

SINET

導入・運用・活用に関するガイドブック

SINETに接続・運用・活用する際のノウハウ

令和3年度 初等中等教育段階の
SINET活用実証研究事業



文部科学省



本ガイドブックの使い方

本ガイドブックは、令和3年度 初等中等教育段階のSINET活用実証研究事業における、SINETに接続・運用・活用する際のノウハウや、事例を一冊にまとめたものです。

〈 ページを構成する要素 〉

本ガイドブックの各ページは、以下に示す①～⑤の要素で構成しています。

1 | 概要(はじめに)

1-1 はじめに

背景+概要

実証事業の前提:接続モデル

SINETとは

〈 本実証事業における実証地域～SINET DC間の接続 〉

実証地域	接続先のSINET DC	接続回線の帯域・種別
津沢市	SINET 茨城DC (※)	2Gbps・帯域保証型
鎌倉市	SINET 茨城DC (※)	4Gbps・帯域保証型
甲州市	SINET 山梨DC	2Gbps・帯域保証型
岡崎市	SINET 静岡DC	10Gbps・帯域保証型
八代市	SINET 熊本DC	4Gbps・帯域保証型
天城町	SINET 鹿児島DC	1Gbps・帯域保証型

- ① … 各章の大項目の名称を記載しています。
- ② … 中項目の名称を記載しています。
- ③ … 本文を記載しています。
- ④ … 引用元を記載しています。
- ⑤ … インデックスです。本ガイドブックにおけるページの位置を示しています。

GIGAスクール構想の進展により、学校や自治体、事業者の皆様の尽力で端末と校内LANの整備はかなり進んできました。一方で、クラウド上のデータやサービスを利用するために欠かすことができないインターネット環境は、まだ改善に取り組む自治体が少なくありません。

令和2年度の「新時代の学びにおける先端技術導入実証研究事業(多様な通信環境に関する実証)」で、集約型、ローカルブレイクアウト、SINET利用といくつかの事例が示され、各自治体等で最適な接続形態をとろうとしています。令和3年度の「初等中等教育段階のSINET活用実証研究事業」では、選択肢の一つとしてSINETへの接続にメリットがある場合に接続できるようにするという考えを基に、SINET接続を選択する場合の検討点と、学習活動で求められるインターネット環境(帯域幅、パケット処理、ボトルネックになりやすいポイント)を、SINET上に統合的に環境を構築することで、データを取得し、検証しました。

6つの実証地域は、規模、これまでの取り組み、地理的条件等から多様になるように構成されています。限られた期間での実証であり、なおかつコロナ禍で現地での対応が難しい状況が生じる中で、ご協力をいただき進めることができました。

本事業では、技術的、教育的の2つの側面から調査しました。

技術的な面では、自治体で集約するための回線、集約する設備、SINETの接続ポイントまでの回線、SINET DC内の環境構築等、構築上の課題を明らかにし、その解決に向けての取り組みを進めました。また、実証環境を生かしたスループットの把握から、教育利用の際に求められるネットワークについて、これまでの知見をさらにデータで裏付けることができました。

自治体が計画した教育実践に取り組み、意図的に一斉負荷をかけた状態でのトラフィック、日常的な利用でのトラフィックの測定から、活用の仕方によって必要な帯域幅は大きくことなることも改めて確認されました。

教育利用の面では、SINETへの接続後において、日常的に予想どおり向上が見られ、さらに使い方が変わると体感も変わり、環境が良くなると活用が広がっていることも確認できました。

この先、さらにコンテンツや学びの形態が変わる中で、どのような活用が一般的になるか、数年後の姿が楽しみです。

今後のインターネット接続環境の構築に向けて、SINETを利用することでのセキュアな接続や、活用の多様化・高度化が校務も含めた教育活動に資する効果を期待し、コストも含めて検討するときに、本事業で得られた知見が生かされることを願っています。

事業推進委員会 委員長
柏市教育委員会 教育研究専門アドバイザー

西田 光昭

Contents

本ガイドブックの使い方	2
-------------	---

委員長挨拶	3
-------	---

第1章

概要(はじめに) 5

1-1 ▶ はじめに	6
------------	---

1-2 ▶ 参考資料	10
------------	----

第2章

技術的効果の検証 15

2-1 ▶ ボトルネックと対策	16
-----------------	----

2-2 ▶ 一斉通信	24
------------	----

2-3 ▶ 個人情報を含むログの取扱い	28
---------------------	----

2-4 ▶ セキュリティ	29
--------------	----

2-5 ▶ 運用に関する整理	30
----------------	----

2-6 ▶ 費用に関する整理	31
----------------	----

2-7 ▶ その他の調査	33
--------------	----

2-8 ▶ 本実証事業から得られた知見	34
---------------------	----

Column ネットワーク概略図の作成方法	22
-----------------------	----

Column トラフィックグラフの見方や特徴的な波形の解説	26
-------------------------------	----

第3章

教育的効果の検証 35

3-1 ▶ 実施結果一覧	36
--------------	----

3-2 ▶ 一斉アンケートによる効果測定結果	37
------------------------	----

3-3 ▶ 秋田県 湯沢市における実施内容	42
-----------------------	----

3-4 ▶ 神奈川県 鎌倉市における実施内容	44
------------------------	----

3-5 ▶ 山梨県 甲州市における実施内容	46
-----------------------	----

3-6 ▶ 愛知県 岡崎市における実施内容	48
-----------------------	----

3-7 ▶ 熊本県 八代市における実施内容	50
-----------------------	----

3-8 ▶ 鹿児島県 天城町における実施内容	52
------------------------	----

3-9 ▶ 教育的効果におけるまとめ	54
--------------------	----

第1章

概要(はじめに)

1-1 ▶	はじめに	6
1-2 ▶	参考資料	10

1-1 はじめに

背景・概要

技術革新やグローバル化がより一層進展する Society 5.0 時代を迎える現在、教育現場においては ICT やビッグデータを効果的に活用し、子供たち一人ひとりの力を最大限に引き出し、創造性を育む教育を実現していくことが必要不可欠です。初等中等教育段階では、「GIGA スクール構想」に基づき、小・中学校1人1台端末と学校の高速度大容量の通信ネットワーク等の一体的な整備が各自治体において進められています。

超高速の学術情報ネットワークである SINET は、初等中等教育段階の学校において、安定した遠隔・オンライン教育の実現やオンラインコンテンツのスムーズな利用、大学・研究機関との交流・連携等、様々な活用が想定されています。

SINET は、将来的に希望する初等中等教育機関への開放が検討されています。本実証事業では、一定規模の学校数が SINET に接続した場合の高速度大容量通信や同時接続による運用体制等を実証しました。

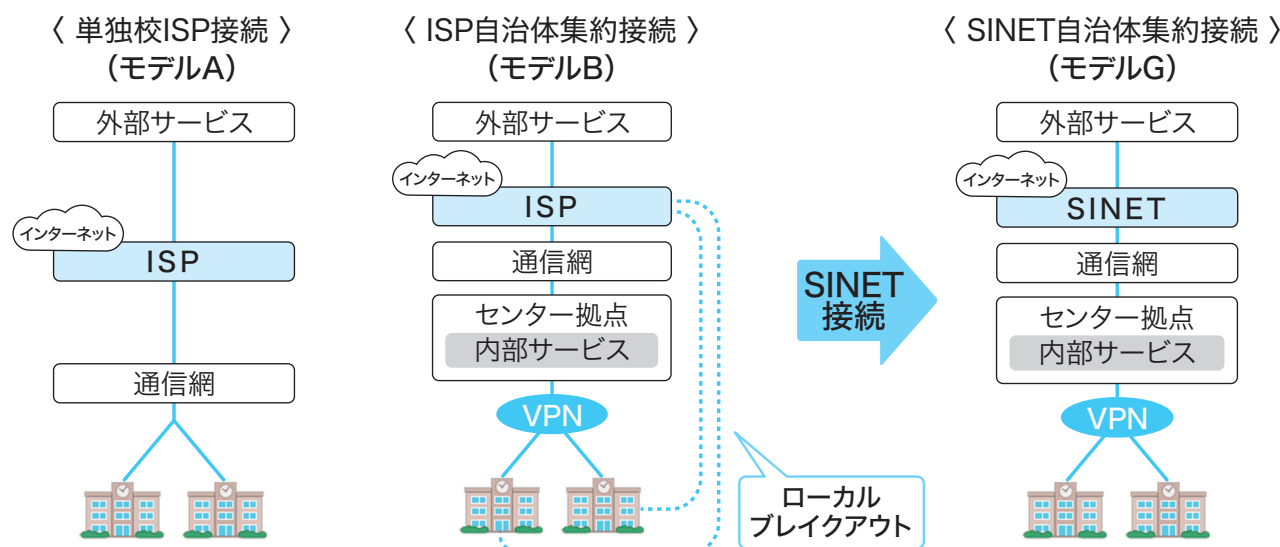
各自治体における現在のインターネット接続環境を速度・品質・運用・費用や教育利用の観点から見直す場合、SINET への接続が有効となる場合があります。なお、SINET に接続するためには、各自治体の集約拠点等から SINET データセンターまでの回線を各自治体で用意していただく必要があり、その他に、SINET 側に係る経費を負担していただくことを検討しています。

本ガイドブックは、初等中等教育機関が SINET への接続を検討する際に参考となる効果的な SINET の導入・運用・活用のポイントと事例の提供を目的としています。

実証事業の前提：接続モデル

「GIGA スクール構想の実現に向けた校内通信ネットワーク環境等の状況について(令和3年8月)」によると、学校(32,646校)の50.9%が「学校から直接接続(下図のうち“モデルA)」、42.3%が「学校回線を集約接続(下図のうち“モデルB)」という構成を採用しています。

実証地域は、いずれも「ISP自治体集約接続(モデルB)」を採っており、本実証事業にて「SINET自治体集約接続(モデルG)」の形態にて SINET へ接続しました。



※「学習系ネットワークにおける通信環境最適化ガイドブック」より引用

https://www.mext.go.jp/content/20210405-mxt_jogai01-000010127_004.pdf

SINETとは

SINETとは、日本全国の大学、研究機関等の学術情報基盤として、国立情報学研究所(NII)が構築、運用している情報通信ネットワークです。

教育・研究に携わる多くの人々のコミュニティ形成を支援し、多岐にわたる研究や学術情報の流通促進を図るため、大学、研究機関等に対して先進的なネットワークを提供し、多くの海外研究ネットワークと相互接続しています。

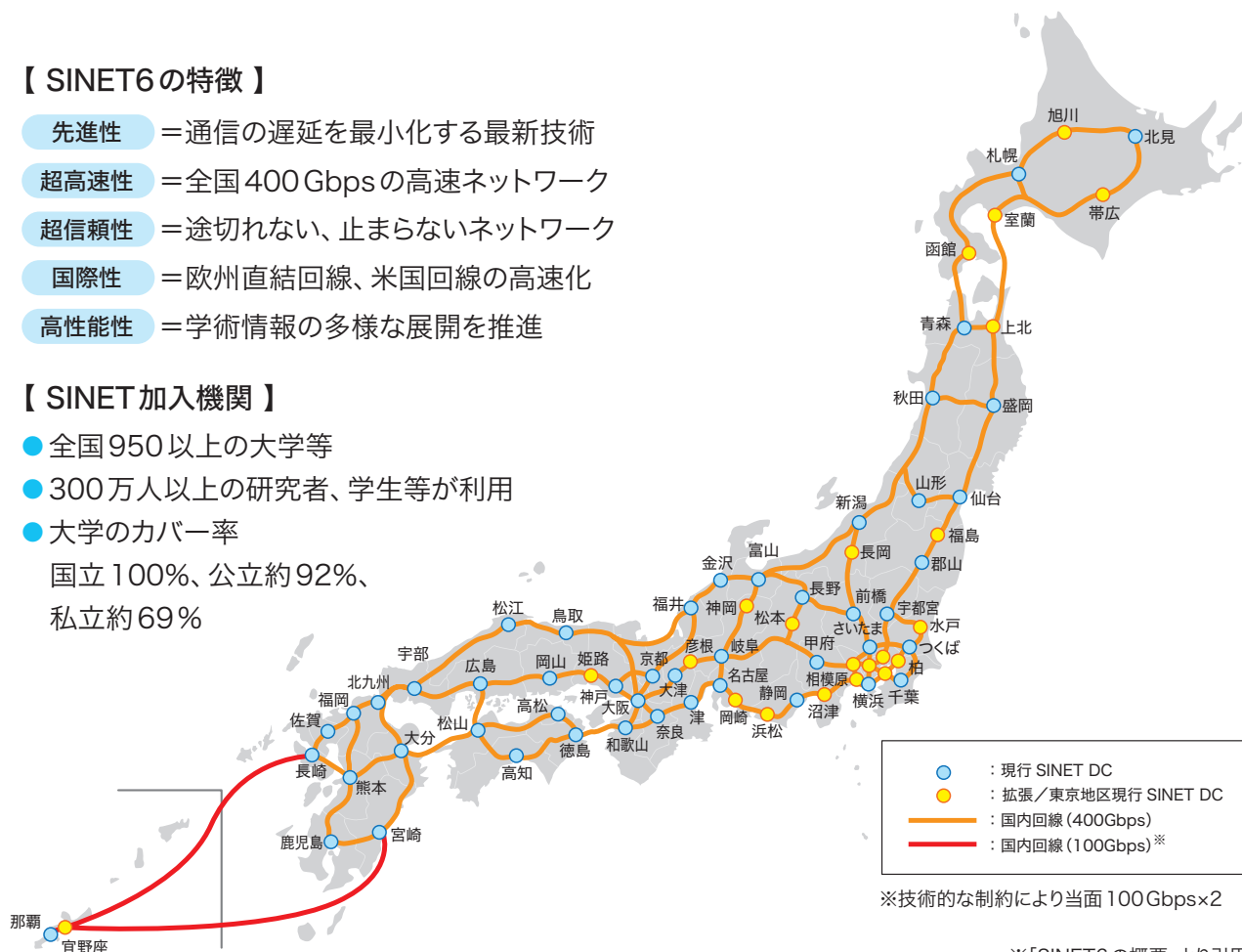
NIIでは、令和4年4月より、新しいネットワーク基盤SINET6の運用を開始します。全国で計70箇所のデータセンター(SINET DC)が整備されます。本実証事業においては、NIIの協力の下、SINET5の環境にて各所のSINET DCを活用し、実証地域をSINETへ接続しました。

【 SINET6の特徴 】

- 先進性** = 通信の遅延を最小化する最新技術
- 超高速性** = 全国400 Gbpsの高速ネットワーク
- 超信頼性** = 途切れない、止まらないネットワーク
- 国際性** = 欧州直結回線、米国回線の高速化
- 高性能性** = 学術情報の多様な展開を推進

【 SINET加入機関 】

- 全国950以上の大学等
- 300万人以上の研究者、学生等が利用
- 大学のカバー率
国立100%、公立約92%、
私立約69%



※「SINET6の概要」より引用
https://www.nii.ac.jp/openforum/upload/5-1_setsumeikai20211117_sinet6_1.pdf

〈 本実証事業における実証地域～SINET DC間の接続 〉

実証地域	接続先のSINET DC	接続回線の帯域・種別
湯沢市	SINET 茨城DC(※)	2Gbps・帯域保証型
鎌倉市	SINET 茨城DC(※)	4Gbps・帯域保証型
甲州市	SINET 山梨DC	2Gbps・帯域保証型
岡崎市	SINET 静岡DC	10Gbps・帯域保証型
八代市	SINET 熊本DC	4Gbps・帯域保証型
天城町	SINET 鹿児島DC	1Gbps・帯域保証型

※令和3年度は、SINET5からSINET6への移行期間にあたり、近傍のSINET DC側における接続ポートの空きが存在しないため、SINET 茨城DCへ接続しました。

SINETへの接続を検討する前に

インターネット接続回線を増強するためにSINETへ接続しただけでは、必ずしも通信速度や安定性が向上するとは限りません。例えば、校内のルータやスイッチ、サーバ等の各種機器の性能や設定による制限、各種機器へ接続しているLANケーブルの経年劣化等がボトルネックとなり、本来期待されるインターネット接続環境の効果を活かせていない可能性があります。したがって、SINETへ接続する前に、自治体のインターネット接続環境について現状を把握し、改善策を検討する必要があります。

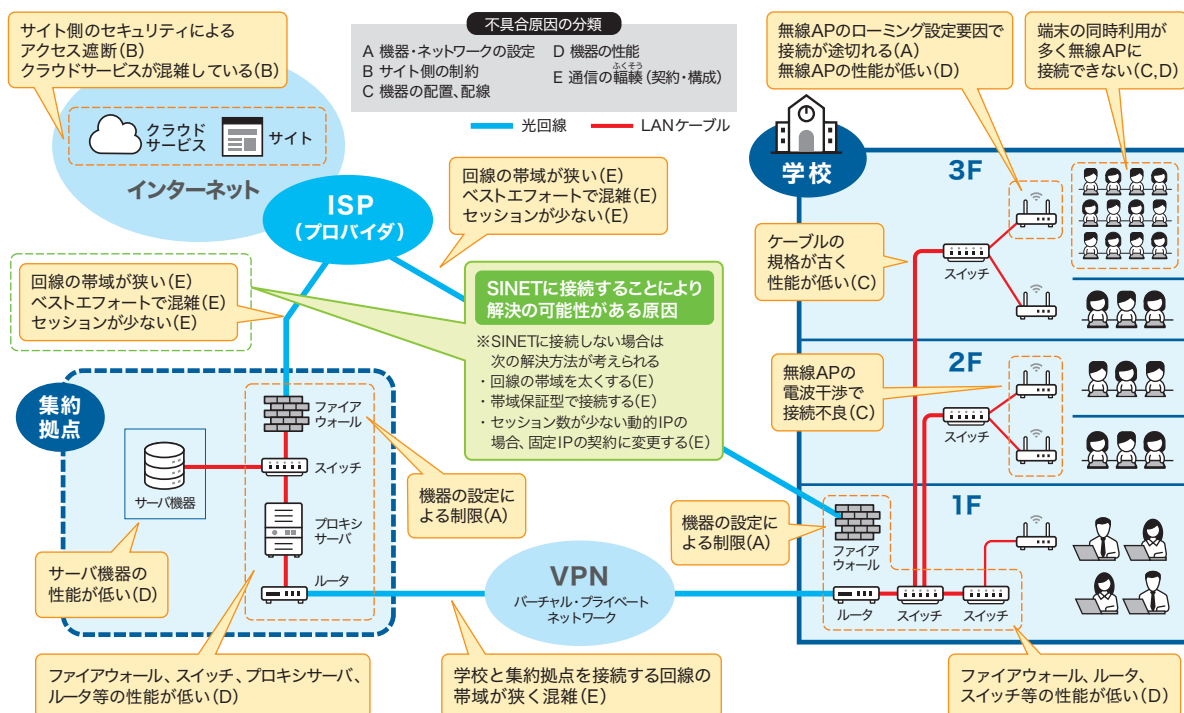
文部科学省では、令和3年4月以降に発生した主なボトルネックの事象と、インターネット接続やアプリケーションの動作が遅くなる原因について、以下のとおり整理しています。

令和3年4月以降に発生した主な事象の原因、解決・対処方法(例)(文部科学省による整理)

主な事象	原因	解決・対処方法の例
特定のサイトやアプリケーションにアクセスできない場合がある。	A 機器・ネットワークの設定	●端末や集約センター等での設定(フィルタリング・ローミング等)を変更する。
校内や教室内で接続しにくい場所がある。	B サイト側の制約	●一斉に特定サイトに接続するような使い方は避ける。 ●サイト側で閾値を上げる。 ●集約拠点側でアクセスを分散させる。
OSのアップデートやアプリケーションの更新によりネットワークに接続しにくくなる。	C 機器の配置、配線	●ループ配線になっていないか、機器間の電波干渉がないかなどの確認を行う。 ●アクセスポイントの配置を変更・増設する。
教材サイト等に一斉にログインを行おうとすると、ログインできないことがある。	D 機器の性能	●応急措置として、ボトルネックとなるファイアウォールやプロキシサーバ等をバイパスする。 ●十分な処理能力の機器に交換する。
インターネット接続なしと表示されるなど、接続できない場合がある。	E 通信の輻輳*(契約・構成)	●通信事業者(回線・ISP)によるボトルネック切り分け・対処を行う。 ●使用人数・通信量に見合った契約になっているか確認する。 ●動的IPから固定IPの契約に変更する。 ●より高速な通信帯域のメニューへ変更する。
大型掲示装置等への接続が切断される。		●接続回線を追加する。 ●他の通信事業者に変更する。 ●学校から直接接続にする。
特定の人数を超えて一斉に端末を利用するとネットワークに接続することができなかつたり、接続しにくくなることある。		
特定の時間帯に、いずれの端末からもインターネットに接続しにくくなる。		

*輻輳(ふくそう): 様々な通信が特定箇所に集中する状態

インターネット接続やアプリケーションの動作が遅くなる原因(例)(文部科学省による整理)



※「令和3年8月 GIGAスクール構想の実現に向けた校内通信ネットワーク環境等の状況について」より引用
https://www.mext.go.jp/content/20210910-mxt_jogai02-000011648_001.pdf

令和2年度に実施した「新時代の学びにおける先端技術導入実証研究事業(多様な通信環境に関する実証)」では、ネットワーク不通時の確認事項を以下のとおり整理しています。

ネットワーク不通時の確認事項(令和2年度事業における整理)

ネットワークが不安定な際は、初めに影響範囲を特定します。

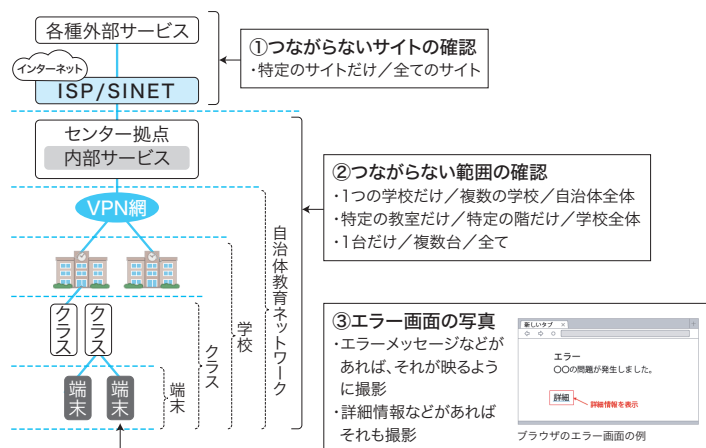
学校のICT担当者、教育委員会のネットワーク管理者それぞれにおいて、以下の内容を確認します。

