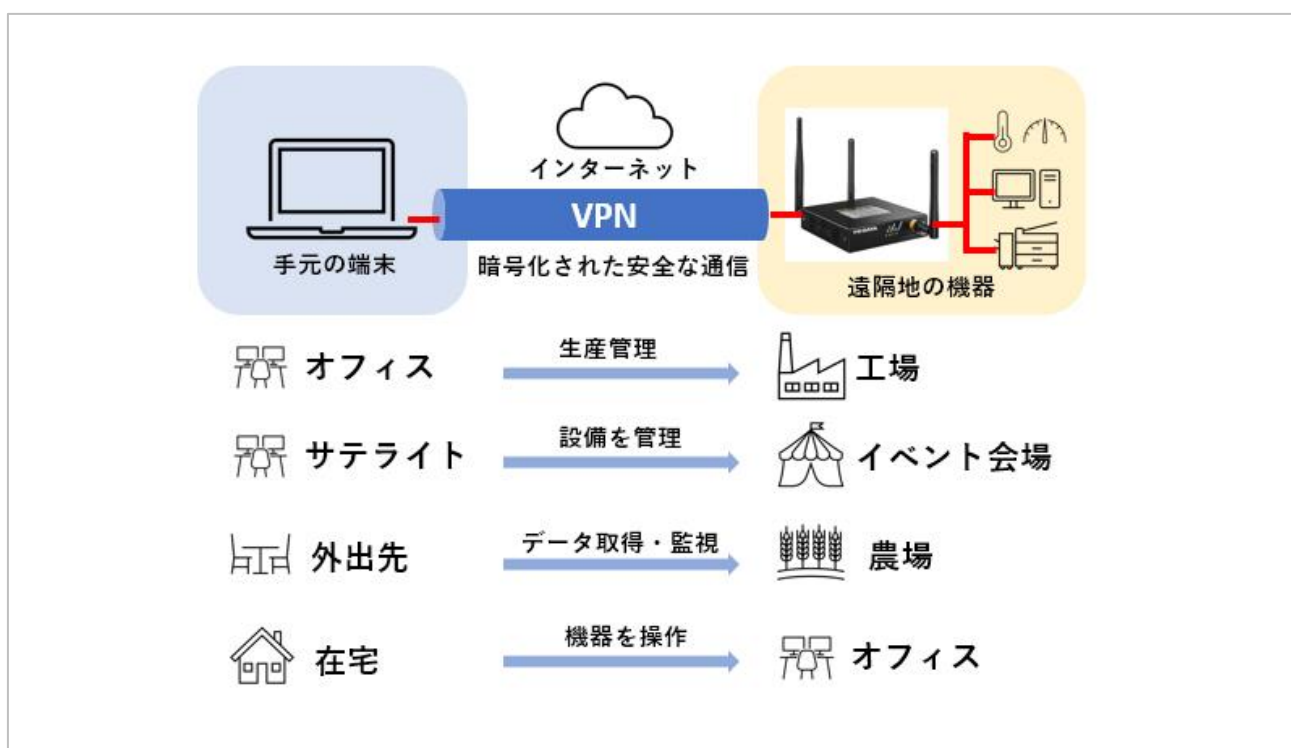


図 2 VPN の用途

UD-LT2 では、VPN 機能としてさまざまな方式に対応しています。VPN は、大きく拠点間を接続する形態（LAN 同士の接続）と、外出先から接続する形態（リモートアクセス）の 2 種類があります。

拠点間の接続では、自社だけが利用できる閉域網が利用できるのであれば、暗号化を使用しない IPIP や L2TP などの方式を利用して接続することができます。パブリックネットワークであるインターネットを経由する場合は、データを暗号化する IPsec を利用して拠点同士を接続できます。また、クラウド上にホスティングされている外部サーバーを経由する 3 点接続の方式でも VPN を構成することができます。

