

成果報告会

令和4年3月8日(火)13時～16時
株式会社インターネットイニシアティブ



諸注意

1. 本会議は録画させていただきます。
なお、録画したデータ及び資料につきましては、後日、文部科学省ウェブサイトに掲載予定です。
2. ご質問のある方は、チャット機能にて所属名とお名前を記載の上で、送信をお願い致します。
なお、質疑応答につきましては、後日、文部科学省ウェブサイトに掲載予定です。
3. 成果報告会(ウェブ会議：サイバー大講堂)への接続にあたっては、マイクは原則としてミュート設定とし、ビデオについては停止していただきますようお願いいたします。画面下部の設定が、下図のとおりとなっていることをご確認ください。



4. 成果報告会(ウェブ会議：サイバー大講堂)への接続にあたっては、申込者1名につき端末1台の接続にご協力ください。
5. 事務局側の回線不具合等で会議が切断された場合は、バックアップ回線に切り替えます。暫時お待ちいただく可能性がありますので、ご承知おき願います。

- 開会 (5分：司会 事業推進委員会事務局)
- 【第一部】 技術的効果の発表 (85分：司会 事業推進委員長)
- 発表者 : III 50分
 - 質疑応答：事業推進委員 35分
- 【第二部】 教育的効果の発表 (72分：司会 事業推進委員長)
- ① 愛知県岡崎市 (発表8分・助言2分 計10分)
 - ② 神奈川県鎌倉市 (発表8分・助言2分 計10分)
 - ③ 山梨県甲州市 (発表8分・助言2分 計10分)
 - ①～③の発表を踏まえた質問受付・回答 (6分)
 - ④ 秋田県湯沢市 (発表8分・助言2分 計10分)
 - ⑤ 熊本県八代市 (発表8分・助言2分 計10分)
 - ⑥ 鹿児島県天城町 (発表8分・助言2分 計10分)
 - ④～⑥の発表を踏まえた質問受付・回答 (6分)
- 閉会 (8分：司会 事業推進委員会事務局)
- 総括
 - 閉会挨拶

出席者一覧(1/2)

事業推進委員

※敬称略、五十音順

項番	役割	氏名	所属	役職	出欠
1	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	○
2	委員	稲垣 忠	東北学院大学	文学部 教授	○
3	委員	漆谷 重雄	大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 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	○
4	委員	高橋 邦夫	合同会社KUコンサルティング	代表	○
5	委員	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 マネージャー	○
6	委員	東原 義訓	信州大学	名誉教授・特任教授	○

- 事業推進アドバイザー
- 委託元：文部科学省
- 事務局：株式会社インターネットイニシアティブ(IIJ)

出席者一覧(2/2)

・ 実証地域

※敬称略、発表順

項番	氏名	所属	役職	出欠
1	宮原 惇	湯沢市教育委員会 教育部 学校教育課 学事班	主任	○
2	上 太一 濱地 優	鎌倉市教育委員会 教育指導課	指導主事	○
3	河村 敬	甲州市教育委員会 教育総務課	主幹	○
4	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	○
5	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	○
6	浜田 博隆	天城町教育委員会 総務課	係長	○

開会挨拶

文部科学省 初等中等教育局

【第一部】 技術的効果の発表

背景・実施概要

1.技術的効果の検証

- 1-1. スループット調査
- 1-2. ネットワーク負荷の整理(一斉通信)
- 1-3. ログに関する整理
- 1-4. コストに関する整理
- 1-5. その他の調査

2.教育的効果の検証

- 2-1. 一斉アンケートによる効果測定結果

背景・実施概要：本実証事業の位置づけ・目的

◆本実証事業の名称

初等中等教育段階のSINET活用実証研究事業

◆本実証事業の流れ

【令和2年度 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)】(令和2年度事業)

- ・ 小中学生1人1台端末、高速大容量通信ネットワークが整備された。
- ・ GIGAスクール構想の実現に向け、多様な学校の規模・ニーズに対応できるよう、様々な通信回線・ネットワークの構成について実証を行い、無線LANやLTE、5Gの利用モデル、また、基幹網としてSINETや商用のネットワークの活用モデルを整理した。

成果の引き継ぎ

【令和3年度 初等中等教育段階のSINET活用実証研究事業】(本実証事業)

- ・ 数ある活用モデルから、**一定規模の学校数がSINETに接続した場合**の高速大容量通信や同時接続による運用体制等について**実証**を行う。

実証する内容
の検討・整理

実証地域の見解・要望

- ・ 教育現場におけるICTの利活用に際し実証地域が抱える課題
- ・ SINETで実現したい学習、期待する事項、展望等

【本実証事業の目的】：一定規模の学校数がSINETに接続した場合の実証

- ・ 主題1：SINETに接続する際の**速度・品質・運用・コスト** ⇒技術的効果の検証【第一部】
- ・ 主題2：SINETの特性を生かした**授業・日常の取り組みを通じた効果** ⇒教育的効果の検証【第二部】

実証の実施

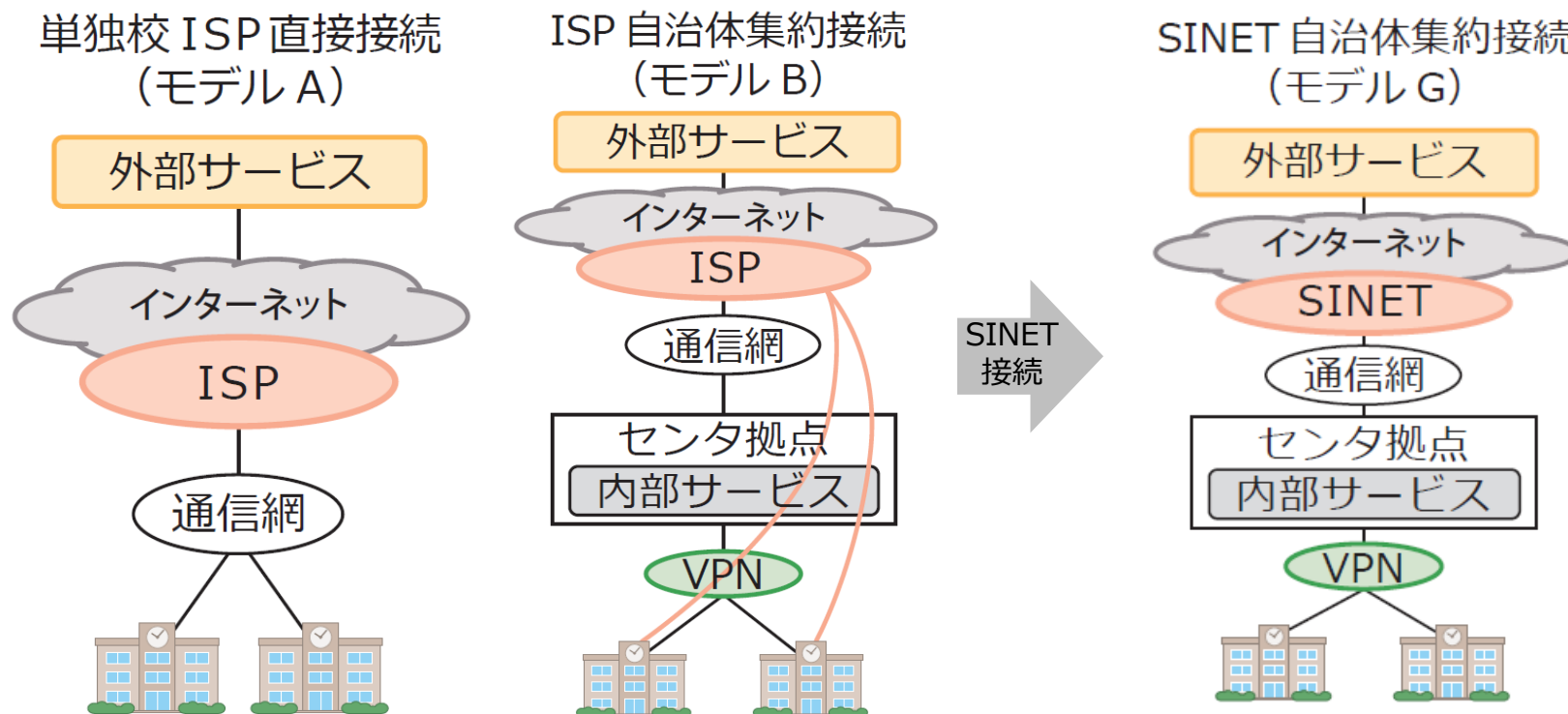
【本実証事業の結論】

- ・ 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**等の技術的効果及び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。)

背景・実施概要：前提(1)接続モデル

◆接続モデル(令和2年度事業における整理)

- 「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)」という構成を採っている。
- 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」より抜粋

背景・実施概要：前提(2)ボトルネックの発生と対応

◆ボトルネックの発生と対応(文部科学省による整理)

- GIGAスクール構想の実現に向け、児童生徒が安心してICTを活用した学習ができるよう、学校設置者や学校において必要な通信帯域を確保することが重要であるが、次スライド以降に示す図表のように、様々な原因(ボトルネック)によりインターネット接続やアプリの動作が遅くなる事象が生じ得る。そのため、ネットワーク環境の評価(アセスメント)を行い、原因を特定して対処することが必要となる。
- なお、ネットワーク点検や応急対応を行うために、文部科学省で実施している「GIGAスクール運営支援センター整備事業」(令和3年度補正予算)を活用することも考えられる。

背景・実施概要：前提(2)ボトルネックの発生と対応

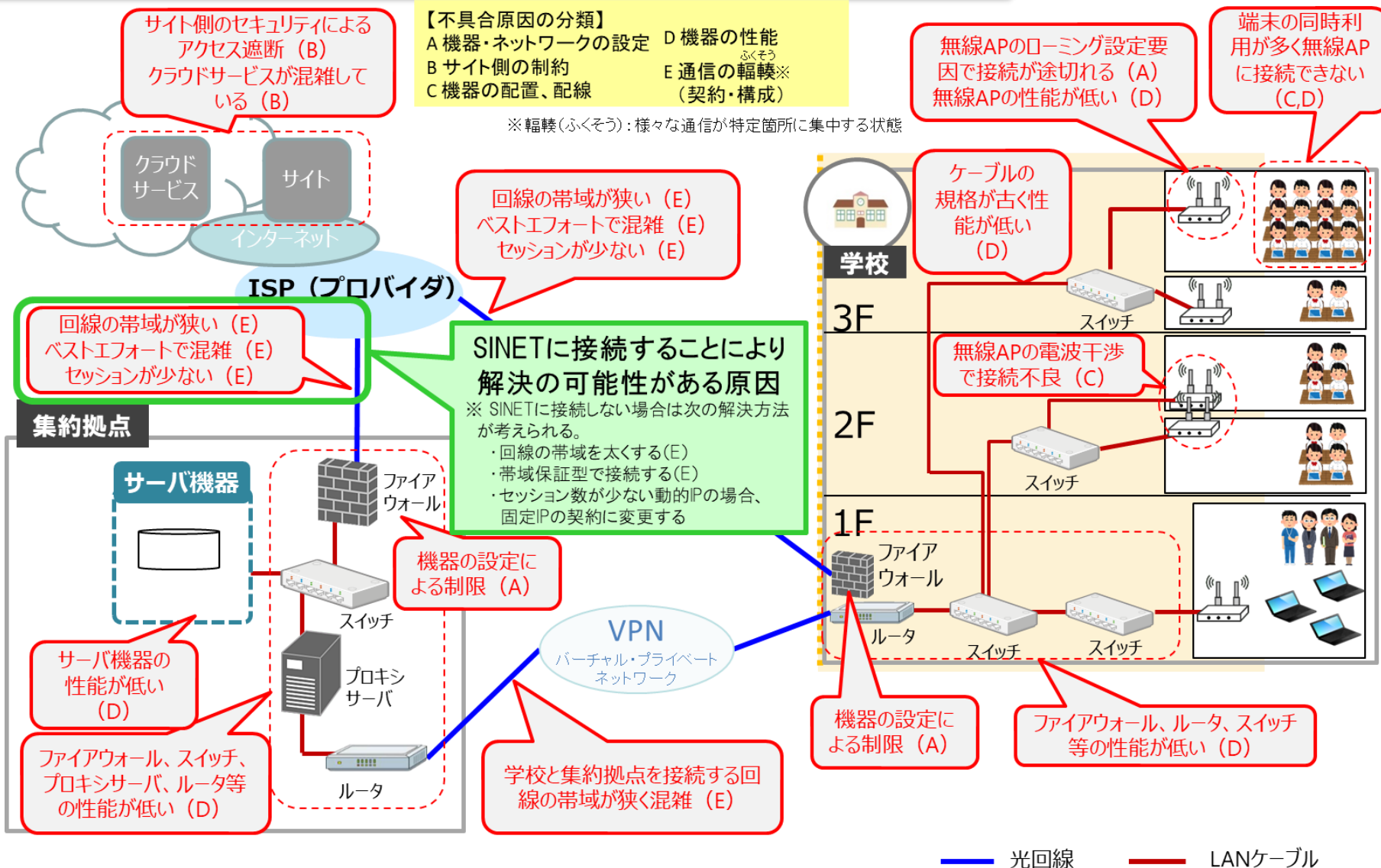
◆令和3年4月以降に発生した主な事象の原因、解決・対処方法(文部科学省による整理)

