

GIGAスクール構想の実現

学校のネットワーク 改善ガイドブック

令和7年6月版

令和6年4月26日 策定
令和7年6月27日 改訂

本ガイドブックについて

GIGAスクール構想は、高速ネットワークを活用し、ブラウザを通してクラウドにアクセスすることを基本として、各種サービスの十全な活用を可能にすることによって、個別最適な学びと協働的な学びを一体的に充実させること等を目指すものであり、その実現には適切なネットワーク整備が不可欠です。

このため、文部科学省は「教育DXに係る当面のKPI」の一つとして、「必要なネットワーク速度確保済みの学校：100%（R7）」との目標を掲げたところです。また、GIGAスクール構想第2期¹における端末更新の補助要件の一つとして策定が求められる「ネットワーク整備計画」は、この目標の達成に向けて策定されることが想定されています。

しかしながら、学校のネットワークの改善には一定の専門知識が必要であり、地方公共団体によっては、ネットワーク整備に深い知見を有する職員の確保が難しい場合も想定されます。そこで、文部科学省では、地方公共団体において学校のネットワークの整備・改善を担当する方々を対象に、学校のネットワークの改善に関する概括的な解説を行うものとして、本ガイドブックを作成しました。本ガイドブックが学校のネットワーク改善の一助となり、ひいては、GIGAスクール構想が目指す学びの実現につながることを期待します。

第1章では、ネットワークについての理解を深めていただくため、インターネットとは何か、学校のネットワークはどのようなになっているのかを解説します。第2章では、学校のネットワークの課題把握の手順や課題への対応について、第3章では、学校の通信契約の見直しの観点について解説します。

なお、ネットワークに関する専門的な用語は、本ガイドブックの付録1に用語集としてまとめているので、必要に応じて御参照ください。

¹ 「GIGA スクール構想第2期」とは、「公立学校情報機器整備事業費補助金交付要綱」（令和6年1月29日文科科学大臣決定）等に基づき端末が整備・更新されることとなる令和6年度から令和10年度を指します。

目次

第1章 はじめに	2
1.1 ネットワークの改善の必要性.....	2
1.2 インターネットとは.....	3
1.3 学校が使用するネットワークはどうなっているか.....	4
1.4 当面の推奨帯域	7
第2章 ネットワークの課題把握と対応.....	8
2.1 全体の流れ	8
2.2 簡易帯域測定の結果が当面の推奨帯域を満たすか.....	10
2.3 校内ネットワークの入口の帯域が当面の推奨帯域を満たすか.....	11
2.4 ユーザ体感調査	15
2.5 想定される不具合の箇所.....	17
2.6 不具合の原因と対応例（セルフチェックリスト）	18
2.7 ネットワークアセスメントとは.....	23
2.8 効率的なネットワークアセスメントのための留意点.....	26
2.9 ネットワークアセスメントの実例と解決策.....	27
第3章 通信契約の見直しの観点.....	35
3.1 通信契約について.....	35
3.2 回線種別	
3.2.1 ベストエフォート型.....	35
3.2.2 帯域確保型.....	38
3.3 セッション数	39
3.4 その他	40
改訂履歴	41
付録1 用語集	42
付録2 学校規模ごとの当面の推奨帯域.....	44
付録3 簡易帯域測定及びユーザ体感調査.....	45

第1章 はじめに



インターネットって何を指しているものなんだろう？

学校のネットワークはどういう構造になっているんだろう？

学校のネットワークを考える前提として、インターネットや学校のネットワークの構造を理解しましょう。



第2章 ネットワークの課題把握と対応



簡易帯域測定の実施

ユーザ体感調査の実施



ネットワークアセスメントって何？

現状のネットワークの課題を把握し、不具合の原因の特定や対策の検討を行いましょう。



第3章 通信契約の見直しの観点



ベストエフォート型回線とは？

帯域確保型回線とは？

セッション数とは？

不具合への対策として通信契約を見直す場合に必要となる観点を確認しましょう。

第1章 | はじめに

- 1.1 ネットワークの改善の必要性
- 1.2 インターネットとは
- 1.3 学校が使用するネットワークはどうなっているか
- 1.4 当面の推奨帯域

1.1 ネットワークの改善の必要性

GIGAスクール構想の更なる進展に向けて、端末の利活用の自治体間格差が課題となっており、その大きな要因の一つが、ネットワークの不具合であると考えられています。こうしたことを背景に、文部科学省では、固定回線について、学校規模ごとに1校当たりの帯域の目安（「当面の推奨帯域」）を設定しましたが、文部科学省が令和5年11月に全国の公立小・中・高等学校を対象に実施した簡易帯域測定²の結果（速報値）と照らし合わせ、一定の仮定の下で推計³すると、「当面の推奨帯域」を満たす学校は2割程度にとどまっており、この改善が急務です⁴。

また、本ガイドブックの冒頭で述べたとおり、GIGAスクール構想において適切なネットワーク整備は不可欠であることから、文部科学省は「教育DXに係る当面のKPI」の一つとして「必要なネットワーク速度確保済み学校：100%（R7）」との目標を掲げたところであり、GIGAスクール構想第2期における端末更新の補助要件の一つとして策定が求められる「ネットワーク整備計画」は、この目標の達成に向けて策定されることが想定されています。

1.1

ネットワークの改善の必要性

1.2

インターネットとは

1.3

学校が使用するネットワークはどうなっているか

1.4

当面の推奨帯域

² 「校内通信ネットワーク環境整備等に関する調査」の実施について（依頼）（令和5年11月22日付け事務連絡）にて調査を実施したものです。調査対象は公立小・中・高等学校です（分析に当たっては、固定回線の簡易測定結果を対象とし、明らかなエラーと思われる値を除外しています。）。

³ 帯域の目安は、校内ネットワークの入口における基準である一方、簡易帯域測定は教室の無線APに接続して計測したものです。無線APに接続して実施する計測は校内ネットワークの入口に比べて低い値となるため、簡易帯域測定結果は、実測値に一定の仮定をおいて算出したものです（簡易測定結果×1.4）。

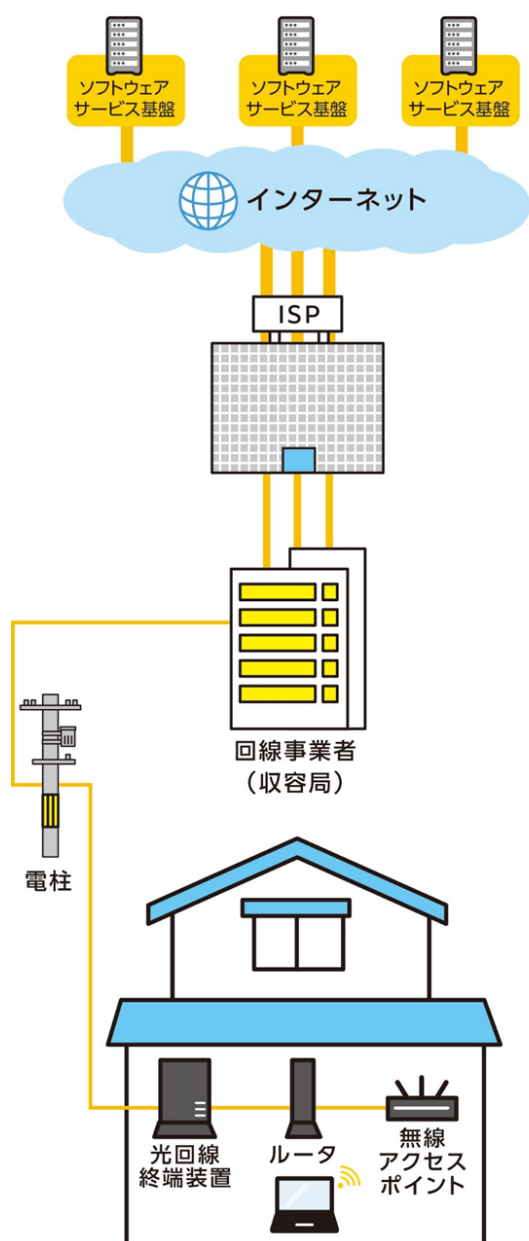
⁴ 個別の学校に着目すると、ベストエフォート型回線（詳細はP.35参照）の契約等に起因し、測定のタイミングによって計測結果に変動があります。このため、各学校においては、より精緻に帯域測定を行った上で課題把握と改善策の検討を行うことが推奨されます。

1.2 インターネットとは

インターネットとは、世界中の通信機器が相互接続できるように様々な事業者の協力によって作られている巨大なネットワークのことです。端末はインターネットを経由することで、世界各地で提供されているソフトウェアサービスやWebサイト、別拠点の端末等と通信することができます。

また、インターネットを快適に利用する上で、帯域が重要となります⁵。単位は、1秒間に送受信できるデータ量としてbps (bits per second) が用いられ、帯域が広い(値が大きい)ほど一度に多くのデータを送受信できます。

インターネットにつながるまでのイメージ図



用語解説

ソフトウェアサービス基盤

ソフトウェアサービス基盤とは、端末からインターネット経由で利用できるWebサイトや動画サイト、ソフトウェアサービス等を提供している基盤のことを指します。

ISP

ISP (Internet Service Provider) とは、インターネットに接続するためのサービスを提供している事業者のことを指します。インターネットに接続するためには、回線事業者との契約とは別に、ISPとの契約が必要になります。※ISPと回線の両方を一体型で提供する事業者もあります。

回線事業者

回線事業者とは、光回線等のインターネットに接続するための回線を提供する事業者です。回線事業者とISPのどちらか片方ではインターネットを利用することはできません。※ISPと回線の両方を一体型で提供する事業者もあります。

光回線終端装置

光回線終端装置 (ONU) は光信号とデジタル信号を相互に変換する装置です。回線事業者の光ファイバを通じて家に届いた信号 (光信号) をPCやタブレットなどの端末が処理できる信号 (デジタル信号) に変換する役割を果たします。

ルーター、無線アクセスポイント(無線AP)

ルーターは、端末の通信をインターネット接続窓口まで中継する通信機器です。無線APは、有線と無線の通信を相互変換する通信機器です。端末は無線APが発する電波に接続することで、無線経由でインターネットに接続することができます。※ルーターと無線APが一体型の機器もあります。※無線の規格として、Wi-Fiがあります。

⁵ 帯域のほかにも、応答時間 (レイテンシ) 等の値も体感に影響します。

1.3 学校が使用するネットワークはどうなっているか

学校が使用するネットワークには、主に「学習系ネットワーク」と「校務系ネットワーク」の2種類があります⁶。

「学習系ネットワーク」は、児童生徒や教職員が授業等でソフトウェアサービスやWebサイトなど⁷を利用するためのネットワークです。「校務系ネットワーク」は、教職員が校務支援システムなどを利用するためのネットワークです。現状では、「学習系ネットワーク」と「校務系ネットワーク」は、セキュリティの観点からそれぞれ独立したネットワーク⁸となっていることが多い状況にあります。

また、これらのネットワークがインターネットにつながる構成は、学校からインターネットに直接つながる「直接接続」と、学校から地方公共団体で管理している集約拠点を介してインターネットにつながる「集約接続」、モバイル回線を利用してインターネットへ直接つながる「モバイル接続」の3つの種類があります。

本ガイドブックが対象とするのは「学習系ネットワーク」のうち、「直接接続」と「集約接続」となります。

ネットワーク構成のイメージ図の用語解説

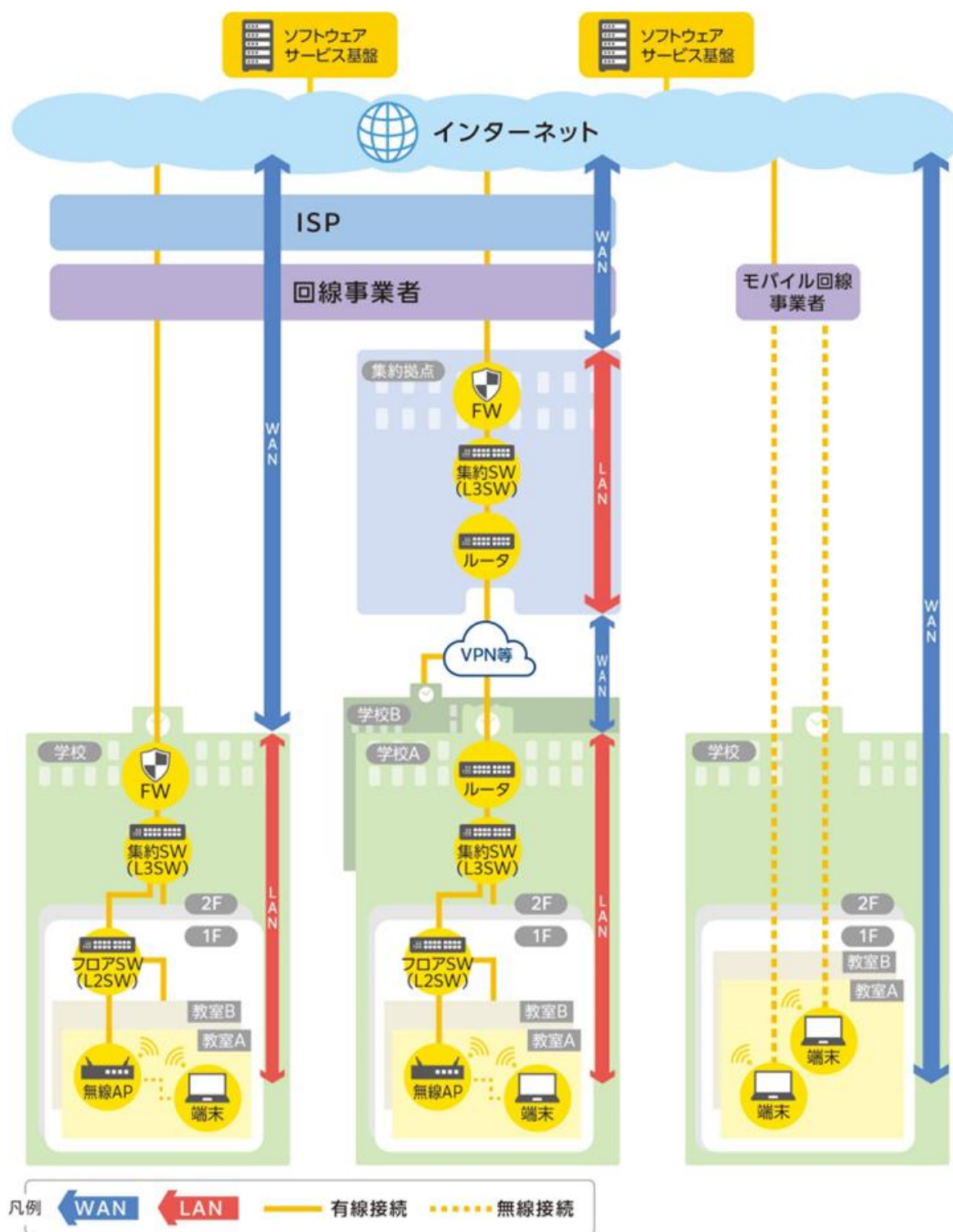
WAN Wide Area Network の略称で、学校外・集約拠点外の広い範囲のネットワークのことを指します。	LAN Local Area Network の略称で、学校内・集約拠点内の限られた範囲のネットワークのことを指します。	VPN Virtual Private Network の略称で、安全に拠点間(学校と集約拠点間等)の通信を行うための仕組みです。
FW (ファイヤーウォール) 外部からのサイバー攻撃等から、学校・集約拠点内のネットワークを守るための通信機器です。	集約SW(L3SW) 集約Switch(スイッチ)の略称で、各フロアSW等をまとめるための通信機器です。 ※L3SWともいいます。	フロアSW(L2SW) フロアSwitch(スイッチ)の略称で、各教室の無線APをフロア単位でまとめるための通信機器です。 ※L2SWともいいます。