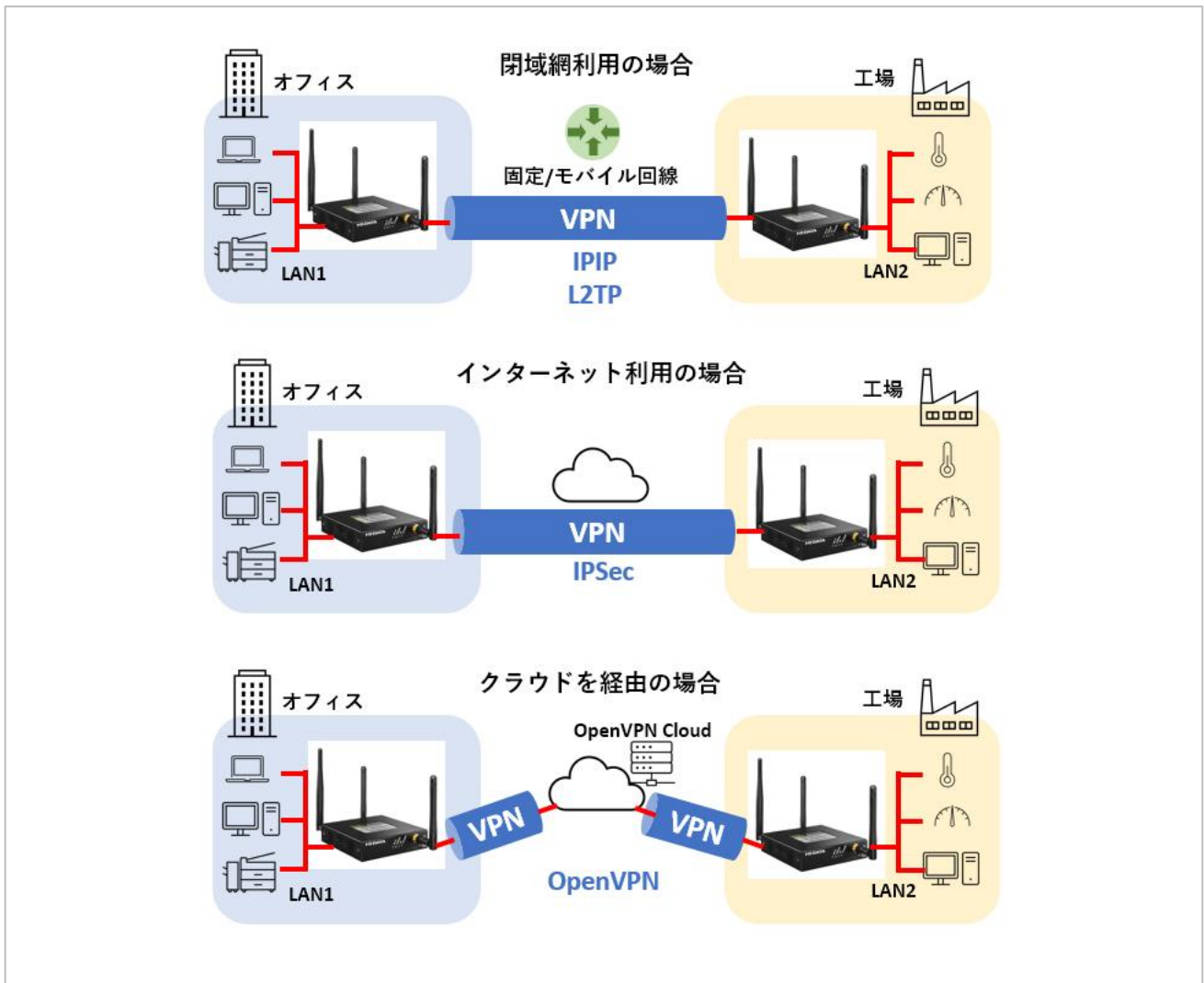


図3 拠点間の接続

外出先から接続するリモートアクセス形式の場合は、PC やスマートフォンが標準で対応しているプロトコル（L2TP over IPsec）を利用して接続することができます。在宅勤務時の自宅や出張先のホテル、移動中など、インターネットに接続できる場所なら、どこからでも安全にオフィスなどに接続できます。

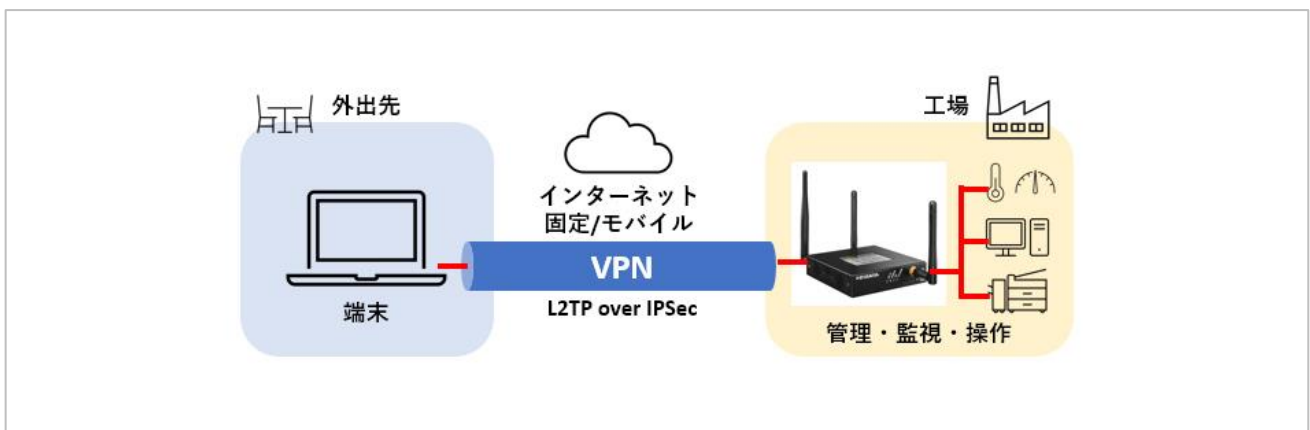


図4 リモートアクセス

検証環境について

このように、UD-LT2 では、さまざまな形態の VPN 環境で利用できますが、本文書では上記のうち最後に紹介したリモートアクセスの環境での検証を実施しました。

検証環境として用意した機材は以下のようになります。注意点としては、モバイル回線として、グローバル IP アドレスが利用できる環境を用意することです。

- ルーター：UD-LT2（ファームウェア Ver.1.00.008._SE）
- PC1：Ryzen 3900x、RAM64GB、1TB SSD、2.5Gbps Onboard LAN、Windows 11 Pro
- PC2：Ryzen 6800U、RAM16GB、1TB SSD、2.5Gbps USB LAN、Windows 11 Pro
- 固定回線：フレッツ光ネクスト 1Gbps（PPPoE 接続環境）
- モバイル回線：インターリンク グローバル固定 IP 付きデータ通信専用 SIM