- A 機器・ネットワークの設定、B サイト側の制約、C 機器の配置、配線、D 機器の性能及びE 通信の輻輳(ふくそう：様々な通信が特定箇所に集中する状態)が原因と推測される事象が多く見られた。
- 解決に向けてはアセスメント等による原因特定が不可欠なため、自治体へアセスメントの実施を一層促していく。

主な事象	原因	解決・対処方法の例
特定のサイトやアプリ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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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）	<ul style="list-style-type: none"> • 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。 • 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。
大型掲示装置等への接続が切断される。		
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もある。		
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。		

背景・実施概要：前提(2)ボトルネックの発生と対応

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



背景・実施概要：前提(2)ボトルネックの発生と対応

◆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)

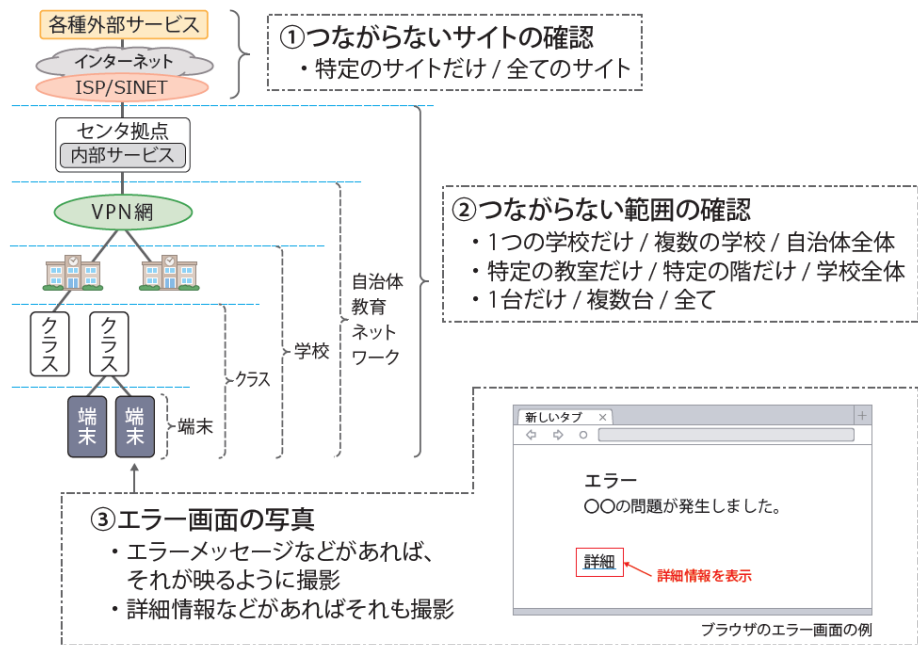
- ネットワークが繋がらないときやうまく動かないときは、通信経路上のどこに不具合があるかによって対応者(ネットワーク管理者/導入事業者等)が変わるため、不具合が生じている影響範囲を特定することが重要となる。
- 切り分け手順としては、端末から上部のネットワークに遡っていく流れが一般的である。各担当の実施事項は、以下のとおりである。

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：1台の学習端末が繋がらないのか、複数端末が繋がらないのか
- ✓ 発生範囲：特定のクラスだけの不具合か、複数クラスまた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：特定の学校だけの不具合か、複数学校または自治体傘下の学校全体の不具合か
特に、自治体内の学校全体でネットワークに繋がらない不具合が発生している場合は、全学校に共通するネットワークにおける不具合であるため、担当する業者へ確認し、原因箇所を特定する。



※「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」より抜粋

背景・実施概要：前提(2)ボトルネックの発生と対応

◆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)

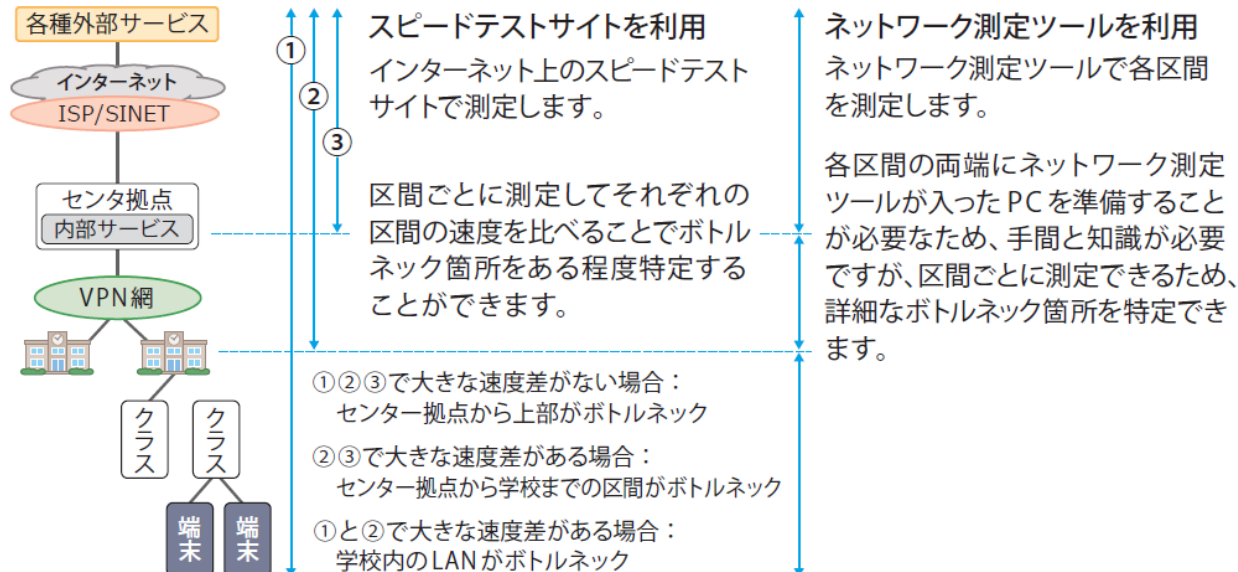
- ネットワークが遅いとき、通信経路上のどこにボトルネックがあるかによって対処方法が変わる。ネットワークの各区間の速度を測定することによって、ボトルネックの発生箇所を推定できる。

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て、下図のとおり、教室で端末から速度を測定(①)する。学校で集約した箇所で同様に速度を測定(②)し、さらに教育委員会のセンタ拠点で同様に速度を測定(③)する。
- 区間ごとに測定して速度を比較することで、ボトルネック箇所を推測できる。

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を利用して、ボトルネック区間をある程度特定した後に、詳細調査に移る。この場合に、ネットワーク測定ツールによる調査が有効である。
- 測定する区間の両端にネットワーク負荷ツールが入ったパソコンを装備して詳細調査を実施し、ボトルネック箇所を特定できる。



※複数台で一斉に動画サイトなどに接続した際のみ速度が落ちる場合は、アクセスポイントなどのネットワーク機器の設定/性能が原因の場合もあります。

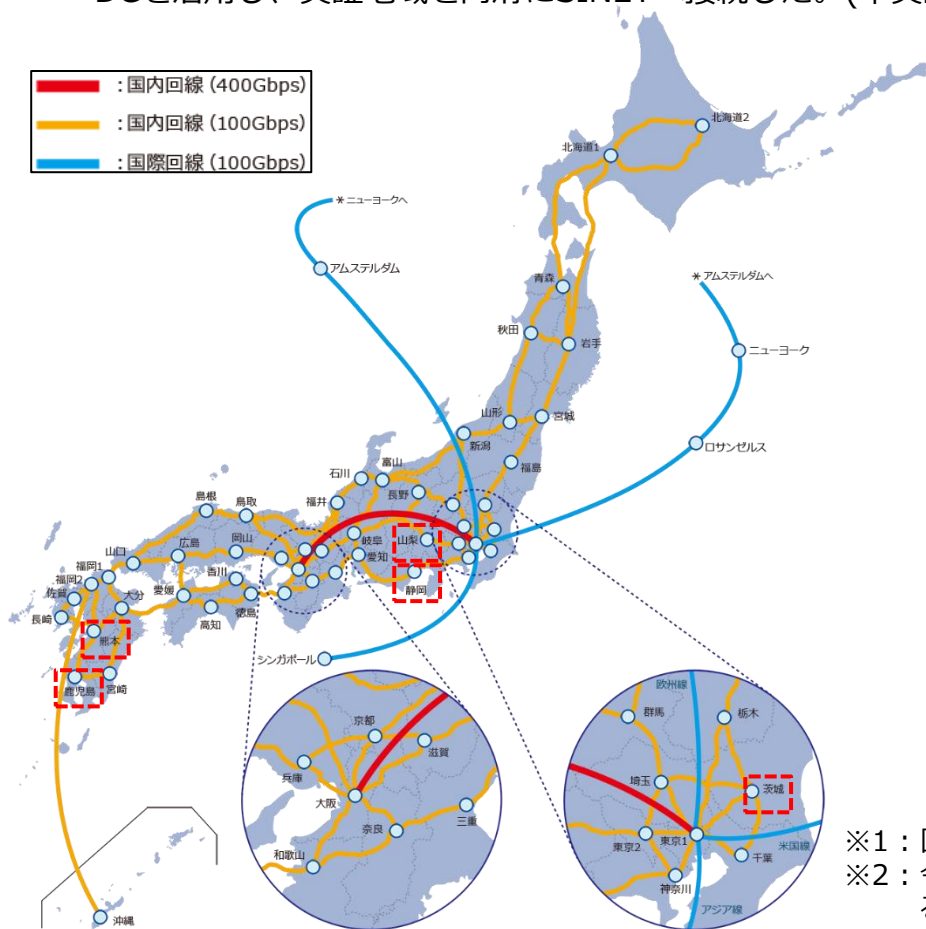
※「学習系ネットワークにおける通信環境最適化ガイドブック」より抜粋

背景・実施概要：SINETの概要

◆SINET(学術情報ネットワーク) ※SINET : Science Information NETWORK(サイネット)

- SINET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ある。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る。
- NIIでは、全国で計50箇所のデータセンター(SINET DC)を整備しており、本実証事業においては、NIIの協力の下、各所のSINET DCを活用し、実証地域を円滑にSINETへ接続した。(本実証事業において接続したSINET DCを下図(※1)のうち□にて記載した。)

- 国内回線 (400Gbps)
- 国内回線 (100Gbps)
- 国際回線 (100Gbps)



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(※2)	2Gbps・帯域保証型
鎌倉市	SINET 茨城DC(※2)	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