⁶ 本ガイドブックにおいて、「学校が使用するネットワーク」(「学習系ネットワーク」及び「校務系ネットワーク」)は、LAN 及び WAN から構成されるネットワークを意味しており、「校内ネットワーク」のみを意味するものではありません。

⁷ 例えば、デジタル教科書やデジタル教材、学習ツール等があります。

⁸ なお、文部科学省では学習系ネットワークと校務系ネットワークの統合の方針を示していますが、いずれにしても、多くの帯域を消費する学習系ネットワークの課題を解決する視点が必要です。

ネットワーク構成のイメージ図



直接接続

学校から直接インターネットに接続する構成です。

集約接続

複数の学校のネットワークを集約拠点に集約し、集約拠点経由でインターネットに接続する構成です。

モバイル接続

モバイル回線を利用し、端末からインターネットへ接続する構成です。

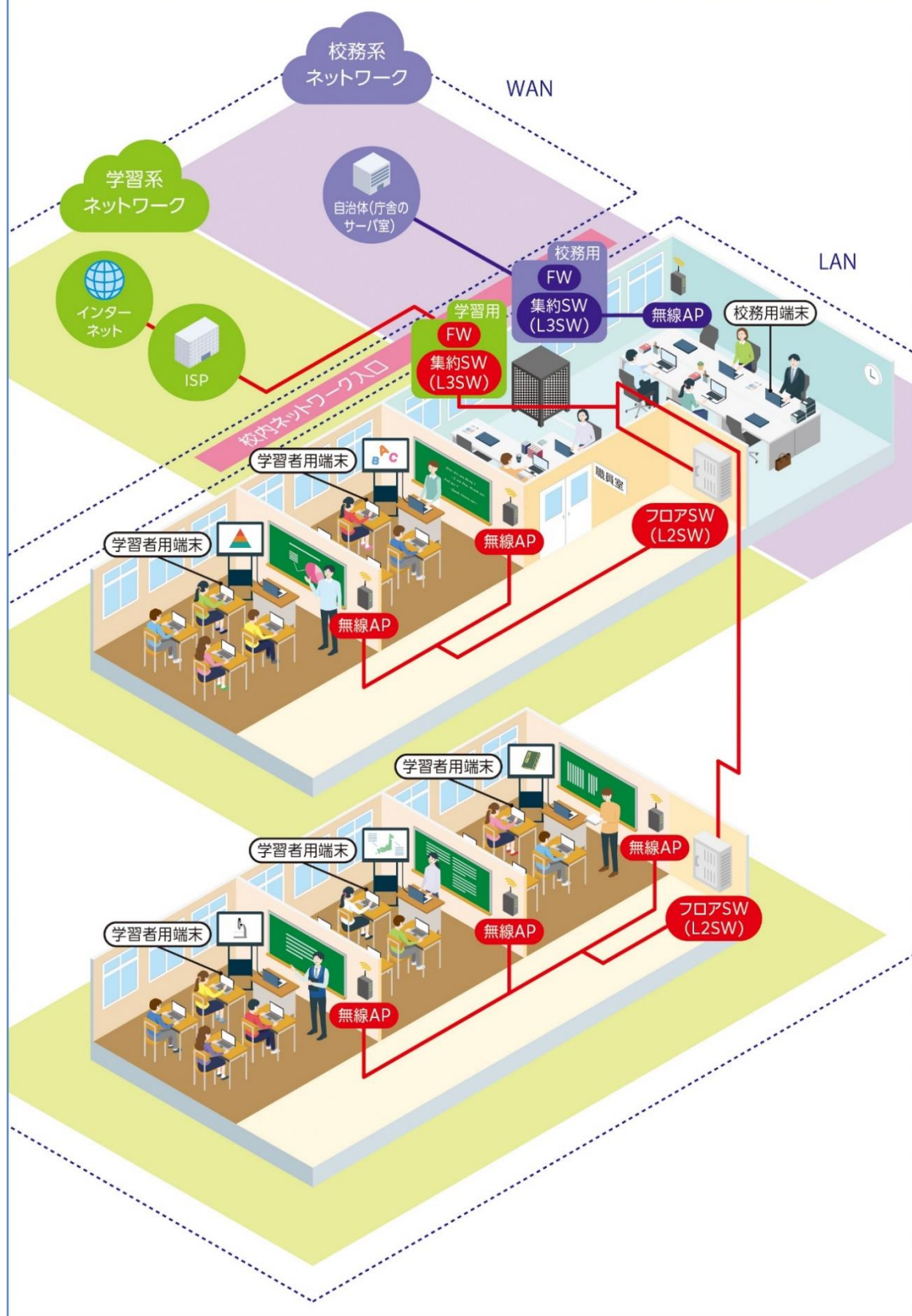
1.1 ネットワークの改善の必要性

1.2 インターネットとは

1.3 学校が使用するネットワークはどのようなものか

1.4 当面の推奨帯域

学校のネットワークイメージ図（直接接続の場合）



1.4 当面の推奨帯域

文部科学省では、端末を十分に利活用している様々な授業におけるトラフィック⁹の実測データをもとに、学校規模ごとに1校当たりの帯域の目安（当面の推奨帯域）を設定¹⁰ ¹¹しています（これは、学校として必要となる帯域の目安であり、校内ネットワークの入口における帯域となります）。当面の推奨帯域は、同時に全ての授業において、多数の児童生徒が高頻度で端末を利活用する場合にも、ネットワークを原因とする支障がほぼ生じない水準¹²であり、端末の利活用の日常化に向けて、まずは全ての学校が目指すべき水準となります。なお、当面の推奨帯域は、実測値の水準として示すものであり、ベストエフォート型の契約における理論値の水準ではありません。

学校規模ごとの当面の推奨帯域

児童生徒数	推奨帯域（Download）	児童生徒数	推奨帯域（Download）
12 人	22 Mbps	525 人	511 Mbps
30 人	54 Mbps	560 人	525 Mbps
60 人	108 Mbps	595 人	538 Mbps
90 人	161 Mbps	630 人	553 Mbps
120 人	216 Mbps	665 人	566 Mbps
150 人	270 Mbps	700 人	580 Mbps
180 人	323 Mbps	735 人	594 Mbps
210 人	377 Mbps	770 人	607 Mbps
245 人	395 Mbps	805 人	621 Mbps
280 人	408 Mbps	840 人	633 Mbps
315 人	422 Mbps	875 人	647 Mbps
350 人	437 Mbps	910 人	660 Mbps
385 人	453 Mbps	945 人	673 Mbps
420 人	468 Mbps	980 人	686 Mbps
455 人	482 Mbps	1,015 人	698 Mbps
490 人	496 Mbps	1,050 人	711 Mbps

※当面の推奨帯域の全数版は、巻末付録2（P. 44）を参照してください。

⁹ ソフトウェアやWebサイトなどを利用する際、ネットワークを介してデータが送受信されます。トラフィックとはネットワーク上で送受信される通信データ量を指します。

¹⁰ これらの帯域は、十分な端末活用が行われている授業においてトラフィックの実測を行い、その結果をもとに数理モデルを用いて、同時に複数の授業が進行する場合のトラフィックの総計をシミュレーションした結果となります。

¹¹ 集約接続の場合は、集約拠点側の回線（集約後の回線）においても適切な帯域が確保されている必要があります。

¹² 突発的・不規則なデータ送受信量の増大があった場合に、一時的にデータの遅延が生じる可能性はありますが、授業にはおおむね支障がないと考えられます。ただし、あくまでも帯域の「目安」であり、サービスのコンテンツ容量やその利用態様により、学校現場で必要となる帯域には高低があるものです。

第2章 | ネットワークの課題把握

- | | |
|-------------------------------|------------------------------------|
| 2.1 全体の流れ | 2.6 不具合の原因と対応例（セルフチェックリスト） |
| 2.2 簡易速度計測の結果が水準を満たすか | 2.7 ネットワークアセスメントとは |
| 2.3 校内NWの入口の速度が水準を満たすか | 2.8 効率的なネットワークアセスメントのための留意点 |
| 2.4 ユーザ体感調査 | 2.9 ネットワークアセスメントの実例と解決策 |
| 2.5 想定される不具合の箇所 | |

2.1

全体の流れ

2.1 全体の流れ

ここでは、ネットワークの課題を把握し、不具合の原因の特定や対策の検討を行うための代表的な手順について説明します。

ネットワークの課題は、簡易帯域測定とユーザ体感調査¹³によって、大まかに把握することができます。

簡易帯域測定とユーザ体感調査は課題への適切な対応を行う上でも重要です。例えば、把握された課題が軽度なものであれば既存の保守契約の範囲内で解決できる可能性もあります。複雑な課題の解決に向けてネットワークアセスメント¹⁴を事業者へ依頼する場合には、アセスメント項目に優先順位を付けることなどにより、効率的なネットワークアセスメントの実施が期待できます。

簡易帯域測定とユーザ体感調査の進め方¹⁵

- ①教育委員会等から、簡易帯域測定とユーザ体感調査を学校に依頼（付録3参照）します¹⁶。
- ②教育委員会等において、簡易帯域測定とユーザ体感調査の結果から「ネットワーク課題把握のフローチャート」（P. 9 参照）に沿って課題の有無を判定します。
- ③簡易帯域測定の結果が当面の推奨帯域を満たしていない場合は、追加で校内ネットワーク（NW）の入口の帯域が当面の推奨帯域を満たしているかを確認します。

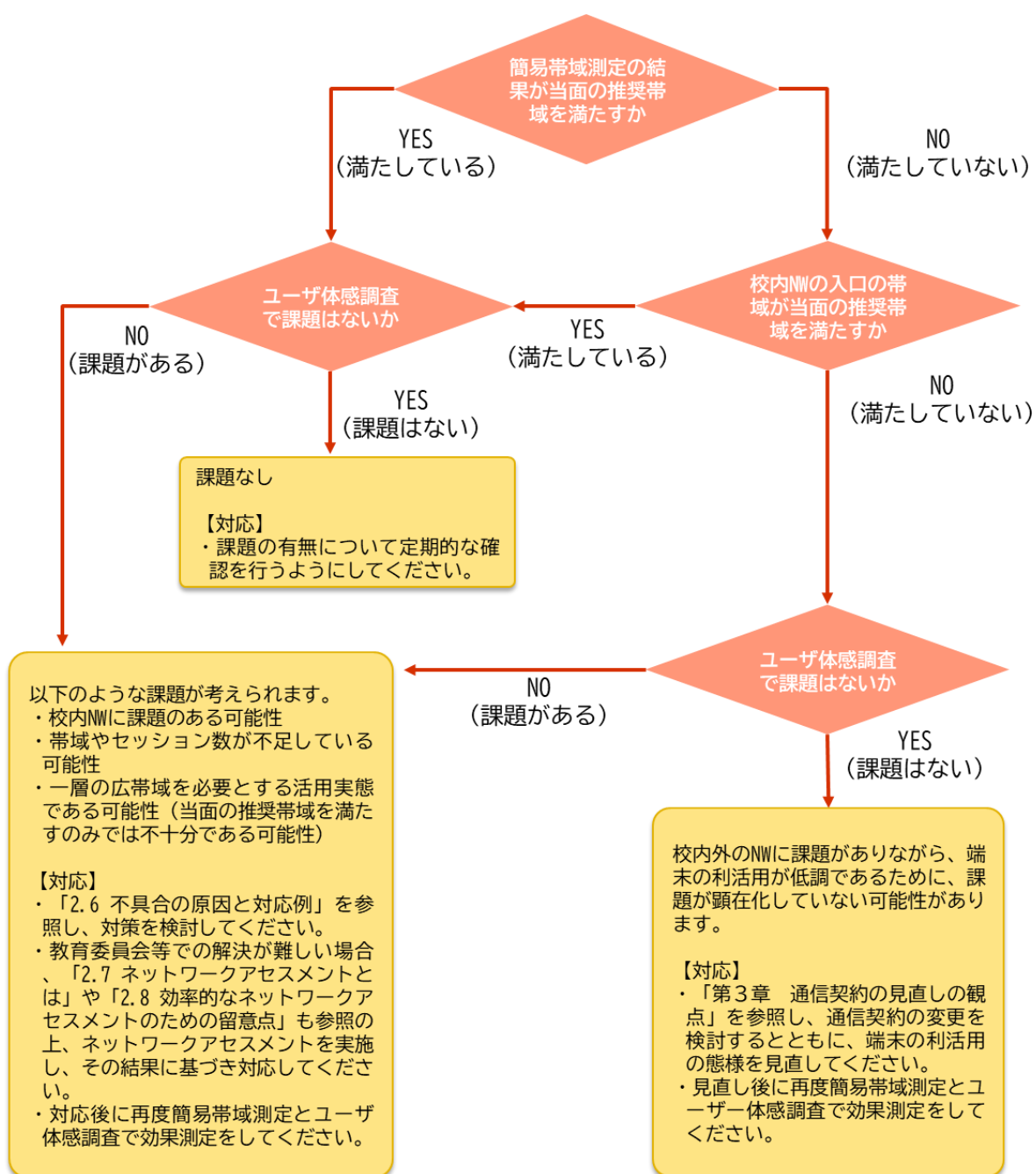
¹³ ユーザとしては、児童生徒や教職員が想定されます。

¹⁴ ネットワークアセスメントの概要については、2.7に記載のとおりです。

¹⁵ 集約接続の場合、集約拠点側（集約後の区間）においても、集約している全校が接続しても支障のない帯域が確保されているのか確認する必要があります。

¹⁶ 校内ネットワークの状況は校舎内の位置によって異なるため、ユーザ体感調査は、各教室など無線APの設置場所ごとの状況が把握できる粒度での実施が望ましいと考えられます。また、児童生徒の体感が把握できる形での実施が望ましいと考えられます（児童生徒を対象としたアンケート調査のほか、教職員を対象としたアンケート調査において、「児童生徒からネットワークがつながりにくいとの声を聞くことがあるか」といった観点からの質問を行うことも考えられます。）。

ネットワーク課題把握のフローチャート



※集約接続の場合、集約拠点側（集約後の区間）においても、集約している全校が接続しても支障のない帯域が確保されているのか確認する必要があります。

2.1

全体の流れ

2.2

簡易速度計測の結果が水準を満たすか

2.3

校内NWの入口の速度が水準を満たすか

2.4

ユーザ体感調査

2.5

想定される不具合の箇所

2.6

不具合の原因と対応例（セリフチェックリスト）

2.7

ネットワークアセスメントとは

2.8

効率的なネットワークアセスメントのための留意点

2.9

ネットワークアセスメントの実例と解決策

2.2 簡易帯域測定の結果が当面の推奨帯域を満たすか

当面の推奨帯域を満たしているか否かは、児童生徒が使用するネットワークの無線アクセスポイントに端末を接続し、帯域測定サイトにアクセスして測定を行うことで、簡易的に確認することができます。簡易測定結果が当面の推奨帯域よりも高い値である場合、当面の推奨帯域を満たしていると判断できます。

測定に関して以下の点に留意してください。

- 測定は、測定日や時間帯を変えて複数回測定することが望ましいです¹⁷。
- 実態に即した帯域を測定するためには、平日日中の時間帯、かつ、授業で端末を利用していない時間帯（始業前や放課後等）に測定することが望ましいです¹⁸。
- 性能が高くない端末で測定した場合、実際よりも低い測定結果となる場合があるため、可能な範囲で高いスペックの端末で測定することが望ましいです¹⁹。
- 原則として、帯域測定サイトは域内の学校で原則として同一のものをを用いてください。帯域測定サイトと通信環境の相性によって結果に差がある事例もあるため、全学校に帯域測定サイトを提示する前に、教育委員会の担当者において複数の帯域測定サイトで試験を行うことが望ましいです。
- 機器やシステムの設定により帯域の上限を定めている場合は、実際よりも低い測定結果となる場合があるため、制限のかからない環境で測定することが望ましいです。