① 学校でのICT担当者にて確認する事項

- ✓ クラス内部における不具合の可能性：何台の学習端末が接続できないのか。
- ✓ 発生範囲：特定のクラスだけの不具合か、複数クラス又は学校全体の不具合か。

② 教育委員会のネットワーク管理者にて確認する事項

- ✓ 発生範囲：特定の学校だけか、複数学校又は自治体傘下の学校全体の不具合か。
- ✓ なお、自治体内の学校全体でネットワークに繋がらない場合は、WANの障害が示唆されるため、担当する業者へ確認し、原因の特定を依頼してください。



※「学習系ネットワークにおける通信環境最適化ガイドブック」より引用
https://www.mext.go.jp/content/20210405-mxt_jogai01-000010127_004.pdf

ネットワーク低速時の確認事項(令和2年度事業における整理)

令和2年度に実施した「新時代の学びにおける先端技術導入実証研究事業(多様な通信環境に関する実証)」では、ネットワーク低速時の確認事項を以下のとおり整理しています。

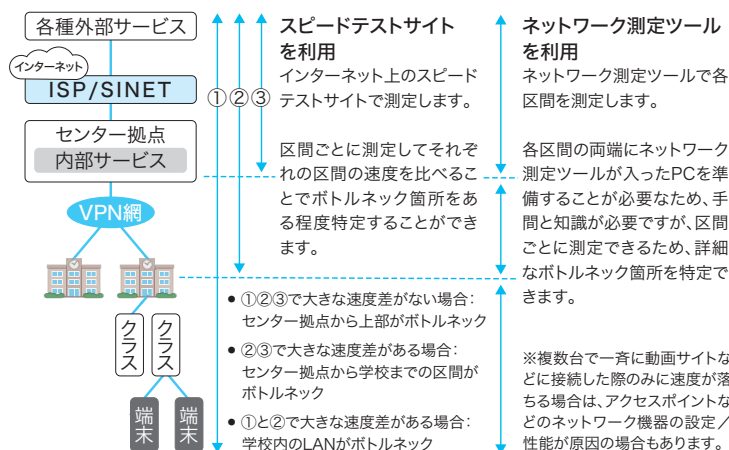
ネットワークが遅いとき、ネットワークの各区間の速度測定によってボトルネックの発生箇所を推定できます。

① スピードテストサイトを利用

- ✓ インターネット上のスピードテストサイトを利用し、下図のとおり教室で端末からスピードを測定(①)します。学校で集約した箇所で同様にスピードを測定(②)し、さらに教育委員会のセンター拠点で同様にスピードを測定(③)します。
- ➡ 区間ごとに測定してスピードを比較することで、ボトルネック箇所を推定できます。

② ネットワーク測定ツールを調査

- ✓ スピードテストサイトにて、ボトルネック区間を特定した後、ネットワーク測定ツールによる調査が有効です。
- ➡ 測定する区間の両端でネットワーク負荷ツールを利用することによって、ボトルネック箇所を特定できます。



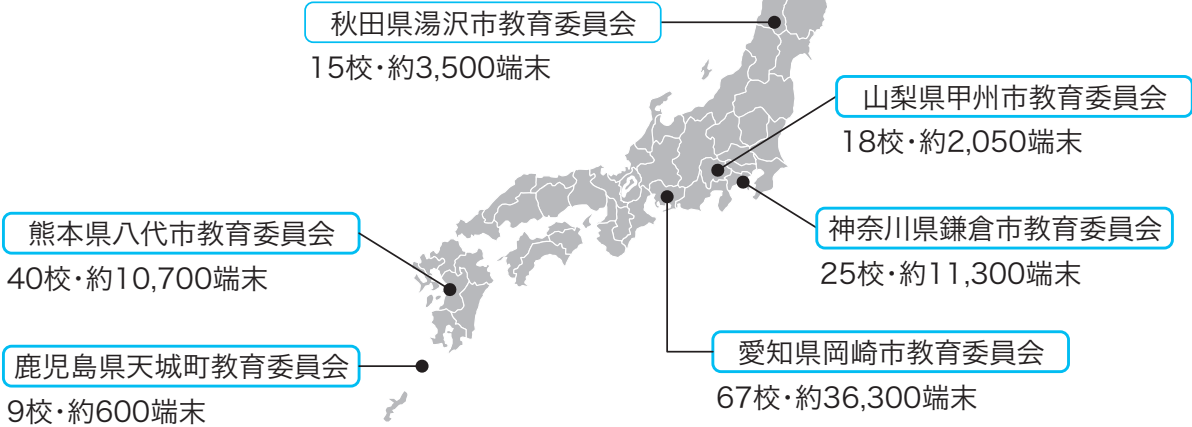
※「学習系ネットワークにおける通信環境最適化ガイドブック」より引用
https://www.mext.go.jp/content/20210405-mxt_jogai01-000010127_004.pdf

1-2 参考資料

実証地域の内訳

本実証事業に参画した実証地域の内訳は下図のとおりです。

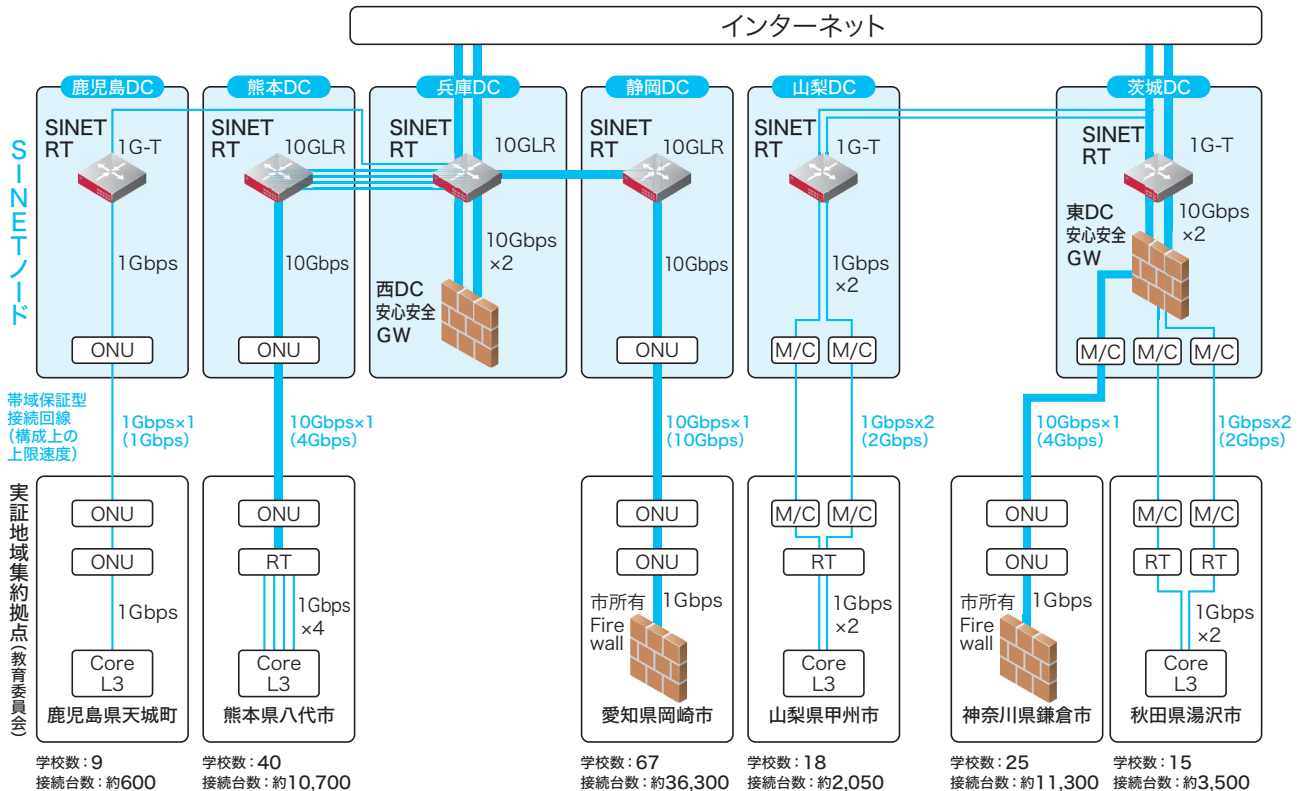
計174校・約64,450端末



SINETへの接続における全体構成

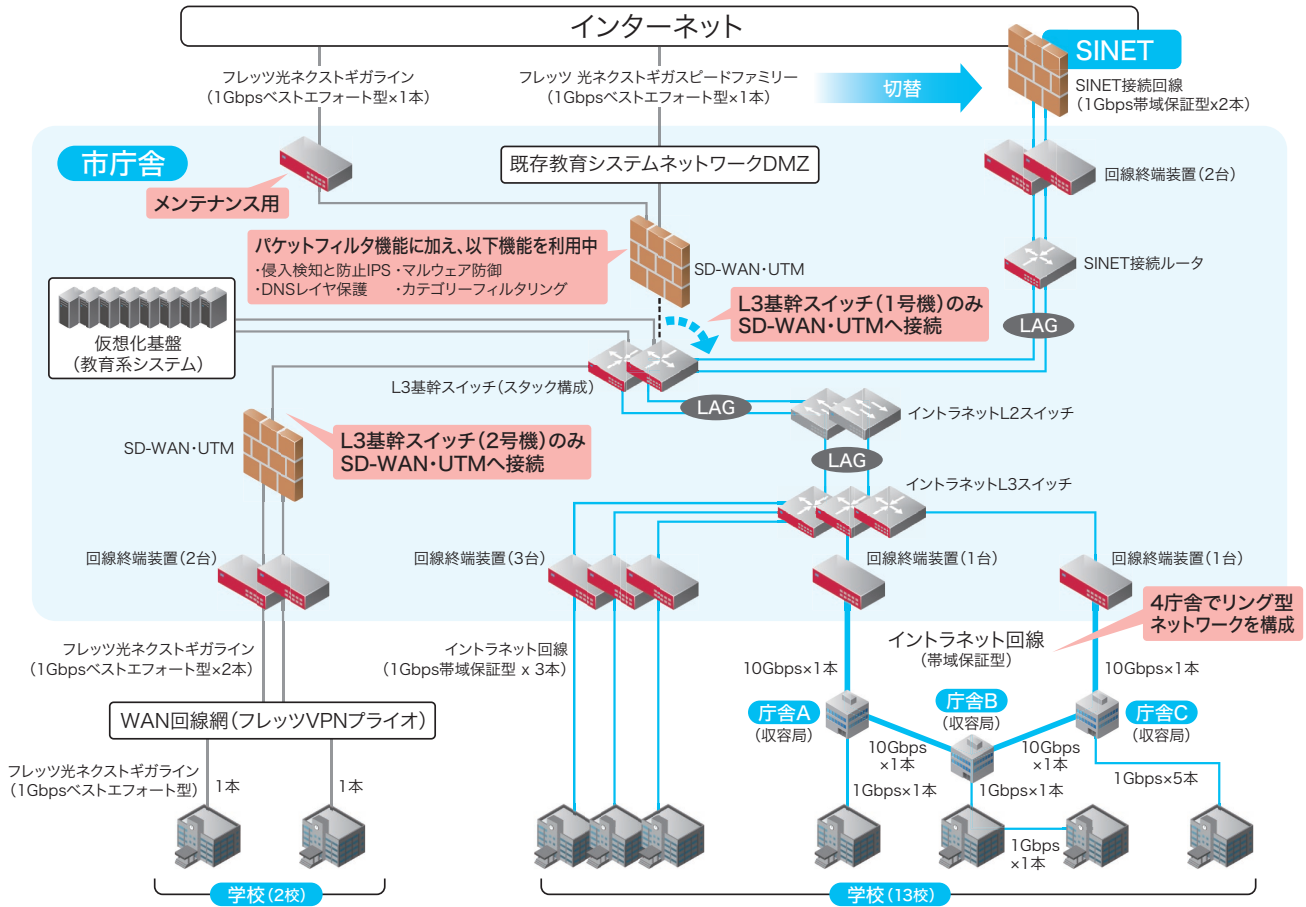
本実証事業では、6実証地域・174校・64,450端末を帯域保証型回線(※)でSINETへ接続しました。さらに、ファイアウォール(安心安全GW)で集約した後、SINET経由でインターネットへ接続しました。