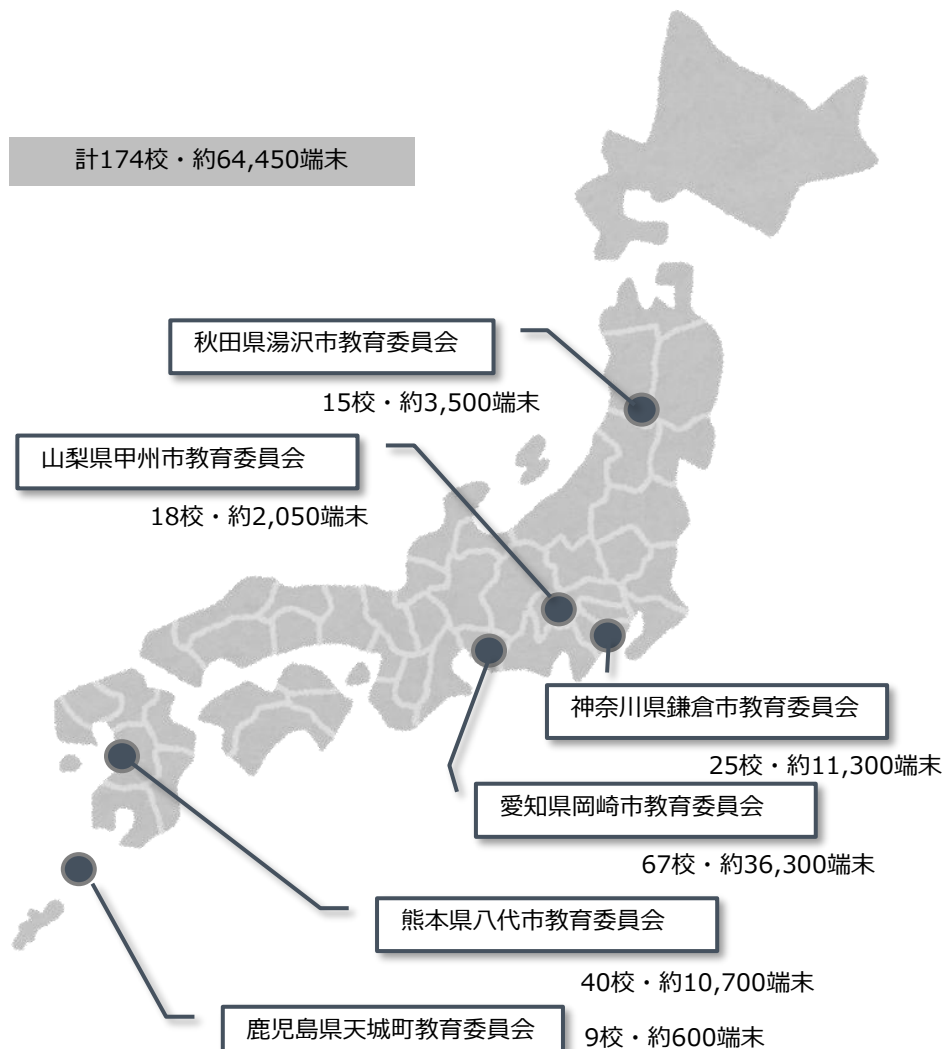
※1：国立情報学研究所ウェブサイトから引用した。(https://www.sinet.ad.jp/aboutsinet)

※2：令和3年度は、SINET5からSINET6への移行期間にあたり、近隣の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へ接続した。

背景・実施概要：実施内容

◆実証地域のSINET接続

実証地域**6箇所**・**174校**の小中学校・約**64,450端末**をSINETに接続し、技術的効果・教育的効果を検証した。



実施概略

◆接続概要

- SINET～実証地域の集約拠点(学校のWAN回線が集約されている箇所)間を接続した。
- SINET～実証地域(集約拠点)間の接続にあたっては、**学校あたり100Mbps(※)**を確保できる**帯域保証型回線**を用意した。
- SINET側に安心安全ゲートウェイ(集約ファイアウォール)を設け、セキュリティ等を確保しながら通信ログを記録した。

◆実証テーマ

1.技術的効果の検証

- 1-1. スループット調査
- 1-2. ネットワーク負荷の整理(一斉通信)
- 1-3. ログに関する整理
- 1-4. コストに関する整理
- 1-5. その他の調査

2.教育的効果の検証

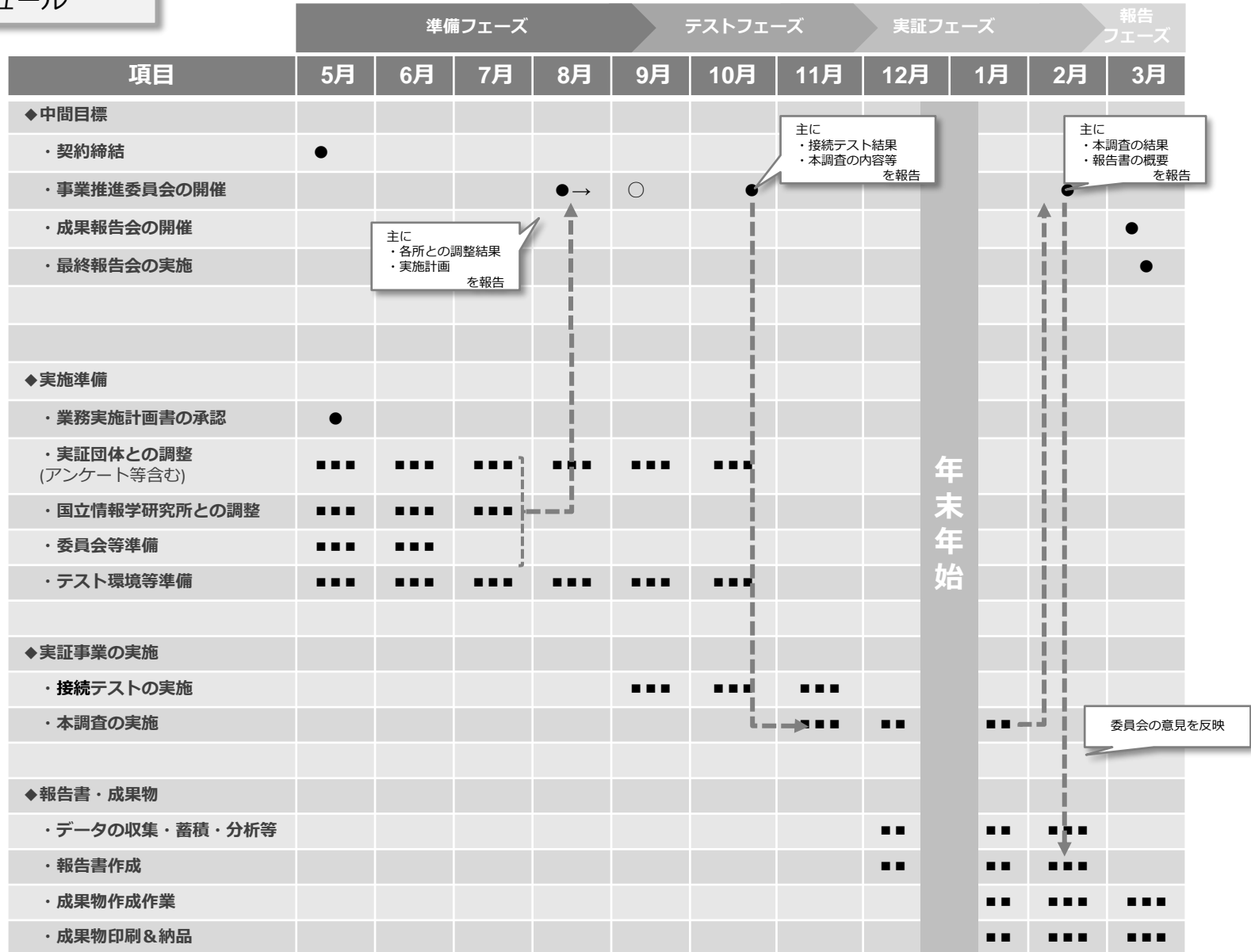
- 実証地域のテーマに合わせた授業等を実施。
- 2-1. 一斉アンケートによる効果測定

- 取得した通信ログやデータの分析・整理
- 各実証地域の状況や要望等を踏まえたテーマごとの検証を行い、課題や対策、将来像等をまとめる。

※学校が必要とする帯域は、学習端末におけるアプリケーション等の利用状況に大きく左右される。本実証事業では、コストとのバランスを考慮しながら、十分な実現性と性能を両立できる「学校あたり100Mbps」を目安とした。

背景・実施概要：スケジュール(令和3年度)

◆全体スケジュール



背景・実施概要：実証地域における実施内容

◆実証フェーズ

- 【第一部】では、青枠にて示す技術的効果の検証結果を中心に報告する。
- 【第二部】では、白枠にて示す教育的効果の検証結果を、実証地域に報告いただく。

技術的効果検証

教育的効果検証

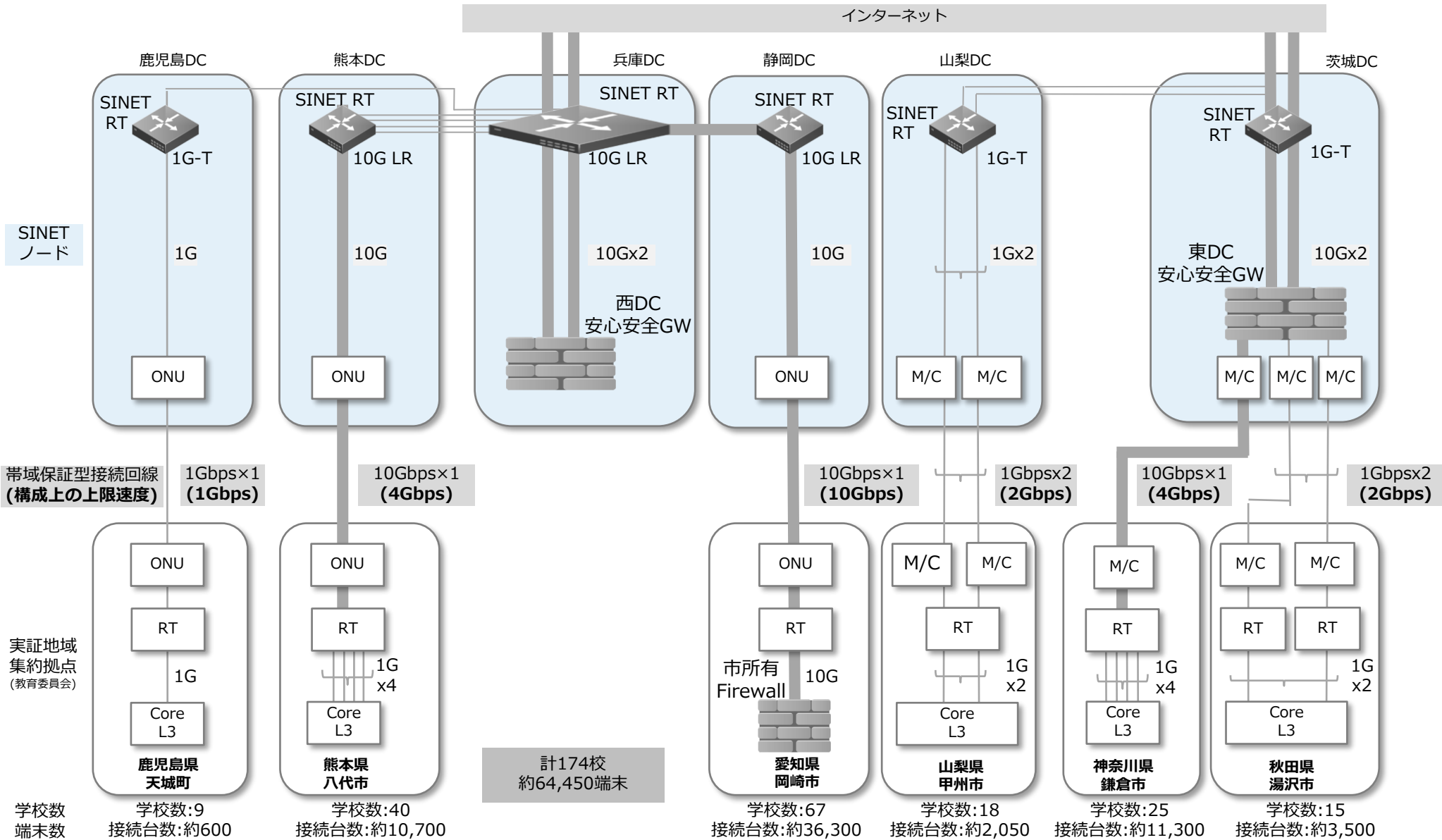
実証地域	10月			11月			12月			2022年1月				
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬		
秋田県 湯沢市	切替前測定及びSINET接続				11/9 しごと博覧会		12/3 速度測定 技術的効果検証	(再)12/17 速度測定				※1月24日～28日 デジタルドリルの利用・ デジタル教科書の利用		
神奈川県 鎌倉市					11/19 鎌倉市 指定研究 発表						1/17 速度測定			
山梨県 甲州市			10/15・21 フランス オンライン 留学		11/25 NHK for schoolを活用した 理科の授業			12/7 速度測定						
愛知県 岡崎市					11/9 オンライン・ サイエンス セミナー		12/7 オンライン・ サイエンス セミナー		12/13 速度測定 技術的効果検証		冬休み		1/25・2/7 オンライン・ サイエンス セミナー	
熊本県 八代市													1/27 速度測定	1/26 水俣市の小学校との オンライン交流学習
鹿児島県 天城町													1/12 速度測定	2/3 島外地域とのオン ライン交流学習 (湯沢市と実施)