¹⁷ 特にベストエフォート型の回線においては、測定のタイミングによって測定結果に小さくないバラつきが生じるためです。

¹⁸ 平日日中の測定とする理由は、特にベストエフォート型の回線においては、測定のタイミングによって測定結果に小さくないバラつきが生じることを踏まえると、正確な実態把握のためには、学校の授業が行われる時間帯と大きく離れていない時間帯での測定が必要であるためです。授業で端末を利用していない時間帯での測定とする理由は、簡易帯域測定は、無線 AP に接続した 1 台の端末で、校内ネットワークの入口の帯域を把握しようとするものであり（なお、実際には校内ネットワークを辿る過程で帯域の減衰があるため、測定結果は、校内ネットワークの入口の帯域よりも小さくなります。）、校内ネットワーク内で測定端末以外の端末が帯域を使用していると、その分、校内ネットワークの入口の帯域よりも（校内ネットワークを辿る過程での減衰分よりも更に）小さい測定結果となってしまうためです。

¹⁹ 簡易帯域測定は、無線 AP に接続した 1 台の端末で、校内ネットワークの入口の帯域を把握しようとするものです（なお、実際には校内ネットワークを辿る過程で帯域の減衰があるため、測定結果は、校内ネットワークの入口の帯域よりも小さくなります。）。校内ネットワークの入口の帯域は「学校全体で使う帯域」であり、授業において 1 台の端末が使用する帯域よりも相当に大きな帯域となります。このような「相当に大きな帯域」は、場合によっては、GIGA 端末のような必ずしも性能が高くない端末の処理能力を超えることも想定され、この場合、校内ネットワークの入口の実際の帯域よりも（校内ネットワークを辿る過程での減衰分よりも更に）低い測定結果となってしまいます。なお、授業においては、このような「相当に大きな帯域」を 1 台の端末で処理することは通常は想定されないため、このことは、端末の授業での利用に支障があることを意味するものではありません。あくまで、「無線 AP に接続した 1 台の端末で、校内ネットワークの入口の帯域を把握しようとする」場面で問題となるものです。

2.3 校内ネットワークの入口の帯域が当面の推奨帯域を満たすか

文部科学省が示す当面の推奨帯域は、学校で同時に発生する各授業のトラフィックを重ね合わせて算出しており、校内ネットワークの入口で求められる帯域となります。

一方で、簡易帯域測定は、無線APの下での測定であり、通信が校内ネットワークを辿る過程で帯域が一定程度減衰した後の数値となります²⁰。このため、求められる帯域を満たしているか精緻に判断するためには、校内ネットワークの入口の帯域の確認を行う必要があります。

校内ネットワークの入口の帯域を確認する方法としては、以下の3つが考えられます。

- ① 簡易測定結果に1.4を乗じた数値を校内ネットワークの入口の帯域と仮定し、これが当面の推奨帯域を満たすかを確認
- ② 集約SW（L3SW）直下での有線での帯域測定（可能な範囲で高機能な端末を用いることを推奨します²¹。）
- ③ 校内ネットワークの入口にあるルータにトラフィック流量のモニタリング機能が備わっている場合は、当該機能を用いてトラフィックのピーク値が当面の推奨帯域より大きいものであるかを確認
※例えば、トラフィックの波形が、当面の推奨帯域よりも高い位置でピークを示している場合（P. 14「①当面の推奨帯域を満たしている場合」参照）は、当面の推奨帯域が確保できており、当面の推奨帯域よりも低い位置で台形となっている場合は、当面の推奨帯域が確保できていません（P. 14「②当面の推奨帯域を満たしていない場合」参照）。

ただし、①の方法は、通信が校内ネットワークを辿る過程での帯域の減衰について一定の仮定を置いて計算するものであり、学校のネットワークの実態を正確に把握するものではない点に留意してください。

正確な把握のためには、②又は③の方法による必要があります。②又は③の方法は、必ずしも簡易な方法ではありませんが、既存の保守契約の範囲内での実施が可能な場合もあると考えられるほか、専門的な知識があれば自ら実施することも可能です（ネットワークアセスメントの一項目として事業者に依頼することも考えられます。）。例えば、簡易測定結果が当面の推奨帯域を満たさない学校全てについて②又は③の方法で確認することが難しい場合であっても、ユーザ体感調査の結果から課題の存在が明らかであり、抜本的な改善が必要な学校については②又は③の方法で確認を行い、それ以外については①の方法で確認を行うことも考えられます。なお、②又は③の方法

²⁰ 計測する端末（GIGA 端末等）の性能に起因して、低い計測結果となっている可能性もあり、可能な範囲で高機能な端末を計測に用いることを推奨します（理由は脚注 19 に記載のとおりです）。

²¹ 高機能な端末が推奨される理由は、脚注 19 と同様です（校内ネットワークの入口の帯域は「学校全体で使う帯域」であり、授業において1台の端末が使用する帯域よりも相当に大きな帯域となる場合もあります。このような「相当に大きな帯域」は、場合によっては、測定端末の処理能力を超えることも想定され、この場合、校内ネットワークの入口の実際の帯域よりも低い測定結果となってしまいます。）

2.1
全体の流れ

2.2
簡易速度計測の結果が水準を満たすか

2.3
校内ネットワークの入口の速度が水準を満たすか

2.4
ユーザ体感調査

2.5
想定される不具合の箇所

2.6
不具合の原因と対応例（セリフチェックリスト）

2.7
ネットワークアセスメントとは

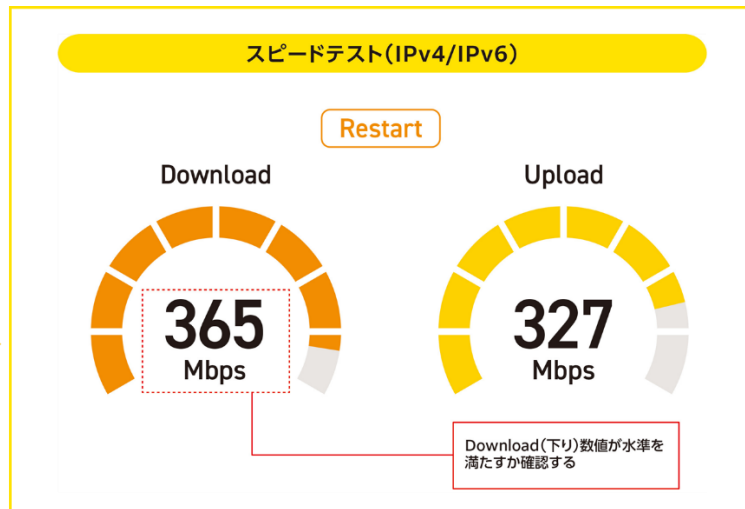
2.8
効率的なネットワークアセスメントのための留意点

2.9
ネットワークアセスメントの実例と解決策

は、校内ネットワーク区間をほとんど考慮せずに確認する方法であるため、(校内ネットワークについても一定の質が確保されていなければ水準を満たすことが難しいと考えられる①の方法²²と比べて、) 2.4で解説するユーザ体感調査の結果分析によって校内ネットワークの課題の有無を知ることが一層重要となることにも留意が必要です。

簡易帯域測定の方法

- ① 端末から帯域測定サイトにアクセスしてください。
- ② 表示された測定結果Download(下り)の数値が当面の推奨帯域を満たしているか確認してください。

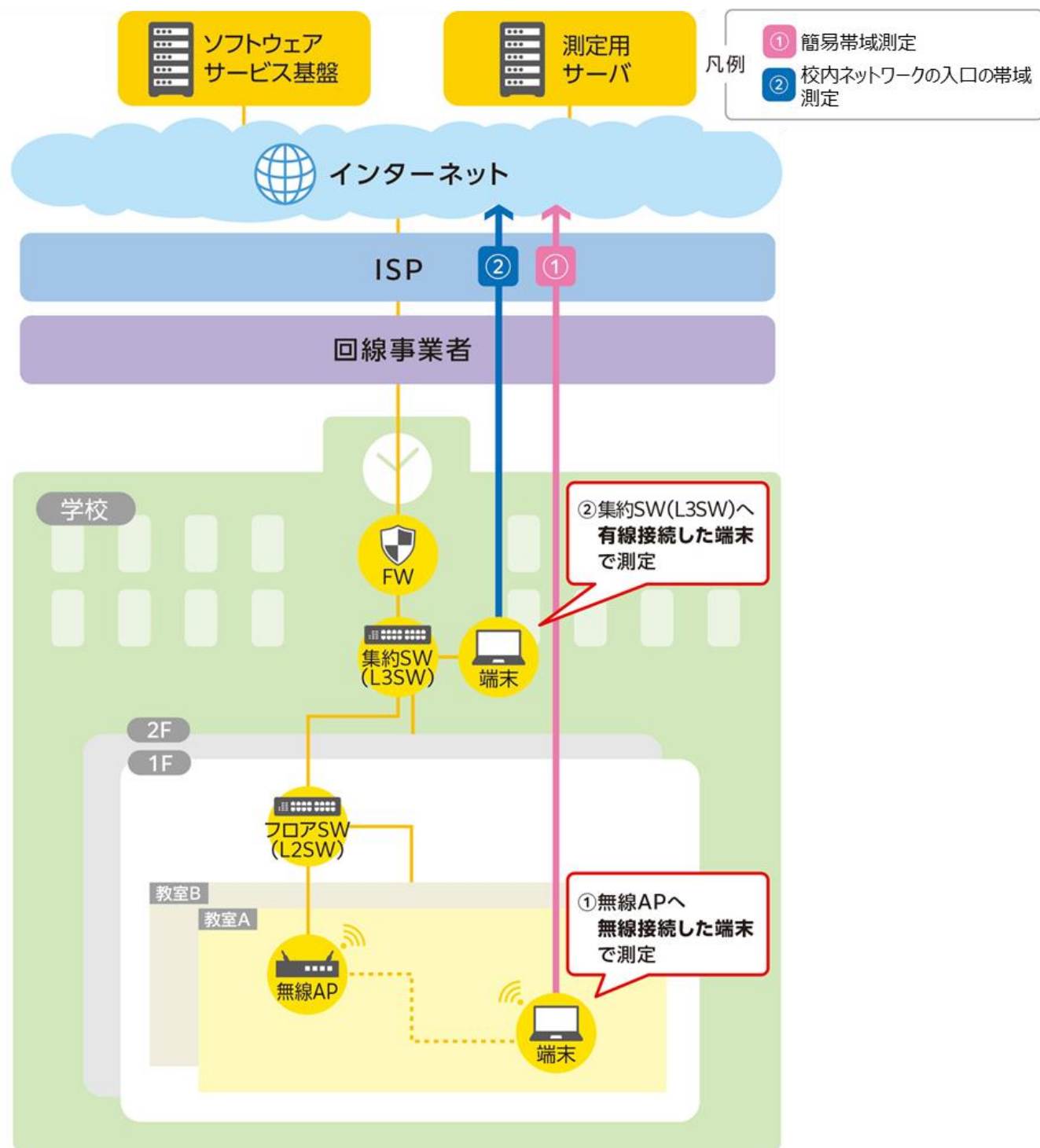


<帯域測定サイトの例>

- iNonius スピードテスト
URL: <https://inonius.net/speedtest/>
- Cloudflare Internet Speed Test
URL: <https://speed.cloudflare.com/>
- Speedtest by Ookla
URL: <https://www.speedtest.net/ja>
- M-Lab's Speed Test
URL: <https://speed.measurementlab.net/#/>

²² ネットワークの課題把握と改善は、児童生徒や教職員の体感の向上のために行われるものであり、①の方法による場合であっても、全体の手順の中でユーザ体感調査を実施することは必要です。

簡易帯域測定と校内ネットワークの入口の帯域測定



第2章

ネットワークの課題把握

2.1 全体の流れ

2.2 簡易速度計測の結果が水準を満たすか

2.3 校内ネットワークの速度が水準を満たすか

2.4 ユーザ体験調査

2.5 想定される不具合の箇所

2.6 不具合の原因と対応例(セリフとリスト)

2.7 ネットワークアクセスメントとは

2.8 効率的なネットワークアクセスメントのための留意点

2.9 ネットワークアクセスメントの実例と解決策

流量モニタリングのイメージ

①当面の推奨帯域を満たしている場合



②当面の推奨帯域を満たしていない場合



2.1

全体の流れ

2.2

簡易速度計測の結果が水準を満たすか

2.3

校内2Mの入口の速度が水準を満たすか

2.4

ユーザー体感調査

2.5

想定される不具合の箇所

2.6

不具合の原因と対応例(セグメント別リスト)

2.7

ネットワークアクセスメントとは

2.8

効率的なネットワークアクセスメントのための留意点

2.9

ネットワークアクセスメントの実例と解決策

2.4 ユーザ体感調査

ネットワークの課題把握と改善は、児童生徒や教職員の体感の改善のために行われるべきであることから、改善に向けてはユーザ体感調査²³を実施する必要があります²⁴。

また、ユーザ体感調査の結果を踏まえ、教育委員会等でセルフチェックを行い、一定程度でも課題の特定ができれば、以下の「ユーザ体感調査の質問項目と調査観点」に記載のとおり、課題への適切な対応を行うことが可能となります。ユーザ体感調査の質問票のひな型は付録3「簡易帯域測定及びユーザ体感調査」のとおりです。

ユーザ体感調査の質問項目と調査観点

NO	ユーザ体感調査の質問項目	教育委員会等によるユーザ体感調査の観点	課題があった場合に想定される原因
1	GIGA端末をどの程度利活用していますか	利活用されていないことにより課題が顕在化していない可能性をチェックするための問です。	—
2	インターネット通信が遅いと感じることはありますか	課題の有無、程度を把握するための問です。帯域が十分であるにもかかわらず遅いと感じる場合は、セッション数に問題がある可能性もあります。	・通信サービスの契約 ・ネットワーク機器の設定 ・ネットワーク機器の性能 ・ネットワーク機器の配置、配線 ・端末の性能、運用方法
3	どのくらいの頻度で遅いと感じますか		
4	遅いと感じる特定の曜日、時間はありますか	特定の曜日・時間帯で遅い場合にはベストエフォート型の回線において他ユーザの影響を受けていることがあり、その可能性を探るための問です。	
5	通信が遅いと感じる教室はありますか	特定の教室で遅い場合には、当該教室の電波環境や無線APの設定に問題があることがあり、その可能性を探るための問です。	
6	通信が遅いと感じる教室はどのくらいありますか		
7	特に通信が遅いと感じる教室名を教えてください		

²³ ユーザ体感調査の対象については脚注13及び16を参照してください。

²⁴ 当面の推奨帯域が満たされていないにもかかわらず、端末の活用が進んでいないためにユーザが課題を感じていない事態も想定されますが、このような場合には、GIGAスクール構想第2期の端末の整備・更新は端末の日常的な利活用を前提として多額の国費が投入されるものであることを踏まえた上で、利活用を進めつつ、ネットワークの改善を進めていただく必要があります。

第2章

ネットワークの課題把握

2.1

全体の流れ

2.2

簡易速度計測の結果が水準を満たすか

2.3

校内各教室の入口の速度が水準を満たすか

2.4

ユーザー体感調査

2.5

想定される不具合の箇所

2.6

不具合の原因と対応例(セリフチェックリスト)