※SINET-集約拠点間

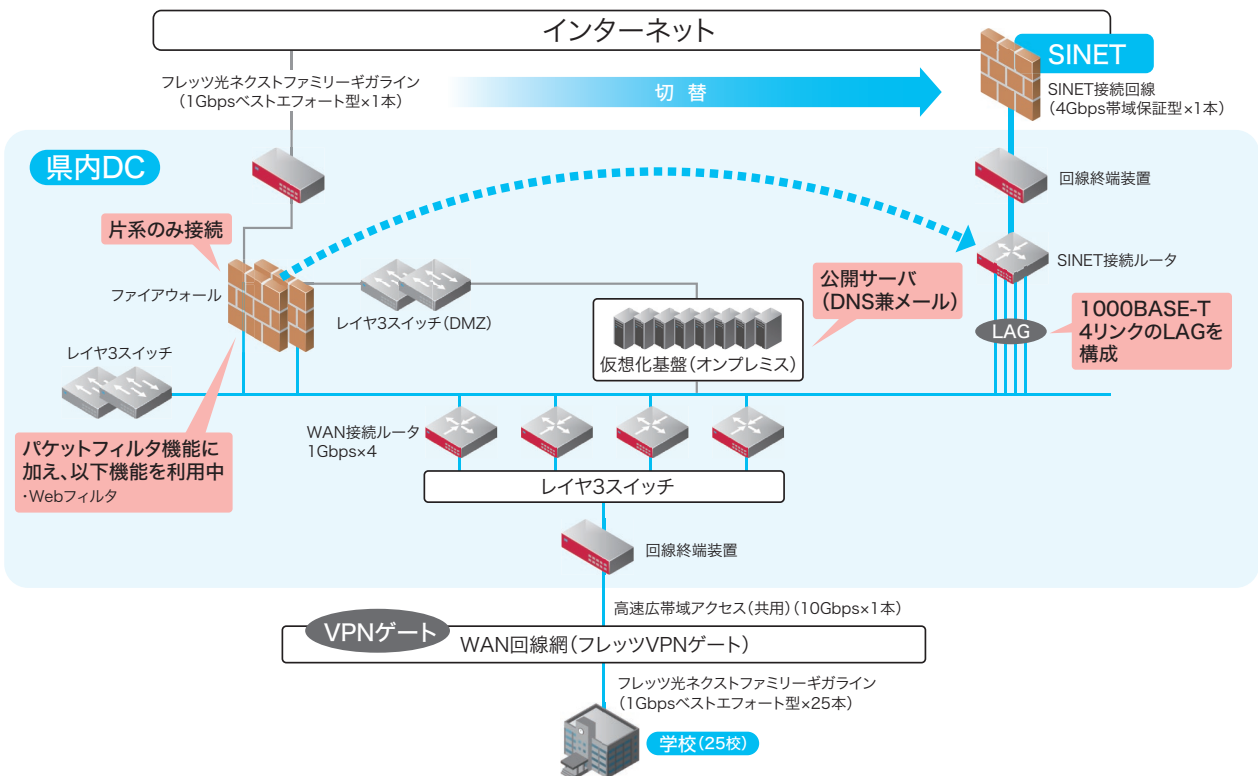


各実証地域のインターネット接続構成は下図のとおりです。

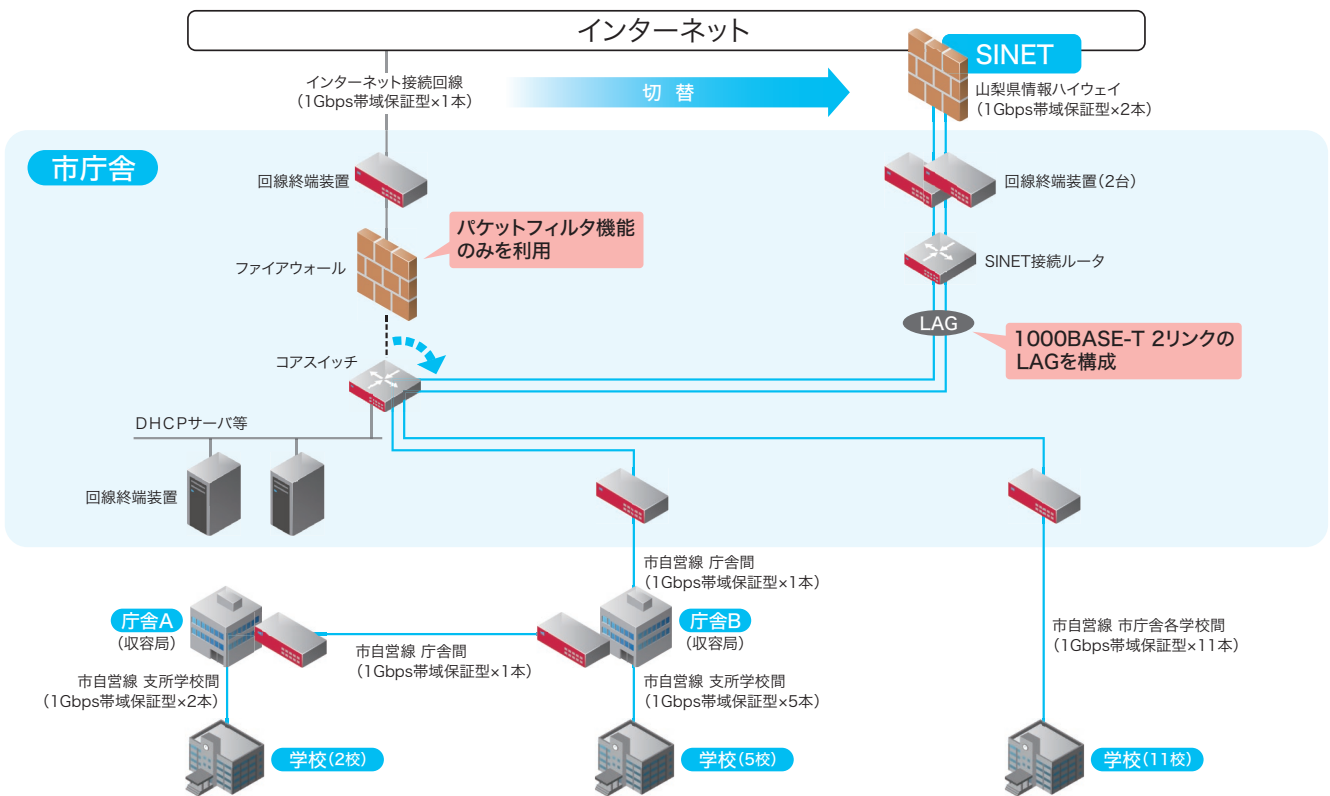
秋田県 湯沢市のインターネット接続構成



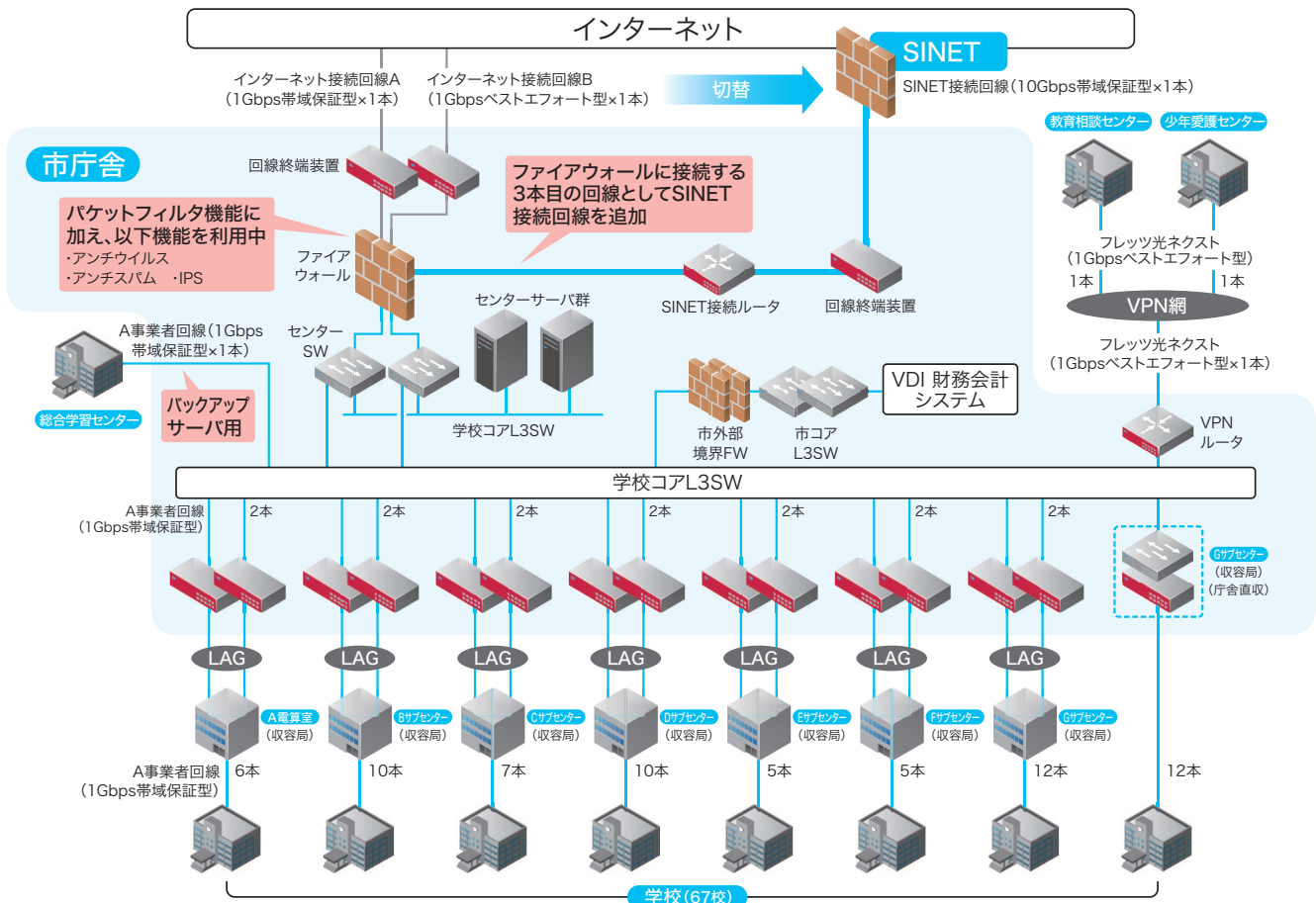
神奈川県 鎌倉市のインターネット接続構成



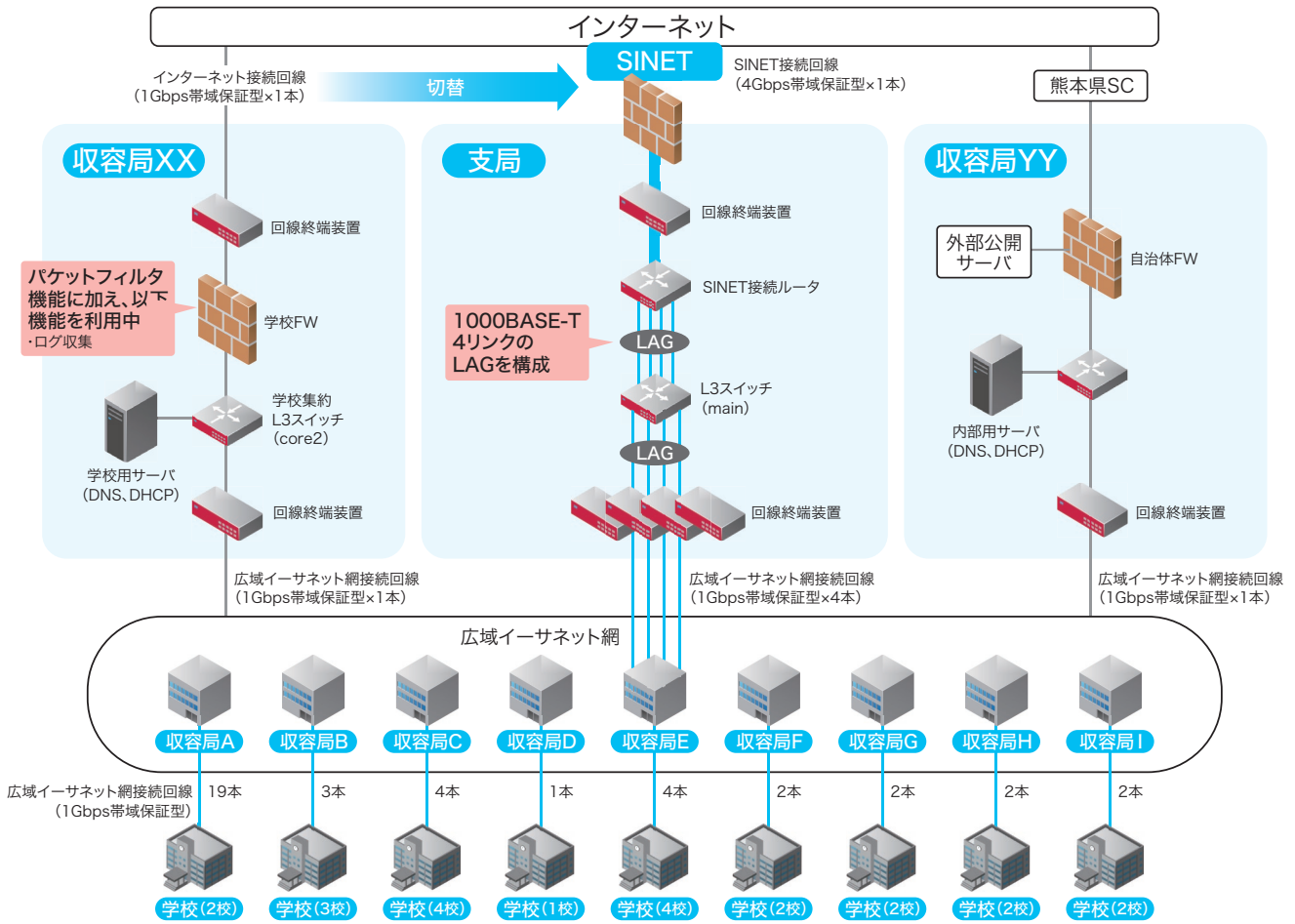
山梨県 甲州市のインターネット接続構成



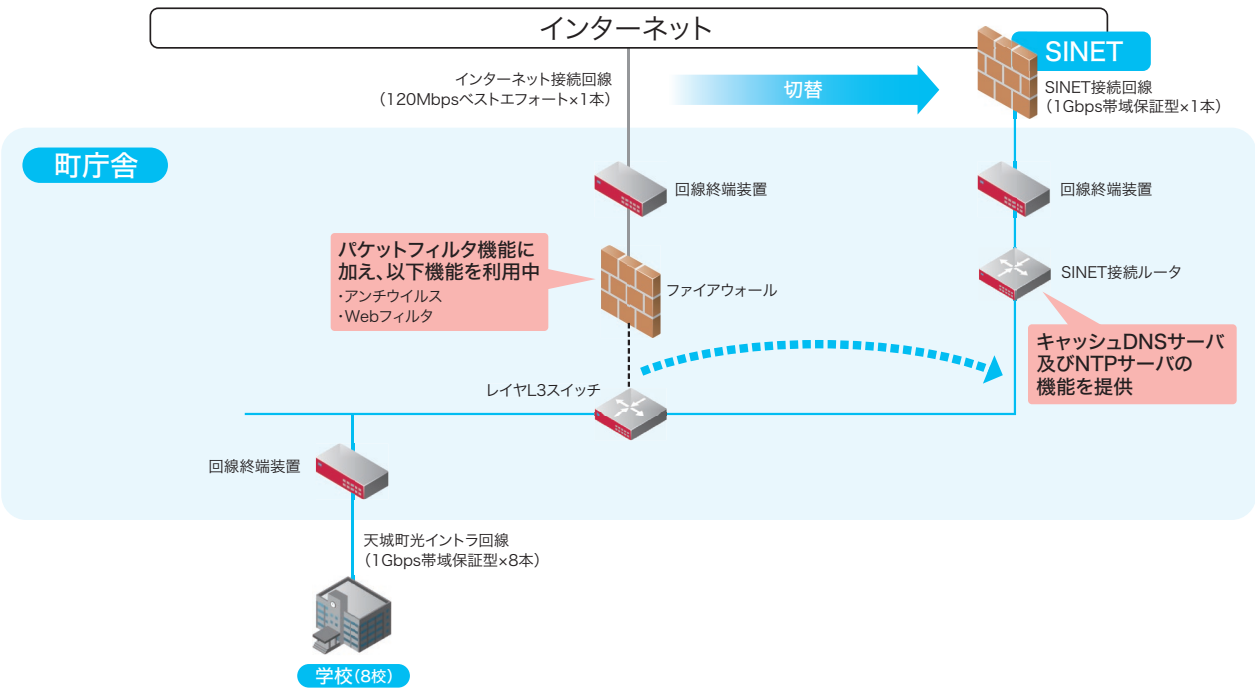
愛知県 岡崎市のインターネット接続構成



熊本県 八代市のインターネット接続構成



鹿児島県 天城町のインターネット接続構成



A series of horizontal dotted lines for writing, spanning the width of the page.

第2章

技術的効果の検証

2-1 ▶	ボトルネックと対策	16
2-2 ▶	一斉通信	24
2-3 ▶	個人情報を含むログの取扱い	28
2-4 ▶	セキュリティ	29
2-5 ▶	運用に関する整理	30
2-6 ▶	費用に関する整理	31
2-7 ▶	その他の調査	33
2-8 ▶	本実証事業から得られた知見	34
Column	ネットワーク概略図の作成方法	22
Column	トラフィックグラフの見方や 特徴的な波形の解説	26

2-1 ボトルネックと対策

ボトルネックの特定フローと対策の事例

実証地域では、SINETへの接続によってインターネット接続が広帯域化する一方で、その性能向上が思わしくない場合があります。SINETの性能を最大限に活用するため、以下の流れでボトルネックを特定し、対策を検討しました。

事例①～⑤の詳細をP.17以降に掲載します。

フィードバック	分類	調査箇所	詳細	確認の観点
教職員・児童生徒からのフィードバック「遅い」	A. ネットワーク	SINET		<ul style="list-style-type: none"> メンテナンス・サービス障害の発生状況(該当する事例は、本実証事業において発生しなかった)
		SINET接続回線 (集約拠点～SINET間)	通信キャリアの接続回線	<ul style="list-style-type: none"> 回線における帯域輻輳、機器における性能限界の発生状況 アラートの発生状況、内容 SINET接続前における学校のスループット測定結果を踏まえた調査・推測
			SINET接続ルータ	
		WAN回線 (集約拠点～学校間)	通信キャリアの接続回線	<ul style="list-style-type: none"> 事例①：ローカルブレイクアウト先ISPにおける輻輳
			SINET接続ルータ	
		LAN (集約拠点内・学校内)	レイヤ3スイッチ	<ul style="list-style-type: none"> 回線における帯域輻輳、機器における性能限界の発生状況 アラートの発生状況、内容 SINET接続前における学校のスループット測定結果を踏まえた調査・推測
			無線LANアクセスポイント、PoEスイッチ	
			プロキシサーバ	
			ファイアウォール	
	B. 学習端末	学習端末の機種、OS	<ul style="list-style-type: none"> 機器の仕様・性能 アップデートの頻度 	
		設定内容	<ul style="list-style-type: none"> 事例③：学習端末のソフトウェア更新に伴うトラフィック発生 コンテンツキャッシュの配備状況 	
	C. SaaS	学習コンテンツ	<ul style="list-style-type: none"> 事例④：コンテンツキャッシュによるトラフィックの軽減 利用する学習コンテンツの内訳・教科 「遅い」というフィードバックを確認した範囲(学校・学級)、対象 	
		ウェブフィルタリング等のセキュリティ機能		<ul style="list-style-type: none"> 事例⑤：SaaSにおける輻輳の発生 時間割や教科との相関、当時の状況・アクセス先


対策事例 ① ローカルブレイクアウト先ISPにおける輻輳

【事象】

- ローカルブレイクアウトを採用したものの、期待する速度の向上が見られませんでした。

【調査の流れ】

ISPに対し、以下の2点を確認しました。

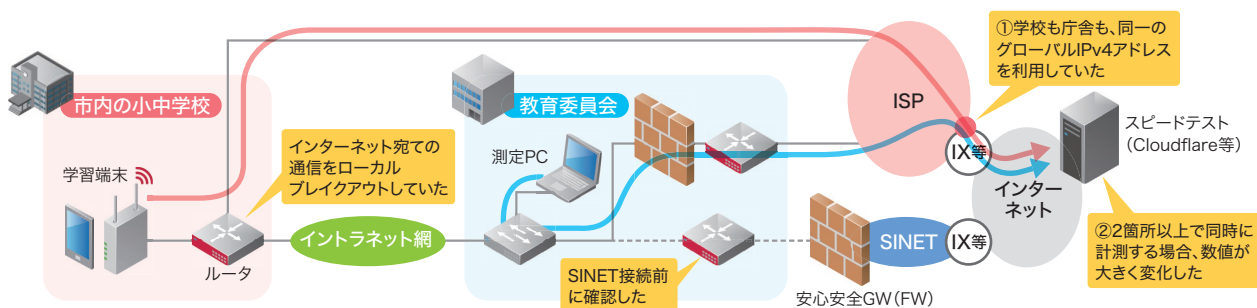
- 設備(下図のうち  の箇所)の配置が想定どおりであるか。
- 設備において帯域制限等を設定していないか。

【原因】

- インターネットへのアクセスにあたり、学校と庁舎が同一のグローバルIPv4アドレスを利用していたため、本来期待されるローカルブレイクアウトの効果を得られていませんでした。

【結果】

- 十分な帯域を確保した回線でSINETへ統合接続したことで、速度が大きく改善しました。



対策事例 ② 学校内FW DHCPサーバ機能の過負荷によるスループット低下

【事象】

- 実証地域のうち一部の学校において、始業直後に他の学校と比較して著しく速度が低下していました。

【原因】

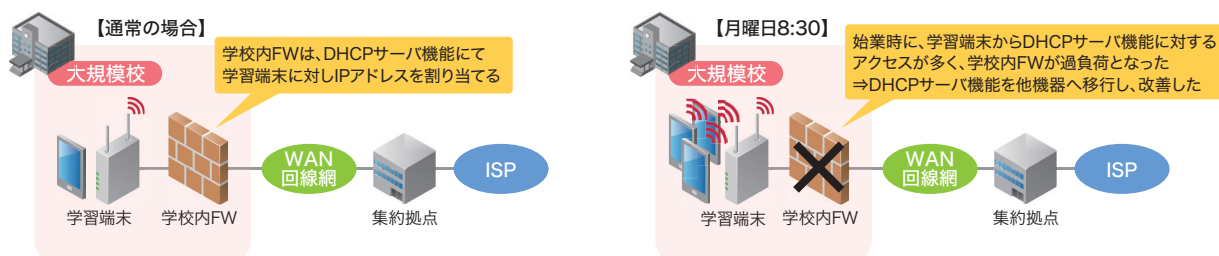
- 学校内FWにおける過負荷が原因でした。学校内FWではDHCPサーバ機能が稼働しており、始業時に多数の学習端末によるアクセスを受けることで過負荷状態となり、性能が低下していました。

【調査の流れ】

- 集約拠点～WAN回線網～学校の各所における同時刻帯のトラフィックグラフを確認した結果、当該の大規模校におけるグラフに限り、極端なスループットの低下を発見しました。
- 実証地域にて、学校に設置したFWを被疑箇所とした設定を進めた内容は以下のとおりです。
 - ✓ FWにおいて、高負荷が生じている兆候を発見しました。
 - ✓ FWにて稼働しているサービスを確認した結果、DHCPサーバの存在が判明しました。
 対策: DHCPサーバの機能を基幹ハブに切り替えました。

【結果】

- DHCPサーバ機能を基幹ハブへ移管した結果、事象が解消しました。



対策事例 ③ 学習端末のソフトウェア更新に伴うトラフィック発生

【事象】

- SINET 接続後のトラフィックを集計したところ、急激なトラフィックの増加を発見しました。

【調査の流れ】

- 急激なトラフィックの増加が不定期に発生していることを確認しました。また、授業における学習端末の利用時とは関係なくトラフィックが発生していました。
- 実証地域に了承を得た後、急激なトラフィックの増加時における安心安全GWのログを確認したところ、以下の内容が判明しました。
 - ✓ アクセス元 ⇒ 実証地域の全域からアクセスされていました。
 - ✓ アクセス先 ⇒ 学習端末又はOSの提供元に対するアクセスが90%以上を占めていました。

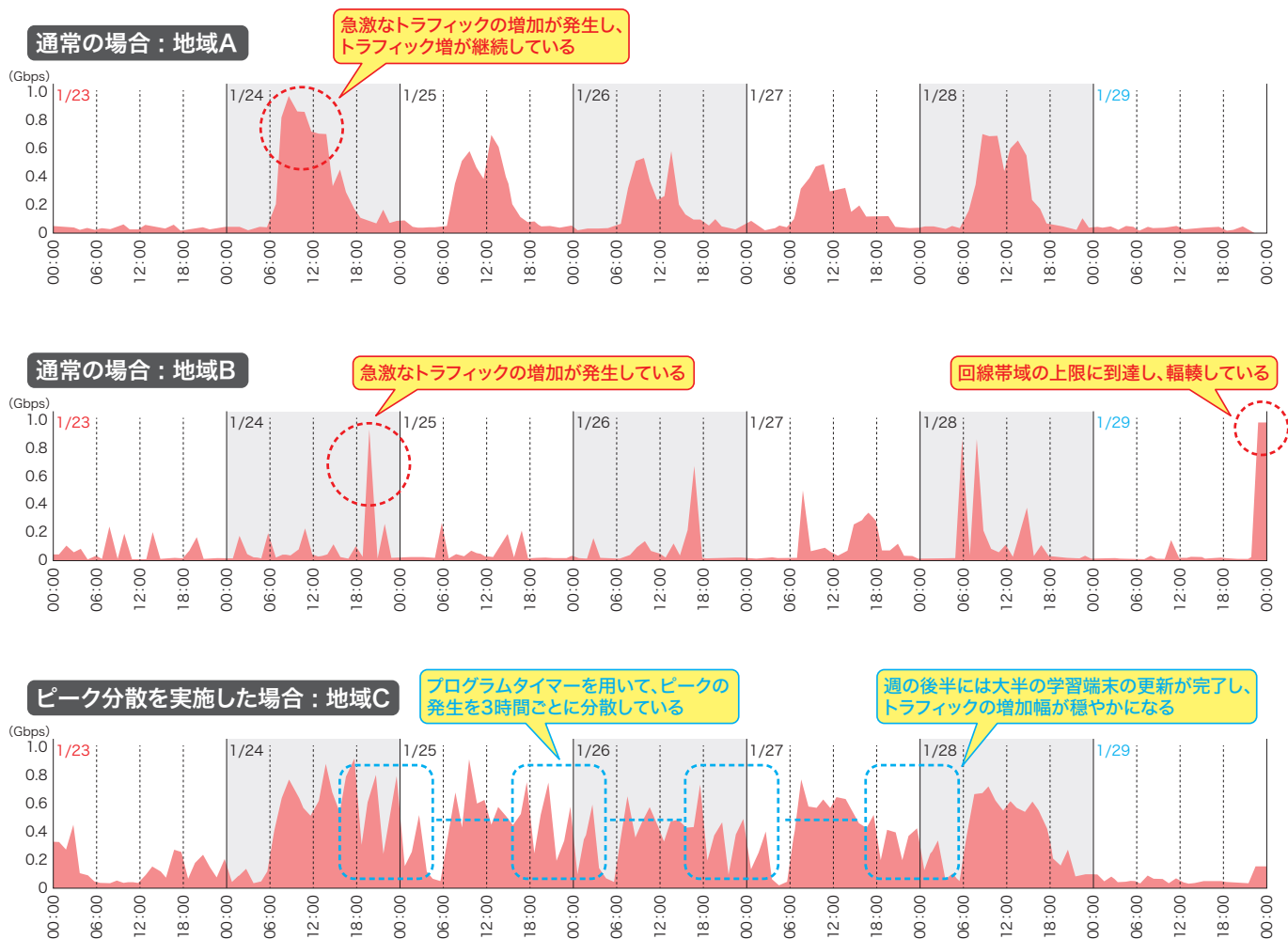
【結果】

- 学習端末のソフトウェア更新に係る通信は、しばしば急激にトラフィックを増加させることが判明しました。

【補足：実証地域における創意工夫】(詳細はP.19をご参照ください)

- プログラムタイマーによるピーク分散
- コンテンツキャッシュの分散配置(事例④に示します。)

〈トラフィックの発生例(令和4年1月23日(日)～1月29日(土)：iPadを利用する実証地域)〉



対策事例 ④ コンテンツキャッシュによるトラフィックの軽減

【事象】

- コンテンツキャッシュの配置により、学習端末がコンテンツキャッシュ宛にアクセスすることで、インターネット宛のトラフィックを軽減しています。

【対策】

- コンテンツキャッシュを配置し、トラフィックの軽減を図っていました。

【結果】

- 同一のファイルを繰り返しダウンロードする通信において、コンテンツキャッシュを配置することで、学習端末はコンテンツキャッシュ宛に通信するため、トラフィックの軽減に有効です。
- ソフトウェア更新に係る通信は、キャッシュ機器の場合、1台あたり51.3Mbps、学習端末の場合、1台あたり0.35Mbpsのインターネット通信が発生していました。したがって、学習端末数が147台以上の学校については、キャッシュ機器が効果を発揮します。 $(51.3 \div 0.35 \approx 146.6)$
- 下表のとおり、トラフィックを6割～7割程度軽減できました。

※地域Cでは、大・中規模校向けのキャッシュ機器を各学校に設置する一方で、小規模校向けのキャッシュ機器を市庁舎に設置し、共同利用していました。

	地域A		地域C	
	①キャッシュ機器なし 【実測値】	②キャッシュ機器あり 【想定値】	③キャッシュ機器なし 【想定値】	④キャッシュ機器あり 【実測値】
学校数	25校		67校	
学習端末数	11,300台		36,300台	
キャッシュ機器数	0	25	0	60
iPadOS等の更新に係る帯域	学習端末1台あたり 0.35Mbps	キャッシュ機器1台 あたり51.3Mbps	学習端末1台あたり 0.35Mbps	キャッシュ機器1台 あたり51.3Mbps
ピーク値	3.98Gbps	1.28Gbps	12.79Gbps	3.08Gbps
キャッシュ機器による トラフィックの軽減効果	0.0%	-67.8%	0.0%	-75.9%