効果測定アンケート

背景・実施概要：(参考)SINET接続構成

6実証地域・計174校・計約64,450端末を帯域保証型回線(※)で接続。FWで集約した後、SINET経由でインターネットへ接続した。

※SINET-集約拠点間



背景・実施概要

1.技術的効果の検証

1-1. スループット調査

1-2. ネットワーク負荷の整理(一斉通信)

1-3. ログに関する整理

1-4. コストに関する整理

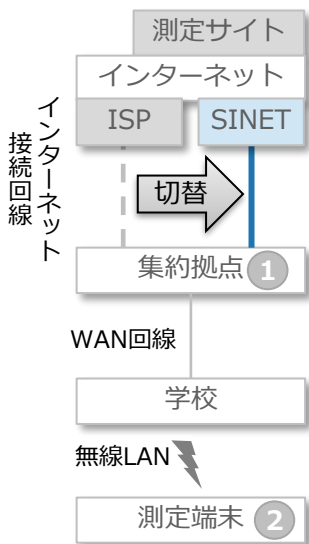
1-5. その他の調査

2.教育的効果の検証

2-1. 一斉アンケートによる効果測定結果

1-1. スループット調査

◆実施内容



外部の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。

- 測定箇所は、集約拠点①及び学校の測定端末②とした。
- 集約拠点①は、既設のネットワーク機器を経由する場合と、SINET接続ルータに直結する場合を測定した。
- 学校の測定端末②は、6実証地域において同一の機種(iPad)を利用し、測定した。また、実証地域と協議の上、②-1 学習端末数(生徒数)の多い学校、②-2 少ない学校、②-3 技術的課題を有する等の理由につき実証地域が調査を希望する学校を2校～3校選定した。

スループットの測定結果を基に、以下の各項を実施した。

- 1) 【実施結果の整理】 SINET接続前後の結果を比較し、実証地域における技術的課題の解消度合いを確認した。
- 2) 【追加調査の実施】 複数の実証地域において**ボトルネックの発生**と思しき事象が判明したため、**各実証地域のネットワーク構成を確認**した上で追加調査等により原因を特定し、**対策案を検討・考察**した。
- 3) 【課題の整理】 スループット調査を通じ、判明した課題を整理した。

◆測定箇所

	湯沢市	鎌倉市	甲州市	岡崎市	八代市	天城町
【測定箇所①】 集約拠点	庁舎	DC	庁舎	庁舎	庁舎	庁舎
【測定箇所②-1】 学習端末数の多い学校	湯沢東小学校 (児童480名)	深沢小学校 (児童749名)	塩山南小学校 (児童352名)	竜海中学校 (生徒965名)	八千把小学校 (児童768名)	岡前小学校 (児童143名)
【測定箇所②-2】 学習端末数の少ない学校	皆瀬中学校 (生徒48名)	腰越小学校 (児童387名)	神金小学校 (児童33名)	常磐東小学校 (児童49名)	第四中学校 (生徒342名)	兼久小学校 (児童50名)
【測定箇所②-3】 実証地域が調査を要望する学校	山田小学校 (児童93名)	腰越中学校 (生徒338名)	—	—	植柳小学校 (児童240名)	—

1-1. スループット調査：1)実施結果の整理

◆実施結果

- 通信速度に課題を抱えていた湯沢市、鎌倉市、甲州市及び天城町において、**学習端末の使用感が改善し**、ICTの利活用が進んだ。
- 全ての実証地域で、**今後のNW拡張等に参考となるデータを取得**した。
- 自治体所有の**市内FW及び集約型FW**の両方について**SINETに接続し**、いずれの形態であっても**技術的には十分可能**であり、SINETの高性能を損なわないことを確認した。

◆実証地域ごとの技術的課題・SINET接続後の結果

実証地域	技術的課題	SINET接続後の結果
湯沢市	通信が不安定で授業が停滞する場合があった。各学校においてローカルブレイクアウト構成を採っていた。	SINETにより集約拠点における回線帯域を十分に確保し、 拠点集約型の構成で問題がない ことを確認した。
鎌倉市	通信速度が遅く、授業が停滞しがちであった。学習端末の設定を変更し、LTEによるオフロードを実施していた。	LTEによる オフロードが不要となり、授業が円滑 となった。また、インターネット利活用の機会が増えた。
甲州市	学習端末1台あたり2Mbpsの帯域制限を実施しており、十分とは言い難い状況であった。	SINET接続後に帯域制限を解除し、授業における 一斉利用、アップデートを遅滞なく実施できる環境を実現 した。
岡崎市	複数回線に分散する構成を採っている。SINETへの接続を通じ、さらなる通信環境の安定化を図りたい。	ボトルネックの特定や一斉通信時の通信負荷の可視化を通じ、 SINETによる通信環境の安定化 を確認した。
八代市	現在のインターネット回線が適切なのか見極めたい。	当面、 現在のインターネット回線で十分 ではあるが、今後の学びの 機会の拡大を考慮する際には、広帯域のSINET接続回線へ切り替える ことが望ましいとの結論を得た。
天城町	インターネット回線が120Mbpsと低速である。高速化し遠隔授業等を実施したい。	速度の問題が解消し、遠隔授業等を実施 した。(本実証に参画した湯沢市の協力により、地域間連携を実現した。)

1-1. スループット調査：2)追加調査の実施

◆ネットワーク構成の確認

SINETへの接続を検討するにあたり、ネットワーク構成を把握し、ボトルネックの有無・発生箇所を把握することが重要である。ボトルネックに未対策の状態では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る。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、作図を実施した。

①全体のネットワーク構成

⇒ **実証地域・業者へのヒアリング**を実施した。

- ・ ネットワークは**インターネット接続箇所、集約拠点間及び各学校間のWAN、学校内LANの3箇所**に大別できる。全体のネットワークの構成把握が必要不可欠であり、**各所を調査**した。
- ・ 各実証地域は、各所において業者を適切に選定し、構成管理を委託していた。各業者への**ヒアリング・資料の収集・取りまとめ**を通じ、ネットワーク概要図を作成した。

②回線の帯域及び利用状況

⇒ **回線種別を把握し、トラフィック情報を収集**した。

- ・ 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)を把握する必要があった。
- ・ 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となる。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り得る可能性があるため、実績値を確認した。

③集約拠点における機器間接続帯域

⇒ ネットワーク**機器、接続形態、利用している機能**を把握した。

- ・ ②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った。例として、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り得る可能性がある。
- ・ ファイアウォール、レイヤ3スイッチ、レイヤ2スイッチ、ルータ等の機種に加え、接続形態を確認した。特にファイアウォールについては、利用しているUTM機能等の仔細を確認した。

④校内LANの構成

⇒ ネットワーク**機器、接続形態、利用している機能**を把握した。

- ・ 校内LANにおいても、③と同様に調査し、可能な範囲で設定内容を確認した。たとえば、ネットワークの構成しだいでは、ブロードキャスト通信が校内に広範囲送信され、機器の負荷が増大する等の事象が発生する可能性があるためである。

1-1. スループット調査：2)追加調査の実施

◆対策案の検討・考察

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った。本実証事業では「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」を基に以下の各所を確認・調査し、ボトルネックを特定した。

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 事例①：既存ISPへ確認(p.69)
			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	
			SINET接続ルータ	
		LAN(集約拠点内・学校内)	レイヤ3スイッチ	
			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 事例③：実証地域へのヒアリング(p.71～p.72) アップデートの頻度 コンテンツキャッシュの配備状況 事例④：実証地域間の比較(p.73) 	
		設定内容		
	C. SaaS	学習コンテンツ	<ul style="list-style-type: none"> 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 事例⑤：SaaS事業者への確認(p.74) 時間割や教科との相関、当時の状況・アクセス先 	
		ウェブフィルタリング等のセキュリティ機能		

1-1. スループット調査：3)課題の整理

◆今後の課題

実証地域におけるスループット調査を通じ、判明した課題を整理した。

- インターネット上のスピードテストサイトを用いた測定のみでは、**調査の精度や内容に限界**があり、より**詳細な調査が必要**である。
- 本実証事業では、各実証地域における通信遅延の原因特定・解消に至っているが、更なる課題が生じる際に対応できるとは限らない。今後は、学校における測定機器の設置、学習端末に対する測定用ソフトウェアの導入等を通じた**エンドtoエンドの調査が必要**である。

※通信遅延の原因特定・解消について、実施例を「参考資料」に記載した。

背景・実施概要

1.技術的効果の検証

1-1. スループット調査

1-2. ネットワーク負荷の整理(一斉通信)

1-3. ログに関する整理

1-4. コストに関する整理

1-5. その他の調査

2.教育的効果の検証

2-1. 一斉アンケートによる効果測定結果

1-2. ネットワーク負荷の整理(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。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分かった。

- 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
⇒本実証事業において試行し、通信の発生状況を確認した。
- 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
⇒学習端末のソフトウェア更新に係る通信が大半を占めていた。

◆結果

1)授業における一斉通信

- 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には、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た。
 - ✓ デジタル教科書を利用する場合、1学級で6.8Mbps程度の帯域が発生した。これらの数値は、通常の授業と比較して突出して多いものではないが、**授業中、常に通信が継続**していた。
- 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にて1人1台端末を利用する際に、**単一の学級で600Mbpsの通信量**が発生した。
 - ✓ 学習端末1台あたりの通信量も顕著に増加した。アップロード0.8Mbps・ダウンロード6Mbps程度が目安となった。

2)システム由来の一斉通信

- 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接続回線における帯域の上限まで発生**した。複数の実証地域では既にこの点を認識し、対策を講じていた。

◆本実証事業で明らかになった事項

1)授業における一斉通信

- 市内全域・全児童全生徒が映像伝送を行う場合、実証地域のネットワークが輻輳するものと思われる。
⇒映像の**伝送を伴う授業については、形態を工夫**する必要がある。
- デジタル教材を利用する際の帯域は、突出して多くはないが、利用中は常に通信が継続している。
⇒デジタル教材の一斉利用において、**SINETは、その性能の高さに加え、安定した品質が有用**である。

2)システム由来の一斉通信

- 学習端末のソフトウェア更新に係る通信が最も多いが、そのために回線帯域を増速する対応は現実的ではない。一方で、**対策済の実証地域もあった**。

◆今後の課題

- ウェブ会議ツール、デジタル教材のアプリケーション等の比較等を通じた、**帯域の目安が必要**と思われる。
- 学習端末の**ソフトウェア更新については、全国の教育委員会における共通の課題**と思われるため、対策例を示すべきではないか。

1-2. ネットワーク負荷の整理(一斉通信) : 1)授業における一斉通信

◆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は、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ていた。
- デジタル教科書の利用時は、**1学級で6.8Mbps程度**の帯域が発生していた。これらの数値は通常の授業と比較して突出して多いものではないが、**授業中に常に通信が継続**していた。

⇒デジタル教材の一斉利用を行う場合は、**相応の品質を有するネットワーク回線を整備する必要があります。**

	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	446台	206台
	アップロード帯域の概算値	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)	58.8Mbps	59.5Mbps
	ダウンロード帯域の概算値	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)	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	

◆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**を伴う授業にて**1人1台端末を利用**する際に、単一の学級で**600Mbps**の通信量が発生した。
- 学習端末1台あたりの通信量も顕著に増加した。アップロード0.8Mbps・ダウンロード6Mbps程度が目安となった。

⇒映像の伝送を伴う授業では、全学習端末の同時利用は現実的ではない。**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
遠隔交流学习	学習端末数	96台	54台
	アップロード帯域の概算値	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)	8.4Gbps	15.85Mbps
	ダウンロード帯域の概算値	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)	66.1Gbps	324.96Mbps