2.7

ネットワークアクセスメントとは

2.8

効率的なネットワークアクセスメントのための留意点

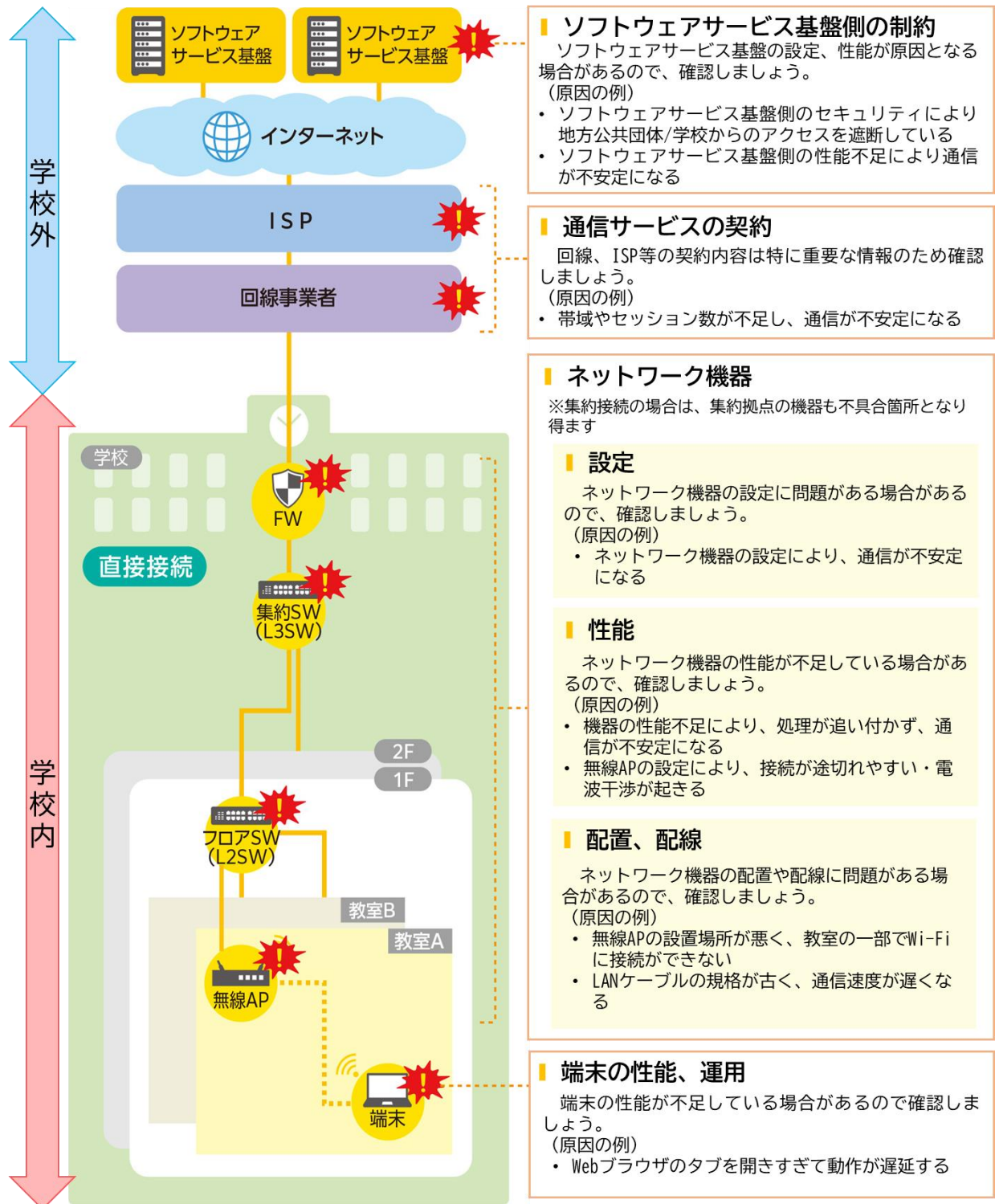
2.9

ネットワークアクセスメントの実例と解決策

8	教室間の移動などで無線LANが切れてしまうことがありますか	無線APが利用可能である教室間の移動であるにもかかわらず、移動先で無線LANの接続が切れていることがある場合、無線APの切替わりが上手く行われていないケースや、無線エリアに入った際の再接続が上手く行われていないケースがあり、その可能性を探るための問です。	- ネットワーク機器の設定 - ネットワーク機器の性能 - ネットワーク機器の配置、配線
9	教室間の移動等で無線LAN接続が切れてしまう場合、よく無線LAN接続が切れてしまう移動経路があれば教えてください		
10	ソフトウェアを使った時に遅くなりますか	学校までのネットワークや校内ネットワークに問題はなく、ソフトウェアサービス側（SaaS側）に問題があることがあり、その可能性を探るための問です。	- ソフトウェアサービス基盤側の制約 - 端末の性能、運用方法
11	遅くなるソフトウェア名を教えてください		
12	具体的に遅くなる利用場面などがあれば教えてください	特定の時間に一斉の端末起動やログインが行われることで遅延や不具合が発生している可能性があり、これは運用の改善である程度解決できることから、その可能性を探るための問です。	
13	児童生徒から通信が遅いと言われることはありますか	児童生徒の体感を確認することで、課題の有無、程度をより細かく把握するための問です。	- 通信サービスの契約 - ネットワーク機器の設定 - ネットワーク機器の性能 - ネットワーク機器の配置、配線 - 端末の性能、運用方法
14	児童生徒から通信が遅いと言われるのはどのような場合ですか（頻度、特定の時間帯、場所、利用場面等をお答えください。）		

2.5 想定される不具合の箇所

ネットワークにおいて想定される不具合箇所のイメージ



2.1

全体の流れ

2.2

簡易速度計測の結果が水準を満たすか

2.3

校内での入出口の速度が水準を満たすか

2.4

ユーザーの体感調査

2.5

想定される不具合の箇所

2.6

不具合の原因と対応例(セリフスクリプト)

2.7

ネットワークアクセスメントとは

2.8

効果的なネットワークアクセスメントの留意点

2.9

ネットワークアクセスメントの実例と解決策

2.6 不具合の原因と対応例（セルフチェックリスト）

典型的な不具合の原因と対応例を下表のとおりセルフチェックリストとしてまとめています。日頃の運用や保守の範囲内で原因の特定や対応が可能と考えられる事項もありますので、帯域測定やユーザ体感調査で明らかになった不具合への対応策の検討に利用してください。

教育委員会等による原因の特定や対応が難しい場合は、専門的知識を有する者（事業者等）に確認を依頼してください。また、対応するネットワークアセスメント項目を記載していますので、事業者等への依頼に当たって参考としてください²⁵。

セルフチェックリスト

通信サービスの契約

NO	不具合の内容	不具合の原因と考えられるもの	考えられる対応例	ネットワークアセスメント項目
1	・インターネット通信が遅い	使用しているセッション数が、契約しているセッション数の上限を超えてしまい、セッション数が不足する	・通信契約の見直し（動的グローバルIPアドレスから固定グローバルIPアドレスへ変更）	・机上調査 ・レイテンシ調査 ・スループット調査 ・セッション調査
2		ベストエフォート型回線において、回線が混雑し、回線の帯域が不足する	・通信契約の見直し（回線種別の変更）	
3		ISPが混雑し、回線の帯域が不足する	・通信契約の見直し（ISPの変更）	
4		PPPoE方式の設備が混雑し、回線の帯域が不足する	・通信契約の見直し（IPoE接続に変更）	

²⁵ 集約接続の場合は、集約拠点もネットワークアセスメントの対象とすべきであることに留意が必要です（集約拠点における主な不具合の原因として、通信回線の契約や、ネットワーク機器の性能・設定が想定されます。）。

NO	不具合の内容	不具合の原因と考えられるもの	考えられる対応例	ネットワークアセスメント項目
5	・インターネット通信が遅い	ネットワーク機器が、本来の性能を発揮できず、校内LANで帯域が不足する	・適切な設定がされているか確認	・机上調査 ・トラフィック調査 ・CPU・メモリ調査
6		校内LANのネットワーク機器で通信帯域制限を設定し、校内LANで帯域が不足する（例：無線APで10Mbpsに制限され、大容量の通信の際には遅延が発生する）	・通信帯域制限の見直し	・机上調査 ・トラフィック調査
7	・インターネット通信が遅い ・無線LANが切れてしまう	無線AP同士が電波干渉し、無線LANの接続が不安定になる（例：2.4GHz帯の無線LANしか使用しておらず、電波干渉を起こしている）	・無線APのチャンネル変更 ・チャンネル干渉の自動回避設定	・机上調査 ・電波干渉調査
8		無線APの電波強度が不足し、無線APから距離が離れると通信が不安定になる	・無線APの増設 ・無線APの電波強度の変更	・机上調査 ・電波干渉調査 ・ヒートマップ調査
9		2.4GHz帯の電波を使用する無線APに接続していたことで、複数台端末を無線APに接続すると通信が不安定になる	・5GHz帯の電波を新規設定	・机上調査 ・スループット調査 ・レイテンシ調査 ・トラフィック調査
10		無線APの帯域不足（例：Wi-Fi 4等の古い無線規格を用いて通信していたことで、帯域が不足する）	・Wi-Fi 6等の無線規格へ変更 ・チャンネルボンディング設定 ・ストリーム数の多い無線APへの更改	
11	・教室間の移動などで無線LANが切れてしまう	無線APの接続切り替わり不良により、教室間の移動などで無線LANの接続が不安定になる	・無線APのローミング設定の見直し	・机上調査 ・ローミング調査

2.1

全体の流れ

2.2

簡易速度計測の結果が水準を満たすか

2.3

校内での導入の速度が水準を満たすか

2.4

ユーザー体感調査

2.5

想定される不具合の箇所

2.6
不具合の原因と対応例（セリフ）

2.7

ネットワークアセスメントとは

2.8

効率的なネットワークアセスメントのための留意点

2.9

ネットワークアセスメントの実例と解決策

NO	不具合の内容	不具合の原因と考えられるもの	考えられる対応例	ネットワークアクセスメント項目
12	・インターネット通信が遅い	老朽化で機器の動作が不安定になることで、通信が正常に処理できない	・新しいネットワーク機器への更改	・机上調査 ・トラフィック調査 ・CPU・メモリ調査
13		ネットワーク機器の処理性能が低いため、通信が正常に処理できない	・新しいネットワーク機器への更改	
14		FWでのセキュリティ機能の処理の負荷が高く、インターネット通信が遅くなる	・新しいネットワーク機器への更改 ・設定の見直し	
15		アプリケーションフィルタリングやコンテンツフィルタリング機能によりインターネット通信が遅くなる	・コンテンツフィルタリングの機器（プロキシサーバ、FW）の更改 ・クラウドサービスの場合、コンテンツフィルタリングサービスの見直し ・アプリ、コンテンツフィルタリングの見直し	
16	・インターネット通信が遅い ・無線LANが切れてしまう	無線APの接続台数が過剰となり、通信が不安定となる（例：2教室で1台の無線APを共用することにより、接続台数が増加し、通信帯域が低下する）	・無線APの増設 ・新しい無線APへの更改	

ネットワーク機器の配置、配線

NO	不具合の内容	不具合の原因と考えられるもの	考えられる対応例	ネットワークアセスメント項目
17	・インターネット通信が遅い	ネットワーク機器の構成の不備 (例：ネットワーク機器が数珠つなぎになっており、特定機器に通信が集中し、通信が処理できなくなる)	・ネットワーク構成の見直し	・机上調査 ・トラフィック調査 ・CPU・メモリ調査
18		配線の老朽化 (例：LANケーブルが老朽化で一部断線して、通信が不安定になる)	・新しいLANケーブルの配線	—
19		古い規格のケーブル (例：LANケーブルのカテゴリが4で1Gbpsの通信に対応しておらず通信が低下する)	・新しい規格のLANケーブルの配線	・机上調査
20	・インターネット通信が遅い ・無線LANが切れてしまう	機器設置位置の不備 (例：無線APの設置場所が不適切で、建物の構造等による影響を受けていた)	・無線APの設置場所の変更	・机上調査 ・電波強度調査 ・ヒートマップ調査
21		適切な距離に無線APが設置されておらず、教室間の移動をすると無線LANが切れてしまう	・無線APの増設 ・無線APの設置場所の再検討	・机上調査 ・電波強度調査 ・ヒートマップ調査 ・ローミング調査
22		適切な距離に無線APが設置されておらず、無線AP間で電波が干渉し、無線LANの接続が不安定になる	・無線APの設置場所の変更 ・無線APの電波強度設定の変更	・机上調査 ・電波強度調査 ・ヒートマップ調査 ・電波干渉調査
23		古い無線APと新しく整備した無線APの電波が干渉し、無線LANの接続が不安定になる	・古い無線APの停止、撤去	・机上調査 ・電波干渉調査

第2章

ネットワークの課題把握

2.1

全体の流れ

2.2

簡易速度計測の結果が水準を満たすか

2.3

校内での入出口の速度が水準を満たすか

2.4

ユーザーの体感調査

2.5

想定される不具合の箇所

2.6

不具合の原因と対応例(セリフチェックリスト)

2.7

ネットワークアセスメントとは

2.8

効率的なネットワークアセスメントのための留意点

2.9

ネットワークアセスメントの実例と解決策

NO	不具合の内容	不具合の原因と考えられるもの	考えられる対応例	ネットワークアクセスメント項目
24	・特定のソフトウェア（クラウドサービス）を使った時に遅くなる	ソフトウェアサービスが正常に提供されていない	・事業者のホームページ等で提供状況を確認	—
25		ソフトウェアサービス側で学校からのアクセスを攻撃と誤検知して遮断している	・事業者を確認し、遮断されている場合は解除を依頼	—
26		ソフトウェアサービス側のサービス提供基盤の処理速度が遅い	・事業者においてサービス提供基盤の増強が計画されているか確認	—

端末の性能、運用方法

NO	不具合の内容	不具合の原因と考えられるもの	考えられる対応例	ネットワークアクセスメント項目
27	・インターネット通信が遅い	OSのアップデートが帯域を占有	・OSアップデートの分散化	—
28	・無線LANが切れてしまう	Webブラウザのタブの開きすぎによるメモリの過剰な消費	・多数のタブを同時に開かないようにする	—
29	・ソフトウェアを使った時に遅くなる	OSが最新のバージョンにアップデートされていない	・OSアップデートを定期的実施	—
30		ウイルス感染による端末性能低下や不要な通信の増加	・ウイルス駆除	—
31		ソフトウェアによる端末リソース（CPU・メモリ等）の消費	・不要な常駐ソフトの削除	—

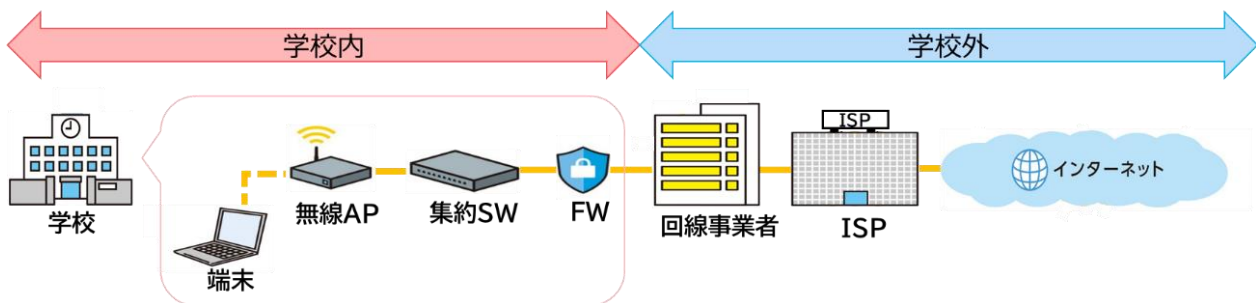
2.7 ネットワークアセスメントとは

学校のネットワークがつながりにくい原因は、「学校内のネットワーク」が原因の場合と、「学校外のネットワーク」が原因の場合に大別されます。「学校内のネットワーク」は、「無線AP」、「スイッチ」、「FW」、「ルータ」などのネットワーク機器とそれをつなぐための「ケーブル」から構成され、「学校までのネットワーク」はインターネットや拠点間を接続する回線で構成されています。これらの構成要素を評価し、課題の把握や原因箇所の特定を行うことをネットワークアセスメントといいます。また、ネットワークアセスメントでは見つかった課題に対する解決策も提示されます（機器の設定変更等、ネットワークアセスメントの中で簡易に処置が可能な場合もあります。）。