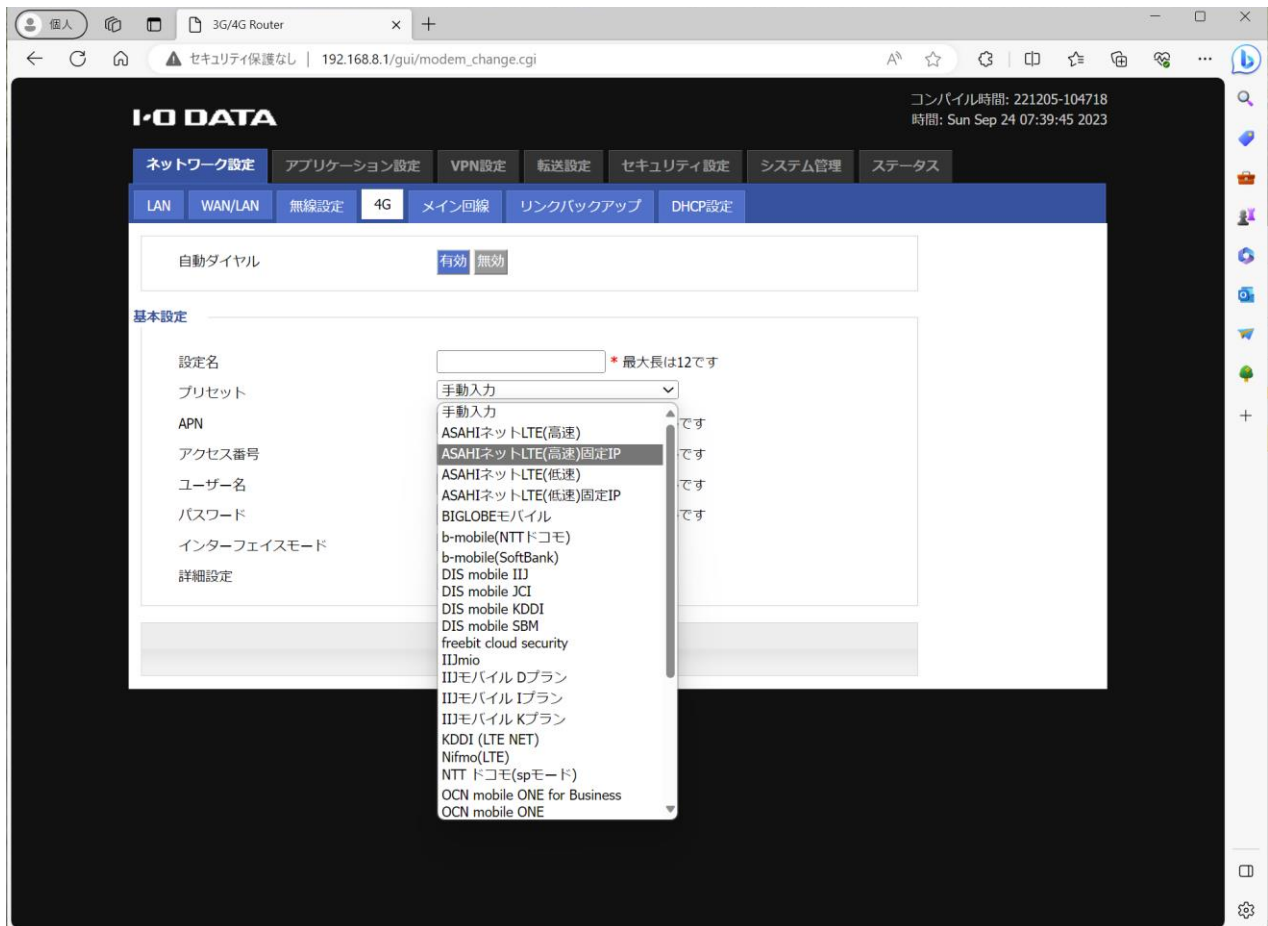


なぜグローバル IP アドレスが必要なのか？

VPN で外部から VPN で外部から UD-LT2 に接続する場合、接続先として UD-LT2 の WAN 側のアドレスを指定する必要があります。UD-LT2 の WAN 側のアドレスが、プライベート IP アドレスの場合、外部から接続先のアドレスにアクセスすることができません。また、モバイル回線の場合、通信事業者内のネットワークでキャリアグレード NAT が実施されている場合があります。キャリアグレード NAT で使われる Shared Address Space の「100.64.0.0/10」が割り当てられているケースでも、外部から UD-LT2 の WAN 側のアドレスにアクセスできず L2TP over IPsec の接続に失敗します。

法人向けサービスや M2M 向けのモバイル回線サービスを提供している事業者を利用したり、オプションで用意されている固定グローバル IP サービスを利用したりしましょう。

UD-LT2 には、利用可能な通信事業者の APN 設定がいくつかプリセットされているため、この中からグローバル IP アドレスや固定 IP アドレスが利用できるサービスを選択すると確実です。グローバル IP アドレスであれば、固定割り当てである必要はありませんが、実環境で利用する場合、アドレスが固定されている方が、再起動時の再接続など、運用がスムーズです。



VPN 設定のガイドを参照しよう

VPN 設定については、UD-LT2 の製品情報サイトからリンクされている詳細ガイドが参考にするといいでしょう。本書でも、同ガイドの「L2TP over IPsec で接続する」の内容に従って VPN 設定を実施しました。

UD-LT2 詳細ガイド 設定例 VPN についての設定例

https://www.iodata.jp/lib/manual/ud-lt2/index.html#p10_vpn



最新版のファームウェアや Q&A 情報を参照しよう

本製品に限らず、通信機器を利用する際は、最初にファームウェアを最新版にアップデートしてから利用することが大切です。セキュリティ対策や不具合修正などが実施されている場合があるので、必ず更新しておきましょう。また、VPN 接続などを含む特定環境における利用上の注意点などが記載されている場合もあるため、事前に以下の Q&A を参照し、該当しそうな設定がないかを確

認することもおすすめします。

UD-LT2 Q&A 検索結果

https://www.iodata.jp/support/qanda/search.htm?qa_text_search=UD-LT2

検証内容と検証結果

検証内容としては、まずローカルでの計測でハードウェアとしての上限性能を確認してから、固定回線、およびモバイル回線での計測を実施しました。また、固定回線やモバイル回線での計測の際も最初に非 VPN 接続時のスループットを測定し、VPN による暗号化のボトルネックがどれくらい影響するのかを確認できるようにしました。

なお、検証時の iPerf3 のパラメーターはすべてのテスト共通で以下の値を利用しました。

サーバー側 (PC2) :

`iperf3 -s`

クライアント側 (PC1) :

上り方向計測時 `iperf3 -c 192.168.0.10 -t10 -P3`

下り方向計測時 `iperf3 -c 192.168.0.10 -t10 -P3 -R`

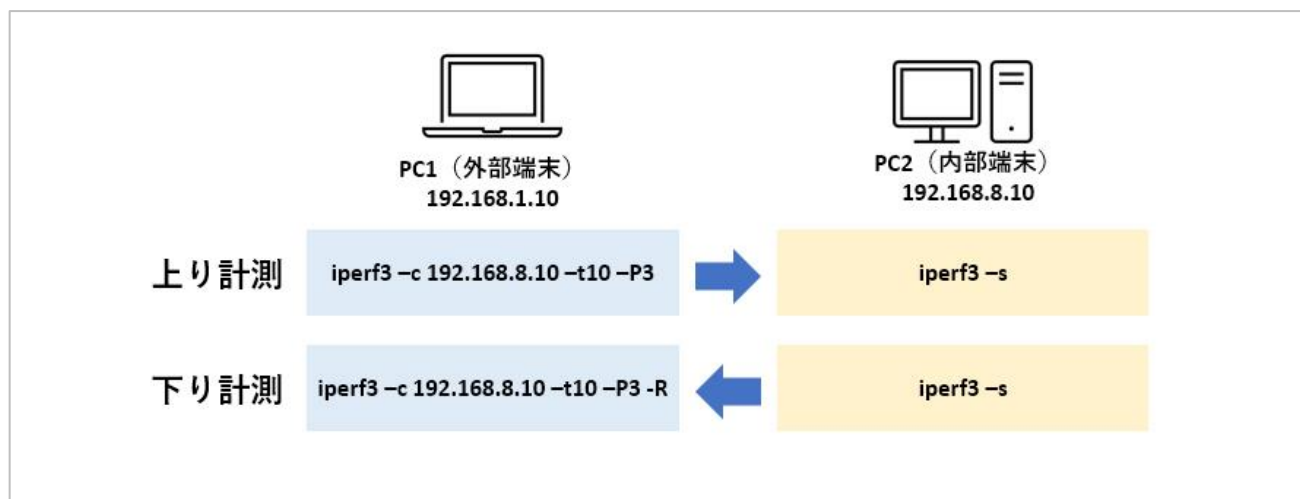


図5 iPerf3

ローカル環境での検証

最初に、UD-LT2 のハードウェアとしての上限性能を確認しました。以下の図のように、UD-LT2 の LAN ポートと WAN ポートに PC を有線 LAN で直結し、iPerf3 を利用して LAN-WAN 間のスループット