対策事例 ⑤ SaaSにおける輻輳の発生

【事象】

- SINETへの接続後、SaaSを経由する通信の速度が改善しませんでした。

【調査の流れ】

SaaS (コンテンツフィルタ) 設備の機能配置を下図のとおり想定し、以下の内容をSaaSの提供元へ確認しました。

- SaaS設備において端末ごと若しくは接続元(契約者)ごとに帯域制限を設けていないか。
- SaaS設備の性能が不足している等の事象が生じていないか。

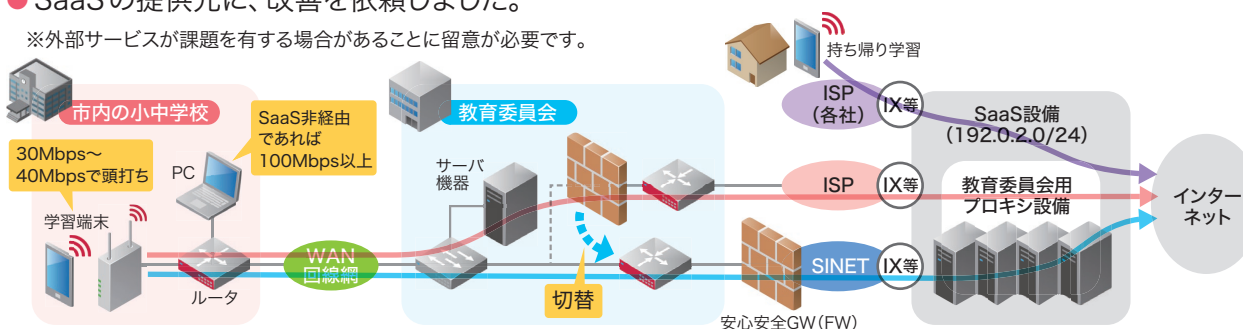
【原因】

- SaaS設備におけるボトルネックが発生していました。

【結果】

- SaaSの提供元に、改善を依頼しました。

※外部サービスが課題を有する場合があります。留意が必要です。



参考：SaaS型コンテンツフィルタの種類

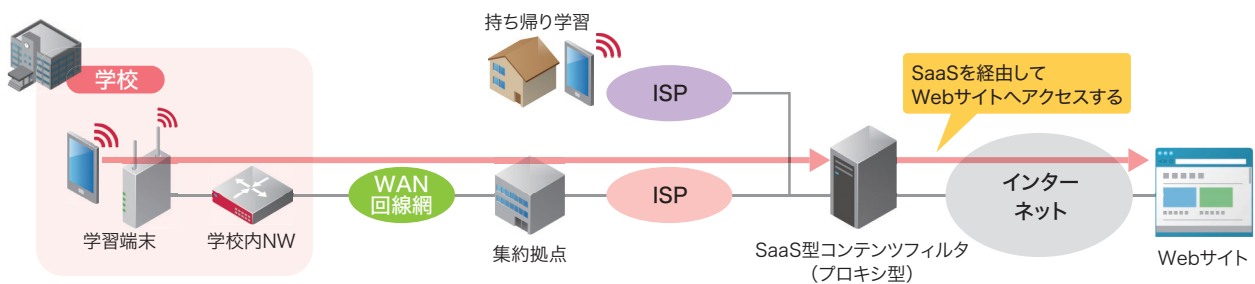
持ち帰り学習等、集約拠点におけるセキュリティ対策が無効となる環境下において、学校内と同一のセキュリティ対策を実現する際に、SaaS型コンテンツフィルタが有効です。

SaaSは以下の2種類に大別されます。

① プロキシ型

利点：SaaSがプロキシサーバとして動作し、不正なサイトへのアクセス遮断・Webアクセスに伴いダウンロードするデータのウイルスチェック等を実施します。

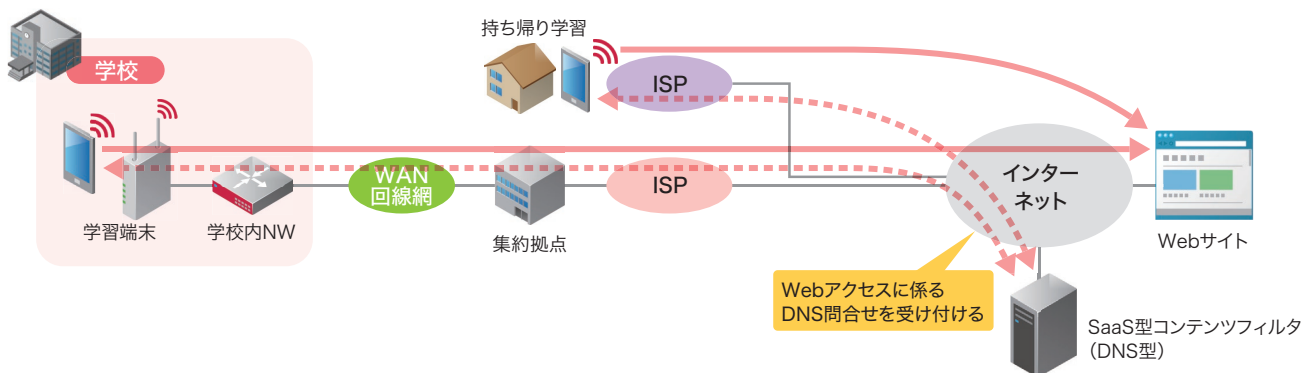
課題点：SaaSの性能が不足する場合にボトルネックとなり、Webアクセスが遅延する可能性があります。



② DNS型

利点：SaaSがキャッシュDNSサーバとして動作し、不正なサイトへのアクセスを遮断します。

課題点：URL単位でのフィルタリングに未対応である、データのウイルスチェックを実施できない等、①プロキシ型と比較してフィルタリングの精度に課題を有する場合があります。



参考：SINETへの接続前後における速度測定の比較

実証地域におけるSINETへの接続前後において、学校の測定端末からスピードテストサイトへアクセスし、スループットを測定した結果の一例を、参考として以下の表に示します。

SINETへの切替前におけるダウンロードの計測値は、10Mbps未満が散見されましたが、SINETへの切替後、20Mbps以上の値で安定した状態となりました。

切替前後		切替前					切替後				
測定回		1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
8:30	ダウンロード	/					22.1Mbps	22.4Mbps	17.8Mbps	19.6Mbps	24.8Mbps
	アップロード						30.4Mbps	31.2Mbps	33.7Mbps	30.1Mbps	28.0Mbps
	レイテンシ						18.0ms	27.5ms	21.0ms	19.0ms	19.0ms
	ジッタ						13.5ms	12.8ms	54.8ms	15.2ms	9.0ms
10:00	ダウンロード	6.94 Mbps	9.35 Mbps	12.40 Mbps	33.80 Mbps	—	21.4Mbps	25.7Mbps	24.0Mbps	25.8Mbps	12.4Mbps
	アップロード	40.80 Mbps	—	—	24.10 Mbps	—	26.9Mbps	25.8Mbps	22.2Mbps	30.4Mbps	22.6Mbps
	レイテンシ	20.00 ms	10.00 ms	256.00 ms	98.00 ms	—	19.5ms	18.0ms	18.0ms	18.0ms	28.5ms
	ジッタ	23.80 ms	18.60 ms	—	34.00 ms	—	16.1ms	4.1ms	10.1ms	13.4ms	30.7ms
14:00	ダウンロード	1.56 Mbps	7.93 Mbps	23.60 Mbps	—	6.43 Mbps	17.80Mbps	11.40Mbps	24.30Mbps	26.00Mbps	19.80Mbps
	アップロード	5.96 Mbps	16.10 Mbps	36.80 Mbps	—	-	23.00Mbps	24.50Mbps	27.50Mbps	29.10Mbps	20.20Mbps
	レイテンシ	6.00 ms	20.50 ms	20.00 ms	—	56.00 ms	19.00ms	21.00ms	42.50ms	18.00ms	24.00ms
	ジッタ	10.40 ms	10.80 ms	12.80 ms	—	17.50 ms	18.30ms	162.00ms	290.00ms	11.80ms	56.80ms
16:00	ダウンロード	4.11 Mbps	23.50 Mbps	11.40 Mbps	18.70 Mbps	20.60 Mbps	23.40Mbps	25.10Mbps	29.10Mbps	25.00Mbps	30.90Mbps
	アップロード	—	24.40 Mbps	19.40 Mbps	17.10 Mbps	34.00 Mbps	19.50Mbps	21.60Mbps	15.10Mbps	21.70Mbps	18.90Mbps
	レイテンシ	17.00 ms	52.00 ms	24.50 ms	19.00 ms	21.50 ms	17.00ms	18.00ms	21.00ms	19.50ms	20.00ms
	ジッタ	49.80 ms	29.20 ms	279.00 ms	13.90 ms	3.63 ms	7.00ms	18.70ms	7.47ms	14.10ms	4.21ms

通信環境を改善した結果、教職員や児童生徒に生じた変化をP.35「3章 教育的効果の検証」以降に掲載しています。

また、上述の実証地域において、より快適なインターネット接続環境に向け、解決すべきボトルネックと想定した原因及び対策案は以下のとおりです。



【ボトルネックと想定される原因】

① 集約拠点のネットワーク機器

ファイアウォールの性能若しくは設定のためスループットの低下が見られる。

② SaaS型コンテンツフィルタ

使用しているクラウド型のコンテンツフィルタの影響で速度低下が発生している。



【対策案】

① 集約拠点のネットワーク機器

機器の性能向上、設定の見直しによってスループットの向上を期待できる。

② SaaS型コンテンツフィルタ

フィルタの設定変更、製品の変更によってスループットの向上を期待できる。

ネットワーク概略図の作成方法

SINETへの接続の検討にあたっては、ネットワーク構成、ボトルネックの有無・発生箇所等を把握することが重要です。ボトルネックが未対策の状態ではSINETに接続する場合、SINETの性能を十分に活用できず、授業における通信環境の改善につながらない可能性があります。

本実証事業では、各実証地域のボトルネックの有無・発生箇所を把握するために、以下の各項に留意しながらネットワーク構成の確認、作図を実施しました。

以下に示す留意点を参考に、ネットワーク概略図の作図を推奨します。

① 全体のネットワーク構成の把握

- ネットワークは、インターネット接続箇所、集約拠点間・各学校間のWAN及び学校内LANの3か所に大別でき、各所の構成を把握することが必要不可欠です。
- ネットワーク構成の把握にあたっては、自治体の情報担当部門や構成管理を委託している既存ベンダへのヒアリングを実施します。
- ヒアリングと併せて、ネットワーク物理・論理構成図を入手すると、構成の把握及び概略図の作成が容易となります。

詳細構成の作図は不要です。機器配置、接続先、帯域等の情報が網羅されていれば問題ありません。

【ヒアリング内容の例】

- 全体ネットワークの構成概要
 - ▶ インターネット接続構成
 - ▶ WAN構成
 - ▶ 校内LAN構成
- 回線帯域及び種別
 - ▶ インターネット接続回線
 - ▶ WAN回線
- WAN回線の通信内訳
 - ▶ 教育系通信以外の混在の有無

ネットワーク物理構成図

(機器間の物理接続等を示したもの)

【得られる情報の例】

- 機器配置、接続構成
- 機器ポートの利用状況
- 接続帯域(メディアタイプ)

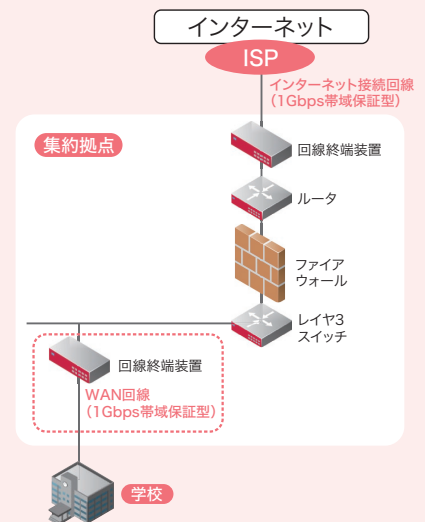
ネットワーク論理構成図

(機器間の接続で利用するIPアドレス等を示したもの)

【得られる情報の例】

- 利用するIPアドレス
- 接続するネットワーク

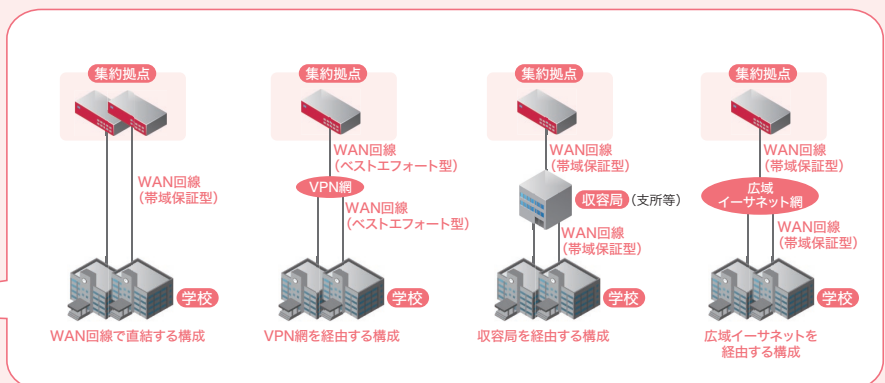
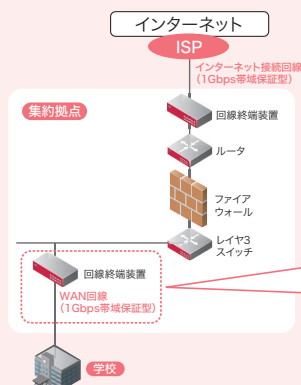
ネットワーク概略図(例)



② 回線帯域及び種別の把握

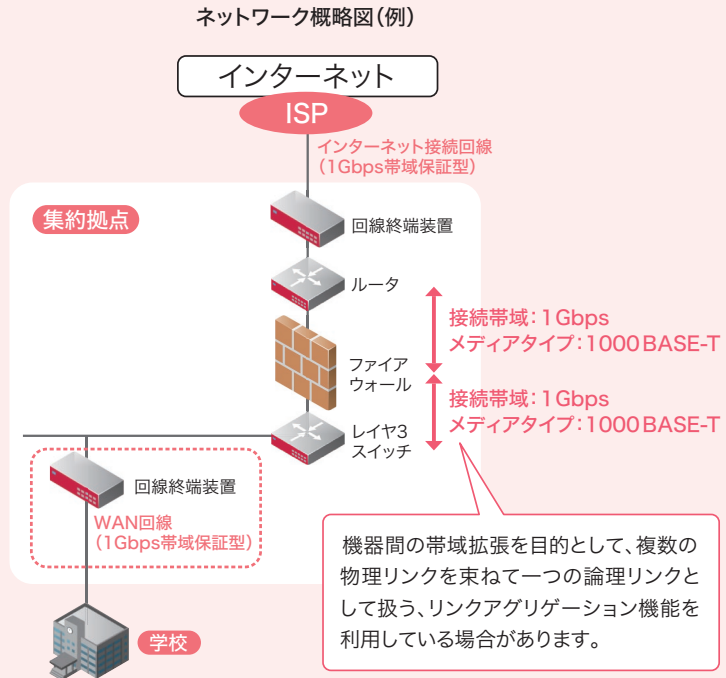
- インターネット回線やWAN回線の帯域がボトルネックの有無に直結するため、各回線の帯域や種別(帯域保証型、ベストエフォート型)の把握が必要です。
- 集約型のネットワークでは、特に集約方法や各回線の帯域が重要です。集約方法やWAN回線の帯域次第では、各学校の通信が集中した際にボトルネックとなる可能性があります。

ネットワーク概略図(例)



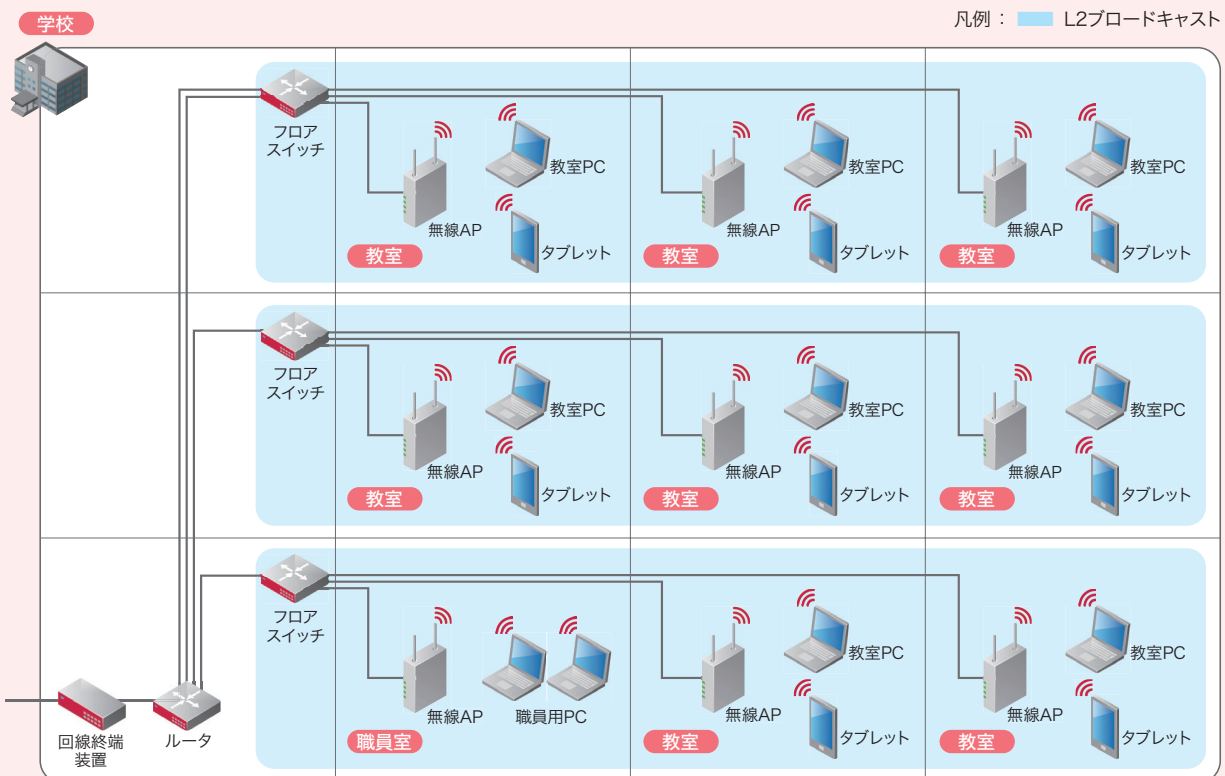
③ 集約拠点における機器間の接続帯域(メディアタイプ)の把握

- 「②回線帯域及び種別の把握」と同様に、機器間の接続帯域(メディアタイプ)を把握する必要があります。
- ファイアウォール、レイヤ3スイッチ、レイヤ2スイッチ、ルータ等の機種及び利用している機能も把握することが望まれます。仮に、機器性能や機能が原因でボトルネックが発生した場合に、発生箇所を推測できます。
- 集約拠点のWAN回線帯域より、機器間の接続帯域が小さい場合はボトルネックとなる可能性があります。



④ 校内LANの構成把握

- 校内LANにおいても「③ 集約拠点における機器間の接続帯域(メディアタイプ)の把握」と同様に、ネットワーク機器、接続形態、利用している機能調査し、可能な範囲で設定内容の確認が必要です。
- ネットワークの構成によっては、ブロードキャスト通信(校内LAN内全体に対し広範に行われる通信)が多発し、機器の負荷が増大する等の事象が発生する場合があります。



2-2 一斉通信

実施内容

一斉通信の実施時におけるネットワーク負荷を確認した結果、各実証地域における一斉通信には、以下の2種類が存在することが判明しました。

- 1) 実証地域が意図して実施する一斉通信：授業における一斉通信(P.18)
- 2) 実証地域が意図せず発生する一斉通信：システム由来の一斉通信(P.19)

湯沢市：デジタル教材の一斉利用

- デジタルドリルの利用時：通常の授業と比較して1.4倍程度のトラフィックが発生しました。
- デジタル教科書の利用時：1学級で6.8Mbps程度の帯域が発生しました。

通常の授業と比較して突出して多いものではありませんが、授業中に常に通信が継続していました。デジタル教材を一斉利用する場合は、安定した品質を有するネットワーク回線が必要です。

	項目	デジタル教材を用いた授業	日常の平均
デジタルドリル	学習端末数①	446台	206台
	アップロード帯域の概算値②	9.2Mbps	4.3Mbps
	市内全校で一斉利用する場合の概算値(アップロード)②÷①×2,850	58.8Mbps	59.5Mbps
	ダウンロード帯域の概算値※③	103.4Mbps	76.4Mbps
	市内全校で一斉利用する場合の概算値(ダウンロード)※③÷①×2,850	660.7Mbps	1.1Gbps
デジタル教科書	学習端末数	168台	
	アップロード帯域	0.9Mbps	—
	ダウンロード帯域	6.8Mbps	

※デジタル教材を利用する際のダウンロード帯域の値は、デジタル教材の科目や種類、コンテンツの内容によって大きく変動するため、目安として算出しました。

八代市：交流学习における1人1台端末の一斉利用

- 映像伝送を伴う授業：1人1台端末を利用する際、単一の学級で600Mbps(593.19Mbps)の通信量が発生していました。また、学習端末1台あたりの通信量も顕著に増加しました。

交流学习における一斉利用の結果から、アップロード0.8Mbps・ダウンロード6Mbps程度の通信が発生していることがわかりました。また、映像の伝送を伴う授業では、全学習端末(八代市は約10,700台)の同時利用は、接続回線の輻輳に起因するトラフィックが発生するため、現実的ではありません。

したがって、映像の伝送を伴う授業は、授業の形態を工夫する必要があります。

	項目	交流学习	日常の平均
遠隔による 交流学习	学習端末数①	96台	54台
	アップロード帯域の概算値②	75.04Mbps	0.08Mbps
	市内全校で一斉利用する場合の概算値(アップロード)②÷①×10,700	8.4Gbps	15.85Mbps
	ダウンロード帯域の概算値※③	593.19Mbps	1.64Mbps
	市内全校で一斉利用する場合の概算値(ダウンロード)※③÷①×10,700	66.1Gbps	324.96Mbps

※映像伝送のダウンロード帯域の値は、方式や解像度によって大きく異なるため、目安として算出しました。

児童生徒1人1台端末の利用において、ソフトウェア更新等のシステム由来における一斉利用が発生した際の状況及び実証地域の対策例を以下に示します。

ソフトウェア更新に関する通信の発生状況

学習端末のソフトウェア更新に係る通信が一斉に発生した際、複数の実証地域において、SINET 接続回線の上限まで達しました。

接続回線の上限まで達すると通信品質の低下を招くおそれがあります。このような場合に備え、一部の実証地域が講じていた対策を紹介します。

- ①電力ピーク・通信量ピークの分散
- ②キャッシュの分散配置による通信量の低減

		湯沢市	鎌倉市	甲州市	岡崎市	八代市	天城町
ソフトウェア更新	学校数	15校	25校	18校	67校	40校	9校
	学習端末数	3,500台	11,300台	2,050台	36,300台	10,700台	600台
	学習端末用キャッシュ機器の有無(配置状況)	なし	なし	なし	あり (概ね学校ごとに設置)	なし	なし
	接続回線の上限值(SINET利用時)	2.0Gbps	4.0Gbps	2.0Gbps	10.0Gbps	4.0Gbps	1.0Gbps
	ピーク値	1.36Gbps	3.98Gbps	1.94Gbps	3.52Gbps	1.1Gbps	1.02Gbps
	ピーク値を基にしたSINET接続回線の利用率	68.0%	99.5%	97.0%	35.2%	27.5%	100%