ネットワークアセスメントの調査項目例をP.25に示していますので、ネットワークアセスメントを実施する場合は、セルフチェックリストと併せて課題解決の参考としてください。また、「学校内のネットワーク」及び「学校外のネットワーク」のいずれも調査することが望ましいです。

なお、2.8に記載のとおり、ネットワークアセスメントを事業者等に依頼する場合には、調査項目や調査教室数に応じて費用が増加することから、効率的な実施に努めることが重要です。

学校内のネットワークと学校外のネットワーク ※直接接続の場合のイメージ



2.1

全体の流れ

2.2

簡易速度計測の結果が水準を満たすか

2.3

校内各エントリの速度が水準を満たすか

2.4

ユーザー体感調査

2.5

想定される不具合の箇所

2.6

不具合の原因と対応例（セルフチェックリスト）

2.7

ネットワークアセスメントとは

2.8

効率的なネットワークアセスメントのための留意点

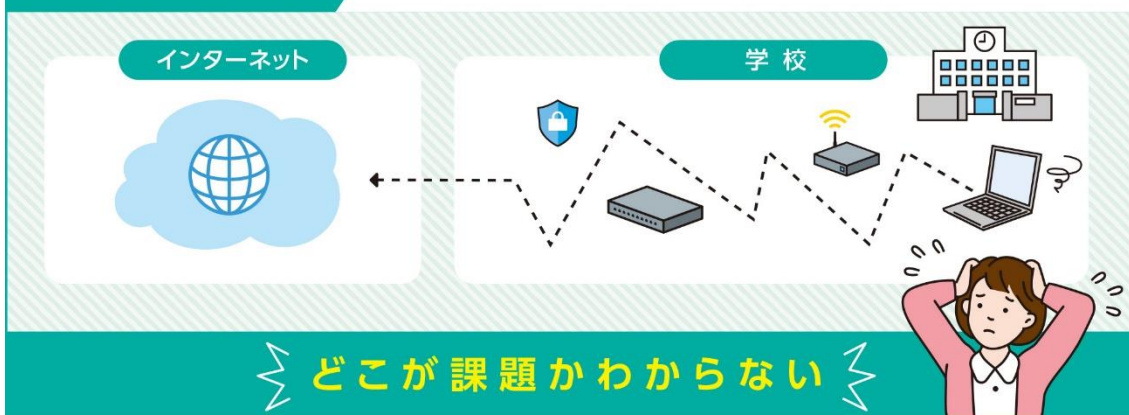
2.9

ネットワークアセスメントの実例と解決策

ネットワークアセスメントのイメージ

困っていること

- 学校でインターネットが遅い
- 無線が繋がらない
- etc



ネットワークアセスメント

- ネットワーク全体の評価
- ネットワーク課題の把握
- 改善策の提示
- 応急的措置



自治体における課題への対応

- 通信契約の見直し
- 校内LANの改善
- etc



ネットワークアセスメントの調査項目例

第2章

ネットワークの課題把握

No	ネットワークアセスメントの調査項目	項目の説明
1	机上調査	ネットワークの構成や設定について調査する項目です。完成図書（論理構成図、物理構成図、機器スペック等）や契約内容等を参照し、物理的・論理的に不具合となり得る箇所の有無を特定します。
2	スループット調査	スループット（実効帯域）について調査 ²⁶ する項目です。校内ネットワークの入口の帯域を複数回測定し、学校全体の実効帯域を調査します ²⁷ 。また、教室からも複数回測定 ²⁸ し、教室からの実効帯域を調査します。調査結果をもとに、スループット（実効帯域）が減少している区間（ボトルネック）とその原因を特定します。
3	レイテンシ調査	応答時間（レイテンシ）について調査する項目です。学校内の機器間の応答時間や、利用しているインターネット上のソフトウェアサービス間の応答時間の測定をします。調査結果をもとに、応答時間が遅くなっている区間（ボトルネック）を特定します。
4	トラフィック調査	通信データの量（トラフィック）について調査する項目です。ネットワーク機器の処理性能に対して、トラフィックがどの程度流れているかを調査します。調査結果をもとに、通信が正常に処理できない区間（ボトルネック）を特定します。
5	セッション調査	セッション数について調査する項目です。学校内の機器で、セッション数 ²⁹ がどの程度張られているかを調査します。調査結果をもとに、通信が正常に処理できない区間（ボトルネック）を特定します。
6	CPU・メモリ調査	ネットワーク機器のCPU・メモリ使用率について調査します。調査結果をもとに、通信が正常に処理できない区間（ボトルネック）を特定します。
7	無線調査	無線APの電波状況について調査する項目です。調査項目の例として、電波強度や電波干渉、無線APが適切に切り替わるか等が考えられます（具体的には、ヒートマップ調査、電波強度調査、電波干渉調査、ローミング調査が考えられます）。

2.1
全体の流れ

2.2
簡易速度計測の結果が水準を満たすか

2.3
校内の入口の速度が水準を満たすか

2.4
ユーザー体験調査

2.5
想定される不具合の箇所

2.6
不具合の原因と対応例（セリフチェックリスト）

2.7
ネットワークアセスメントとは

2.8
効率的なネットワークアセスメントのための留意点

2.9
ネットワークアセスメント策の実例と解決

²⁶ 適切な調査結果が出るように、機器の仕様（測定端末やスイッチ、無線 LAN の規格等）や設定の確認が必要です。

²⁷ この実効帯域が当面の推奨帯域を満たしている必要があります。

²⁸ WAN 回線までの測定にあわせて校内 LAN 区間の測定も行う必要があります。

²⁹ セッション数については、3.3 を参照してください。

2.8 効率的なネットワークアセスメントのための留意点

当面の推奨帯域を満たしていない、ユーザ体感調査の結果からネットワークの不具合が一定の頻度で発生していると考えられるなど、ネットワークに課題があり、教育委員会等が、既存の保守や運用の範囲内で、不具合の原因を特定し対応することが難しい場合には、ネットワークアセスメントを実施する必要があります。

他方で、ネットワークアセスメントを事業者等に依頼する場合には、調査項目や調査教室数に応じて費用が増加することから、効率的な実施に努めることが重要です。

例えば、域内の学校を対象とした机上調査（完成図書等を参照し、物理的・論理的な不具合箇所を特定するもの。）を実施し、その結果に基づき、学校毎の実情に応じて詳細調査を実施することが考えられます。また、机上調査により、複数の学校において校内ネットワークの構成、ネットワーク機器の性能・設定等に共通している部分がある場合には、ネットワークアセスメントも共通的に実施できる場合があります。

このほか、ユーザ体感調査や簡易帯域測定の結果などを踏まえ、実施箇所（学校や教室）や実施項目に優先度をつけることも想定されます。

なお、過去にネットワークアセスメントを実施したことがある場合は、その際のネットワークアセスメント結果も有用な場合があると考えられます。

2.1

全体の流れ

2.2

簡易速度計測の結果が水準を満たすか

2.3

校内2つの入りの速度が水準を満たすか

2.4

ユーザ体感調査

2.5

想定される不具合の箇所

2.6

不具合の原因と対応例（セリフチェックリスト）

2.7

ネットワークアセスメントとは

2.8

効率的なネットワークアセスメントのための留意点

2.9

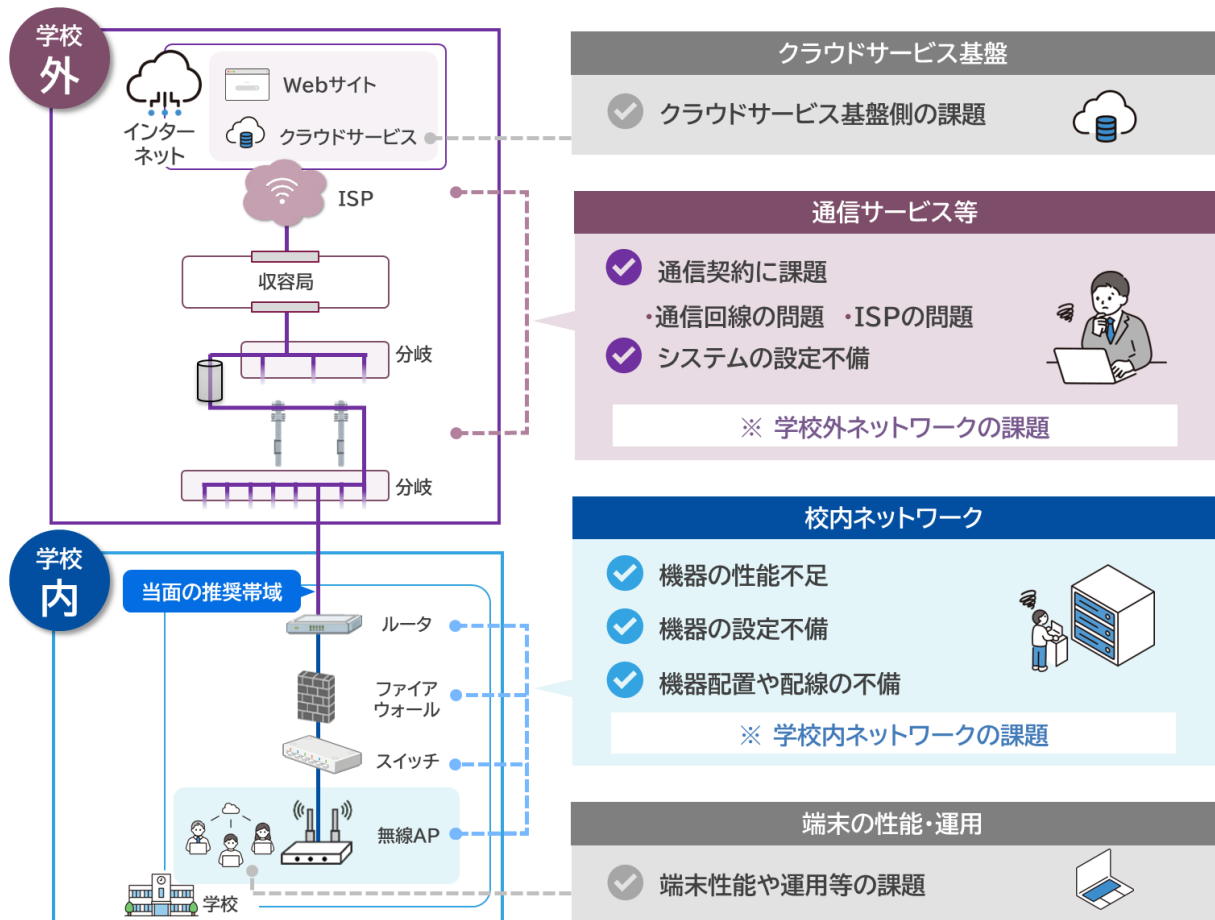
ネットワークアセスメントの実例と解決策

2.9 ネットワークアセスメントの実例と解決策

全国の教育委員会等において実施されたネットワークアセスメントの事例等を参考に、以下のとおり、学校のネットワークの課題と解決例について、概括的にまとめています。

教育委員会等において、セルフチェックや専門的知識を有する者（事業者等）によるネットワークアセスメントを実施する際には、これらも踏まえながら、ネットワークの課題把握や改善に取り組むことが重要です。

ネットワークの不具合箇所と原因



2.1

全体の流れ

2.2

簡易速度計測の結果が水準を満たすか

2.3

校内ネットワークの速度が水準を満たすか

2.4

ユーザー体験調査

2.5

想定される不具合の箇所

2.6

不具合の原因と対応例（セルフチェックリスト）

2.7

ネットワークアセスメントとは

2.8

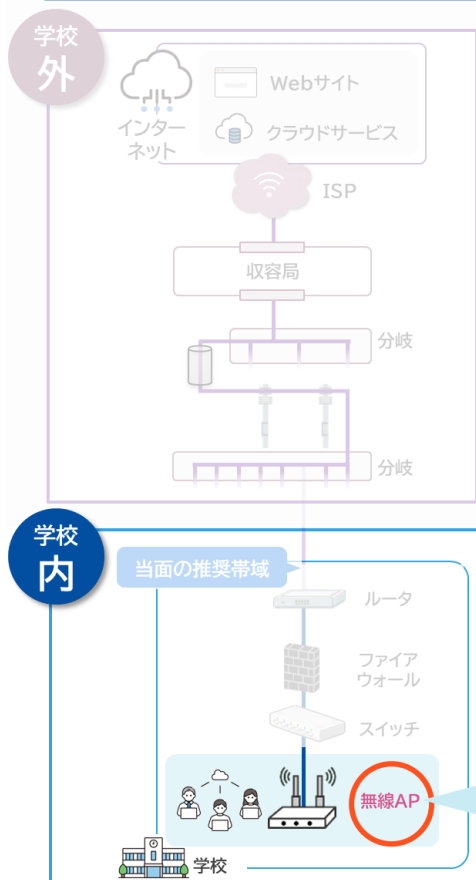
効果的なネットワークアセスメントのための留意点

2.9

ネットワークアセスメントの実例と解決策

アセスメント等で判明した課題と解決策の例

無線APに課題があった事例



アセスメント等で判明した課題

① 機器の性能不足

無線APの機器性能が低い

- 既設の無線APの無線LAN規格が古く、同時多数接続に不向きである※1
- 無線APの処理性能(CPUやメモリの性能等)が低く、高負荷時に処理が遅くなる
- 同時接続に耐えられる数が少ないスペックの機器を使用している(無線LAN規格のほか、アンテナ数の少なさや処理性能の低さ等)

② 機器の設定不備

無線APの設定が不適切

- 接続台数を考慮しないチャンネル幅※2となっており、電波干渉を起こしやすくなっている
- 2.4GHzの周波数のみを使用しており、他の機器と電波干渉※3を起こす
- 電波出力が強すぎ、特定の無線APへの負荷集中や他の無線APと電波干渉を起こしやすくなっている
- 無線APを快適に利用するための機能が有効になっていない(バンドステアリング機能、ローミング機能等)※4

③ 機器配置や配線の不備

無線APの設置場所が不適切

- 建物構造や遮蔽物の影響により、電波強度が弱くなっている
- 近くに無線の干渉源があり、他の機器(古い無線APや持ち込まれたモバイルルータ)の電波と干渉を起こす



解決策の例

① 機器の性能不足

✓ 性能の高い無線APに入れ替える

- 新しい無線規格に対応した機器を整備
- 同時接続数が多い機器を整備※5
- 処理性能が高い機器を整備

② 機器の設定不備

✓ 無線APの設定を見直す

- 5GHzの周波数帯を使用することを基本とし2.4GHzを併用
- 電波強度を適切な強さに調整
- チャンネルボンディングの設定や使用する周波数帯を調整
- 各種機能を、現場の実態に応じて有効化

学校環境等により適切な設定が異なるため、必ずしもこれらの設定を行うことが必須ないし、改善に繋がるといものではない。

③ 機器配置や配線の不備

✓ 無線APの設置位置や設置台数を見直す

- 無線APの設置位置の変更や増設
- 無線の干渉源を撤去。撤去が難しい場合は、干渉が起きないように設定等を見直す

※1 無線LAN規格は、常に更新されており、例えば、Wi-Fi6は、Wi-Fi5に比べて、複数の機器が同時に接続してもスムーズに通信ができるように改善されている。

※2 チャンネルとは、帯域幅を更に細かく区切ったもののこと。Wi-Fi5は、5GHz帯を20MHz、2.4GHz帯を24MHz毎の帯域幅で更に細かく区切って使用しており、この区切りをチャンネルという。また、チャンネルボンディングという、複数チャンネルを束ねて高速に通信する仕組みがあるが、その分使用できるチャンネル数が減るため、留意が必要。なお、Wi-Fi6EやWi-Fi7では、6GHz帯の利用も可能となる。