トを計測しました。

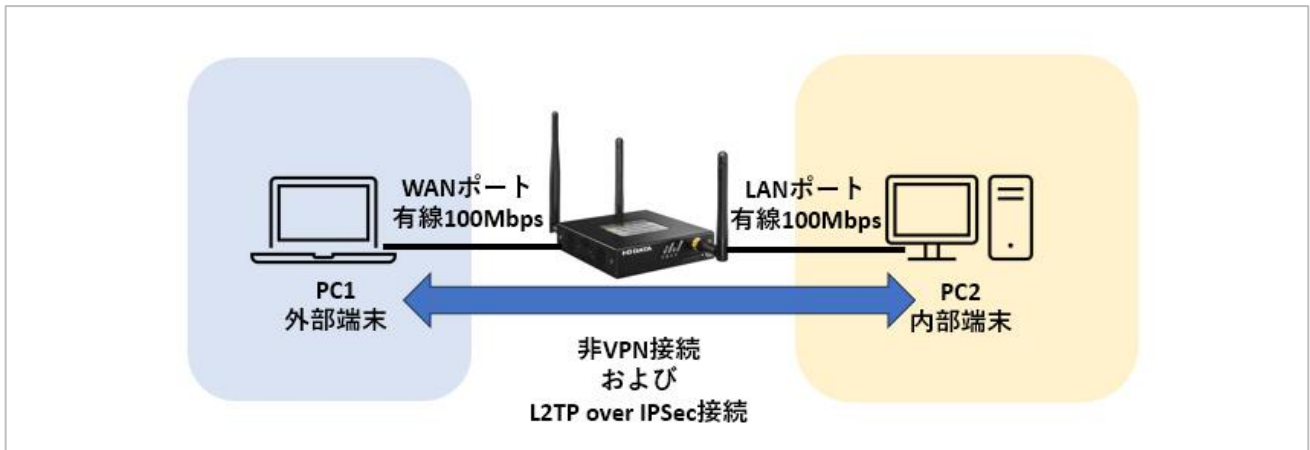
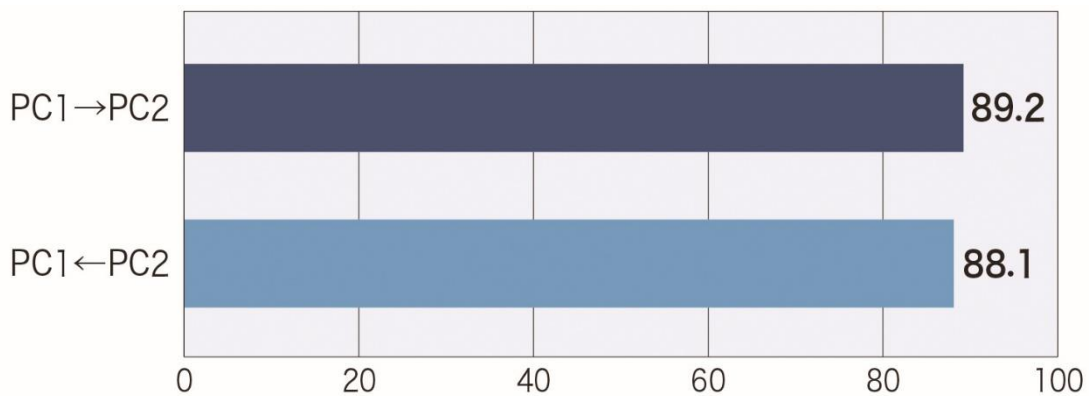


図 6 ローカル環境での検証

●測定 1-1 : ローカルでの非 VPN 接続時の iPerf3 による計測

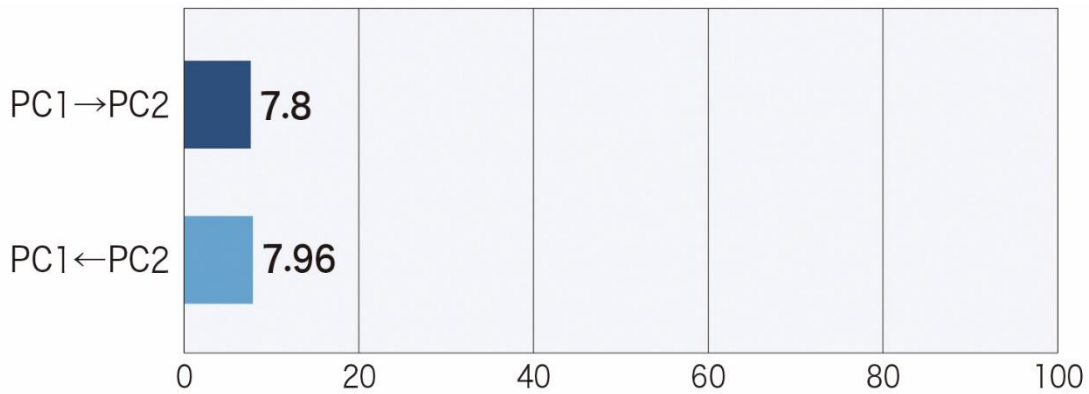
まずは VPN を利用せず、DNAT を利用して外部の PC1 から内部の PC2 へと接続した際の速度を計測しました。結果は、以下の表のようになりした。有線 LAN のポートが 100Mbps となるため、非 VPN 時でも最大速度は PC1→PC2 の方向が 89.2Mbps、逆方向の PC2→PC1 の方向が 88.1Mbps となりました。ハードウェアとしての上限性能は、90Mbps 前後あると言えるでしょう。



グラフ 1-1 ローカルでの非 VPN 接続時の iPerf3 による計測

●測定 1-2 : ローカルでの VPN 接続時の iPerf3 による計測

続いて、上記構成で DNAT を削除したのち、L2TP over IPsec で外部の PC1 から内部の PC2 へと接続した際の速度を計測します。UD-LT2 に L2TP over IPsec の設定をした状態で、WAN 側に接続した PC から VPN で接続し、同様に iPerf3 による速度を計測しました。



グラフ 1-2 ローカルでの VPN 接続時の iPerf3 による計測

L2TP over IPsec 接続の結果は外部の PC1→内部の PC2 の方向が 7.8Mbps、逆方向の内部の PC2→外部の PC1 の方向が 7.96Mbps となりました。L2TP over IPsec では、通信を暗号化するため、その処理にかかるボトルネックで速度は低下する傾向にあります。

中小規模環境向けの VPN ルーターの場合、法人向けの高価格な製品であっても L2TP over IPsec の実効スループットは 10~30Mbps 前後となることは珍しくありません。本製品のような比較的低価格の M2M 向けの製品は、どちらかという統計情報の送受信や制御コマンドのやり取りなどのようなデータサイズは大きくないものの頻繁にやり取りする用途向けとなります。そう考えると、7~8Mbps であれば、十分な VPN 性能と言えるでしょう。

固定回線での検証

次に WAN 側をフレッツ光ネクスト（1Gbps）に変更して、実際の環境に近い構成でテストします。拠点や工場など固定回線が敷設できる環境での VPN 性能を測ることができます。なお、回線速度は 1Gbps ですが、UD-LT2 の WAN ポートは 100Mbps なので、最大速度は 100Mbps が上限になります。また、先のテストと異なり、インターネットを経由するため、混雑の影響などによる若干の速度の低下が発生することが予想されます。あくまでも参考値として考えてください。