実証地域における対策例

複数の実証地域において、学習端末のソフトウェア更新に係る通信が、SINET 接続回線の帯域上限まで発生しました。一部の実証地域において、以下の対策が講じられていました。

①プログラムタイマーによる電力ピーク・通信量ピークの分散(岡崎市及び八代市)

決められた時間帯に通電するプログラムタイマーを設置し、消費電力及び通信量を分散していました。

➡「GIGAスクール構想の実現標準仕様書」で規定される輪番充電機能を応用したものとされます。

✓学習端末では「電源及び無線LANの接続時」にソフトウェアの更新を開始します。この仕組みにより、学校における消費電力と通信量のピークも分散し、ネットワーク回線の輻輳を防いでいました。

✓学習端末の電源をOFFにせずクレードル等に設置し、教室ごとに異なる時間帯で充電していました。

例：月～金及び日曜日の各日で1日4回(18:00～21:00、21:00～24:00、0:00～3:00、3:00～6:00)

②コンテンツキャッシュの分散配置による通信量の低減(岡崎市)

➡学習端末のソフトウェア更新に係る通信が「各学習端末が、同一のファイルを繰り返しダウンロードする」という動作により発生する点に着目し、2台目以降のダウンロードをキャッシュする機器(Mac mini)を設置していました。

✓キャッシュ機器を学校ごとに分散配置し、ピーク時のトラフィックを6割～7割程度軽減していました。

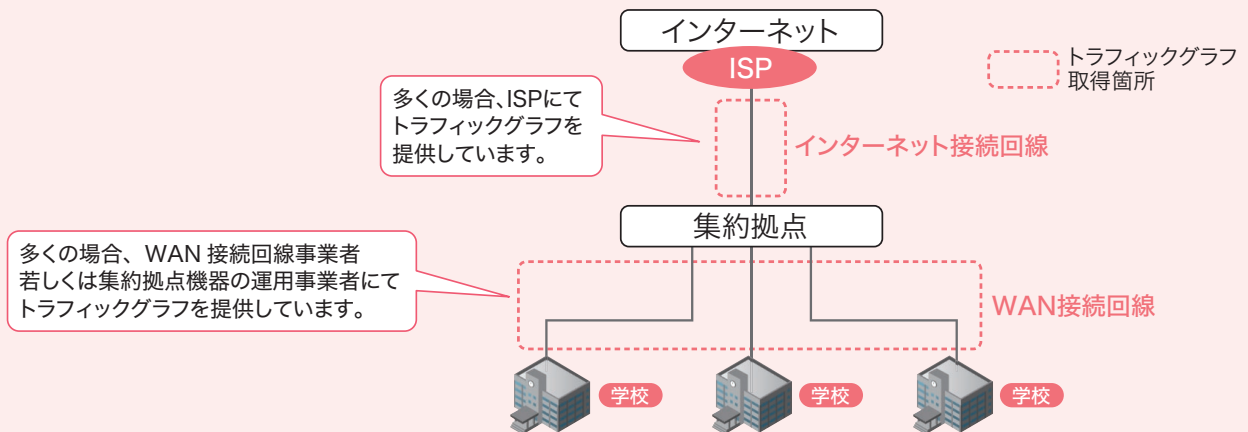
✓キャッシュ機器は、接続する学習端末数が多いほど効果を発揮する一方で、学習端末数が少ない場合には効果が低くなります。この点を考慮し、大・中規模校向けのキャッシュ機器を各学校に設置する一方で、小規模校向けのキャッシュ機器については市庁舎に設置し共同利用する形態を採り、費用対効果を最大化していました。

※学習端末の機種・更新するソフトウェアによって、キャッシュ機器の設置可否や仕様が大きく異なるため、十分な調査・設計が必要となります。

トラフィックグラフの見方と特徴的な波形の解説

トラフィックグラフの概要

- 児童生徒が利用する学習端末や自治体の集約拠点に配置されているサーバ等、ネットワークに接続する全ての機器では、ダウンロード及びアップロードの通信が発生しています。これらの通信は、ルータやスイッチ等のネットワーク機器を経由して行われており、経由するネットワーク機器にて通信量を測定できます。
- 例として、インターネット接続回線やWAN接続回線では、回線を終端するネットワーク機器にてダウンロード及びアップロードの通信量を測定している場合が多く、発生した通信量を確認するためにトラフィックグラフを用いることが一般的です。
- トラフィックグラフとは、一定時間内におけるダウンロード及びアップロードに係る通信量の変化を示したグラフであり、回線の利用状況を視覚的に把握できます。

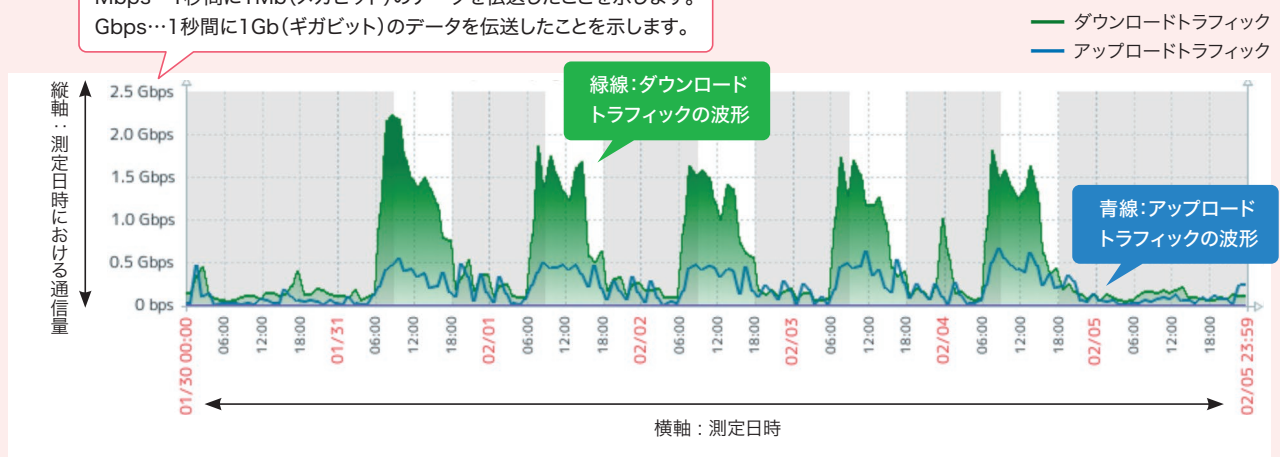


トラフィックグラフの見方

- トラフィックグラフは主に以下の情報にて構成されます。

※通信量を測定するツールによってトラフィックグラフの表記は異なります。例示したトラフィックグラフはあくまで一例です。

通信量の単位として、Mbps(Mega bit per second)やGbps(Giga bit per second)を用いることが多いです。
Mbps…1秒間に1Mb(メガビット)のデータを伝送したことを示します。
Gbps…1秒間に1Gb(ギガビット)のデータを伝送したことを示します。



特徴的なトラフィックグラフの例

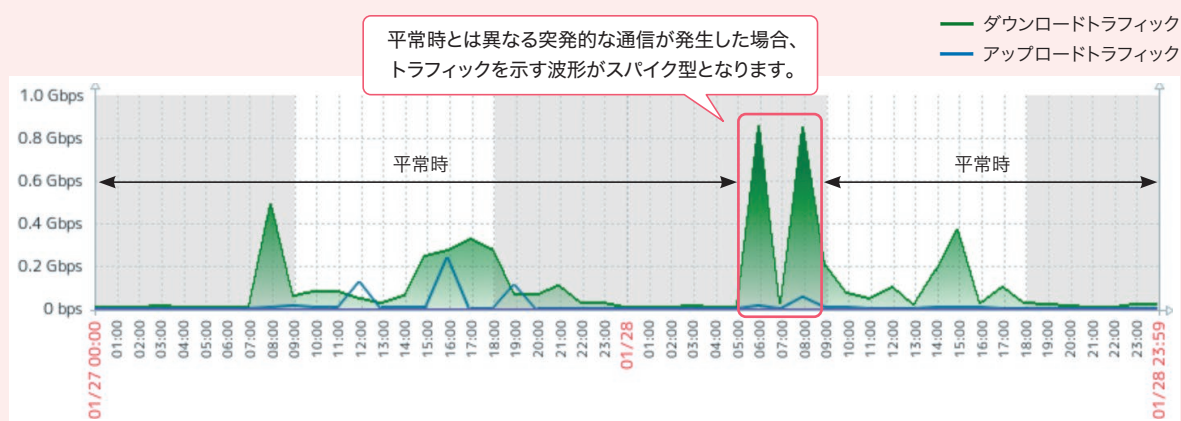
トラフィックグラフにより回線の利用状況を確認できる他、波形から通信傾向を把握できます。特徴的な波形の例を以下に示します。

① 回線帯域の上限値を上回る通信が発生した場合(1 Gbps 帯域保証型回線を利用)



- ➡ 回線が逼迫している状況であり、児童生徒の学習端末等、ネットワークに接続する機器の通信に遅滞が生じる可能性があります。
- ➡ このような波形が頻出する場合は、該当時間帯において発生した通信をファイアウォール等のログから調査し、対策案を検討することが望めます。場合によっては回線帯域の増強が必要です。

② 平常時と比較して突発的な通信が発生した場合



- ➡ スパイク型のトラフィックが発生した場合、該当時間帯において発生した通信をファイアウォール等のログから調査することが望めます。スパイク型のトラフィックが他の通信に影響を与えている場合、対策案の検討が必要です。
- ➡ 本実証事業において発生したスパイク型の通信の大半は、学習端末のソフトウェア更新に係るダウンロード通信によるものでした。

2-3 個人情報を含むログの取扱い

個人情報の定義

個人情報とは、「生存する個人に関する情報であって、当該情報に含まれる氏名、生年月日その他の記述等によって特定の個人を識別できるもの(他の情報と容易に照合することができ、それによって特定の個人を識別することができることとなるものを含む。)、又は個人識別符号^{※1}が含まれるもの。」を指します。^{※2}

※1：個人識別符号 = 指紋、DNA、身体の特徴データや、マイナンバー、パスポートや運転免許証の番号等

※2：「個人情報の保護に関する法律(平成十五年法律第五十七号)」より引用より引用

<https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=415AC0000000057>

セキュリティ確保の在り方

「限られた人しかアクセスできないようにする」「特定の個人を識別できないようにする」ことが重要です。

= 容易なアクセス・容易な解読を防ぐ対策をとること

実現するための手法例

管理者

- データ保有形式の工夫
- データの分散保有
- データの暗号化
- 利用者の厳格な制限と承認
- アクセスの制限(閉域化)
- アクセスの記録保持
- 継続的なモニタリング
- 監査等の実施
- 不要データの削除確認
- 利用者の厳格な管理
- 利用者へのリテラシー教育、他

利用者

- ルールの徹底
- 情報リテラシーの向上、他

モデルケースの紹介(岡崎市教育委員会)

モデルケースとして岡崎市の同意書を紹介します。

- 「各種データの操作ログを取得する」とし、児童生徒本人及び保護者の同意を得ています。
- ユーザIDやパスワードの通知と併せて、情報セキュリティのルールも記載しています。

岡崎市教育委員会 < 情報セキュリティのルール >

〇組 氏名 〇〇 〇〇

① 画面ロック解除のパスワード	*****
② Microsoft アカウント	アカウント ***** パスワード *****
③ まなびポケット	字コード ***** アカウント Microsoft アカウントと共通 パスワード Microsoft アカウントと共通
④ タブレットドリル	ID ***** パスワード *****

岡崎市教育委員会 < 情報セキュリティのルール >

アカウント、ID、パスワードはととても大切なものです。自分自身で責任をもって管理し、正しく使います。

他人には「知られない」ようにし、自分の学習データを守ります。

学校、学級のルールを守り、学習の目的だけに使います。

Office365をはじめ、各種データは操作ログが取得されています。

画面ロック解除のパスワードは、必ず指定された4けたの数字にします。忘れてしまい、5回目までの失敗をしたら、先生に聞くようにします。

きりとり

先生提出用 ユーザーカード 確認証

保護者といっしょに確認します。
ルールに同意したらチェック印をして、氏名を書いて先生に提出します。

本人氏名	保護者氏名
------	-------

岡崎市教育委員会 < 情報セキュリティのルール >

- アカウント、ID、パスワードはととても大切なものです。自分自身で責任をもって管理し、正しく使います。
- 他人には「知られない」ようにし、自分の学習データを守ります。
- 学校、学級のルールを守り、学習の目的だけに使います。
- Office365をはじめ、各種データは操作ログが取得されています。
- 画面ロック解除のパスワードは、必ず指定された4けたの数字にします。忘れてしまい、5回目までの失敗をしたら、先生に聞くようにします。

【合意形成のポイント】

- ログの取得について同意書に明記
- アカウント情報と一緒に1枚で完結

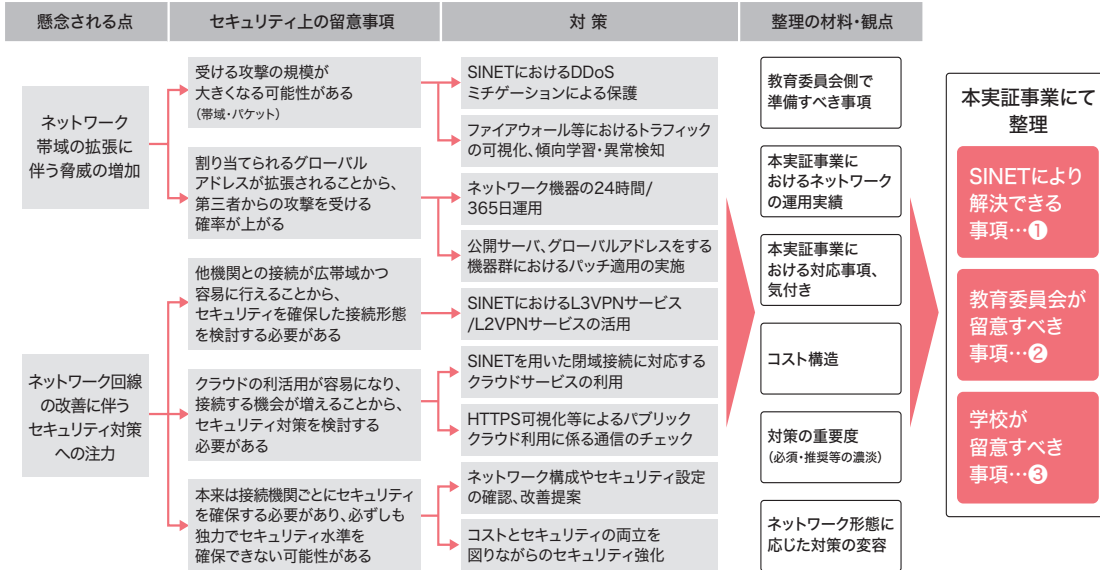
【同意書の流れ】

- ①学校が児童生徒に配布
- ②児童生徒が保護者と一緒にチェックを付ける
- ③児童生徒及び保護者が署名する
- ④先生に提出する

2-4 セキュリティ

SINET接続後におけるセキュリティ上の留意事項

SINETへの接続により、帯域の拡張やクラウドの利活用の増加等によってセキュリティ上の留意事項が生じるため、下図のとおり、流れを整理しました。



セキュリティ対策の整理結果

セキュリティ対策を整理した結果は下表のとおりです。SINETの接続で解決できる事項は複数ありますが、インターネットへの接続と同様に、教育委員会や学校において留意すべき事項が多い点を意識する必要があります。

対策	整理の材料・観点	教育委員会側で準備すべき事項 (実証後に実施する場合)	本実証事業におけるネットワークの運用実績	本実証事業における対応事項、気付き	コスト構造 (実証後に実施する場合)	対策の重要度	ネットワーク形態に応じた対策の変容	①SINETにより解決できる事項	②教育委員会 が留意 すべき事項	③学校が 留意 すべき事項
SINETにおけるDDoS ミチゲーションによる保護		特になし	利用しなかった	有用と思われる	教育委員会の負担はないものと思われる	推奨	SINETに接続すれば実施できる	○	×	×
ファイアウォール等におけるトラフィックの可視化、傾向学習・異常検知		教育委員会が整備する必要がある	SINET接続ルータ・安心安全GWにて提供した	特にトラフィックの可視化が重要である	教育委員会が運用費を負担する必要がある	必須	ネットワーク形態によって構成が大きく異なる	×	○	×
ネットワーク機器の24時間/365日運用		教育委員会が整備する必要がある	SINET接続ルータ・安心安全GWにて提供した	授業の有無にかかわらず運用が必要である	教育委員会が運用費を負担する必要がある	必須	ネットワーク形態によって構成・費用が大きく異なる	×	○	×
公開サーバ、グローバルアドレスを有する機器群におけるパッチ適用の実施		実施する必要がある	SINET接続ルータ・安心安全GWの各機器について提供した	常に必要である	教育委員会が運用費を負担する必要がある	必須	ネットワーク形態に関わらず必要である	×	○	×
SINETにおけるL3VPNサービス/L2VPNサービスの活用		特になし	利用しなかった	他のSINET利用機関・クラウドサービスと安全に接続でき、有用である	教育委員会の負担はないものと思われる	推奨	SINETに接続すれば実施できる	○	×	×
SINETを用いた閉域接続に対応するクラウドサービスの利用		特になし	利用しなかった	庁内のシステムアウトソースを実現でき、有用である	通常のクラウドサービス利用と同等の費用で利用できる	推奨	SINETに接続すれば実施できる	○	×	×
HTTPSデコード等によるパブリッククラウド利用に係る通信のチェック		教育委員会が整備する必要がある	安心安全GWを利用し、一部の実証地域で実施した	有用だが、一部のWebサイトの表示に不具合が発生した	教育委員会が運用費を負担する必要がある	推奨	持ち帰り学習への対応方法を検討する必要がある	×	○	○
ネットワーク構成やセキュリティ設定の確認、改善提案		教育委員会の独自・若しくは業者の協力が必要である	本実証事業にて実施した	各実証地域において重大な不具合は発生しなかった	教育委員会が対応する必要がある	必須	ネットワーク形態に関わらず必要である	×	○	×
コストとセキュリティの両立を図りながらのセキュリティ強化		教育委員会が整備する必要がある	SINET接続ルータ・安心安全GWにて提供した	実証地域間の格差を解消・補強する対策が必要である	教育委員会が運用費を負担する必要がある	必須	ネットワーク形態に関わらず必要である	×	○	○

2-5 運用に関する整理

実証地域の運用体制

本実証事業において、各実証地域では、下表のと通りの体制を確保していました。

	既存ベンダ	教委/自治体	学校	その他・備考
自治体A	1人月 平日9:00～17:00	1人月 平日9:00～17:00	1人月 平日8:00～17:00	
自治体B	3人月 平日8:30-17:15(※1)	1人月 全日8:30-17:15	1人月/学校 平日8:10～16:40(※2)	各校にICT推進教諭を配置 ※1.緊急対応可能な体制を確保しています ※2.学校により異なります
自治体C	1人月 平日8:30～17:30	0.5人月 8:30～12:00	1人月 平日8:00～17:30	
自治体D	若干名 平日8:30～19:00	2人月程度(※) 平日8:30～19:00	1.5人×2時間/月程度 ×25校(※)	※教職員が他業務と兼務しています
自治体E	4人月 平日8:30～17:15(※)	3人月 平日8:30～17:15(※)	ICTサーポータ10名が 各校に3-4回/月訪問 (半日～1日稼働/回)	※緊急対応可能な体制を確保しています
自治体F	3人月 平日9:00～18:00	市職員:5人月 平日8:30～17:15 ICT支援員:8人月 平日9:00～17:30(※)	情報主任(教諭)1名/校情報指 導員(指導教諭)2名/市内	※ヘルプデスク、サーバ監視、学校訪問支援等を 担当しています

各実証地域のネットワークの切替において、既存ベンダ各社と技術的な内容を協議したところ、十分な技術力を有しており、滞りなくSINETへ切替できました。また、各実証地域にヒアリングしたところ、既存ベンダに対する満足度は高い傾向にありました。

一方で、教育委員会におけるICT担当人材の不足、最新のセキュリティ対策への対応等、児童生徒の教育環境を整備・保護するために必要となる事項を課題として挙げる声が複数ありました。

したがって、ネットワークの運用にあたっては、従前の体制を維持することで問題ないものと推測できますが、セキュリティ技術やノウハウの提供を受けられる枠組みが必要です。

本実証事業における対応実績

本実証事業における問合せの対応実績は、下表のとおりでした。

頻度としては、1実証地域あたり、月に1件程度でした。なお、本実証事業では、集約拠点～学校間を接続するWAN回線網に係る問合せを対象外としています。

	HTTPS可視化の 除外設定	SINET接続回線の メンテナンス	通信量の急増	障害対応	調査依頼	実証期間中における 問合せ合計
自治体A	0件	0件	3件	0件	0件	3件
自治体B	(未導入)	0件	0件	3件	3件	3件
自治体C	5件	0件	1件	0件	0件	6件
自治体D	(未導入)	0件	2件	0件	0件	2件
自治体E	12件	4件	0件	0件	0件	16件
自治体F	(未導入)	0件	0件	0件	0件	0件

参考として、WAN回線網を含む問合せの件数を右に記載します。

年度に換算する場合、初年度は月に3件程度、2年度目には2か月に1件程度となります。

	初年度	2年度目
自治体G	55件	11件
自治体H	28件	3件
自治体I	23件	4件

2-6 費用に関する整理

各実証地域が近傍のSINET DCへ接続する想定にて、費用を試算しました。

近傍のSINET DCへの接続を想定した費用の試算結果

【費用を低減できる可能性が有るポイント】

- 商用ISPへ支払っていたインターネット接続費用

インターネット接続費用を低減できる一方で、以下の各項において、費用の増加が見込まれます。

【費用の増加が見込まれるポイント】

- 実証地域ごとに対応を要する事項・SINET 接続回線の費用(地域により異なります。)
 - 1 Gbps 超の帯域を必要とする場合、10 GbE に対応するネットワーク機器の導入費用
 - SINET への接続にあたり、SINET DC[※]への接続回線が必要であるが、SINET DCが遠方である等の理由につき、接続回線の費用が高額とならざるを得ない場合
- ➡ 特に本実証事業においては、島しょ部が高額となりました。