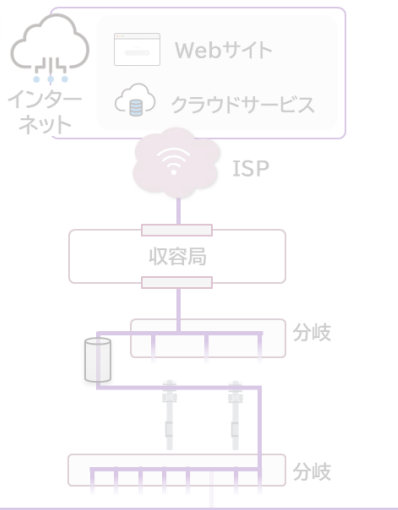
※3 電波干渉は、同一空間の無線電波において、同一のチャンネルを利用することで発生。特に、2.4GHz帯の電波は、様々な電子機器が利用しており、一般的に干渉しやすい。更に、2.4GHz帯は、近接するチャンネル同士で周波数帯が重複しており、干渉が起きやすい。

※4 無線APを快適に利用するための機能として、例えばバンドステアリング機能、ローミング機能等が考えられる。
・バンドステアリング機能:周囲の電波強度や周波数帯などの状況を判別し、端末の接続先を混雑していない周波数帯へ自動で振り分ける機能。
・ローミング機能:端末がより良い通信ができる無線APに自動で切り替える機能。例えば、教室を移動した際に、移動先の無線APに再接続される。

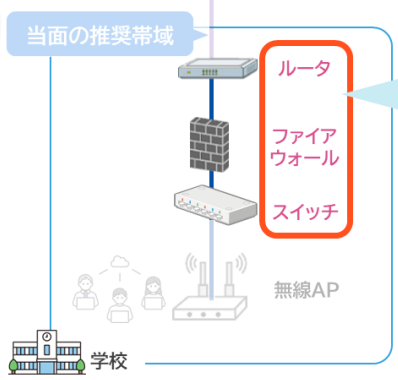
※5 同時接続数が課題となっている場合には、無線干渉をしないよう留意した上で、無線APを増設することもある。

ルータ・スイッチ等に課題があった事例

学校外



学校内



アセスメント等で判明した課題

① 機器の性能不足

ルータ・スイッチ等の機器性能が低い

- ルータやスイッチの処理性能(CPUの性能等)が低く、高負荷時に処理が遅くなる
- ルータやスイッチ等の実効スループットが低く、使用している回線サービスの速度を下回ってしまい、十分な速度を実現できない(ルータやスイッチがボトルネックとなる)^{※1}
- ルータ機能とUTM機能を同一の機器で担っていたが、処理負荷に対する機器の処理性能が低く、スループット低下を起こす^{※2}
- 同時接続に耐えられる数が少ないスペックの機器を使用している(機器の処理性能不足やルータの同時セッション数不足等)

② 機器の設定不備

ルータ・スイッチ等の設定が不適切

- ルータの同時セッション数の上限が低いもの(デフォルトのまま)となっており、同時多数が使用する際に通信が不安定となる
- DHCPで払い出せるIPの数が少なく、同時多数が使用する際にIPアドレスを取得できない

③ 機器配置や配線の不備

ルータ・スイッチ等への配線が不適切

- 機器同士を接続する配線が数珠つなぎ(直列つなぎ)であり、特定の機器や線に通信が集中することで、機器の処理性能を超える負荷やトラフィックが発生する
- 既設のLANケーブルを流用していたが、そのケーブルの性能が低くスループットが低下している(もしくは破損して通信できていなかった)



解決策の例

① 機器の性能不足

✓ 性能の高いルータ・スイッチ等に入れ替える

- 処理性能が高い機器を整備
- 同時接続数が多い機器を整備

② 機器の設定不備

✓ ルータ・スイッチ等の設定を見直す

- 同時セッション数の設定を変更
- IPアドレスの配布範囲を広げたり、リース時間を見直す

③ 機器配置や配線の不備

✓ ルータ・スイッチ等への配線を見直す

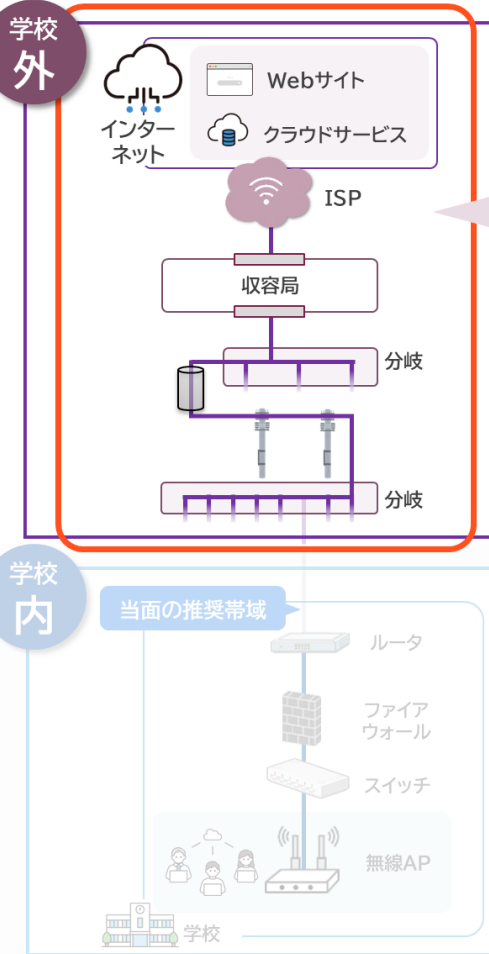
- 特定の機器に通信が集中しないように、配線を見直す
- 古い配線の入替や、広帯域に対応した規格の配線に入替^{※3}

※1 例えば、1Gbpsギランティ型の通信サービスを契約していても、ルータのスペックが500Mbps程度しか出ない場合、学校として使用できる帯域は500Mbps程度となってしまう。

※2 機器のカatalogスペックが1Gbps対応であったとしても、他の機能を有効とすることで、スループットが低下する場合がある。

※3 広帯域に対応した規格として、Cat6a等がある。また、LANケーブルがCat5eの規格であっても、マルチギガビット・イーサネット規格を用いることで、2.5Gbps以上の帯域を設定できる機器もある。

通信サービス等に課題があった事例



アセスメント等で判明した課題

①-1通信契約に課題

通信サービスの実効帯域が「当面の推奨帯域」を満たさない

- 使用している回線の実効帯域が、「当面の推奨帯域」を下回る
- ベストエフォート型回線の実効帯域が、日中の時間帯によっては「当面の推奨帯域」を下回る※1
- 集約接続の構成において、各学校の回線は問題ないものの、各学校の回線が集約される場所(集約拠点)の回線の実効帯域が低く、ボトルネックとなる

①-2 通信契約に課題

通信サービスのセッション数が少ない

- 「当面の推奨帯域」は満たしているものの、ISP側のセッション数(ポート数)が不足しており、同時多数が使用する際に通信が不安定となる※2

② システム設定の不備

通信に関連するサービスの設定等が不適切

- フィルタリングソフト等の設定不備により、レイテンシの値が異常値を示すなど、通信が不安定となる
- フィルタリングソフト等のバージョンが古く、web閲覧時等に画面が適切に表示されない



解決策の例

①-1
通信契約に
課題

✓ より広帯域な通信サービスに切り替える

- 利用規模を踏まえた上で、より大きな実効帯域が期待できる通信サービス(例: 10Gbpsベストエフォート型回線や1Gbpsギャランティ型回線)に切替
- 切替に伴い、ルータやスイッチ等を適切な処理性能の機器に入替

①-2
通信契約に
課題

✓ 使用できるセッション数が多い通信サービスに切り替える

- 使用できるセッション数(ポート数)が多くなるよう、固定IPアドレスへの切り替えや固定IPアドレスの追加を行う
- 切替に伴い、ルータやスイッチ等を適切な処理性能の機器に入替

②
システム設定の
不備

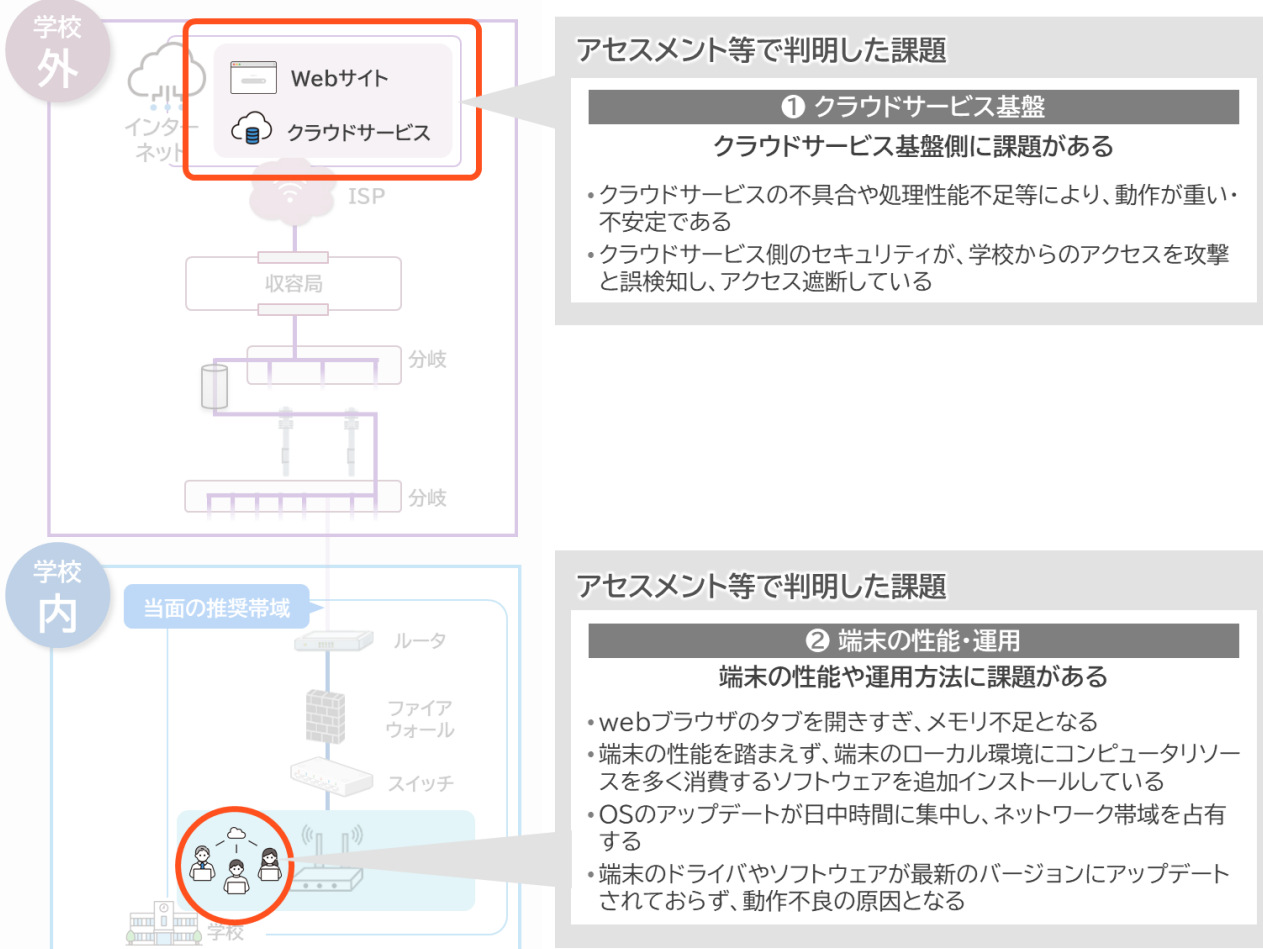
✓ システムの設定やバージョンを見直す

- システムの設定に不備が無いかを見直す
- システムを最新バージョンに更新

※1 ベストエフォート型回線は、回線を複数のユーザーで共用するため、契約帯域(速度)が保証されないサービス。例えば、1Gbpsベストエフォートの契約をしていても、1Gbpsの帯域を他のユーザーと共用するため、混雑状況によっては、実測値が300Mbps程度しか速度が出ない場合もある。

※2 Webサービスを使用するには、セッションという端末とサービスを結ぶ線のようなものが必要となり、サービスにより必要な数は異なる。サービスを使用する端末1台1台が必要となり、セッション数の上限を超えると、新規セッションを張れなくなり、通信の遅延や正常に通信が保てない状態が発生する。

その他の課題があった事例



解決策の例

①
クラウド
サービス基盤

クラウドサービス提供事業者を確認する

- サービス提供不具合の有無や、予定する同時接続数に耐えうるサービス基盤の設計となっているかを、提供事業者を確認する
- セキュリティの誤検知があった場合には、提供事業者に対策を依頼する

②
端末の
性能・運用

端末の性能や運用を見直す

- 端末の適切な運用を行う
- インストールするソフトウェアを見直し、削除等を行う
- OSのアップデートが集中しないように、分散化や帯域制限を行う
- 最新ののものにしても問題が無いことを確認した上で、ドライバやソフトウェアを定期的にアップデートする

このほか、ネットワークそのものの設計に不備があった事例やネットワークアセスメントの事業者を変更することで課題が発見された事例などもあった

【例1】

- LANケーブルの長さが100mを超えていたり、全教室で同一サブネットの設計となっている等、校内LANの物理・論理設計そのものに問題があった。

【例2】

- 校内LANの施工業者にネットワークアセスメントを依頼したが、不具合の原因特定に至らなかった。そこで、他の業者に依頼したところ不具合の原因が特定された。

アセスメント等の個別事例

	概要	主な原因
事例①	1Gbpsのギランティ型の回線を利用しているにもかかわらず、L3スイッチにおいて速度を計測すると、<u>速度が大幅に低下していることが判明した。</u> - ネットワークアセスメントを実施したところ、<u>ルータの性能不足が原因で速度低下が発生していることが判明した。</u>	機器の性能不足 
事例②	- 学校内の機器を確認し、各機器からスループット調査を実施した。 - その結果、<u>ルーター及びL3スイッチでは、一定の速度が出ていたが、フロアスイッチ付近では大幅に速度が低下していることが判明した。</u> - 原因と考えられる<u>フロアスイッチや配線等を見直し、適切な機器に更新する。</u>	機器の性能不足 
事例③	- 端末の通信が不安定という問題が発生していた。 - ネットワークアセスメントを実施したところ、<u>ルータのNATテーブルが上限まで使用されている履歴があり、ルータの性能不足が判明した。</u> <u>ルータを高機能な機種に入れ替えることで改善した。</u>	機器の性能不足 
事例④	- 直接接続の学校において、<u>ルータのUTM機能を利用していたが、ルータの性能不足によりスループットが低下していることが判明した。</u> <u>ルータのUTM機能を利用せず、UTM専用機器を導入することで、当該不具合が改善した。</u>	機器の性能不足 
事例⑤	- アセスメントを実施したところ、ISPのセッション数は問題がなかったが、<u>ルータのセッション数がボトルネックとなっていることが判明した。</u> - そこで、<u>より高性能な機器に変更することで、通信の不具合が改善した。</u>	機器の性能不足 
事例⑥	- 大規模なオンライン配信を見越して、実施検証を実施した。 - そうしたところ、インターネット回線には問題がなかったが、<u>ルータの処理性能が不足（CPU使用率が100%に近い値）していることが判明し、当該機器をより高機能なものに入れ替えることで改善した。</u>	機器の性能不足 
事例⑦	- 端末の通信が遅く動作も不安定という問題が発生していた。 - ネットワークアセスメントを実施したところ、<u>無線APのローミング機能がOFFになっており、教室を移動した際に移動先の教室に設置してある無線APに切り替わらないことが判明したため、設定を変更し改善した。</u>	機器の設定不備 
事例⑧	- 端末の通信が不安定という問題が発生していた。 - ネットワークアセスメントを実施したところ、<u>異なる無線AP同士（GIGAスクール構想で導入した無線APとそれよりも前に設置していた古い無線AP）で電波干渉を起こしていることが判明した。</u> - そこで、<u>古い無線APを廃棄し、無線APを統一することで改善した。</u>	機器配置や配線の不備 