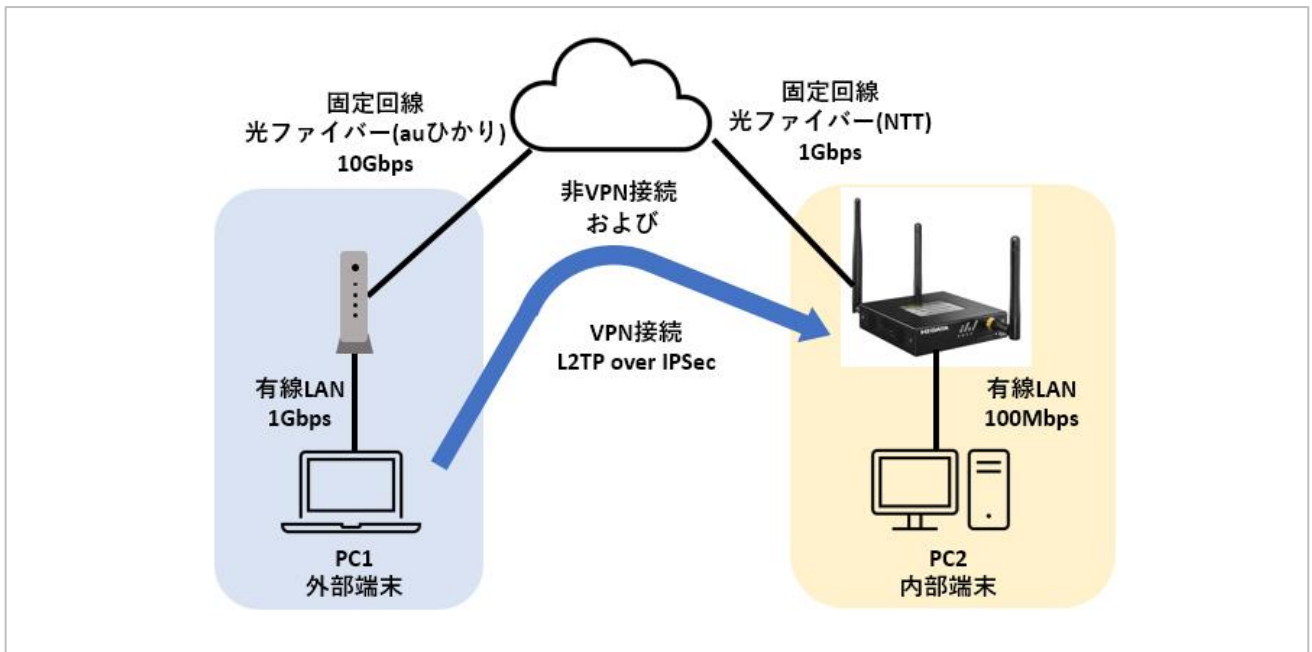


図7 固定回線での検証

なお、これ以降の測定では iPerf3 に加えて、「robocopy」コマンドを利用したファイル転送もテスト項目として追加しています。リモートからの機器の管理や監視、データ収集などを想定した実環境に近いテストとなります。利用したファイルは 60KB～1.3MB のさまざまなサイズの画像（png 形式）ファイル 10 個で、合計 3MB となります。

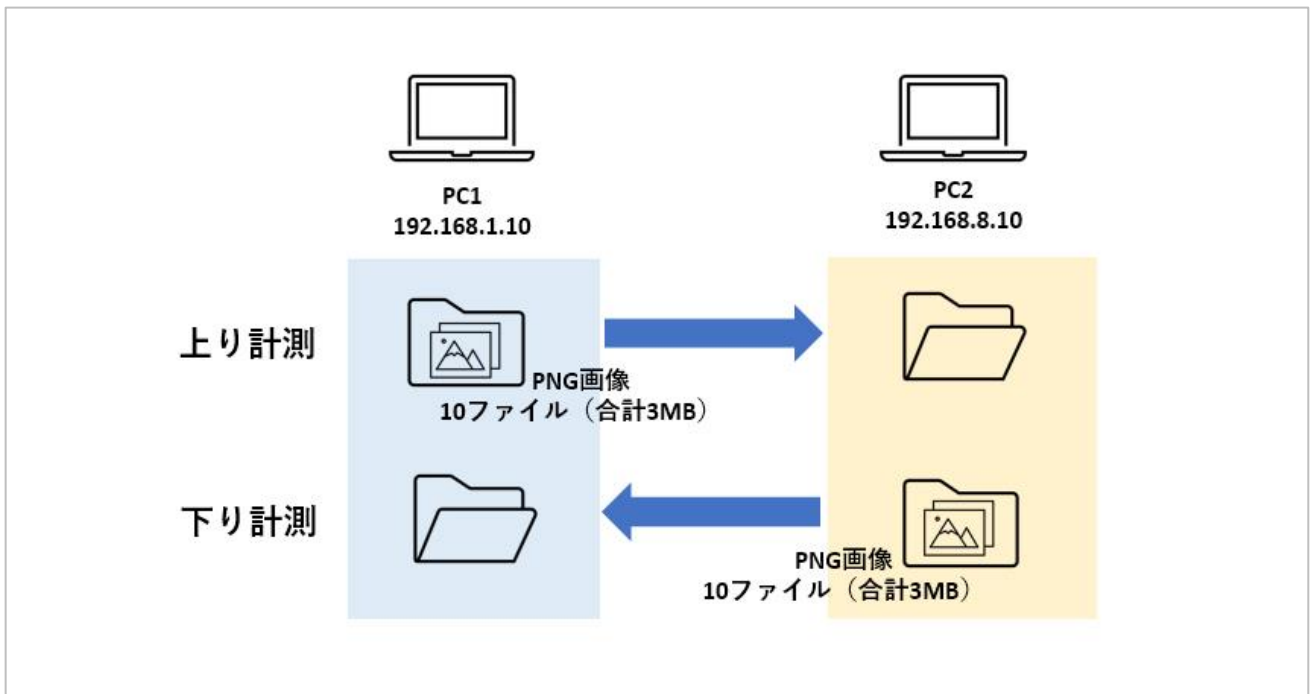
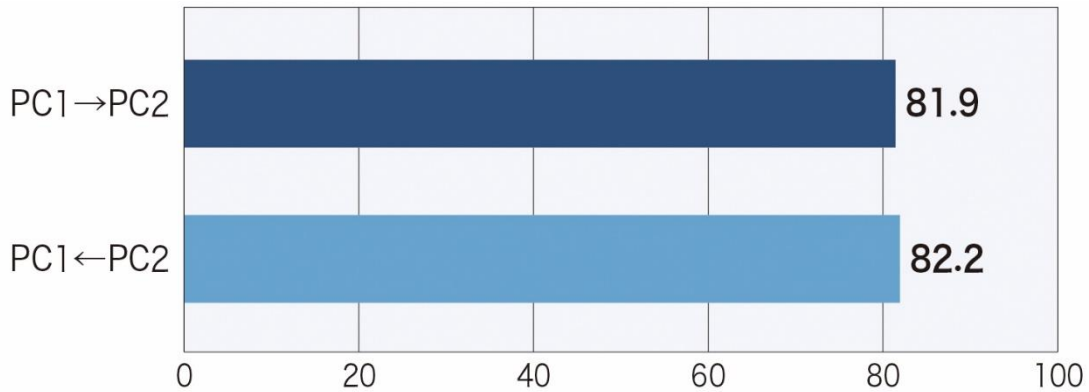