◆今後の課題

- ウェブ会議ツール、デジタル教材のアプリケーション等の比較等を通じた、**帯域の目安が必要**と思われる。

1-2. ネットワーク負荷の整理(一斉通信)：2)システム由来の一斉通信

◆ソフトウェア更新に関する通信の発生状況

- 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接続回線の上限まで発生した。
- 一部の実証地域では対策を講じていた。
 - 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	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%

◆今後の課題

- 学習端末のソフトウェア更新については、全国の学校における共通の課題と思われるため、対策例を示すべきではないか。

1-2. ネットワーク負荷の整理(一斉通信)：2)システム由来の一斉通信

◆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た。複数の実証地域において、対策が進んでいる。

【実証地域における対策例】

- 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る。
「G I G A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**と思われる。
 - ✓ 学習端末では「電源及び無線LANの接続時」にソフトウェアのアップデートを開始する。この仕組みにより、学校における**消費電力のピークを分散する上、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る。
 - ✓ 学習端末の電源をOFFにせずにクレードル等に設置し、教室ごとに異なる時間帯で充電する。
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)を設置している。
 - ✓ 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**している。
 - ✓ 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る。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**している。

※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**である。

背景・実施概要

1.技術的効果の検証

1-1. スループット調査

1-2. ネットワーク負荷の整理(一斉通信)

1-3. ログに関する整理

1-4. コストに関する整理

1-5. その他の調査

2.教育的効果の検証

2-1. 一斉アンケートによる効果測定結果

1-3. ログに関する整理

◆実施内容

1)個人を特定しない行動ログの取得及び分析

安心安全GWにおける行動ログを分析した。

- ・ 対象時期 : 令和3年12月1日～12月31日及び令和4年1月1日～1月31日 (期間中における傾向の変化は生じなかった。)
- ・ 行動ログの内訳 : 安心安全GWにおけるトラフィックログ、ウェブフィルタログ等

2)データ活用に係る個人情報保護や本人同意、セキュリティ確保の在り方についての整理

実証地域へのヒアリング等を通して、データ活用に係る個人情報保護や本人同意、セキュリティ確保の在り方について整理した。

◆結果

1)個人を特定しない行動ログの取得及び検証

以下の結果を得た。

- ・ 授業における**学習端末の利用に係るログ**が大半を占めていた。(月曜日～金曜日が86.4%、8時台～17時台が70.4%)
- ・ 配布する**学習端末は、ほぼ全数が利活用されている。**
- ・ **直接の学習内容ではないと思われる分野のウェブサイトへのアクセスは僅少**であった。
- ・ 公開サーバを持たず、インターネットへの接続後間もなく、標的にはなりにくいネットワーク構成でありながら、**1か月で約3,000万件の不要な通信を受信し**、いずれも安心安全GWにて遮断した。(※)

2)データ活用に係る個人情報保護や本人同意、セキュリティ確保の在り方についての整理

以下の結果を得た。

- ・ 個人情報保護の観点に基づくセキュリティ上の整理や保護者の同意取り付けは、**多くの実証地域において検討中**の状態であった。
- ・ 整理済の実証地域もあり、**個人情報保護の整理例**を入手した。

※実証地域あたり500万件程度であり、この件数は、同規模かつ類似する構成のネットワークを有する民間企業等と比較して同等の水準である。

◆今後の課題

- ・ 本実証事業では、学習アプリケーションの利用状況やその内容を**十分に把握できたものとは言い難い**。これらを高精度に把握するためには、学習アプリケーションの提供元が保持する通信ログ等をはじめとした、**複数の情報や観点に基づく更なる分析が必要**である。
- ・ 今後、ログの収集、分析を実施することで、学びの機会や質の向上に資する対応を検討できるものと思われるが、**個人情報の取り扱い指針を踏まえながらの対応が必要**である。
※安心安全GWにおける行動ログでは、個人を特定できない。他機器やSaaSのログと突合することで特定できるが、上述のとおり個人情報の取り扱い方針を整理する必要が生じる。
- ・ 一部の实証地域においてHTTPS可視化を導入し、昨今のウェブアクセスに対応したセキュリティ対策を実施した。HTTPS可視化には復号・再暗号化の処理が必要であるため、**HTTPS可視化に係る速度や負荷の検証が必要**である。
- ・ 個人情報保護の観点に基づくセキュリティの整理や保護者の同意取り付けについて、本実証事業における**実施率は1/6**であった。(岡崎市のみ。)
⇒教育委員会が進めやすいよう、何らかの指針を示すことが望ましい。

1-3. ログに関する整理：2)データ活用に係る個人情報保護や本人同意、セキュリティ確保の在り方についての整理

◆モデルケースの紹介(岡崎市教育委員会)

- 岡崎市教育委員会では、令和2年5月の1人1台端末の配布にあたり、**情報・総務部門と協議して同意書を作成した。**
- 同意書にて「**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た。
- 同意書には、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る。**

岡崎版 GIGA スクール おかざぎっズ ユーザーカード (令和3年度版)

○組	氏名	○○ ○○
①	画面ロック解除のパスコード	****
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	学校コード ****
		アカウント Microsoft アカウントと共通
④		パスワード Microsoft アカウントと共通
	タブレットドリル	団体コード *****
		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コードは、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。
ルールに同意をしたらチェック☑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コードは、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】
- ログの種類を分けずに、「各種データの操作ログ」と表記している。
 - アカウント情報と一緒に1枚で完結させている。

- 【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

背景・実施概要

1.技術的効果の検証

- 1-1. スループット調査
- 1-2. ネットワーク負荷の整理(一斉通信)
- 1-3. ログに関する整理
- 1-4. コストに関する整理**
- 1-5. その他の調査

2.教育的効果の検証

- 2-1. 一斉アンケートによる効果測定結果

1-4. コストに関する整理

◆実施内容

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た。

◆結果

【費用の低減】

- SINETへ接続することで、商用ISPへ支払っていたインターネット接続費用を低減できる可能性がある。

【費用の増加】

- 実証地域ごとに対応を要する事項・SINET接続回線の費用が大きく異なり、費用の差にもつながっている。(次スライドに試算結果を添付する。)
- 1Gbps超の帯域を必要とする場合、10GbEへの対応に伴う**ネットワーク機器の増強に伴う費用の増加**が不可避である。
- 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**がある。特に、本実証事業においては、島しょ部にあたる天城町の回線が高額となった。

※SINET DCは各都道府県に1箇所以上設置されている。

◆コストメリットが最も高い構成

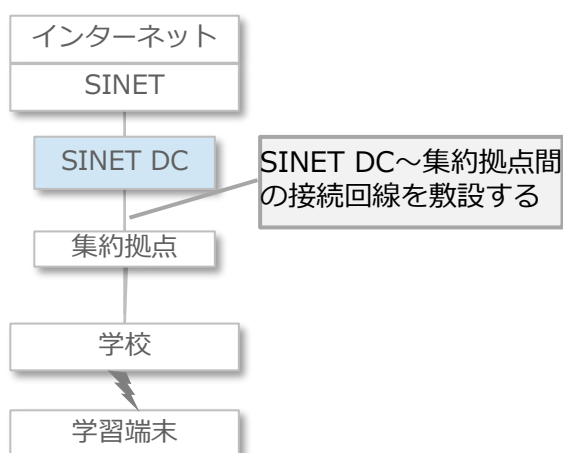
- **SINET DC内又はその近傍にWANの集約拠点を設ける構成**が、接続回線が不要となる分、最もコストメリットが高い。

◆今後の課題

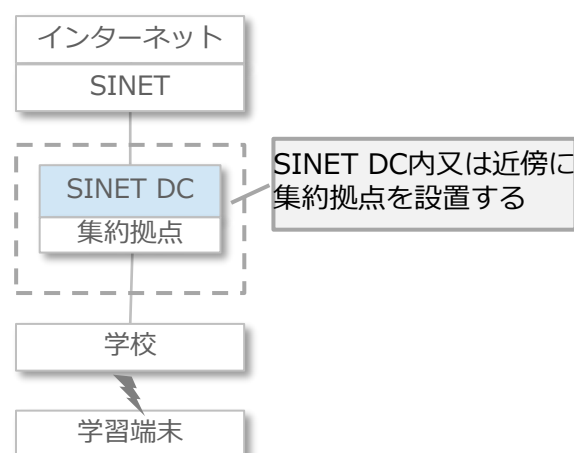
以下の各項について、**教育委員会にて検討・対応**する必要がある。

- 1Gbps超の回線を利用する場合、10GbEへの対応に伴う**ネットワーク機器の増強が必要**となる。
- コストメリットを向上するためには、**WANの集約拠点をSINET DCの近傍に配置する**必要がある。
- 下図のとおり「その他の構成(案)」についても検討する必要がある。

一般的な構成



コストメリットが最も高い構成



その他の構成(案)

小規模の自治体がSINETへ接続する際に、**コストを最適化できる方法**を整理する必要がある。

- 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、コストを按分する。
- SINETに接続されている**最寄りの大学を経由**する等し、SINET接続回線のコストを低減する。
- 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する。

1-4. コストに関する整理：試算例

◆一時費用

※1：費用が発生する可能性がある。
 ※2：既存ファイアウォールにモジュールを追加する。
 ※3：ファイアウォール機器を更新する。

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x2	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

◆月額費用

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る。

※1：費用が発生する可能性がある。

項番	月額費用	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る。

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ヵ月)

項番	期間費用	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x2	10Gbps帯域保証	10Gbps帯域保証	10Gbps帯域保証	10Gbps帯域保証
	合計	¥80,620,000	¥26,520,000	¥41,670,000	¥46,620,000	¥105,570,000	¥29,780,000

各所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る。

背景・実施概要

1.技術的効果の検証

- 1-1. スループット調査
- 1-2. ネットワーク負荷の整理(一斉通信)
- 1-3. ログに関する整理
- 1-4. コストに関する整理
- 1-5. その他の調査**

2.教育的効果の検証

- 2-1. 一斉アンケートによる効果測定結果

1-5. その他の調査

◆実施内容	
調査事項	結果
1)SINET活用に必要なネットワーク構成やセキュリティ対策の整理(ポリシー案の適用)	<ul style="list-style-type: none"> 安心安全GWにおいて共通するルールを作成・各実証地域へ適用し、概ね問題はなかった。 公開サーバを設置しているケースは僅少であり、いわゆるインバウンドの通信については、安心安全GWにて一律拒否する設定とした。 学習端末によるウェブアクセス先の大半がHTTPSサイトとなっている点を踏まえ、HTTPS可視化については導入を検討する必要がある。
2)セキュリティ対策の調査	<ul style="list-style-type: none"> FWの設置、URLフィルタの導入等、必要と思われる対策は実施できている。ただし、運用面については、人員不足等の理由につき、独力では負担が大きいという意見が一部の实証地域において見受けられた。 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る。 集約拠点型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はない。一方で、持ち帰り学習においては、集約拠点のセキュリティ対策が効果を発揮できないため、児童生徒の自宅におけるセキュリティ対策として、いわゆるゼロトラストの考え方が必要となる。
3)ネットワーク構成の整理	<ul style="list-style-type: none"> 各実証地域の発表資料に、ネットワーク構成図を添付した。
4)ネットワーク環境の整理(※)	<ul style="list-style-type: none"> 6実証地域において、既存ベンダ各社の協力を得ながら、SINETへ広帯域回線で接続できた。 「かねてよりSINETへの接続を希望していたが、独力では実現できる見込みがなかった。本実証事業に参画し文部科学省・NIIの協力を得られたことで、円滑に接続できた」という声もあった。
5)遠隔授業やデータ受け渡し方法の整理	<ul style="list-style-type: none"> コロナ禍を踏まえた遠隔授業の推進、SINETへの接続をきっかけとした新しい取り組みの実施等が進んでいる。 教育委員会～学校間は、グループウェアやファイルサーバ等の閉域環境でやりとりしている。一方、外部との受渡しについては、改善の余地があるものと思われる。
6)SINET接続の大学との知的財産の利用の整理	<ul style="list-style-type: none"> 複数の実証地域において検討が進んでいる。研究機関との連携を通じたオンライン授業の実施、大学との「連携に係る協定書」の締結等、具体的な取り組みを推進している実証地域もあった。
7)接続手続き及び運用に関する課題の整理(※)	<ul style="list-style-type: none"> 自治体(教育委員会)がSINETへ接続する際の課題、接続後に生じる課題を整理した。 研究機関との差異を踏まえたポリシーの整備が必要であり、着眼点を整理した。
8)運用体制の整理	<ul style="list-style-type: none"> 実証地域を担当する既存ベンダは、ネットワーク構成の変更、セキュリティポリシーの検討等、SINETへの接続に際して必要となる十分な技術力を有しており、実証地域の満足度も高かった。 教育委員会におけるICT人材の不足、セキュリティ対策への対応を課題とする声があった。