概要	主な原因
事例⑨ - 特定の建物への通信が遅延している不具合があった。 - ネットワークアセスメントの結果、建物へのLANケーブルが100mを超えた距離で敷設されており、接続機器のリンクダウンが頻繁に起きていることが分かった。 - 建物間を敷設するケーブルを光ケーブルに切り替えることで改善した。	機器配置や配線の不備 
事例⑩ - 配線が数珠つなぎ(直列つなぎ)になっていて、機器や線に通信が集中し、機器の処理性能を超える負荷や多大なトラフィックが発生してしまい、通信の遅延等が起きていた。 - そこで、ネットワークの配線を再敷設し構成を適正化(スター型配線に変更)したことで改善した。	機器配置や配線の不備 
事例⑪ - 学校から通信が不安定という報告があり、ネットワークアセスメントを実施したところ、特定区間のケーブルが劣化していることが判明した。 - 当該ケーブルを交換することで、不具合が改善した。	機器配置や配線の不備 
事例⑫ - ネットワークアセスメントの結果、電波干渉が発生しており、無線に繋がりにくい教室があることが判明した。 - 新しい規格に対応した無線APへ交換及び電波干渉が起こりづらい設定に変更することを予定。	機器の性能不足 機器の設定不備 
事例⑬ 2クラスで1つの無線APを使用する設計としていた。 - しかし、ネットワークアセスメントを実施したところ、無線APが2クラス分の端末を同時接続できる性能を有していないことと、最適な無線APに接続できていないことが判明した。 - そこで、最新規格に対応した無線APに入れ替えるとともに、設置台数を増設することで改善した。	機器の性能不足 機器配置や配線の不備 
事例⑭ - 契約している1Gbpsベストエフォート型回線について定期的な調査を行ったところ、特定の時間帯に帯域が不足していることが判明した。 - そこで、ギャランティ型(帯域確保型)の通信サービスに契約を切り替えるとともに、広帯域な規格に対応した機器に変更することで改善した。	通信契約に課題 
事例⑮ - 現時点でネットワークの不具合が生じているわけではないが、過去のトラフィック量推移や机上調査を基に、ICTを活用した授業の活発化等により、トラフィック量が多くなる傾向が見えることから、近い将来、回線が逼迫する可能性が高いことがわかった。 - このため、中長期的な利用が可能となるよう、調査結果を基により広帯域な通信サービスに変更した。	通信契約に課題 
事例⑯ - 大規模校で一斉に動画視聴などを行うと通信が不安定となっていた。 - ネットワークアセスメントを実施したところ、通信帯域は確保されているが、ISP側のセッション数の制限がボトルネックとなっていることが分かった。 - ISPをセッション数が十分な固定IPアドレスのサービスに切り替えることで改善した。	通信契約に課題 

2.1 全体の流れ

2.2 簡易速度計測の結果が水準を満たすか

2.3 校内そのものの入の速度が水準を満たすか

2.4 ユーザの体感調査

2.5 想定される不具合の箇所

2.6 不具合の原因と対応例(セリフチェックリスト)

2.7 ネットワークアセスメントとは

2.8 効率的なネットワークアセスメントのための留意点

2.9 ネットワークアセスメントの実例と解決策

概要

主な原因

事例
⑰

- ネットワークアセスメントを実施したところ、レイテンシ調査の値が異常値を示したため、更なる原因調査を実施した。
- 原因調査の結果、フィルタリングソフトの設定が原因であったため、当該設定を変更することにより改善した。

システムの設定不備

事例
⑱

- デジタルドリルにおいて、問題文は表示されるが画像が表示されないという不具合があった。
- 事業者に状況を確認したところ、導入しているフィルタリングソフトが最新のバージョンにアップデートされていないことが原因と判明し、当該ソフトを最新バージョンにアップデートすることで改善した。

システムの設定不備

事例
⑲

- 教育委員会職員による簡易調査に加え、保守業者と連携し既設機器のスペック等の確認や回線及びプロバイダ契約の内容確認を実施した。
- その結果、無線APの周波数設定の不備、ルータ等の機器の処理性能不足、学校規模に応じた回線契約が適切に選択されていないことが判明した。
- 当該結果を踏まえ、機器の設定変更や機器の更新を行うとともに、より広帯域な通信契約に変更する。

機器の性能不足

機器の設定不備

通信契約に課題

事例
⑳

- ネットワークアセスメントを実施したところ、児童生徒数が多いにもかかわらず、回線契約が1Gbpsベストエフォート型である上に、ルータの性能が低いため、回線と機器の両方がボトルネックとなっていることが判明した。
- このため、回線契約を10Gbpsベストエフォート型のサービスに変更するとともに、ルータをより高性能な機種に交換することで改善した。

機器の性能不足

通信契約に課題

事例
㉑

- ネットワークアセスメントの結果、集約接続のネットワーク構成において、集約拠点の回線及び機器の性能が不足しており、ボトルネックとなっていることが判明した。
- そこで、集約拠点に接続する回線を増強するとともに、集約拠点の機器を高機能なものに入れ替えることで改善した。

機器の性能不足

通信契約に課題

事例
㉒

- ネットワークアセスメントを実施したところ、全教室で同一サブネットの設計となっており、ブロードキャストパケットが広範囲に広がっていたため、通信効率が悪くなっていた。
- LANの設計を見直し、適切な範囲でサブネットを分割することで改善した。

その他

事例
㉓

- 学校から通信が不安定という報告があり、校内LANを施工した事業者においてネットワークアセスメントを実施したが課題が発見されなかった。
- そこで、他の事業者においてネットワークアセスメントを実施したところ、校内LANの設計及び設定に不備があることが判明し、これらの不備を修復することで不具合が改善した。

その他



第3章 | 通信契約の見直しの観点

3.1 通信契約について

3.2 回線種別

3.2.1 ベストエフォート型

3.2.2 帯域確保型

3.3 セッション数

3.4 その他

3.1 通信契約について

通信契約の見直しに当たっては、回線種別やインターネット接続方式、セッション数等の特徴を把握した上で検討を行うことが重要です。通信契約は、いくつかの要素で構成されており、それぞれ特徴があるため、これらを踏まえて契約の見直しを検討してください。

また、文部科学省では、デジタル庁と連携し、「当面の推奨帯域」を満たすための通信サービスが地域ごとに比較検討できるよう、令和7年2月に「教育DXサービスマップ (<https://ppp-education-dx.jp/NetworkServiceCatalog/>)」に通信分野のカテゴリを追加しています。加えて、「教育DXサービスマップ」に登録された通信サービスを、地方公共団体に向けて説明する場として、「学校ネットワーク自治体ピッチ (<https://ppp-education-dx.jp/nwpitch/>)」を同日に開催しています。通信契約の見直しに当たっては、これらの情報も参考としてください。

3.2 回線種別

3.2.1 ベストエフォート型

ベストエフォートとは、「最大限の努力」といった意味です。インターネットの世界においては、事業者が提示した最大帯域を上限とし、最大限に努力した帯域でインターネットに接続することを意味します。ベストエフォート型回線の帯域は「〇Gbps」のように表示されますが、これは、技術規格上の最大帯域のことを意味しており、実際には複数のユーザで回線を共有するため、回線の混み具合や地域、時間帯によって、実測値は「〇Gbps」を大幅に下回る場合もあります。

この課題を解決するためには、後述の帯域確保型の回線を使用することが考えられます（ただし、一般的に高額となります。）。

また、ベストエフォート型回線の中にも比較的高い水準の実効帯域が期待できるサービスがあり、このようなサービスを使用することも考えられます（ただし、ベストエフォート型の一般的な契約の条件上、実効帯域が保証されるものではありません。）。

例えば、ベストエフォート型回線には、事業者や地域によっては、契約回線を共有するユーザ数が少ない（分岐が少ない）サービスもあります。このようなサービスは、

3.1

通信契約について

3.2

回線種別

3.2.1

ベストエフォート型

3.2.2

帯域確保型

3.3

セッション数

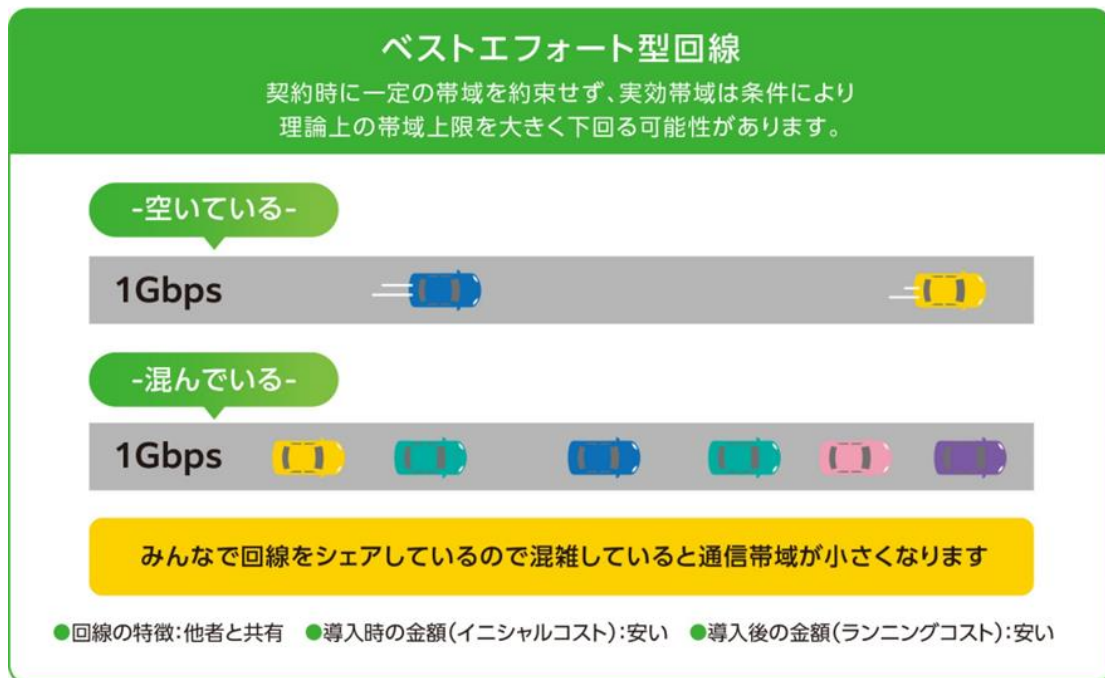
3.4

その他

分岐の多いサービスと比較して高い水準の実効帯域となる場合もあります。サービスによっては、最寄りの収容局まで分岐なく利用可能なものもあります。

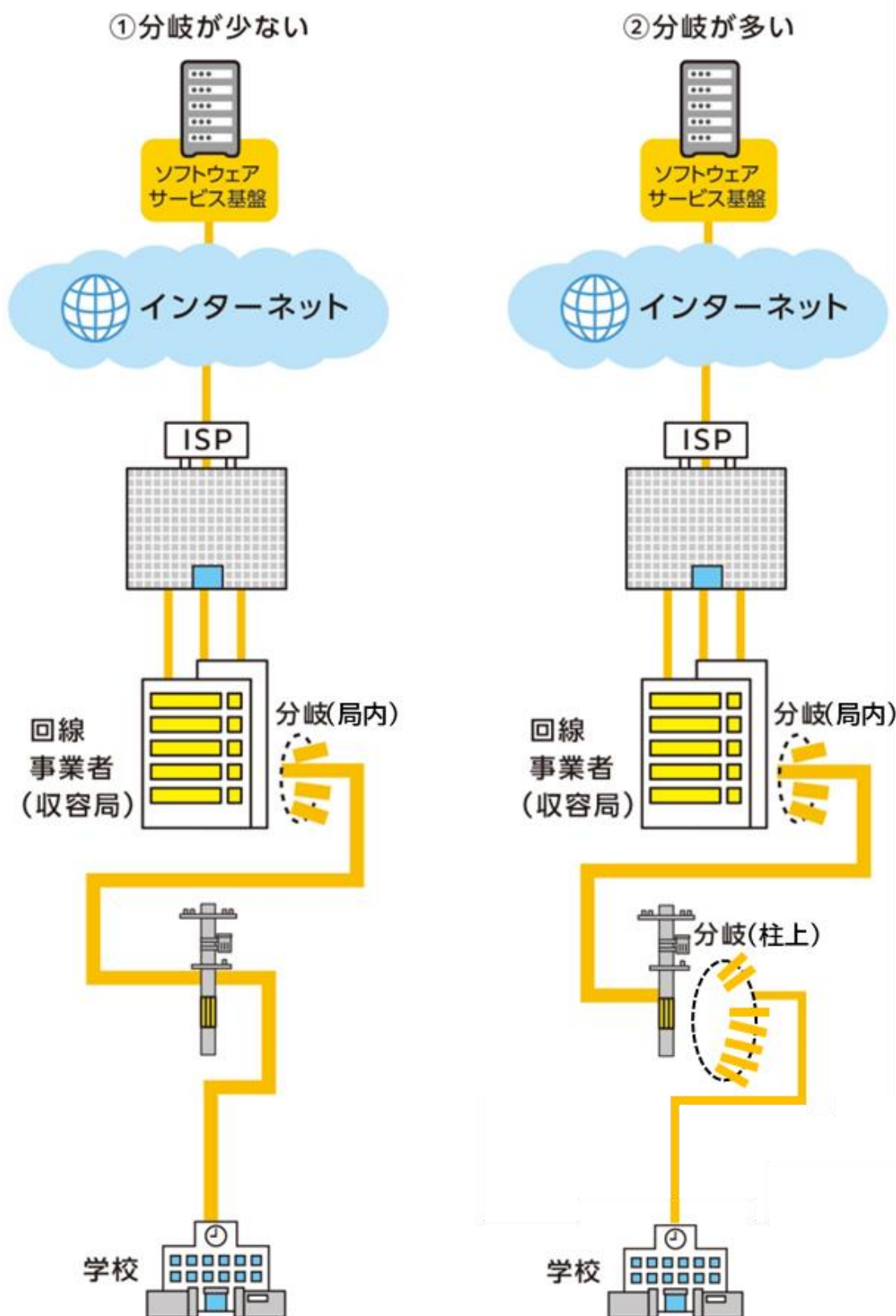
また、事業者が提供するベストエフォート型の帯域は現在は1 Gbpsが大半ですが、地域によっては、10Gbpsベストエフォート型のサービスも展開されつつあり、10Gbpsのサービスに変更³⁰することで実効帯域の増加が見込める可能性もあります。

このほか、同一の学校に複数のベストエフォート型の回線を引くことで実効帯域の増加が見込める場合があります。ただし、この場合は、基本的に、回線事業者を分ける³¹等により、既設のベストエフォート型回線とは物理的に別系統の設備に収容されるようにする必要があります。その際、一般的には複数回線を統合する機能を有する機器の導入も必要となります。これらを踏まえ、ベストエフォート型回線の複数利用を検討する場合には、コストに見合った帯域の増加が期待できるか、事業者によく相談するようにしてください。



³⁰ 広帯域のメリットを享受するには、機器や配線も広帯域に対応したものにする必要があります（例：回線の実効帯域が2Gbpsであっても、校内に最大通信速度が1Gbpsの機器があると、その機器がボトルネックとなり実効帯域は1Gbpsとなります。）。

³¹ 光回線の卸売サービスによる提供の場合、提供されるISPサービス名が異なっても、回線事業者の区間については同一設備を使用していることから、選択の際には留意が必要です。