図8 ファイル転送テスト

●測定 2-1 : 固定回線での非 VPN 接続時の iperf3 による計測

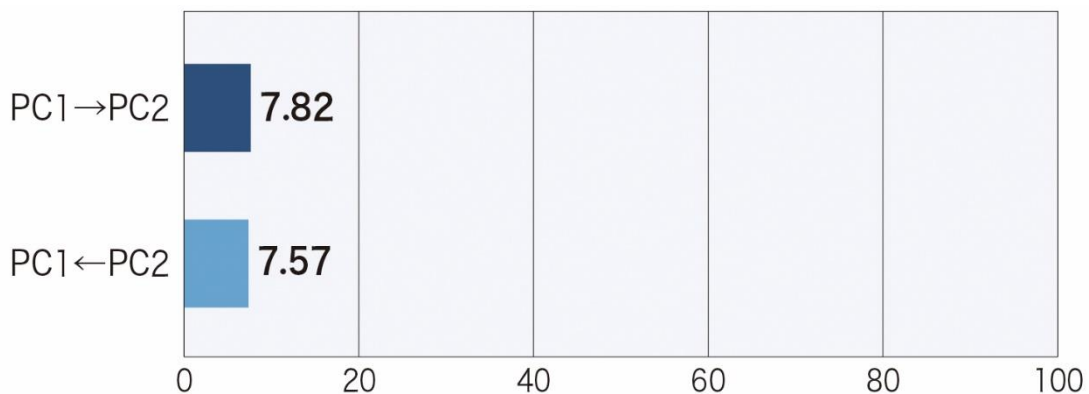
UD-LT2 にて DNAT を利用し、外部からの iPerf3 の通信（ポート 5201）を内部の PC2 に転送して計測しました。結果は、ローカルのテストよりも多少低くなりますが、80Mbps 前後と十分なスループットを実現できています。



グラフ 2-1 固定回線での非 VPN 接続時の iperf3 による計測

●測定 2-2 : 固定回線での VPN 接続時の iPerf3 による計測

測定 2-1 の DNAT を削除し、UD-LT2 に L2TP over IPsec による VPN 接続を構成して計測しました。iPerf3 による測定結果は、こちらもローカルと同等の 7Mbps 前後を実現できています。高速な回線を利用した 2 つのテスト結果から、本製品の L2TP over IPsec のスループットは、やはり 7~8Mbps ほどと考えられます。

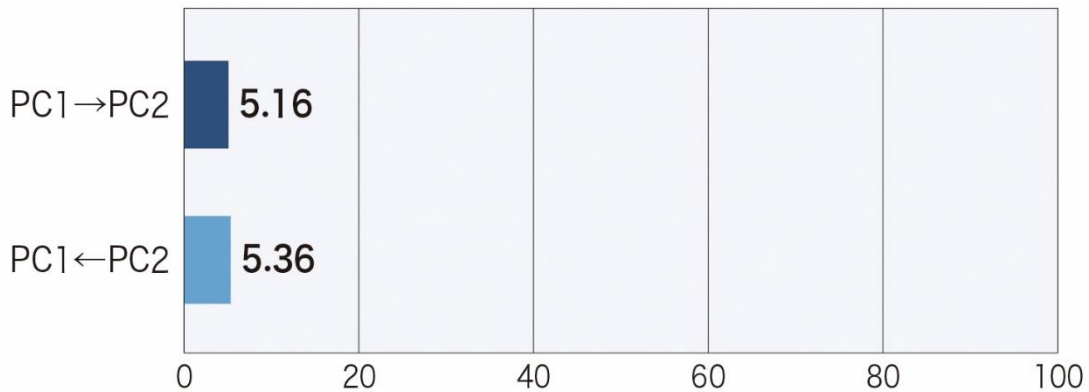


グラフ 2-2 固定回線での VPN 接続時の iperf3 による計測

●測定 2-3 : 固定回線での VPN 接続時のファイル転送

VPN 接続の状態では、Windows の「robocopy」コマンドを使ってファイルを転送しました。結果はバイト/秒の単位で表示されますが、他の結果と同様に Mbps に変換してグラフ化した値が以下になります。