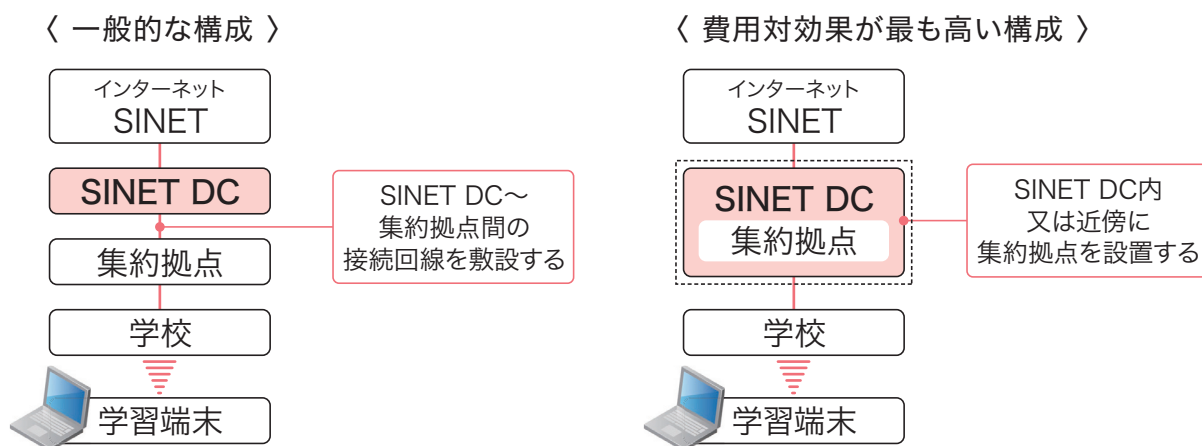
【費用対効果が最も高い構成】

- SINET DC内又は近傍にWANの集約拠点を設ける構成が最も費用対効果に優れ、接続回線の費用を低廉に抑えることができます。

なお、教育委員会にて、以下の各項への検討と対応が必要となります。

【今後の課題】

- 1 Gbps 超の帯域を必要とする場合、10 GbE に対応するネットワーク機器の導入
- 費用対効果を向上するためのWAN集約拠点をSINET DCの近傍への配置
- 「その他の構成(案)」を視野に入れたうえでの検討



その他の構成(案)

小規模の自治体がSINETへ接続する際には、費用を最適化できる方法を整理する必要があります。

＜費用を最適化した場合の構成例＞

- ① 複数の自治体(広域連合等の単位)でSINET接続回線等を共同利用し、コストを按分
- ② 府県の情報ハイウェイを活用し、SINET接続回線のコストを低減

※SINET DCは各都道府県に1箇所以上設置されています。

参考費用(例)

各実証地域がSINETへ接続した際の費用を参考として掲載します。なお、SINET DCまでの距離や自治体が具備しているファイアウォールの性能等により、必要となる費用は大きく異なるため、注意が必要です。

- ※1：費用が発生する可能性があります。
- ※2：既存ファイアウォールにモジュールを追加します。
- ※3：ファイアウォール機器を更新します。

■ 一時費用

項番	一時費用	自治体A (10校)	自治体B (20校)	自治体C (20校)	自治体D (30校)	自治体E (40校)	自治体F (70校)
-	SINET接続回線の帯域	1Gbps帯域保証	1Gbps帯域保証×2	10Gbps帯域保証	10Gbps帯域保証	10Gbps帯域保証	10Gbps帯域保証
1	ISP接続	(※1)	(※1)	(※1)	(※1)	(※1)	(※1)
2	SINET接続回線	¥700,000	¥600,000	¥50,000	¥700,000	¥250,000	¥60,000
3	ルータ(機器及び5年間の保守)	¥200,000	¥200,000	¥600,000	¥600,000	¥600,000	¥1,000,000
4	ファイアウォール(機器及び5年間の保守)	既存ファイアウォールを利用	既存ファイアウォールを利用	¥300,000(※2)	¥40,000,000(※3)	¥40,000,000(※3)	既存ファイアウォールを利用
5	DNS等付加サービス	¥10,000	¥10,000	¥10,000	¥10,000	¥10,000	¥10,000
6	構成変更作業費用	¥4,500,000	¥4,500,000	¥4,500,000	¥4,500,000	¥4,500,000	¥4,500,000
合計		¥5,410,000	¥5,310,000	¥5,460,000	¥45,810,000	¥45,360,000	¥5,570,000

一時費用の多寡は、ファイアウォールの構成に大きく左右されます。

SINET接続費用の多寡は、SINET DCまでの距離や帯域に大きく左右されます。

■ 月額費用

※1：費用が発生する可能性があります。

項番	一時費用	自治体A (10校)	自治体B (20校)	自治体C (20校)	自治体D (30校)	自治体E (40校)	自治体F (70校)
1	ISP接続	(※1)	(※1)	(※1)	(※1)	(※1)	(※1)
2	SINET接続回線	¥1,250,000	¥100,000	¥600,000	¥10,000	¥1,000,000	¥250,000
3	ルータ(運用)	—	—	—	—	—	—
4	ファイアウォール(運用)	—	¥250,000	—	—	—	¥150,000
5	DNS等付加サービス	¥3,500	¥3,500	¥3,500	¥3,500	¥3,500	¥3,500
合計		¥1,253,500	¥353,500	¥603,500	¥13,500	¥1,003,500	¥403,500

月額費用の多寡は、SINET接続回線の費用に大きく左右されます。

コストメリットが最も高い構成：
SINET DC内にWANの集約拠点を設ける構成

■ 期間費用(60か月)

項番	一時費用	自治体A (10校)	自治体B (20校)	自治体C (20校)	自治体D (30校)	自治体E (40校)	自治体F (70校)
-	SINET接続回線の帯域	1Gbps帯域保証	1Gbps帯域保証×2	10Gbps帯域保証	10Gbps帯域保証	10Gbps帯域保証	10Gbps帯域保証
合計(一時費用+月額費用×60か月)		¥80,620,000	¥26,520,000	¥41,670,000	¥46,620,000	¥105,570,000	¥29,780,000

それぞれにおいて対応を要する事項・回線費用が大きく異なり、費用の差にもつながっています。

2-7 その他の調査

ネットワーク環境の整理

【実証地域の現状】

- 「GIGAスクール構想の実現に向けた校内通信ネットワーク環境等の状況について(令和3年8月)」によると、学校(32,646校)の50.9%が「学校から直接接続」、42.3%が「学校回線を集約接続」という構成を採用しています。本実証事業では、全実証地域が集約接続の構成としたうえで参画しています。今後、集約拠点及び学校の各所において、以下の留意事項や課題が発生することが予想されます。

【集約拠点における留意事項】

- 教育委員会が接続する際にSINETのグローバルIPv4アドレスを割り当てる場合、SINETの持つIPv4アドレスは補充されず、消費される一方である点に留意する必要があります。
- 割り当てるグローバルIPv4アドレスが少ない場合、TCP/IPの上限につきセッション過多に陥る等し、十分な性能を発揮できないおそれがあります。
- IPv4アドレスの枯渇に備え、IPv6アドレスの使用を検討する必要があります。

【校内LANの課題】

- インターネット接続の高速化のためには、インターネット接続回線に加え、校内LANの最適化も必要となる可能性があります。また、以下のような事象に留意する必要があります。
 - ✓ 学習端末の通信増に伴い校内LANの機器がボトルネックとなる場合があります。
 - ✓ 校内LANの設計によっては、ブロードキャスト通信(構成LAN内全体に対し広範に行われる通信)が多発している場合があります。

SINETへ接続するまでの流れ

SINETへの接続に必要な手続き及び流れを下表のとおり整理しました。

項番	大項目	小項目	詳細
1	申請	—	NIIへの書類提出 ● 学術情報ネットワーク加入申請書 ● 機関の概要を示す資料 ● IPアドレス取得申請
2	構成変更	物理	SINET接続用機器の設置 ● 回線及び終端装置 ● ネットワーク機器
3			SINETルータとの接続、切替 ● 物理抜線/接続ポートの設定 ● 既存機器からの切替
4		論理	参照DNSサーバ設定の変更 ● サーバ、クライアント、DHCP配布
5	ルーティングの切替 ● デフォルトゲートウェイ ● ルーティング設定		
6	その他	—	必要に応じてサーバ類の設定を変更 ● サーバ証明書、Proxy設定 ● IP制限、監視システム等

2-8

本実証事業から得られた知見

帯域の考え方

- 今後のICT活用の拡大に伴い、更なる通信量の増加が見込まれる点を踏まえ、集約拠点へ接続するWAN回線の帯域は利用方法を把握したうえで、必要な帯域を確保する必要があります。
- 学習端末の利用頻度、学習の形態や利用するソフトウェアは日々変化するため、定期的に「現状調査」→「設計・計画」→「設計に基づいた環境の構築」の一連の流れを循環させる必要があります。

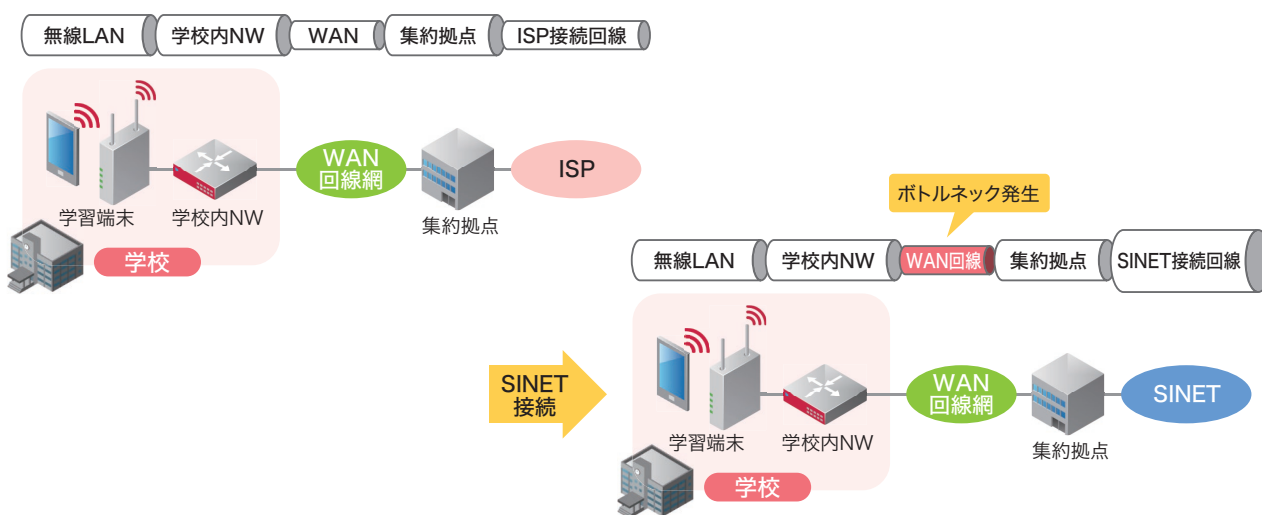
学習端末のソフトウェア更新に係る留意事項

- 高速大容量の通信回線を敷設する際に、ソフトウェア更新に係る通信が帯域上限まで発生する点に留意する必要があります。
- ソフトウェア更新に係る通信は、児童生徒の意図に関わらず発生する通信であるため、操作手順や運用による制御が難しい一方で、プログラムタイマーによるピークの分散やキャッシュの設置による対策が有効です。

ボトルネックの対策

- SINETへの接続に伴う通信量の増加により、新たなボトルネック箇所が判明する場合があります。
 - ➡ 学習端末～アクセス先にあたるSaaS間の通信経路にあたる学校～WAN回線～集約拠点の各所において、調査する必要があります。

〈 WAN回線がボトルネックとなる場合の例 〉



第3章

教育的効果の検証

3-1	▶ 実施結果一覧	36
3-2	▶ 一斉アンケートによる効果測定結果	37
3-3	▶ 秋田県 湯沢市における実施内容	42
3-4	▶ 神奈川県 鎌倉市における実施内容	44
3-5	▶ 山梨県 甲州市における実施内容	46
3-6	▶ 愛知県 岡崎市における実施内容	48
3-7	▶ 熊本県 八代市における実施内容	50
3-8	▶ 鹿児島県 天城町における実施内容	52
3-9	▶ 教育的効果におけるまとめ	54

3-1 実施結果一覧

実証地域における実施内容及び結果一覧

各実証地域の接続構成や実証内容による技術的効果及び教育的効果、活用したSINETのコンセプト等を、下表のとおり整理しました。

	湯沢市	鎌倉市	甲州市	岡崎市	八代市	天城町
SINET 接続前の ISP接続回線	1Gbpsベスト エフォート型×1	1Gbpsベスト エフォート型×1 LTEを併用	1Gbps帯域保証 型×1	1Gbpsベスト エフォート型×2 1Gbps帯域 保証型×1	1Gbps帯域保証 型×1	120Mbpsベスト エフォート型×1
SINET 接続回線	1Gbps帯域保証 型×2	10Gbps帯域 保証型×1	1Gbps帯域保証 型×2	10Gbps帯域 保証型×1	10Gbps帯域 保証型×1	1Gbps帯域保証 型×1
技術的効果	インターネット接 続環境において 十分な帯域を確 保したことで、教 育的効果の取り 組みを円滑に実 施できた旨、コメ ントがありました。	インターネット 接続環境が大き く改善しました。 SINET接続後は、 AIDリル使用時に おけるLTEへの迂 回が不要となり、 円滑に利用でき ている旨、コメン トがありました。	SINET接続に伴 い端末の帯域制 限を解除し、イン ターネット接続環 境が改善した旨、 コメントがありま した。	SINET接続前後 において、大差は ありませんでした。 一方で、帯域に加 え、セッションにつ いてもSINETが十 分な性能を有して いることを確認で きた旨、コメントが ありました。	インターネット接 続環境において 十分な帯域を確 保したことで、教 育的効果の取り 組みを円滑に実 施できた旨、コメ ントがありました。	インターネット 接続環境が大き く改善しました。 児童生徒の日常 利用が改善した 点に加え、ネット ワーク運用の効 率化を図ることが できた旨、コメン トがありました。
教育的効果の 取り組み(1) (接続台数)	「しごと博覧会」 のオンライン開催 (15台)	鎌倉市指定研究 発表 (120台)	フランスへのオン ライン留学 (2回実施) (70台)	オンライン・サイ エンスセミナー (4回実施) (8,000台)	水俣市とのオンラ インによる交流学 習 (30台)	湯沢市とのオンラ インによる交流学 習 (50台)
教育的効果の 取り組み(2) (接続台数)	デジタル教材の 一斉利用 (470台)	—	NHK for School を活用し た理科の授業 (55台)	—	—	—
教育的効果の 取り組みに おける特長 (※1)	「しごと博覧会」を 通じ、オンライン による社会科見 学に相当する取 組みを行いました。 また、デジタル教 材の一斉利用を 通じ、通信の特性 が判明しました。	「鎌倉市指定研 究発表」では、教 職員を対象とした オンラインによる 授業を実現しま した。	姉妹都市である ポーヌ市との交 流学習を実現しま した。 また、NHK for Schoolの活用 にあたっては、 SINET接続後に 閲覧が円滑にな りました。	SINET接続機関 と接続し、最大 8,000人の児童 生徒が同時に参 加する双方向型 オンラインセミ ナーを開催しま した。	SINETの実証地 域外である水俣 市との交流学習 を実現しました。	湯沢市とのオン ラインによる交 流学習の実施にあ たってはサイバー 大講堂を利用し、 SINETを用いた 地域間連携を実 現しました。
活用した SINETの コンセプト (※2)	<ul style="list-style-type: none"> 超高速性 高信頼性(外部 との接続、デジ タル教材) 高機能性 (L2VPN) 	<ul style="list-style-type: none"> 超高速性 高機能性 (L2VPN) 	<ul style="list-style-type: none"> 超高速性 国際性(欧州と の接続) 高機能性 (L2VPN) 	<ul style="list-style-type: none"> 超高速性 先進性(SINET 接続機関との接 続) 高機能性 (L2VPN) 	<ul style="list-style-type: none"> 超高速性 高信頼性(外部 との接続) 高機能性 (L2VPN) 	<ul style="list-style-type: none"> 超高速性 高機能性 (L2VPN及びサ イバー大講堂)

※1：本実証事業における教育的効果の取組は、いずれも高速なインターネット接続回線により実現可能です。

※2：国立情報学研究所ウェブサイト「SINET 5つのコンセプト」を参照しました。(https://www.sinet.ad.jp/aboutsinet)

3-2 一斉アンケートによる効果測定結果

一斉アンケートの調査対象

日常利用におけるSINET接続の効果を測定するため、全実証地域に対しアンケートを実施しました。アンケート対象は、スループット測定を実施した学校、教育的効果に係る取組を実施した学校を中心としています。

- 期 間：令和4年1月24日(月)～2月15日(火)
- 回答数：教職員404名、児童生徒1,485人
- 内 訳：下表のとおり

実証地域	教職員(名)	児童生徒(名)
	結果	結果
湯沢市	137	398
鎌倉市	63	303
甲州市	44	109
岡崎市	33	334
八代市	85	210
天城町	42	131
合計	404	1,485

一斉アンケートの調査結果

<児童生徒>

- 学習端末の利用頻度は「週に3回以上」が8割近くを占めました。
- 本実証事業を通じて、55%の児童生徒、68%の教職員から今までより「速く感じる」と回答がありました。
- 通信環境に懸念のあった4実証地域では、50%以上の児童生徒から「速度の改善があった」と回答がありました。
- 本実証事業を通じて、74%の児童生徒から今までより「楽しくなった・少し楽しくなった」と回答がありました。

<教職員>

- 1学期と比較して、70%の教職員から「学習端末の利用が増えた」と回答がありました。
- 1学期と比較して、82%の教職員から学習端末を利用した授業での児童生徒の様子が「良くなった・やや良くなった」と回答がありました。

通信回線を改善することで見込める効果

- 学習端末の利用頻度の向上
 - 児童生徒の興味・積極性の向上
- ➡ GIGAスクール構想の更なる推進が見込めます。

学習端末の利用頻度

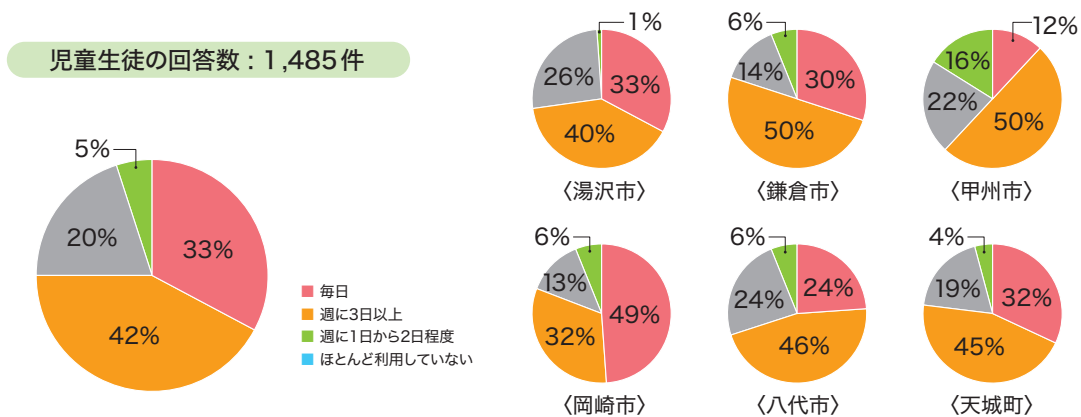
Q) 週に何日、学習端末を利用していますか。

【結果】

- 児童生徒の75%が週に3日以上利用していました。

【考察】

- 「GIGAスクール構想による1人1台端末環境の実現等について(平成31年3月)」によると、平成31年3月における教育用コンピュータ1台あたりの児童生徒数は5.4人/台、普通教室の無線LAN整備率は41.0%に留まっていた。各実証地域では、1人1台端末環境を整備し、無線LAN整備率100%を達成しています。



学習端末の使いやすさ

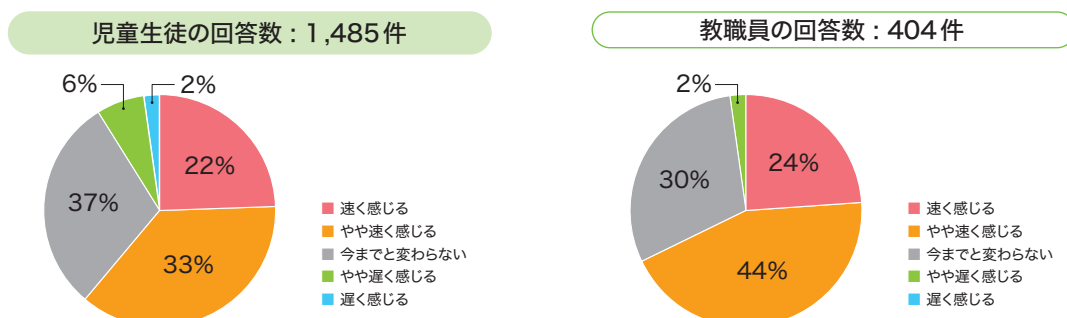
Q1-1) SINET 接続前と比べて、今の学習端末の使いやすさはどう感じますか。

【結果】

- 児童生徒の55%、教職員の68%が、今までより「速く感じる」と回答しました。

【考察】

- SINETへの接続に伴うインターネット接続の増強により、多くの児童生徒、教職員が通信速度の改善を体感しました。
- 一方で、「今までと変わらない」「やや遅く感じる」「遅く感じる」という回答もありました。その大半を占めた2実証地域では、以下の事情があったものと思われます。
 - ✓ 鎌倉市では、SINET 接続に伴う改善度合いを超えるトラフィック増が発生し、SaaS型コンテンツフィルタのボトルネックが顕在化した可能性があります。
 - ✓ 八代市では、SINET 接続前後における授業の内容や必要となる帯域が大きく異なり、他地域と比較して速度の改善を体感しにくい状況でした。