3.2 回線種別

3.2.2 帯域確保型

帯域確保型回線³²は、ギャランティ型回線とも言われ、契約時に一定の通信速度を保証し、それよりも大きく下回ることがないサービスです。帯域は「OGbps」のように表示され、回線を他のユーザと共有しないため、回線の混み具合に左右されず、常に「OGbps」に近い速度が出る³³ものです。他方で、他のユーザと共有しないために、一般的には費用が高額となります。なお、回線事業者の区間だけではなく、ISP事業者との契約についても帯域が確保されていないと、その部分がボトルネックとなり、帯域が確保されないことになるため、契約の際には留意が必要です。

帯域確保型回線については、地域によっては比較的安価に相对契約している事例もあることから、選択肢の一つとして検討する場合には、事業者にご相談してください。

帯域確保型回線

契約時に一定の帯域を確保し、実効帯域は条件によらず
契約時の帯域を大きく下回ることはありません。

-空いている-

1Gbps



1Gbps



専用回線のため混雑せずに通信帯域が安定しています

●回線の特徴:契約者専用 ●導入時の金額(イニシャルコスト):高い ●導入後の金額(ランニングコスト):高い

³² 事業者によっては、帯域保障型という名称を使用している場合もあります。

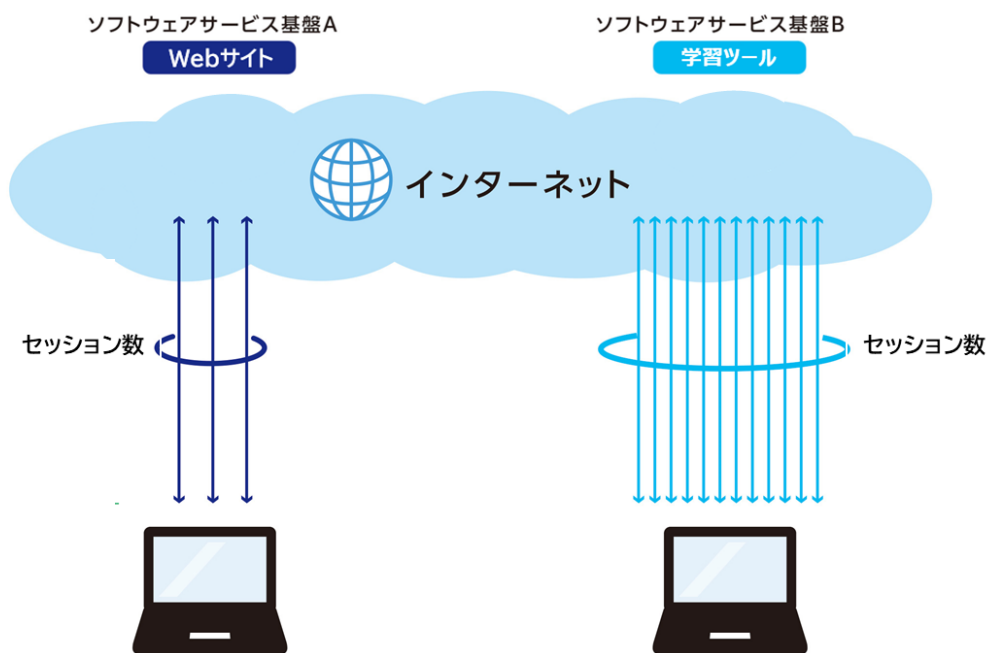
³³ この他、一般的には、レイテンシやジッタ等の品質がベストエフォート型に比べて高くなります。

3.3 セッション数

セッションとは、端末がソフトウェアサービスにアクセスしてから切断するまでの一連の通信のことです。セッション数の上限値を超えた場合、通信の遅延や切断が発生するため、学校ごとに適切なセッション数を把握し、設計することが重要です。セッション数の上限値については、契約しているISPのサービスのうち、払い出されている固定グローバルIPアドレスが何個あるか確認する必要があります（学校規模等によるものの、一般的には、動的グローバルIPアドレスの場合には、セッション数が不足する傾向にあると考えられます。）。

直接接続の学校の場合は、ISPが提供する1つの固定グローバルIPアドレスが利用可能なインターネット接続サービスを契約することで、セッション数不足が起きにくいと考えられます。集約接続の場合は、グローバルIPアドレスを拠点に集約される全校で共用するため、複数の固定グローバルIPアドレスが必要と考えられます。ただし、いずれの場合も、必要となるセッション数は、児童生徒数や使用するサービスにより異なるため、利用態様を踏まえて検討する必要があります。

セッション数の考え方



セッションとは、インターネット上のサービスを利用する際に必要となる、端末とサービスを結ぶ線のようなものです。セッションの数は、利用するサービス毎に異なります。

※セッションの数は、数セッション～数十セッションといったように、接続するサービスによって大きく異なります。

3.1

通信契約について

3.2

回線種類

3.2.1

ベストエフォート型

3.2.2

帯域確保型

3.3

セッション数

3.4

その他

3.4 その他

契約している回線の帯域が十分でも、ISPが確保している帯域の不足によって帯域の減少が起こっていると考えられる場合もあり、この場合、契約しているISPの見直しをすることで帯域が増加することがあります。

また、契約しているISPのインターネットの接続方式を見直すことも重要です。インターネット接続方式は「PPPoE接続」と「IPoE接続」の2種類がありますが、「IPoE接続」へ変更することで改善する可能性があります。

3.1

通信契約について

3.2

回線種別

3.2.1

ベストエフォート型

3.2.2

帯域確保型

3.3

サービス利用費

3.4

その他

改訂履歴

令和6年4月26日 初版策定

令和7年6月27日 以下の点を修正

1. 「2.9 ネットワークアセスメントの実例と解決策」を追加
2. 「3.1 通信契約について」の内容を追記

付録1 用語集

用語	解説内容
インターネット	世界中の通信機器が相互接続できるように様々な事業者の協力によって作られている巨大なネットワークのことです。端末はインターネットを経由することで、世界各地で提供されているソフトウェアサービスやWebサイト、別拠点の端末等と通信することができます。
ソフトウェアサービス基盤	端末からインターネット経由で利用できるWebサイトや動画サイト、ソフトウェアサービス等を提供している基盤のことを指します。
ISP	Internet Service Providerの略称で、インターネットに接続するためのサービスを提供している事業者のことを指します。インターネットに接続するためには、回線事業者との契約とは別に、ISPとの契約が必要になります。 ※ISPと回線の両方を一体型で提供する事業者もあります。
回線事業者	光回線等のインターネットに接続するための回線を提供する事業者です。回線事業者とISPのどちらか片方ではインターネットを利用することはできません。 ※ISPと回線の両方を一体型で提供する事業者もあります。
光回線終端装置(ONU)	光信号とデジタル信号を相互に変換する装置です。回線事業者の光ファイバを通じて家に届いた信号（光信号）をPCやタブレットなどの端末が処理できる信号（デジタル信号）に変換する役割を果たします。
ルータ	端末の通信をインターネット接続窓口まで中継するための通信機器です。 ※ルータと無線APが一体型の機器もあります。
無線アクセスポイント（無線AP）	有線と無線の通信を相互変換する通信機器です。端末は無線APが発する電波に接続することで、無線経由でインターネットへ接続することができます。 ※ルータと無線APが一体型の機器もあります。 ※無線の規格として、Wi-Fiがあります。
FW（ファイヤーウォール）	外部からのサイバー攻撃等から、学校内・集約拠点内のネットワークを守るための通信機器です。ルータと一部同等の機能を持っています。
集約SW（L3SW）	集約Switch(スイッチ)の略称で、各フロアSW等をまとめるための通信機器です。
フロアSW（L2SW）	フロアSwitch(スイッチ)の略称で、各教室の無線APをフロア単位でまとめるための通信機器です。
WAN	Wide Area Networkの略称で、学校外・集約拠点外の広い範囲のネットワークのことを指します。
LAN	Local Area Networkの略称で、学校内・集約拠点内の限られた範囲のネットワークのことを指します。
VPN	Virtual Private Networkの略称で、仮想的な専用線を形成し、安全に拠点間（学校と集約拠点間等）の通信を行うための通信技術です。

スループット	コンピューターやネットワークにおいて、一定時間内に処理される情報量、データ転送速度、通信速度などのことを指します。
応答時間（レイテンシ）	データ転送のリクエストが実際に処理されるまでの時間的遅延を表す指標です。レイテンシが小さい（低い）ならネットワークに遅延はほとんど生じず、レイテンシが大きい（高い）ほど遅延が生じていると判断できます。レイテンシが大きくなる要因としては、地理的な距離、ネットワーク上のトラフィックの混雑などが挙げられます。
ジッタ	複数回計測した応答時間（レイテンシ）のばらつきです。ジッタは通信経路上の様々な要因によって発生します。ジッタが大きいと品質が不安定になります。
CPU	通信機器の中心的な役割を担うパーツで、主に制御や演算を行い、機器に動作の命令を行います。
メモリ	記憶装置の1つで、一時的に作業データを保存する領域のことです。メモリが大きければ同時に行える作業の数が増え、処理の負担が大きい動作も行えるようになります。
IPoE接続	IPoE（IP over Ethernet）は、インターネットに接続するための技術の1つで、イーサネットを通じてインターネットに接続します。「PPPoE」と比較し、ネットワーク終端装置を経由しないため、直接的かつ効率的にインターネットに接続することができます。
PPPoE接続	インターネットに接続するための技術の1つで、PPP（Point to Point Protocol）という通信規格をイーサネットに応用したものです。
Ethernet（イーサネット）	パソコンなどの機器を有線接続する際の通信規格の一つです。イーサネットで使用するケーブルの例として、LANケーブルや光ファイバ等があげられます。
セッション	端末からソフトウェアサービス基盤に対して通信が開始され、終了するまでに発生する通信の管理単位を指します。 ※セッション数は、少ないもので1台あたり数セッションから多いもので数十セッションとソフトウェアサービス毎に差があります。

付録2 学校規模ごとの当面の推奨帯域

学校規模ごとの当面の推奨帯域は、下表のとおりです。

児童生徒数	推奨帯域 (Download)	児童生徒数	推奨帯域 (Download)
12 人	22 Mbps	1,050 人	711 Mbps
30 人	54 Mbps	1,085 人	723 Mbps
60 人	108 Mbps	1,120 人	736 Mbps
90 人	161 Mbps	1,155 人	748 Mbps
120 人	216 Mbps	1,190 人	761 Mbps
150 人	270 Mbps	1,225 人	773 Mbps
180 人	323 Mbps	1,260 人	786 Mbps
210 人	377 Mbps	1,295 人	797 Mbps
245 人	395 Mbps	1,330 人	809 Mbps
280 人	408 Mbps	1,365 人	822 Mbps
315 人	422 Mbps	1,400 人	834 Mbps
350 人	437 Mbps	1,435 人	846 Mbps
385 人	453 Mbps	1,470 人	858 Mbps
420 人	468 Mbps	1,505 人	870 Mbps
455 人	482 Mbps	1,540 人	882 Mbps
490 人	496 Mbps	1,575 人	894 Mbps
525 人	511 Mbps	1,610 人	905 Mbps
560 人	525 Mbps	1,645 人	917 Mbps
595 人	538 Mbps	1,680 人	929 Mbps
630 人	553 Mbps	1,715 人	940 Mbps
665 人	566 Mbps	1,750 人	951 Mbps
700 人	580 Mbps	1,785 人	962 Mbps
735 人	594 Mbps	1,820 人	975 Mbps
770 人	607 Mbps	1,855 人	986 Mbps
805 人	621 Mbps	1,890 人	997 Mbps
840 人	633 Mbps	1,925 人	1,009 Mbps
875 人	647 Mbps	1,960 人	1,020 Mbps
910 人	660 Mbps	1,995 人	1,032 Mbps
945 人	673 Mbps	2,030 人	1,043 Mbps
980 人	686 Mbps	2,065 人	1,054 Mbps
1,015 人	698 Mbps	2,100 人	1,065 Mbps

付録3 簡易帯域測定及びユーザ体感調査

① 簡易帯域測定の調査項目例

1	測定基本情報	-
1-1	帯域測定サイトURL	https://〇〇〇〇.〇〇
1-2	測定曜日	月・火・水・木・金
	1日あたりの測定回数	2回
	測定時間（1回目）	8時～13時
	測定時間（2回目）	13時～17時
1-3	回答期限	20XX/XX/XX

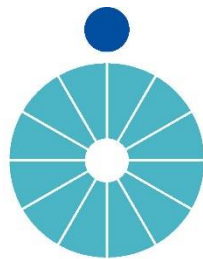
学校記入欄

2	学校情報記入	-				
2-1	学校名					
2-2	児童生徒数					
3	無線LANの帯域測定	月	火	水	木	金
1回目	測定した教室					
	測定した日時	時 分	時 分	時 分	時 分	時 分
	測定結果（Download・下り）Mbps					
	測定結果（Upload・上り）Mbps					
	測定結果（応答時間）ms					
2回目	測定した教室					
	測定した日時	時 分	時 分	時 分	時 分	時 分
	測定結果（Download・下り）Mbps					
	測定結果（Upload・上り）Mbps					
	測定結果（応答時間）ms					

② ユーザ体感調査の調査項目例

No	質問項目	解答欄	項目の解説
1	GIGA端末をどの程度利活用していますか	① ほぼ毎日・ほぼ毎時間 ② ほぼ毎日 ③ 週3回以上 ④ 週1回以上 ⑤ 月1回以上 ⑥ 月1回未満	利活用されていないことにより課題が顕在化していない可能性をチェックするための問です。
2	インターネット通信が遅いと感じることはありますか	① ある ② ない	課題の有無、程度を把握するための問です。帯域が十分であるにもかかわらず遅いと感じる場合は、セッション数に問題がある可能性もあります。
3	どのくらいの頻度で遅いと感じますか	① 毎日 ② 週に数回 ③ 月に数回	
4	遅いと感じる特定の曜日、時間はありますか		
5	通信が遅いと感じる教室はありますか	① ある ② ない	特定の教室で遅い場合には、当該教室の電波環境や無線APの設定に問題があることがあり、その可能性を探るための問です。
6	通信が遅いと感じる教室はどのくらいありますか	① 全教室 ② 複数フロア、複数教室 ③ 1～2教室	
7	特に通信が遅いと感じる教室名を教えてください		
8	教室間の移動などで無線LANが切れてしまうことはありますか	① ある ② ない	無線APが利用可能である教室間の移動であるにもかかわらず、移動先で無線LANの接続が切れていることがある場合、無線APの切替わりが上手く行われていないケースや、無線エリアに入った際の再接続が上手く行われていないケースがあり、その可能性を探るための問です。
9	教室間の移動等で無線LAN接続が切れてしまう場合、よく無線LAN接続が切れてしまう移動経路があれば教えてください		
10	ソフトウェアを使った時に遅くなりますか	① はい ② いいえ	学校までのネットワークや校内ネットワークに問題はなく、ソフトウェアサービス側（SaaS側）に問題があることがあり、その可能性を探るための問です。
11	遅くなるソフトウェア名を教えてください		

12	具体的に遅くなる利用場面などがあれば教えてください		特定の時間に一斉の端末起動やログインが行われることで遅延や不具合が発生している可能性があり、これは運用の改善である程度解決できることから、その可能性を探るための問です。
13	児童生徒から通信が遅いと言われることはありますか	①ある ②ない	児童生徒の体感を確認することで、課題の有無、程度をより細かく把握するための問です。
14	児童生徒から通信が遅いと言われるのはどのような場合ですか（頻度、特定の時間帯、場所、利用場面等をお答えください。）		



MEXT

MINISTRY OF EDUCATION,
CULTURE, SPORTS,
SCIENCE AND TECHNOLOGY-JAPAN