複数のファイルを転送していることに加え、ファイル転送プロトコルを利用していることから値は iPerf3 よりも若干低く、5Mbps 前後となりました。



グラフ 2-3 固定回線での VPN 接続時の iPerf3 による計測

モバイル回線での検証

続いて、UD-LT2 をモバイル回線に接続してスループットを計測します。

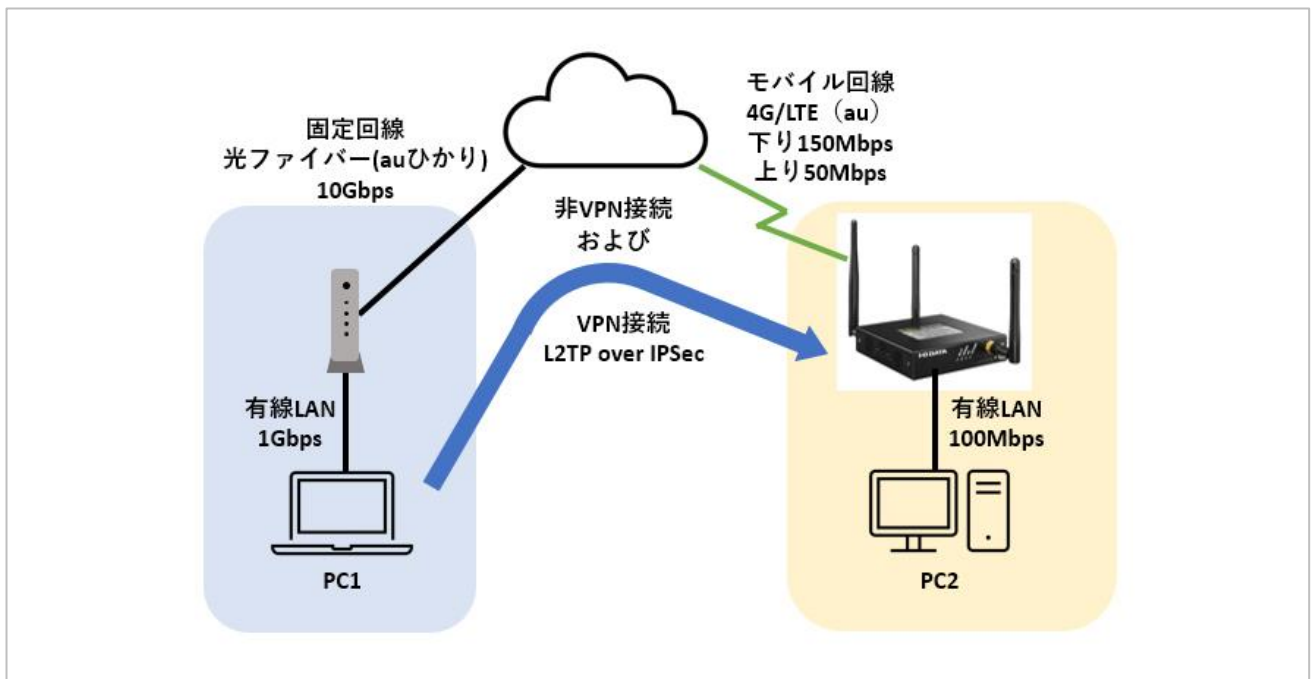


図 9 モバイル回線での検証

●測定 3-1 : モバイル回線での非 VPN 時の iPerf3 による計測

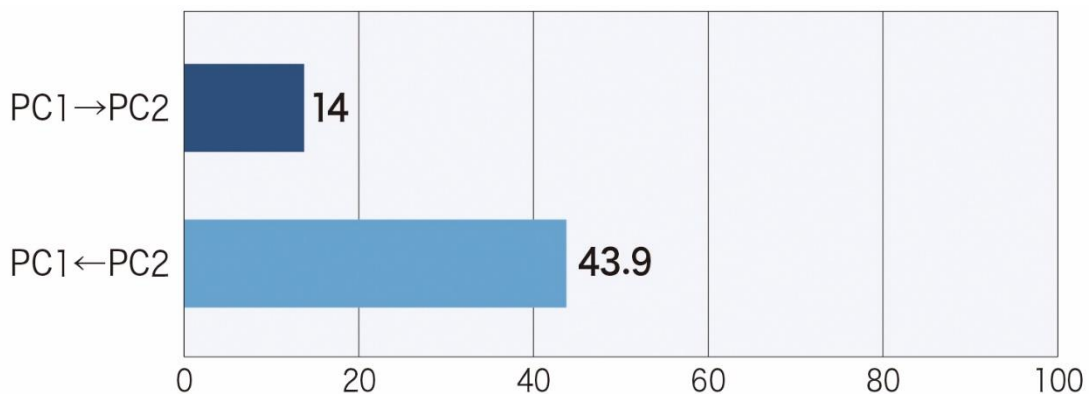
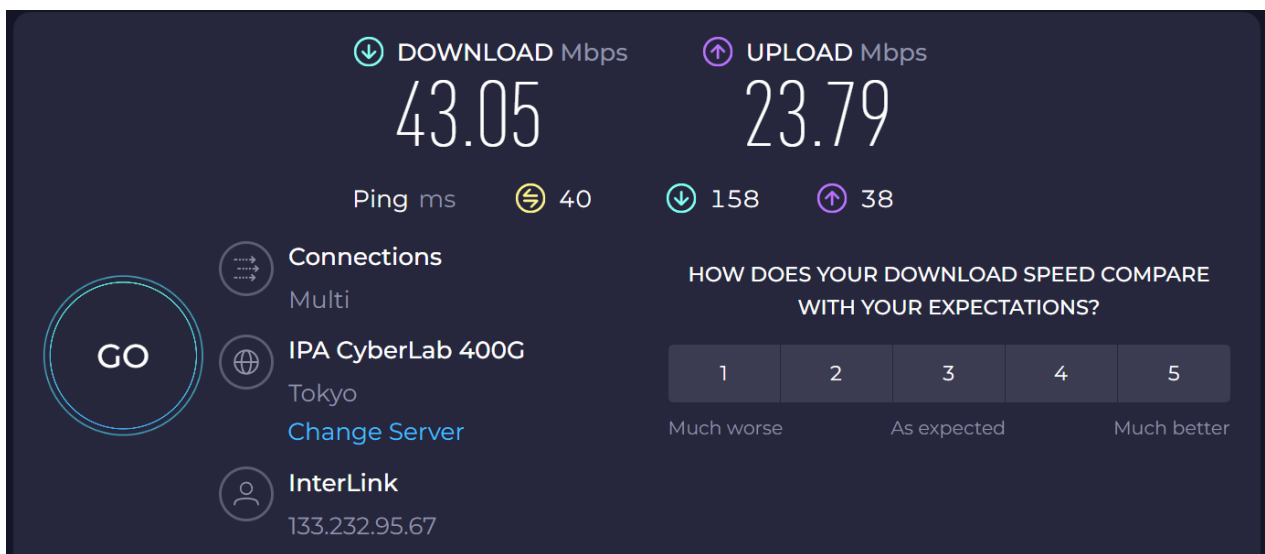
モバイル回線の場合、場所や時間帯によって速度に違いがあるため、計測時点の基準となる回線速度を確認しておくことが重要になります。まずは、VPN を利用せずに iPerf3 による速度を計測します。この値が、

今回の検証地点、および検証時間における基準となる 4G/LTE 回線の速度となります。

計測は、固定回線での検証と同様に DNAT を利用して外部の端末 (PC1) から内部の端末 (PC2) に接続した際の iPerf3 の速度に加えて、内部の端末 (PC2) からインターネット上の速度測定サイト (speedtest.net) を利用して計測する方法も利用しました。

結果は iPerf3 による測定が外部の PC1 から内部の PC2 の方向が 14Mbps、逆方向の内部の PC2 から外部の PC1 の方向が 43.9Mbps となりました。PC2 におけるインターネット上の速度測定サイトの結果は下りが 43.05Mbps、上りが 23.79Mbps となりました。

UD-LT2 のハードウェアスペックでは、4G/LTE 回線の最大速度が下り 150Mbps、上り 50Mbps となっていますので、これには届きませんが、モバイル回線の速度としては十分な速度が達成できていると言えるでしょう。