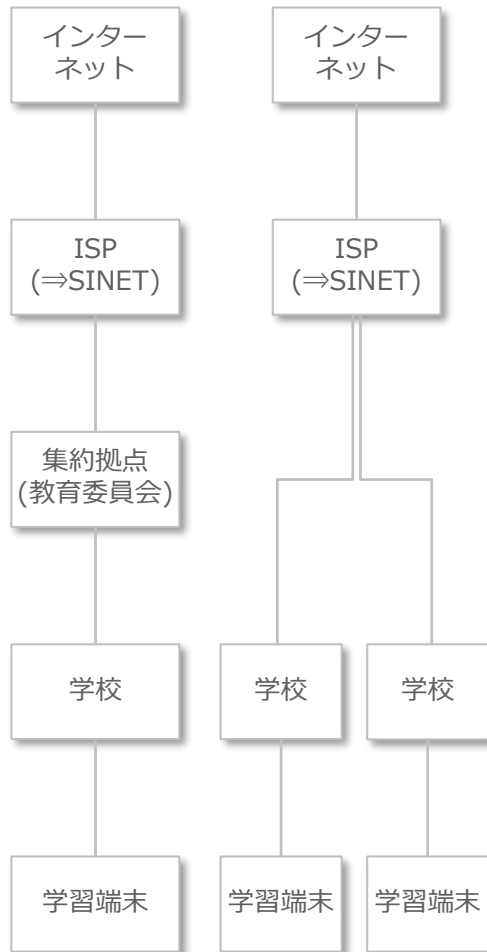
※「4)ネットワーク環境の整理」及び「7)接続手続き及び運用に関する課題の整理」について、次スライド以降にて補足する。

1-5. その他の調査

4)ネットワーク環境の整理

集約接続
42.3%

学校から直接接続
50.9%



【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」という構成を採っている。本実証事業では、**全実証地域が集約接続の構成**とした上で参画している。今後、SINET、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ものと思われる。

【SINETにおける留意事項】

- 全国には1,815の公立学校設置者が存在する。仮に、各所の教育委員会をSINETへ接続する際には、以下の各項に留意する必要がある。
 - ✓ SINET DCにおける接続ポートの枯渇
 - ✓ SINET DCごとのポート数の格差(接続する公立学校設置者の多いSINET DCと、少ないSINET DCが発生し、トラフィック量の差異も生じるものと思われる。)
- トラフィックの傾向や宛先が、研究機関とは大きく異なる可能性がある。そのため、SINETが有しているインターネット接続における**対応の可否を確認**する必要がある。

【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しなければならない。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る。
 - ※岡崎市では最大12万セッションを記録した。対応するアドレス数は2個であるが、送受信の両方向でセッションを必要とする点や、NATを実施する機器におけるオーバヘッド等を考慮し、最低でも4倍の8個、予備を含めて更に倍の/28(16個)程度のアドレス数が必要と思われる。岡崎市のSINETへの接続にあたっては、/28のアドレスを割り当て、分散しながらNATする構成を採った。
- 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る。
 - ※令和3年12月～令和4年1月における安心安全GWのログを基に、IPv4のみに対応するサイト/IPv6とのデュアルスタックに対応するサイトのアクセスについて、内訳・割合を可視化している。

【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**がある。例えば、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、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)が多発し負荷が増大する、等の事象に留意する必要がある。

1-5. その他の調査

7)接続手続き及び運用に関する課題の整理

◆SINET接続までの流れ

項番	大項目	小項目	詳細
1	申請	-	NIIへの書類提出 <ul style="list-style-type: none"> • 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 <ul style="list-style-type: none"> • 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 <ul style="list-style-type: none"> • 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 <ul style="list-style-type: none"> • サーバ、クライアント、DHCP配布
5			ルーティングの切替 <ul style="list-style-type: none"> • 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 <ul style="list-style-type: none"> • サーバ証明書、Proxy設定 • IP制限、監視システム等

◆初等中等教育機関がSINETへ接続する場合の課題

【自治体における課題】

- 教育委員会のネットワーク及び自治体の行政系ネットワークを区別し、**明確に前者のみを接続する**必要がある。各ネットワークにおける基本設計やセキュリティポリシー、授受されるトラフィック・情報の差異を考慮する必要がある。

【NIIにおける課題】

- 研究機関との差異を踏まえたポリシーの整備
SINETは、ICTに係る十分な予算と知見を有する研究機関の接続を受け入れている。初等中等教育機関が接続する場合、この前提が異なる点に留意しなければならない。
- 設備の確保
現在のSINETのサービス設計は妥当である一方で、自治体が**適ししやすい設備**が必要である。例えば、SINETではキャッシュDNSサーバを接続機関が整備すべきものとしているが、各実証地域は、自身でキャッシュDNSを持たず、ISPのそれをフォワーダとして参照していた。
※本実証事業では、安心安全GWにてキャッシュDNS機能を提供した。
- 運用上の課題
以下の各項が整備されることで、**教育委員会のSINETへの加入が円滑になると思われる**。技術的な対応については、既存のベンダにて十分に対応可能である。
 - ✓ 教育委員会向けの加入手順
 - ✓ NII～教育委員会・ベンダ間を仲介する機能(**サポートセンター等**)
教育委員会に対する何らかの技術的なフォローがあることが望ましいが、**NIIの負担増を避けるべき**である。

参考：本実証事業で得られた知見

帯域の考え方

- 本実証事業の前提に据えた「1学校あたり100Mbps」という目安については、概ね妥当と思われる。
- 一方で、授業の内容によっては数百Mbpsに達する場合があった。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、1Gbps以上とすることが望ましい。

学習端末のソフトウェア更新に係る留意事項

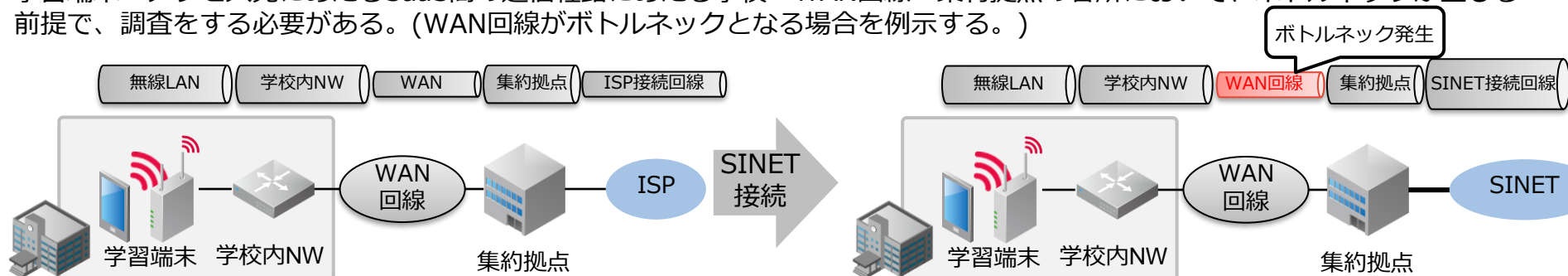
- 高速大容量の接続回線を敷設する際に、ソフトウェア更新に係る通信が、帯域上限まで発生する点に留意すべきである。
- ソフトウェア更新に係る通信は、児童生徒の意図に関わらず発生する通信であるため、操作手順や運用によるコントロールが難しい一方で、プログラムタイマーによるピークの分散やキャッシュの設置による対策が有効である。

セキュリティ上の留意事項

- 各実証地域において、必要と思われる対策は実施できている。一方で、運用の負担は小さくないものと思われる。
- 持ち帰り学習を考慮する際には、追加のセキュリティ対策が必要である。家庭のインターネット接続環境を利用する前提で、いわゆるゼロトラストの考え方が必要となる。(集約拠点におけるセキュリティ対策が及ばない場所における学習端末の利用を考慮した対策が必要となる。)

ボトルネックの対策

- 各実証地域のネットワーク設計は適切であった。一方で、SINETへの接続に伴う通信量の増加によって、新たなボトルネック箇所が判明する場合があった。
- 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、ボトルネックが生じる前提で、調査をする必要がある。(WAN回線がボトルネックとなる場合を例示する。)



背景・実施概要

1.技術的効果の検証

- 1-1. スループット調査
- 1-2. ネットワーク負荷の整理(一斉通信)
- 1-3. ログに関する整理
- 1-4. コストに関する整理
- 1-5. その他の調査

2.教育的効果の検証

2-1. 一斉アンケートによる効果測定結果

実証地域における実施内容

	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な実施できた旨、コメントがあった。	インターネット接続環境が大きく改善した。 SINET接続以前は、AIド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、コメントがあった。	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。	SINET接続前後において、大差はなかった。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 、コメントがあった。	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な実施できた旨、コメントがあった。	インターネット接続環境が大きく改善した。 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、コメントがあった。
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) (5,000台)	水俣市とのオンライン交流学習 (30台)	湯沢市とのオンライン交流学習 (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、オンライン社会科見学に相当する取り組みを行った。 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授業を実現した。	姉妹都市であるポーヌ市との交流学習を実現した。 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った。	SINET接続機関と接続し、「国内最大規模のオンライン授業(報道機関調べ)」を実現した。	SINETの実証地域外である水俣市との交流学習を実現した。	湯沢市とのオンライン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り組みは、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ある。

※2：国立情報学研究所ウェブサイト「SINET5 5つのコンセプト」を参照した。(https://www.sinet.ad.jp/aboutsinet)

2-1. 一斉アンケートによる効果測定結果

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た。アンケートは、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に行った。

- ・ 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)		
	予定	実績	回答率	予定	実績	回答率
湯沢市	146	137	94%	398	398	100%
鎌倉市	174	63	36%	303	303	100%
甲州市	47	44	94%	131	109	83%
岡崎市	33	33	100%	334	334	100%
八代市	108	85	79%	251	210	84%
天城町	49	42	86%	168	131	78%
合計	557	404	73%	1,585	1,485	94%

◆アンケート結果

<児童生徒>

- ・ 学習端末の利用頻度は「週に3回以上」が8割近くを占めた。
- ・ 本実証事業を通じて、児童生徒の約55%、教職員の66%が、今までより「速く感じる」と回答した。
- ・ 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」と回答があった。
- ・ 本実証事業を通じて児童生徒の約74%が、今までより「楽しくなった・少し楽しくなった」と回答した。

<教職員>

- ・ 1学期と比較して「学習端末の利用頻度が増えた」との回答は70%であった。
- ・ 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」との回答は82%であった。

◆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

◆今後の課題

- ・ 「速度が遅くなった」や「楽しくなくなった」等、ネガティブな回答が数件程度存在するため、それらについては、継続的な改善や対策が求められる。

2-1. 一斉アンケートによる効果測定結果

◆学習端末の利用頻度

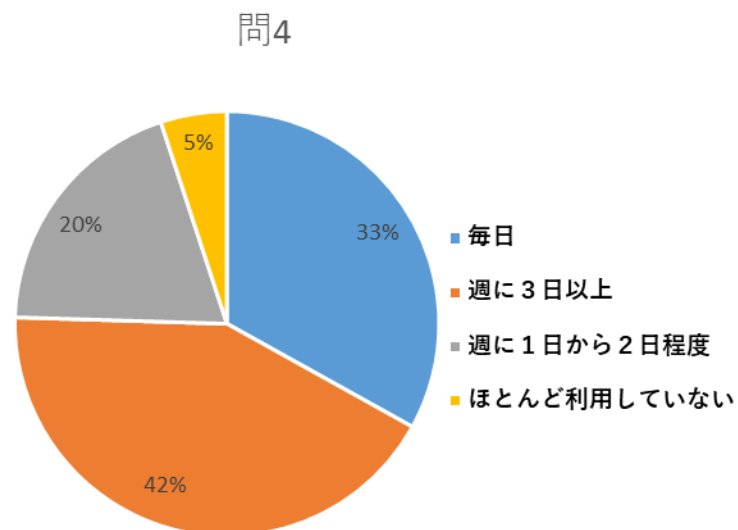
<結果>

- 児童生徒の**75%が週に3日以上**利用していた。

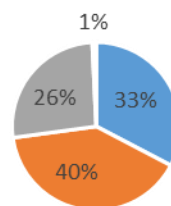
<考察>

- 1人1台端末の普及を裏付ける結果**が示された。(1人1台端末でなければ、週に3日以上の利用は不可能である。)
「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。
少なくとも直近の3年間で、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**している。