Q1-1) における児童生徒の回答の詳細

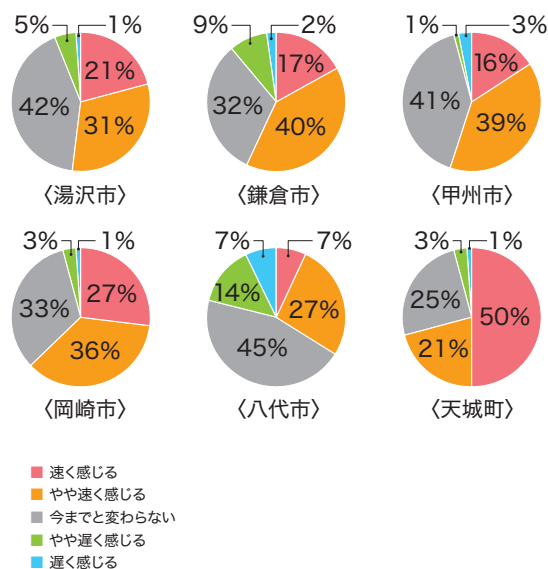
Q1-1) SINET 接続前と比べて、今の学習端末の使いやすさはどう感じますか。

【結果】

- 5実証地域で、半数以上の児童生徒から「速度の改善があった」と回答がありました。
- インターネット接続回線に大きな課題のあった天城町においては、7割以上の児童生徒が、SINET接続後に速度が改善したと回答しました。

【考察】

- 前述のとおり、八代市では他地域と比較して速度の改善を体感しにくい状況であったものと思われます。
- 天城町では120Mbpsベストエフォート型のインターネット接続回線を1Gbps帯域保証型のSINET接続回線へ切り替えたことが帯域の有効活用につながり、児童生徒が体感できる水準の改善に至ったものと思われます。



Q1-1) における教職員の回答の詳細

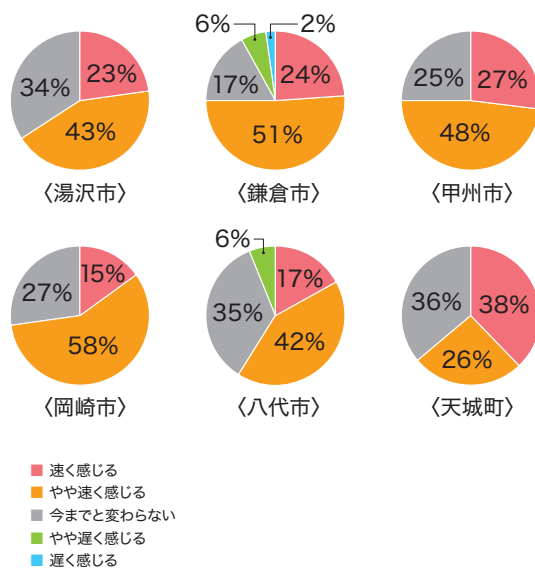
Q1-1) SINET 接続前と比べて、児童生徒の学習端末の動作はどう感じますか。

【結果】

- 各実証地域において、半数以上の教職員から速度の改善があったと回答がありました。
- SINET接続前において、ローカルブレイクアウト先のISPが輻輳していた湯沢市、インターネット接続回線が輻輳していた鎌倉市、1台あたり2Mbpsの帯域制限を設けていた甲州市、インターネット接続回線に大きな課題のあった天城町においては、大半が「SINET接続後に速度が改善した」と回答しました。

【考察】

- 総じて良好な結果を得ています。鎌倉市については、教職員の利用する端末がSaaS型コンテンツフィルタの対象外となっていることから、自身の経験を踏まえたポジティブな回答が多く、ネガティブな回答が少なくなっているものと思われます。



本実証事業を通じた授業への効果

児童生徒の回答数：1,485件

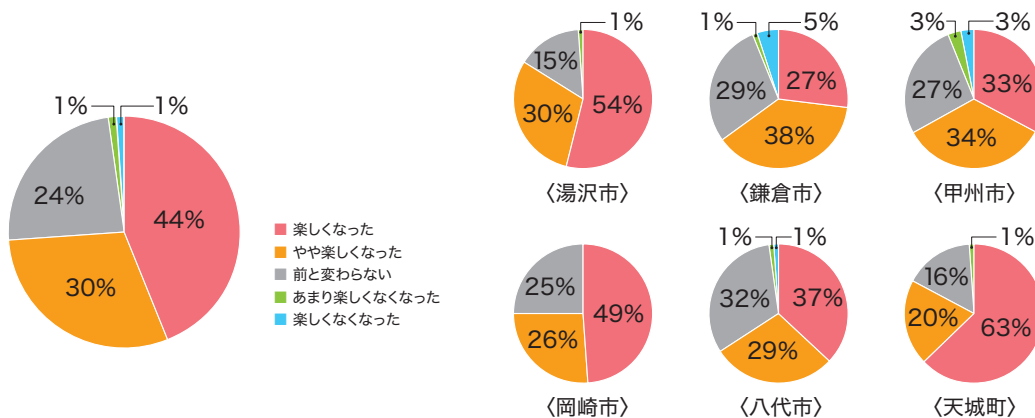
Q2-1) SINET 接続前と比べて、今の学習端末を使った授業はどう感じますか。

【結果】

- 本実証事業を通じて、児童生徒の約74%が、1学期と比較して「楽しくなった・少し楽しくなった」と回答しました。
- 「楽しくなった」「やや楽しくなった」との回答は全実証地域で60%を超えていました。特に湯沢市、岡崎市及び天城町では「楽しくなった」という回答の割合が大半を占めました。

【考察】

- 通信速度の向上による学習端末の使いやすさの改善によって利用機会が増え、児童生徒における学習意欲の向上を期待できます。
- 「あまり楽しくない・楽しくない」という回答が僅少又は0であった点は、各実証地域における教職員による努力の成果と考えられます。



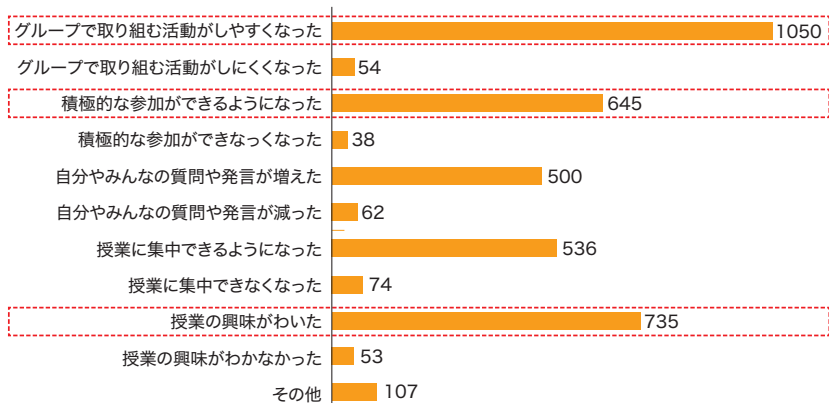
Q2-2) Q2-1 の回答について、何がどのように変わりましたか。

【結果】

- 本実証事業を通じて、「グループで取り組む活動がしやすくなった」、「授業に興味があった」、「積極的な参加ができるようになった」等の前向きな回答が約92%（回答数1,485件のうち1,380件）から得られました。

【考察】

- 児童生徒において、積極性の向上をはじめとした良い変化が認められました。
- 一方で、「積極的な参加ができなくなった」「授業の興味がわかなかった」というネガティブな意見は若干数あり、継続的な改善が必要であると思われます。



教職員の回答数：404件

Q2-1) SINET 接続前と比べて、学習端末を用いた授業で児童生徒の様子はどう感じますか。

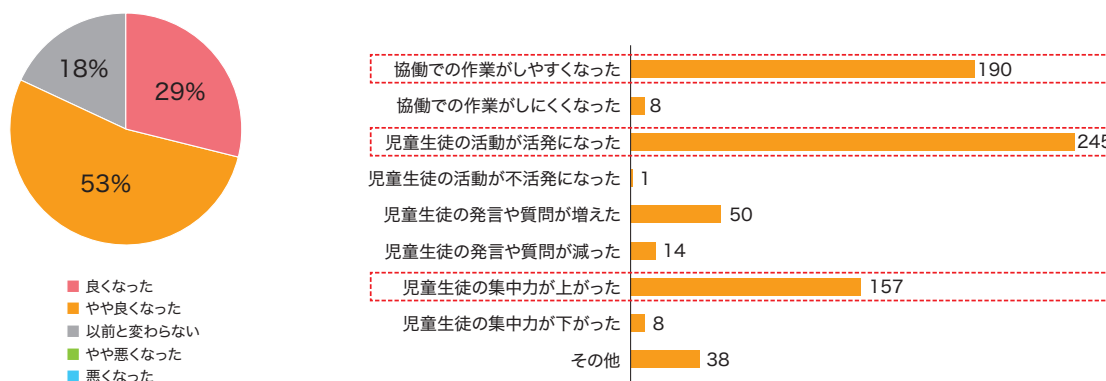
Q2-2) Q2-1 の回答について、何がどのように変わっていましたか。

【結果】

- 1 学期と比較して学習端末を利用した授業での児童生徒の様子が「良くなった・やや良くなった」との回答が82%に達しました。

【考察】

- 良好な結果を得ました。「協働での作業がしやすくなった」「児童生徒の活動が活発になった」等の反応は、グループで取り組む、発信する、という学びの機会の拡充に対する児童生徒の反応を目の当たりにした教職員の実感が反映されているものと考えられます。



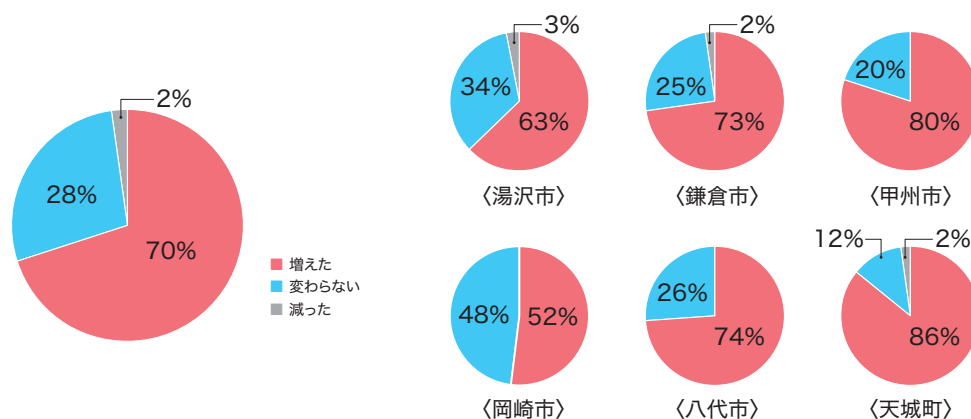
Q3-1) SINET 接続前と比較して、学習端末を利用する頻度はどのように変化しましたか。

【結果】

- 70%の教職員が、SINET 接続前と比較して「学習端末の利用頻度が増えた」と回答しました。
- 通信速度に課題のあった湯沢市、鎌倉市、甲州市及び天城町では、「利用頻度が増えた」が60%を超えました。

【考察】

- アンケート取得時期が、感染症のいわゆる「第6波」の最中であった点を差し引いても、SINET 接続後、2 学期～3 学期における学習端末の利用頻度は、教職員が実感できる水準で増加したものと思われます。



3-3

秋田県 湯沢市における実施内容

SINETへ接続する目的

- 「安定した」高速通信を実現します。
- 通信環境の改善による授業へのICT活用を一層促進します。
- 全体の通信コストを最適化を図ります。

SINETへの接続により目指す姿・ゴール

- 安定した高速通信により、授業でICTを活用したいときに即座に利用できる環境を構築を目指します。
- 安心してICTを利用できる環境を整備することで、教職員が安心してICTの活用に踏み出せることを目指します。

取組① 「しごと博覧会」のオンライン開催

【目的】

- Web会議システムを利用した事業者との「しごと博覧会」において、画面の共有や相手の顔・姿が遅滞なく確認できることにより、集合開催とオンライン開催の差を補完することを目的とします。
- また、通信帯域を消費されることによる他校への影響を並行して確認します。

【内容】

- Google Meetを利用したオンライン会議にて実施しました。市内中学校1クラスが1つの会議室を開き、市内事業者がそれぞれのクラスの会議室に入室し、企業説明会を開催しました。これを各クラス3事業者と順番に実施しました。

実施日時：令和3年11月9日 13:00-15:00
 実施校：市内6中学校 2年生11クラス(305名)



コロナ禍のため
オンライン開催



【結果】

- Google Meetを利用した初オンラインでの開催となりましたが、通信に遅延は生じませんでした。
- 教職員は事前準備や調整の関係からか対面を求める声が大半を占めた一方で、生徒は対面よりもオンラインの方を好意的に捉えているように見受けられました。安定して通信ができ、対面と遜色なく企業の話が聞き取れた結果が表れていると考えられます。

実施方式について	教職員	生徒
対面が良い	42.6%	13.0%
オンラインでも良い	28.7%	32.5%
どちらでも	28.7%	54.4%

取組② デジタル教材の一斉利用

【目的】

- 授業内でのデジタル教科書・ドリルの活用の際して、遅滞の少ない通信を実現します。

【内容】

- ASPサービスで利用しているデジタルドリルについて、全校生徒が一斉にアクセスし、一定時間利用しました。

■ デジタルドリルの活用

実施日時：令和4年1月24日 13:40～13:50

実施校：市内小学校 全学年17クラス(467名)

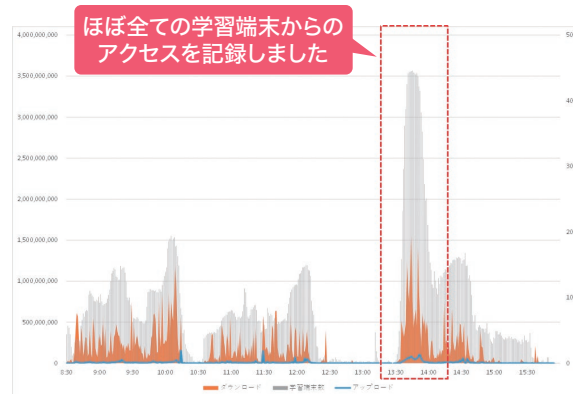
接続先：ASPサービス(デジタルドリル/3社)

■ デジタル教科書の利用

実施日時：令和4年1月24日 14:00～14:10

実施校：市内小学校 5年生1クラス(27名)

接続先：ASPサービス(デジタル教科書/1社)



【結果】

- どちらも大きな遅延もなく、一斉利用を実施することができました。
- 本事例においては、通信量については下り100Mbps程度と通常利用に比べて1.4倍程度のトラフィックが発生しましたが、帯域としては十分であることが、上図から読み取れます。ただし、継続した通信が発生するため、安定した通信が必要になると考えられます。
- 授業中、動画視聴に支障をきたす場面があったとの声がありましたが、全体のトラフィックグラフには問題が見当たらなかったため、校内のAPに負荷が集中したと推測されます。

まとめ(湯沢市担当者より)

【実施事業を経て】

- 湯沢市が平時契約していた「ベストエフォート型回線」では、近隣の一般世帯の利用状況によって授業での遅延が生じるリスクがあることを鑑みれば、SINETの高速大容量通信網を利用することで通信網を信頼して授業利用ができるようになると考えられます。

【課題事項を踏まえて】

- 今回の実証事業において、一部の学校は既にVPN回線を利用しながらのSINET接続となりましたが、日常利用については大きな問題もなく利用できることが判明しました。先日、湯沢市では一部学校を除き利用している湯沢市地域イントラネット網について、今後は商用回線を利用したVPN利用へ切り替えていく方針が示されました。本実証事業の結果から、集約拠点の回線を十分に確保すれば、拠点集約型の通信でも問題ないことが検証できたと考えられます。
- ボトルネックになることが懸念されていた本庁舎内ネットワーク機器についても、通信の妨げになることは無かったため、現状最大1Gbpsの帯域が保証されれば湯沢市規模の自治体では十分ではないかと考えられます。

3-4 神奈川県 鎌倉市における実施内容

SINETへ接続する目的

インターネットをスムーズに活用し、クラウドを利用した新しい鎌倉の教育想像に取り組みます。

SINETへの接続により目指す姿・ゴール

- クラウドを活用してスムーズな教育活動ができます。
- 鎌倉市の教育ネットワークが高速化されたことを、教職員及び児童生徒たち全体に実感をもった形で周知します。
- クラウド活用の利点を教職員が実感し、GIGAスクール構想の実現に向けて教職員と児童生徒たちが意欲的にICTを活用した教育活動に取り組みます。

取組①「鎌倉市指定研究校」による教育課題指定研究発表のオンライン開催

【目的】

- 鎌倉市として初となるオンラインでの教育課題指定研究発表を成功させることにより、鎌倉市のネットワークの高速化を全教職員に実感をもった形で周知します。
- 教職員のネットワークを活用したICT教育の推進意欲の向上を図ります。

【内容】

- サイバー大講堂(Webex)を利用したオンライン会議を開催しました。当日のスケジュールは以下のとおりです。

13:30	13:45	14:20	15:40	16:40
入室 待機	全体会① (研究の概要)	休憩	分科会・研究協議会	休憩 全体会② (講演会)

実施日時：令和3年11月19日 13:45-16:40
実施校：市内小学校(約104名)

【結果】

- 大きな遅延なく、開催できました。
- 研究発表の開催後にアンケートを実施しました。アンケート回答より一部抜粋した内容は以下のとおりです。

- Jamboardを使っでの協議会は、これまでにない取組で新鮮でした。他の先生方の意見をリアルタイムで見ることができて良かったです。
- 動画も活用しながら実践をお話いただいたので、子供の様子も感じることができました。
- 新しい発表会の手法がとても参考になりました。オンライン研修会ならではのよさを、いくつも実感しました。オンラインでの発表というのも多くのご苦勞があったことと思います。
Jamboard等、使い方によっては協議を深める道具として面白いものだと思います。

まとめ(鎌倉市担当者より)

【実施事業を経て】

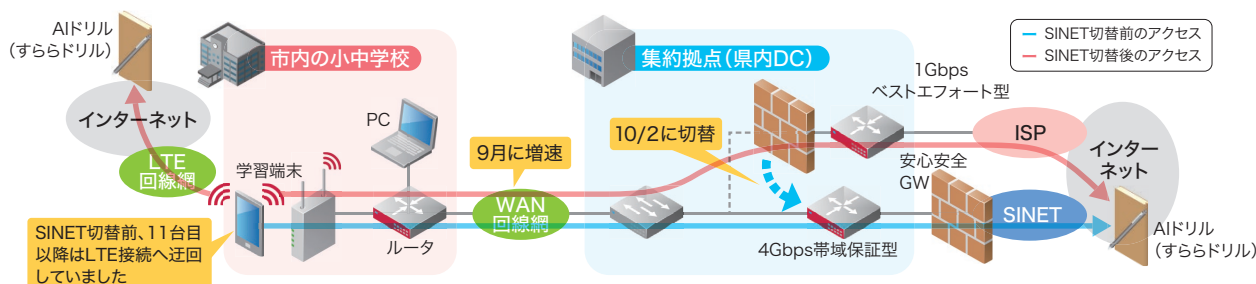
- 「鎌倉市指定研究校」のオンライン発表開催以降、オンライン会議や端末を使用しての家庭学習が活発化しました。
- コロナでの学校閉鎖、休校時における課題配信や授業配信対応等で学校が苦慮することなく、ICT活用した学習支援でスムーズに対応できています。
- ネットワークが遅いことにより、意欲が低下していた教員において、オンラインでの発表やJamboardを用いた協議会等、新しい学びの創造性への意欲喚起に大きく結びつきました。



【取組から見えてきた課題】

- 日常的なデータ使用に対応する必要帯域と学校で使用しているICT機器(主にPC、タブレット)のアップデートをカバーする帯域の整理及び対応の必要性
- Apple系、Windows系でのアップデートの特性に応じた設備の必要性
- 次期の導入端末の特性に合わせたネットワーク環境の再構築の検討
- 教育系ネットワーク等を司る専門部署の必要性

〈 SINET接続による環境の変化 〉



【SINET切替前の状況】

- 学級全体でAIドリル(※1)を用いる授業において、学級あたり10台以上の学習端末が同時にAIドリルを利用する際に動作が著しく緩慢になる事象がしばしば発生しており、11台目以降の学習端末についてはLTE回線へ迂回せざるを得ませんでした。
- LTEへの迂回後も、十分なスループットを発揮できていたとは言えず、迂回の設定作業により授業が停滞することによる授業の質の低下、児童・生徒間における学びの機会の格差が生じかねない状況でした。
- 当市のシステムを担当する業者より、WAN回線網及びインターネット接続回線の帯域不足を指摘されていたため、WAN回線網を9月に増速し、インターネット接続回線を10月2日にSINETへ切り替えました。

【SINET切替後の状況】

- AIドリルを用いた授業が円滑に進行できていると教職員より報告があがりました。とくに、多人数でAIドリルを使用する際の動作が著しく改善したうえで、LTEへの迂回が一切不要となりました。

※1：すららドリル(https://surala.jp/school/surala_drill/)を採用し、算数(数学)を中心に国語、理科、社会及び英語の授業で利用しています。

取組② NHK for Schoolを活用した理科の授業

【目的】

- 川の水による災害や災害に対する備えについて、各自の興味関心に応じた学習の個性化

【内容】

- NHK for School「ふしぎがいっぱい5年生」のサイト内にある16本の動画クリップを児童が1人1台端末で視聴しました。視聴してはじめて知ったこと、理解できたことをまとめJamboardを利用してクラス内で共有しました。

実施日時：令和3年11月25日 3校時

実施校：市内小学校5年生(53名)

実施日時：令和3年11月29日 3,4校時

実施校：市内小学校5年生(53名)



【結果】

NHK for Schoolを活用した理科の授業について、児童がどのような感想を持ったのかを確認するため、アンケートを実施しました。

- NHK for Schoolを活用し動画を視聴した結果、約8割の児童が楽しいと回答しました。
- 今後も同様の授業を実施したいかを確認したところ、6割以上の児童がしたいと回答し、自由回答では「通常の授業と比較して、動画を用いた授業の方が音声と映像で学べるため、分かりやすい」という声が多く挙がっていました。
- 本実証事業を通じて、各児童が興味を持った動画を視聴できたことで、学習への興味や理解が深まったと考えられます。

まとめ(甲州市担当者より)

【取組①のまとめ】

- Google Meet、Google Earth等を多く活用したことで平時の3倍程度の通信が発生しましたが、不具合なく実施できました。また、海外との交流に対してほとんどの児童生徒が前向きに捉えており、現地の文化・言葉・生活についてさらに学びたいという声が多く挙がりました。