グラフ 3-1 モバイル回線での非 VPN 時の iPerf3 による計測

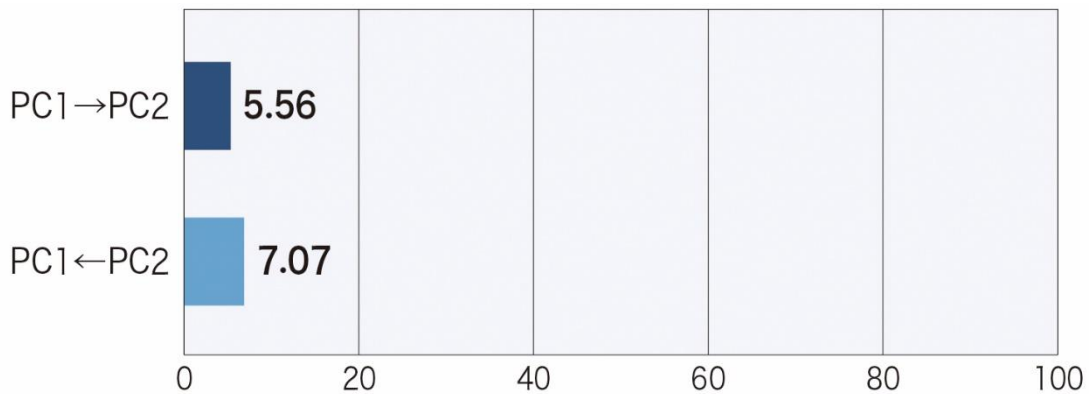
●測定 3-2 : モバイル回線での VPN 時の iPerf3 による計測

基準となる値が確認できたので、実際にモバイル回線での VPN の速度を計測します。環境は以下の通りで

す。ここでは、固定回線が敷設された環境（オフィスなど）から、4G/LTE 回線の環境（農場やイベント会場など）に接続するケースを想定しています。

結果は、外部の PC1 から内部の PC2 への方向が 5.56Mbps、内部の PC2 から外部の PC1 への方向が 7.07Mbps となりました。VPN を利用しない場合の回線速度は上り（PC2→PC1）よりも下り（PC1→PC2）の方が高速ですが、VPN 接続時は若干の差はあるものの 5~7Mbps とほぼ同等となりました。

固定回線の検証と同様に、L2TP over IPsec の性能の上限によってスループットが 7Mbps 前後となっていることがわかります。

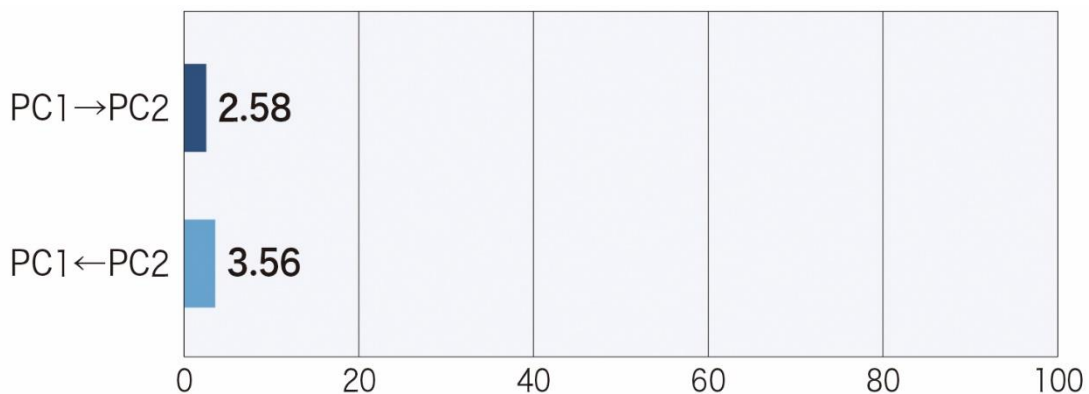


グラフ 3-2 モバイル回線での VPN 時の iPerf3 による計測

●測定 3-3 : モバイル回線での VPN 時ファイル転送

最後にファイルの転送にかかる時間を計測しました。計測方法や使用したファイルの種類は、前述した固定回線のテストと同じです。

結果は、2~3Mbps となりました。iPerf3 の結果に比べると、ファイル共有プロトコルを利用する分、スループットは低下する傾向にあります。数十~数百 MB のような大きなファイルのやり取りには適していませんが、M2M 用途の場合、実際にやり取りするファイルのサイズは大きくても数十~数百 KB ほどとなるケースが多いため、実環境を考えるとストレスなく利用できると言えるでしょう。



グラフ 3-3 モバイル回線での VPN 時の iPerf3 による計測

まとめ

今回の検証では、UD-LT2 を利用し、モバイル回線環境での VPN スループットを計測しました。

計測の結果、検証場所の検証時間における 4G/LTE の回線速度が上り 10Mbps 前後、下り 40Mbps 前後の環境で、実際に VPN 接続時の速度を検証したところ iPerf3 で 5~7Mbps、Windows ファイル転送で 2~3Mbps の結果が得られました。

ローカルや固定回線での検証結果から、UD-LT2 のハードウェアとしての L2TP over IPsec のスループットの上限は 7~8Mbps 前後となります。このため、通常時の 4G/LTE のスループットがこの値よりも高くても、VPN 接続時の速度の上限は 7~8Mbps となると言えるでしょう。

一方、通常時の 4G/LTE のスループットが 7~8Mbps 以下の場合は、L2TP over IPsec のスループットも通常時に近い値となります。

もちろん、本検証で提示したスループットの上限となる 7~8Mbps という値は、あくまでも L2TP over IPsec を利用した場合の値となります。暗号化を用いない方式 (L2TP や IPsec) を利用した場合は、ハードウェアの上限に近い数十 Mbps の速度が期待できます。高いスループットが必要な場合は、LAN 間を接続する構成を選択し、閉域網などで IPsec を利用した暗号化を必要しない環境での利用を検討すべきでしょう。

このことから、本文書では UD-LT2 の利用方法として以下のようなケースを提案します。

- L2TP over IPsec は拠点の機器管理やデータ収集など転送量が少ないケースに利用する
- 拠点間のデータ同期など大容量の転送が発生する場合は閉域網で IPsec などを利用する

設置場所の環境や用途をよく考慮して、最適な構成とプロトコルを選択する必要があると言えるでしょう。

著者紹介

清水 理史（しみず まさし）

略歴

1971年東京都出身のフリーライター。雑誌やWeb媒体を中心にOSやネットワーク、ブロードバンド関連の記事を数多く執筆。「INTERNET Watch」にて「イニシャルB」を連載中。製品レビューなど幅広く執筆しているが、実際に大手企業でネットワーク管理者をしていたこともあり、Windows、ネットワーク全般が得意ジャンル。AIなどの大規模言語モデルについての執筆も多く手掛ける。

近著

『[できるゼロからはじめるスマホ超入門 Android 対応 最新版](#)』（インプレス、2023年）

『[できる ChatGPT](#)』（インプレス、2023年）

『[できるゼロからはじめるパソコンお引っ越し Windows 8.1/10⇒11 超入門](#)』（インプレス、2023年）

『[できる Windows 11 パーフェクトブック困った！&便利ワザ大全 2023年 改訂2版](#)』（インプレス、2023年）

『[できる Windows 11 2023年 改訂2版](#)』（インプレス、2022年）