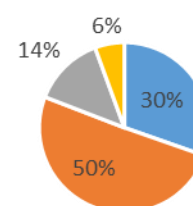
児童生徒の回答 回答数：1,485件



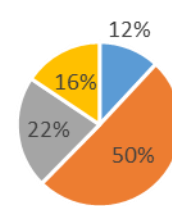
問4 湯沢市



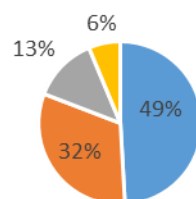
問4 鎌倉市



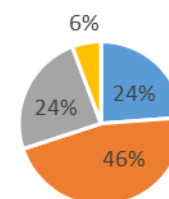
問4 甲州市



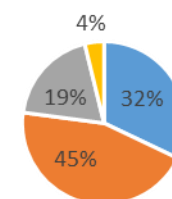
問4 岡崎市



問4 八代市



問4 天城町



2-1. 一斉アンケートによる効果測定結果

Q1-1：1学期と比べて、今の学習端末の使いやすさはどう感じますか。

<結果>

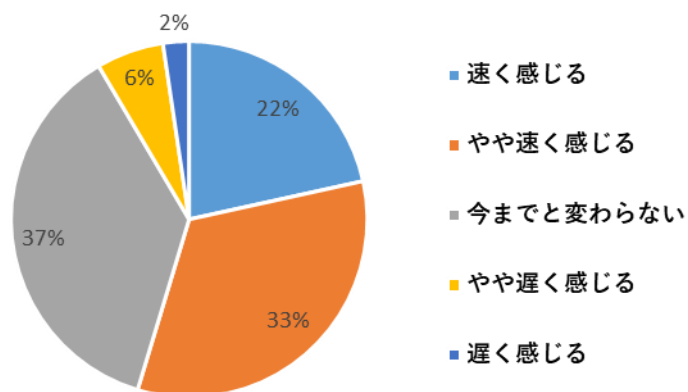
- 本実証事業を通じて、**児童生徒の約55%、教職員の66%**が、今までより「速く感じる」と回答した。

<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」という回答もあった。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る。
 - 鎌倉市では、インターネット接続の大幅な改善に伴い、各学校における学習端末の利活用が増加している。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**がある。(詳細をp.74～p.75に示す。)ネガティブな回答のうち、コンテンツフィルタを用いる児童生徒によるものが255件中31件であった点に対し、コンテンツフィルタの対象外である教職員によるものは56件中5件のみであった。
 - 八代市では、SINET接続を機に広帯域を必要とする学習の機会を増やしている。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っており、**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る。

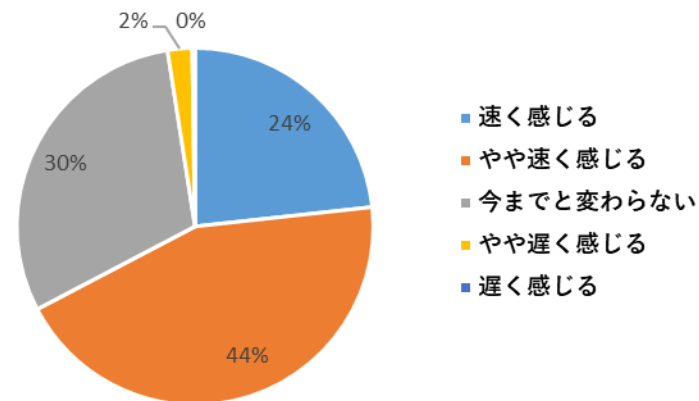
児童生徒の回答
回答数：1,485件

Q1-1



教職員の回答
回答数：404件

Q1-1



2-1. 一斉アンケートによる効果測定結果

児童生徒の回答 回答数：1,485件

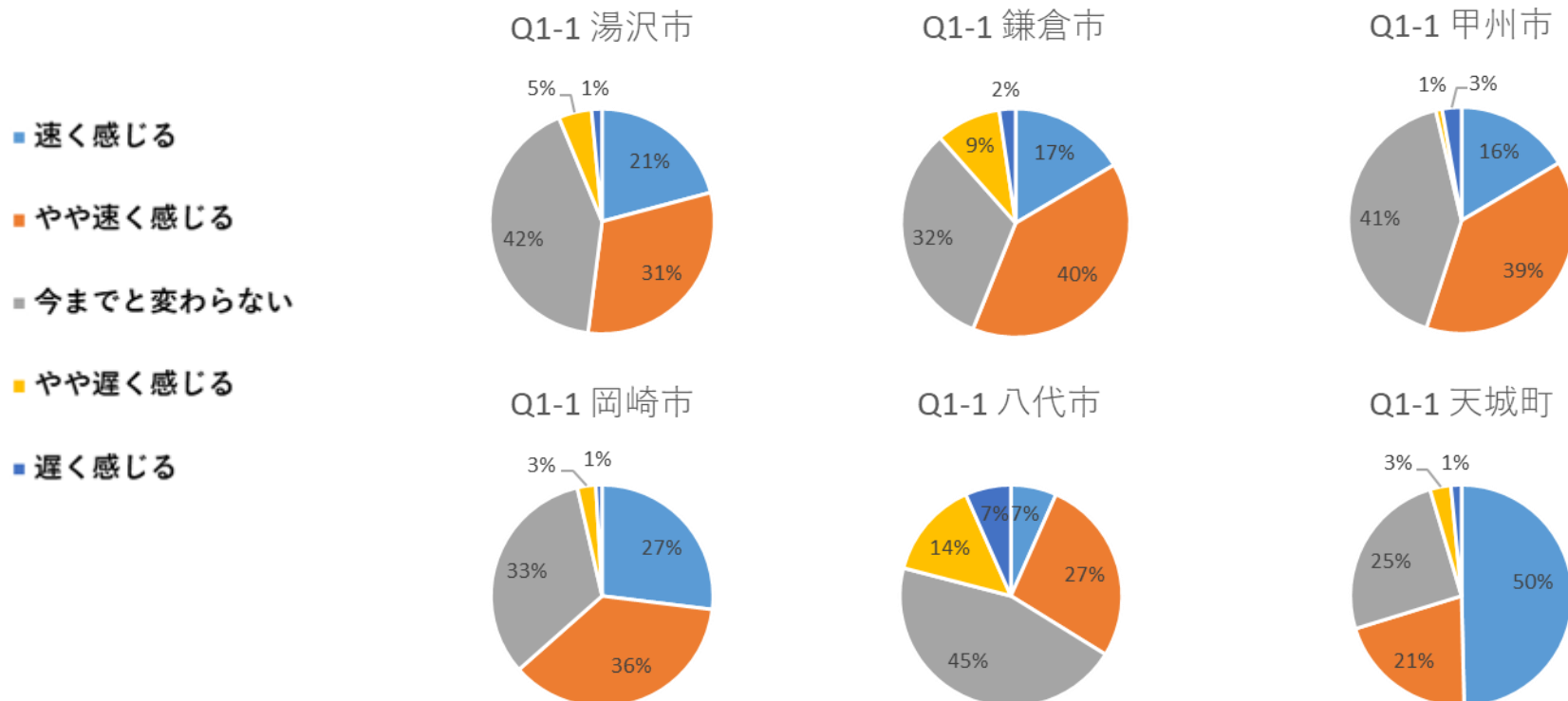
Q1-1：1学期と比べて、今の学習端末の使いやすさはどう感じますか。

<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」と回答があった。**
- 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る。
- 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。帯域を有効活用しており、**児童生徒が体感できる水準の改善に至ったもの**と思われる。



2-1. 一斉アンケートによる効果測定結果

教職員の回答 回答数 :404件

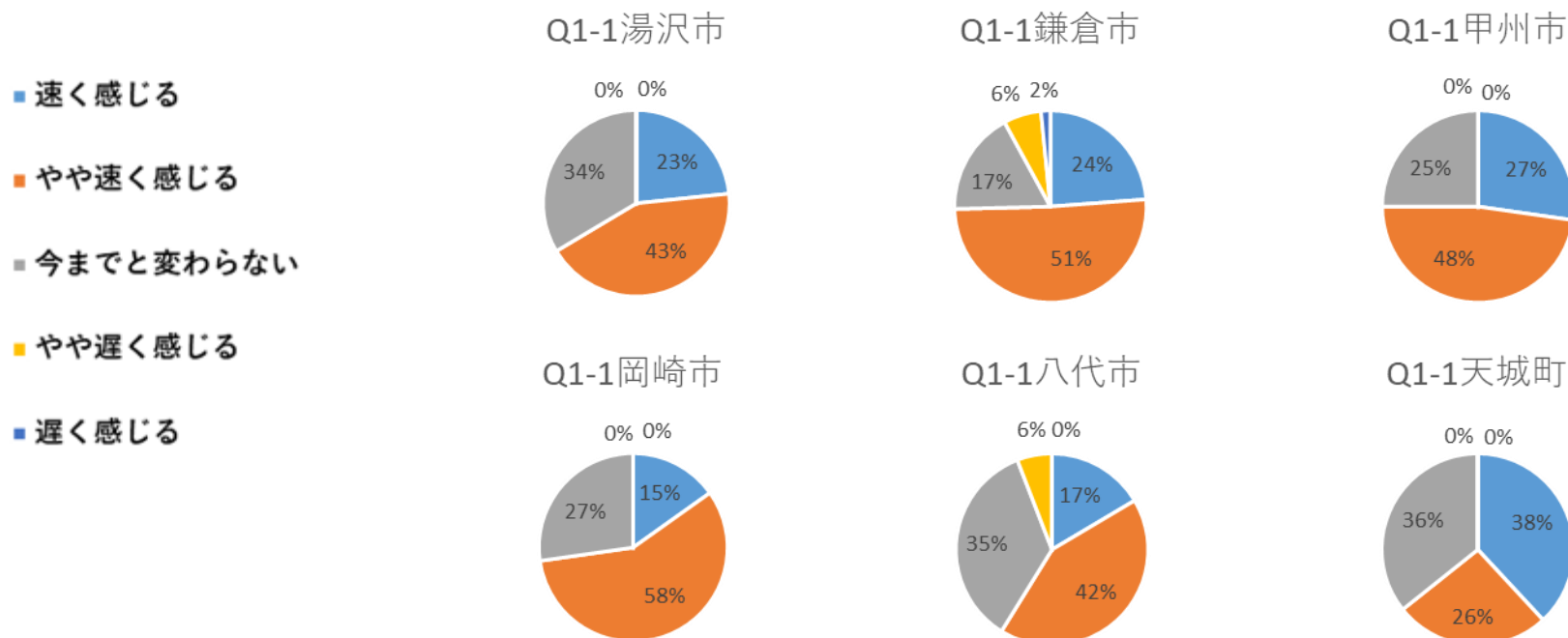
Q1-1：1学期と比較して、児童生徒の学習端末の動作はどう感じますか。

<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った。
- 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」と回答した。