【取組②のまとめ】

- 児童生徒からの自由回答では「通常の授業と比較して、動画を用いた授業の方が音声と映像で学べるため、わかりやすい」と声が多く挙がりました。

【通信環境の改善】

- 甲州市が利用しているインターネット接続回線は帯域が細く、学習端末に2Mbpsの帯域制限を実施することで全ての端末が公平に通信できるよう制御しています。本実証事業で高速・低遅延なSINETに接続したことで、帯域に対する懸念がなくなり、学習端末の速度制限を廃止したところ、大多数の児童生徒がストレスを感じることなく学習端末を利用した授業に取り組みました。
- 制限のない環境下における全体の日々のトラフィックを確認できたことで、インターネット接続回線にどの程度の帯域が求められるのかを把握することができました。

【安定した通信環境による教育の質向上】

- SINETへの接続により、安定した通信環境下で取組①、②を実施することができました。
- 通信環境の改善により、教職員や児童生徒が授業に集中できる環境となったことで、児童生徒の学びに対する意欲が向上したとともに、教育の質の向上にも繋がったと好評でした。

3-6

愛知県 岡崎市における実施内容

SINETへ接続する目的

- GIGAスクール環境での学びが停滞することのないように外部回線を高速大容量化し、1人1台端末での持続可能で円滑な学習環境を実現します。
- 自然科学研究機構や愛知教育大学等の高等教育機関と連携し、探究的な学習の機会を拡充します。
- 多様な学びの保障のため、臨時休業や学級閉鎖時のオンライン授業や、不登校児童生徒が教室の枠を越えて自宅や校内フリースクールにおいてオンラインで学べる環境を実現します。

SINETへの接続により目指す姿・ゴール

「自立」「共生」「創造」をキーワードに、予測困難な社会変化に主体的に向き合い、未来を拓き、豊かに生きていく岡崎の子供を育成します。(「岡崎市学校教育等推進計画」より引用)

取組 自然科学研究機構との連携による「オンライン・サイエンスセミナー」の開催

【目的】

- 自然科学研究機構との連携によるオンライン・サイエンスセミナーを開催することにより、高速・大容量の通信環境を生かした体験の場を提供し、最先端の科学に触れるとともに、子どもたちの科学への探究心を育むことを目的とします。

【内容】

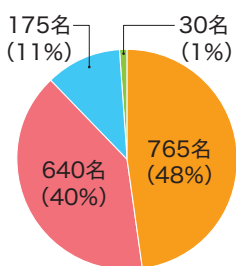
- 高速学術ネットワークであるSINETのメリットを最大限に生かし、視聴・クイズ・質問等の双方向型コミュニケーションを取り入れた大規模同時開催のオンライン出前授業としました。

項目	日時	講座内容	対象
第1回	令和3年11月9日(火)	基礎生物学研究所 阿形清和 所長 「切っても切ってもプランリア」(再生生物)	全中学校 約2,400名
第2回	令和3年12月7日(火)	生理学研究所 北城圭一 教授 「脳の中にはリズムがある?」(同期現象)	小学校高学年 約2,600名
第3回	令和4年1月25日(火)	国立天文台 野辺山天文台 アストロバイオロジーセンター 日下部展彦氏、衣笠建三氏「宇宙に生命はあるか?」(地球外生命)	中学校/小学校高学年 約8,000名
第4回	令和4年2月7日(月)	ノーベル化学賞受賞吉野彰 博士 「オンライン・サイエンス講演会」	中学校/小学校高学年 約5,000名

【結果】

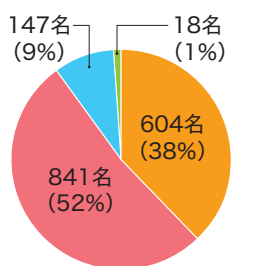
- オンライン・サイエンスセミナーの様子や開催後のアンケートを以下に示します。

■ オンラインセミナーについてどのように感じましたか



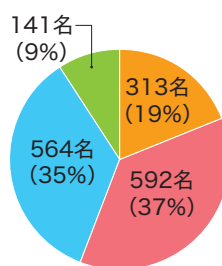
肯定的な意見が88%

■ オンラインで行われたことについてどのように感じましたか



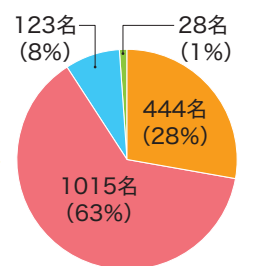
肯定的な意見が90%

■ 今まで科学に対して興味がありましたか

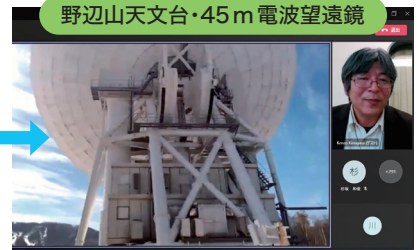
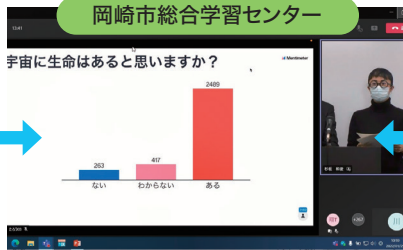


肯定的な意見が56%から91%へ

■ 今回、科学に対して興味を深めることができましたか



第3回
「宇宙に生命はあるか？」
実施形態・配信体制

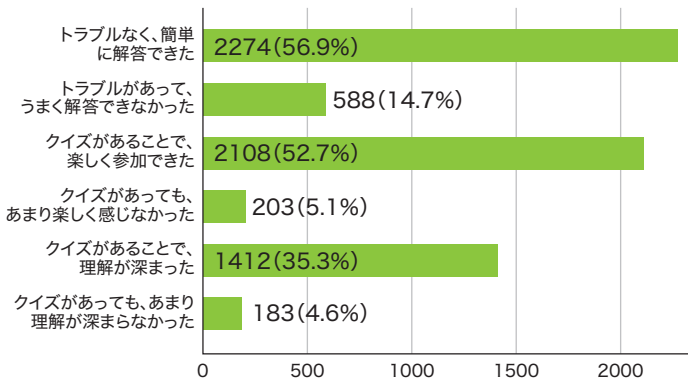


国立天文台アストロバイオロジーセンターの日下部展彦さんから地球外生命の可能性について教わる

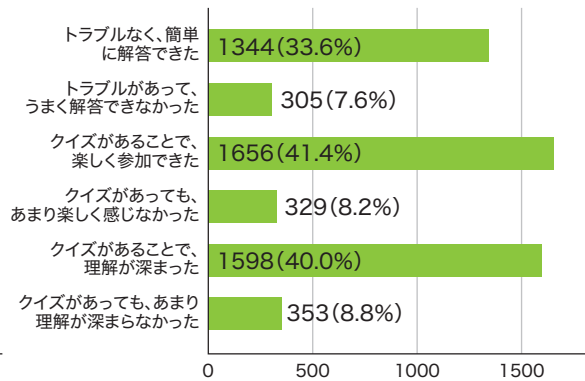
総合学習センターで司会進行をするとともに、画面切替等のプロデューサー機能を担う

野辺山天文台と中継をつないで、衣笠建三さんから45m電波望遠鏡を紹介していただく

■参加型セミナーに対する感想 ①クイズ



■参加型セミナーに対する感想 ②質問コーナー



まとめ(岡崎市担当者より)

【SINETを活用した大規模オンライン開催における成果について】

- 第1回～第4回で約432学級、約18,000名の児童生徒が参加しました。一度に多くの児童生徒に価値ある学びを提供できるというオンラインならではの優位性が明確になりました。
- アンケート結果から、いずれの回も約90%の児童生徒が「実感のある学びができた」と答えており、前向きであることが分かりました。
- 「科学に対して関心を高めることができたか」というアンケート結果からは、セミナーの前後で肯定的な回答が、以下のとおり増加したため、児童生徒の科学への興味・関心を高めることができたと考えられます。第1回では56%⇒91%、第2回では55%⇒83%、第3回では54%⇒83%でした。

【SINETの通信環境の評価について】

- サイエンスセミナーの中で、映像の共有やMentimeterへの同時アクセス、Microsoft Formsへの同時書き込みを実施しても、トラフィックが頭打ちすることなく安定していたことから、SINETの高速大容量通信が生かされていることが分かります。
- 日常的な授業においても、外部回線においてトラブルが起きることはなく、十分なキャパシティの中で安定して利用できており、日々iPadのOSやアプリケーションの定期的な通信が発生していても問題なく対応できていました。
- SINETのメリットを生かすためには、校内LAN、学校間WAN、集約拠点の機器構成等が重要であることが再認識されました。各段階での通信環境の最適化を図ることが円滑な利用の前提となります。

3-7

熊本県 八代市における実施内容

SINETへ接続する目的

- SINETへの接続により、教育現場のネットワーク状況がどのように変化・改善するか検証します。
- 教育現場が必要としているICT教育にSINET接続が必要不可欠なのか検証します。

SINETへの接続により目指す姿・ゴール

ICT教育の目指すゴールにおいて、SINETへの接続の有効性を把握します。

取組 交流学习

【目的】

- SINET切替前と切替後による交流学习での変化を比較します。
- 高画質カメラ、高音質マイク兼スピーカーを使用して、生じた変化を検証します。
- 児童生徒1人1台端末をオンラインで接続し、個々の画面で交流学习に参加することで得られる効果を検証します。
- 複数の児童生徒の端末を同時接続した場合のネットワーク負荷を検証します。

【内容】

- 1人1台Zoomを接続し、水俣市の小学校とのオンラインによる交流学习を開催しました。互いの発表を聞き合い、お互い分からないことを質問し、回答し、交流を深めました。

実施日時：令和4年1月26日 10:30-11:50

実施校：八代市内小学校 5年1組 21名

5年2組 24名

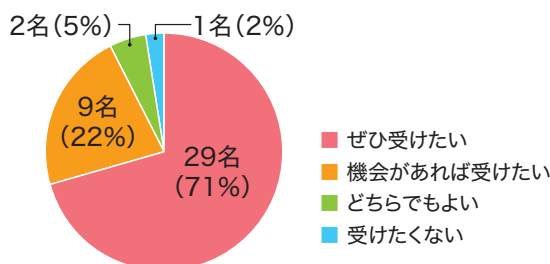
接続先：水俣市内小学校 5年1組 28名

【結果】

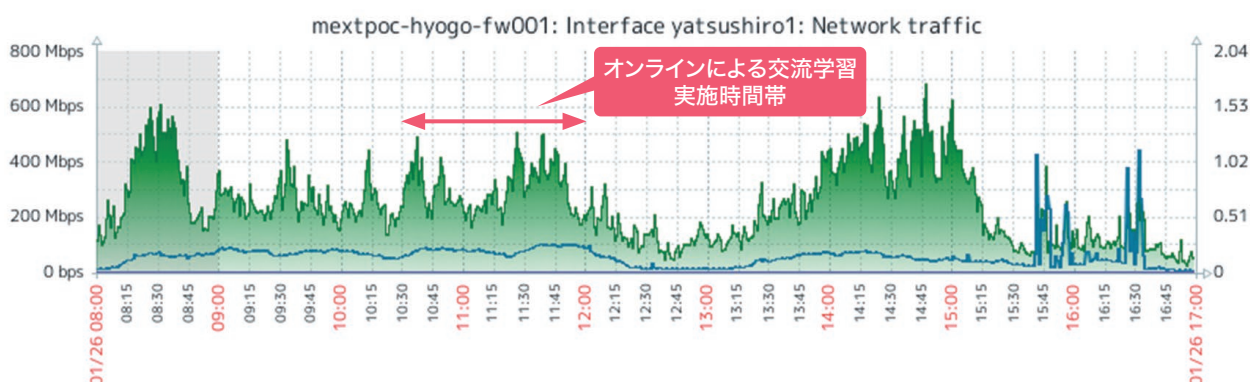
- オンラインによる交流学习開催後に、児童生徒にアンケートを実施しました。アンケート回答より一部抜粋した内容を以下に示します。

- 相手の声や画像がきれいに聞こえたり、見えたりすることができてやりやすかったです。
- 今回は前回よりも良い機械を使ったのでしっかりと画像が見れました。おかげで大事なことを聞きのがさずにたくさんのことが学びました。
- 2001水俣ハイヤ節を見て、踊りや掛声の迫力がすごかった。
- ゴミ分別の種類が23種類もあることに、驚きました。あと、ゴミ分別は日本一ということにとっても驚きました。

Q3-1) 今後もオンラインによる交流学习を受けたいと思いますか。



- オンラインによる交流学習当日(1/26)の八代市全体におけるトラフィックグラフを以下に示します。
 ➡ 実施時間帯(10:30～11:50)において、ダウンロードトラフィックの最大値は約500Mbpsでした。



- トラフィックの想定
 仮に市内全域で同様の取組を行う場合を想定した概算値は下図のとおりです。

文政小学校の通信ログを 基にした集計		交流学習 令和4年1月26日(水)	通常の授業 令和4年1月19日(水)
アップ ロード	最大値の時刻	11:18	11:18
	1分あたりの転送量	562,834,723バイト	608,904バイト
	帯域の概算値(①)	75.04Mbps	0.08Mbps
	学習端末数(②)	96台	54台
	市内全域実施時の概算値 (①÷②×10,700)	8,363.83Mbps	15.85Mbps
ダウン ロード	最大値の時刻	11:18	11:18
	1分あたりの転送量	4,448,949,753バイト	12,301,806バイト
	帯域の概算値(③)	593.19Mbps	1.64Mbps
	学習端末数(④)	96台	54台
	市内全域実施時の概算値 (③÷④×10,700)	66,115.96Mbps	324.96Mbps

〈 概算値を基にした指標(例) 〉

- 1人1台端末を利用した多数対多数の映像伝送をとまなうオンラインによる交流学習は、通常の授業と比較して数十倍の通信量が発生します。
- 学習端末1台あたりの通信量も顕著に増加します。
- アップロードは0.8Mbps程度、ダウンロードは6.0Mbps程度の通信が発生します。
- 八代市内全域(のべ10,700台)で同様の学習を行う場合、アップロードの帯域は8.3Gbps・ダウンロードの帯域は66.1Gbpsにも及びます。

まとめ(八代市担当者より)

【実施事業を経て】

- SINETへの接続により、1人1台端末を利用した多数対多数の映像伝送を伴うオンラインによる交流が実現でき、大型提示装置で見るとも個人のタブレット端末の方が見やすいという意見が大半を占めました。
- 一方で、学習端末全台での同時動画視聴は通信量が膨大となり、現実的ではないため、利用形態を工夫する必要があることが明らかになりました。

3-8

鹿児島県 天城町における実施内容

SINETへ接続する目的

- 整備した環境で高速大容量の通信回線に接続することで、課題である通信速度の改善を図ります。
- 超高速、低遅延の特性を活かした遠隔授業を開催します。

SINETへの接続により目指す姿・ゴール

- 普段体験することのない遠隔地の児童生徒たちと画像や音声を用いた共同学習を実現します。
- 児童生徒が自身と異なる地域の文化に触れ、知見を広げるとともに、相手の発表の仕方や考え方を学びます。
- 児童生徒が相手を意識して発表することで、発表の仕方を自身で工夫する意識を育みます。

取組 島外地域とのオンラインによる交流学習 (郷土学習による交流学習)

【目的】

- はじめて交流する遠隔地の児童生徒に対し、天城町や自身の郷土について、普段と異なった視点で自身の考えや既存の事物を見つめ直し、発表できるようになることを目的とします。

【内容】

- サイバー大講堂を用いて、湯沢西小学校とのオンラインによる交流学習(郷土学習の交流学習)を開催しました。全体会にて3年生・4年生それぞれ学年ごとに学習した内容を発表し、その後学年ごとに分かれロイロノートに事前にアップロードした写真や動画を見て感想交流をしました。

実施日時：令和4年2月3日 10:25-
 実施校：町内小学校 3年生25名、4年生24名
 接続先：湯沢市内小学校 3年生91名、4年生79名

天城町内小学校の発表(約30分)

3年生

- 島口(徳之島の方言)について
- 結太鼓の概要について(演奏動画を含む)

4年生

- 徳之島に生息する希少生物について
- 徳之島の魅力について(自作の歌の発表を含む)

湯沢市内小学校の発表(約30分)

3年生

- 犬っこ祭りについて
- しんこ団子細工について
- 方言について

4年生

- ゆざわジオパークについて
- 地域の偉人について



【結果】

- オンラインによる交流学習開催後に、児童生徒にアンケートを実施しました。アンケート回答より一部抜粋した内容を以下に示します。

- 発表に向けて練習してきたことが上手にできた。
- 湯沢の友だちに世界自然遺産になった徳之島の事を伝えることができてうれしかった。
- 湯沢の方言クイズが楽しかった。徳之島の島口にも興味を持ってもらえたらうれしい。
- 犬っこしんこ細工づくりという行事が楽しそうだった。やってみたい。等



〈ロイロノートでの交流より〉

- 雪はどのくらい柔らかいですか？ 雪だるまは作れますか？
- 昼休みなどは、雪で遊んでいいんですか？ 冬の日はどのように過ごしていますか？
- 方言を知れたので良かったです。雪遊びしたいですか？
- 秋田(徳之島)の気温は何度ですか？
- ゆい太鼓が思っていたより凄くびっくりしました！
- 海がとてもきれいだったのでいつか行きたいです。ゆい太鼓をまた聞きたいです。
- 岡前小学校の桜の木には花がついていたのでとても驚きました。等



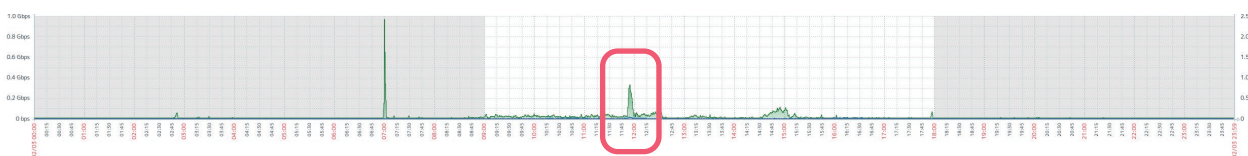
まとめ(天城町担当者より)

【実施事業を経て】

- 南北1,650km離れた秋田県湯沢市にある小学校とのオンラインによる交流により、方言や郷土芸能、地域の特徴・魅力等を紹介し合い、相互理解を深めることができました。
- SINETへの接続により、相手校の様子や音声途切れることなく、児童生徒が集中して交流に参加できたことで、島外地域への興味を持つきっかけとなりました。

【技術的効果について】

- 速度測定や帯域の使用状況の結果から、今まで業務後に実施していたMDMによるアプリケーションのインストールやアップデート作業について、任意の時間での作業が可能となりました。人員が少ない本町には非常に効果的であり、ネットワーク監視や設定変更のレスポンスも改善され、業務改善にも繋がりました。
- 帯域を必要とする使用するアプリケーションがあることがわかり、ソフトウェアベンダに改善を依頼する想定です。



本実証事業を通じたまとめ

SINET接続による効果

本実証事業の結論

各自治体における現在の接続環境を速度・品質・運用・コストや教育的効果の観点から見直す場合、SINET接続への切替が有効となる場合がある。
(SINET接続は、選択肢の1つとなり得る。)

インターネット接続回線の帯域を必要な分だけ確保できていると、学習端末の操作等が快適になり、利用頻度が増えました。

通信速度に課題を抱えていた地域においては、学習端末の使用感が改善し、利活用が進みました。通信速度に係る課題の少ない地域においては、通信量等のデータを通じ、今後のネットワーク拡張に係る参考情報を取得することができました。

また、SINETの有するL2VPNサービスを活用し、集約型ゲートウェイへの接続を試行し、SINETでは集約型ゲートウェイの配置における性能面の課題がないことを確認できました。さらに、大規模なネットワークを有する実証地域については、庁内に既設のファイアウォールを活用してSINETへ接続できることが分かりました。

今後の課題

一方で、インターネット接続回線をただ増強すれば必ずしも、通信速度や安定性の向上に繋がるとは限りません。「現状調査」→「設計・計画」→「設計に基づいた環境の構築」の一連の流れを可視化しながら、循環させる必要があります。

また、上述した一連の流れを循環させる際には、以下の各項を検討・留意する必要があります。

- インターネット接続の高速化のためには、学習端末～アクセス先にあたるSaaS間の通信経路にあたる学校～WAN回線～集約拠点の各所において、ボトルネックを特定する必要があります。
- 一部の学習アプリケーションやWebフィルタ等のSaaSでは、SaaS設備においてボトルネックが生じていたため、利用するアプリケーションの仕様を明確化して活用する必要があります。
- ソフトウェアの更新時には、大容量の通信が発生するおそれがあるため、対策を検討する必要があります。
- 学習端末の利活用の幅が増え、児童生徒が学習端末に触れる機会と共にリスクに直面する機会が増加し、脅威が身近になりつつある点に留意する必要があります。
- 拠点集約型のネットワーク構成を採用する場合、集約拠点におけるセキュリティ対策は従前どおりの考え方で問題ありません。一方で、持ち帰り学習を考慮する際には、家庭用インターネット接続環境の利用を前提としたセキュリティ対策が必要となります。

令和3年度 初等中等教育段階の SINET活用実証研究事業

事業推進委員会

※敬称略。所属・役職は令和4年3月時点のものです。

委員長	西田 光昭	柏市教育委員会	教育研究専門アドバイザー
	稲垣 忠	東北学院大学	文学部 教授
	漆谷 重雄	国立情報学研究所	副所長 アーキテクチャ科学研究系 教授
	高橋 邦夫	合同会社KUコンサルティング	代表
	林山 耕寿	シスコシステムズ合同会社	ビジネスディベロップメントマネージャ
	東原 義訓	信州大学	名誉教授・特任教授

実証地域

※敬称略。所属・役職は令和4年3月時点のものです。

	宮原 惇	湯沢市教育委員会	教育部 学校教育課 学事班 主任
	上 太一		
	濱地 優	鎌倉市教育委員会	教育指導課 指導主事
	河村 敬	甲州市教育委員会	教育総務課 主幹
	川本 祐二	岡崎市教育委員会	教育政策課 GIGAスクール戦略係 係長
	松本 豊	八代市教育委員会	教育政策課 主幹兼学校管理係長
	浜田 博隆	天城町教育委員会	総務課 係長

令和3年度 文部科学省委託
「初等中等教育段階のSINET活用実証研究事業」
SINET導入・運用・活用に関するガイドブック(令和4年3月発行)

株式会社 インターネットイニシアティブ
〒102-0071 東京都千代田区富士見二丁目10番2号