<考察>

- 総じて良好な結果を得ている。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る。



2-1. 一斉アンケートによる効果測定結果

児童生徒の回答 回答数：1,485件

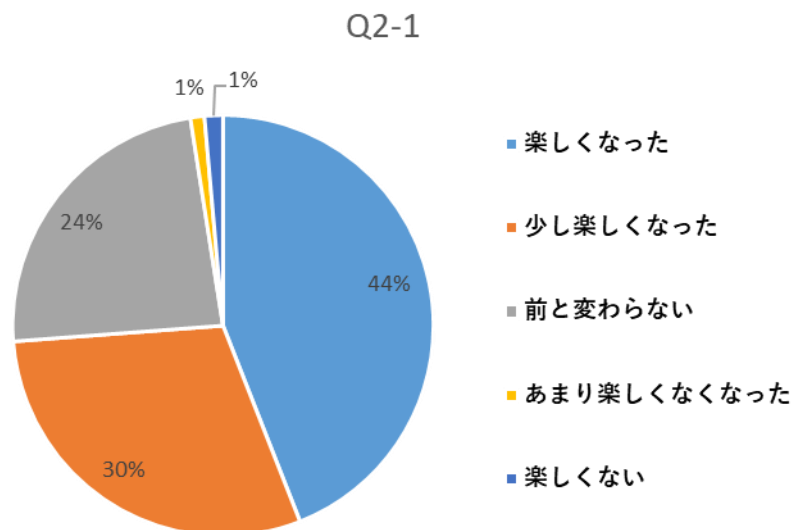
Q2-1：1学期と比べて、今の学習端末を使った授業はどう感じますか。

<結果>

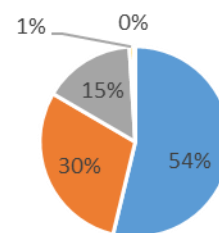
- 本実証事業を通じて、**児童生徒の約74%**が、1学期と比較して「**楽しくなった・少し楽しくなった**」と回答した。
- 「楽しくなった」との回答は全実証地域で60%を超えていた。特に湯沢市、岡崎市、天城町では「楽しくなった」という回答の割合が多かった。

<考察>

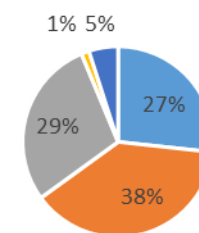
- 通信速度の向上による学習端末の使いやすさの改善によって、利用機会が増え、児童生徒における学習意欲が向上している。
- 「あまり楽しくない・楽しくない」という回答が僅少又は0であった点は、**各実証地域における教職員による努力の成果**である。SINET接続後、教育的効果の検証をはじめとした取り組みを通じ、**児童生徒における学習意欲を効果的に引き出している。**



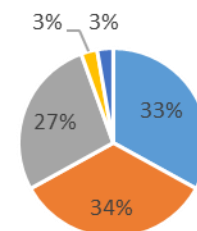
Q2-1湯沢市



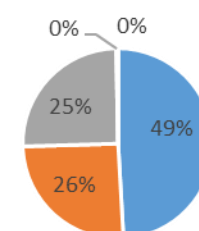
Q2-1鎌倉市



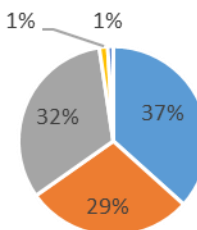
Q2-1甲州市



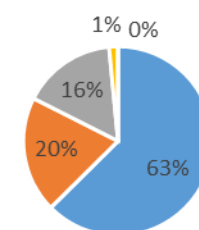
Q2-1岡崎市



Q2-1八代市



Q2-1天城町



2-1. 一斉アンケートによる効果測定結果

児童生徒の回答 回答数：1,485件

学習端末の利用頻度別に、速度(使いやすさ)、授業の感想を集計した。

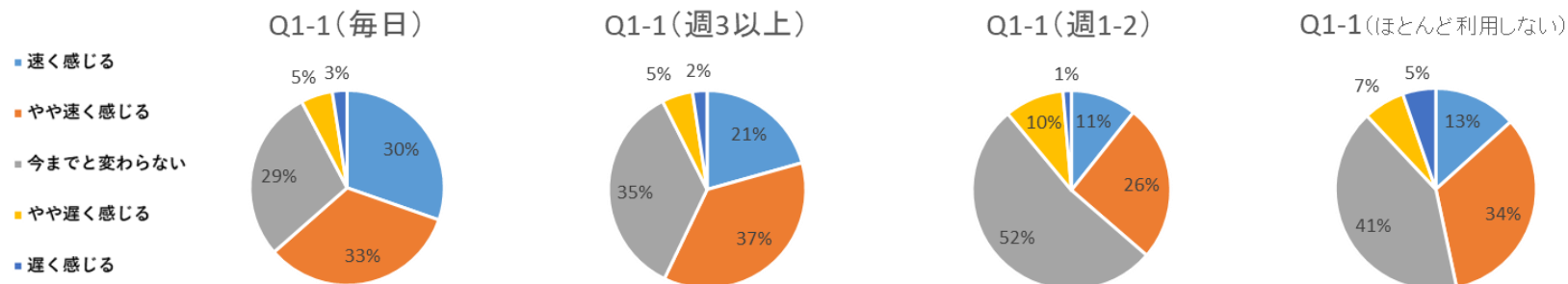
<結果>

- 学習端末の利用頻度が高い児童生徒は、速度の改善を実感している上、授業についても「楽しかった」「少し楽しかった」と回答している。

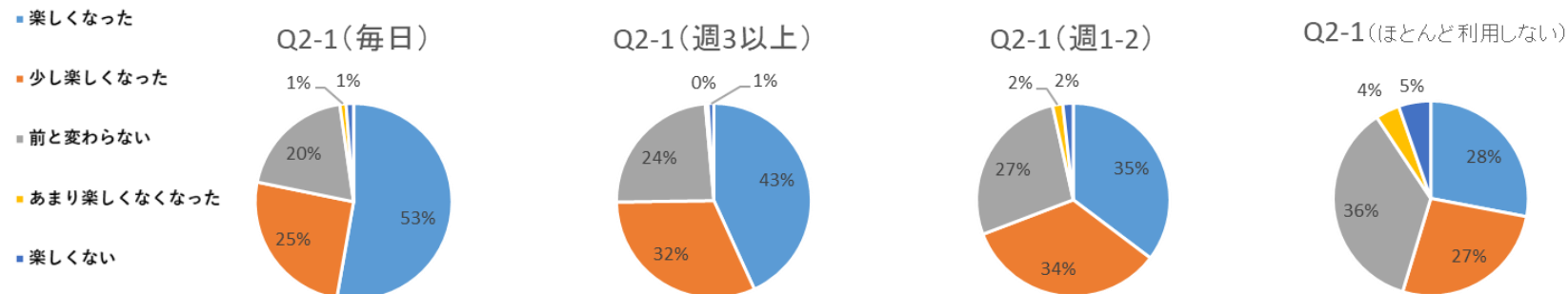
<考察>

- 学習端末の利用頻度が高いほど日々の利用における通信速度の向上を体感しやすく、児童生徒における学習意欲も向上するという好循環が発生しているものと思われる。

Q1-1：1学期と比べて、今の学習端末の使いやすさはどう感じますか。



Q2-1：1学期と比べて、今の学習端末を使った授業はどう感じますか。



2-1. 一斉アンケートによる効果測定結果

児童生徒の回答 回答数：1,485件

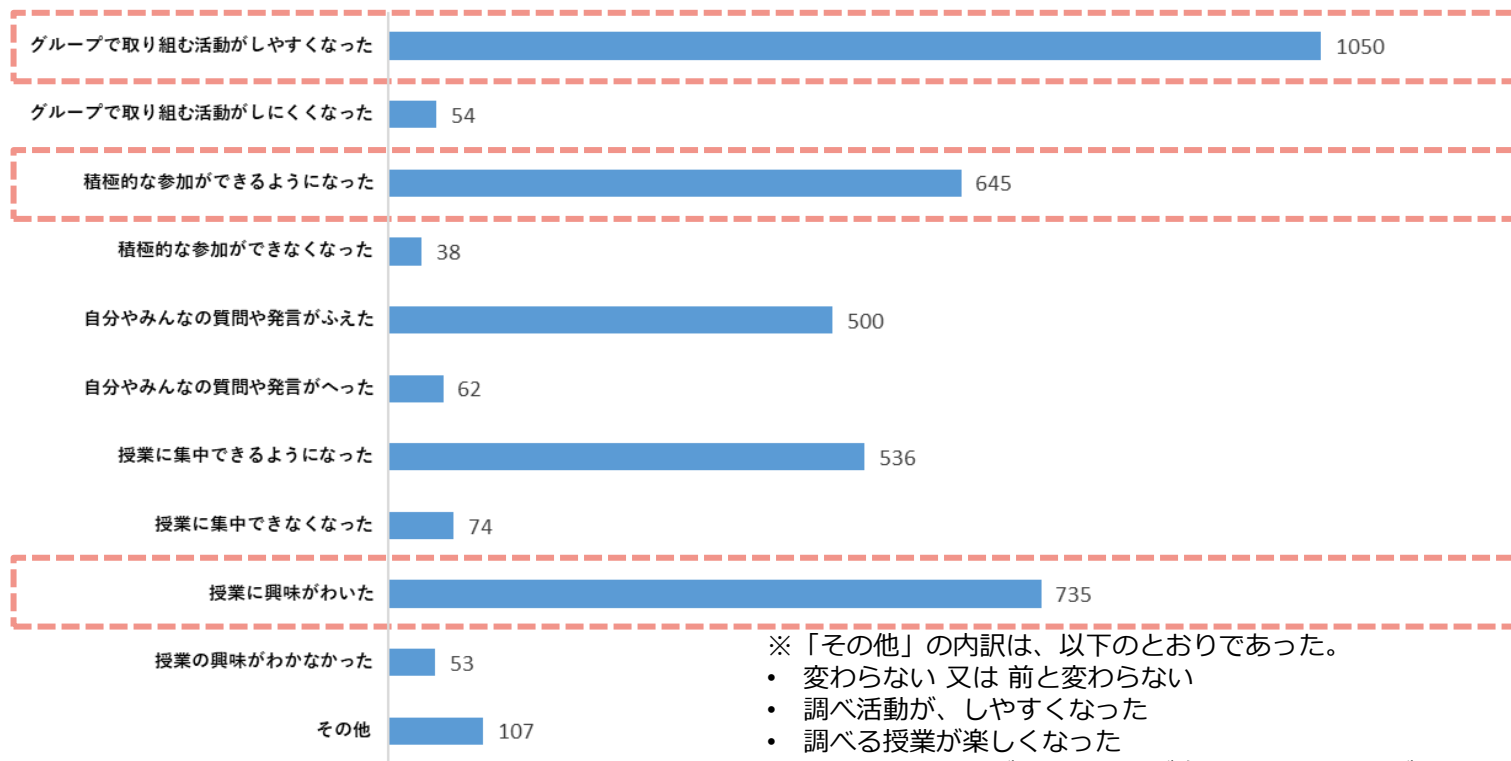
Q2-2：前(Q2-1)の回答について、何がどのように変わりましたか。

<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**」、「**授業に興味があいた**」、「**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**であると思われる。

Q2-2



※「その他」の内訳は、以下のとおりであった。

- 変わらない 又は 前と変わらない
- 調べ活動が、しやすくなった
- 調べる授業が楽しくなった
- いろいろなことが出来て授業が楽しく班との活動がスムーズにできる様になった。

2-1. 一斉アンケートによる効果測定結果

教職員の回答 回答数 :404件

Q2-1 : 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。

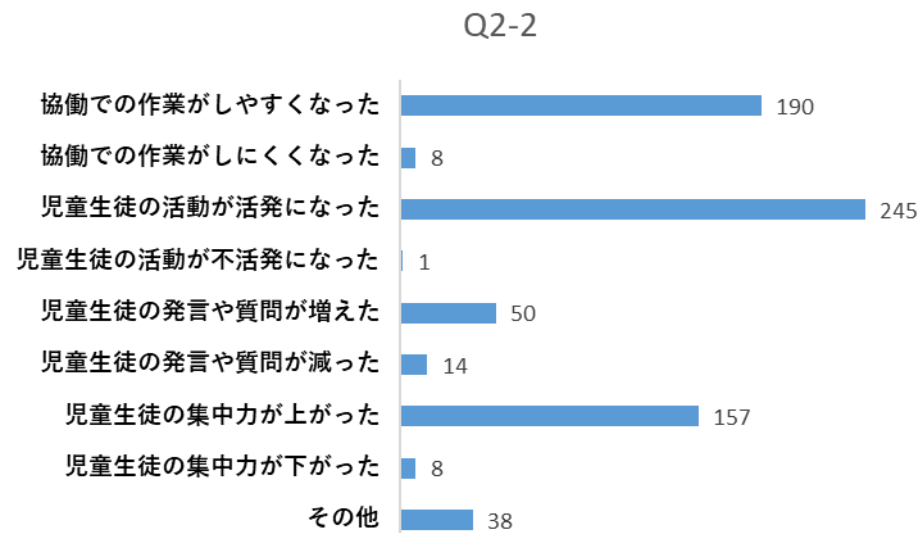
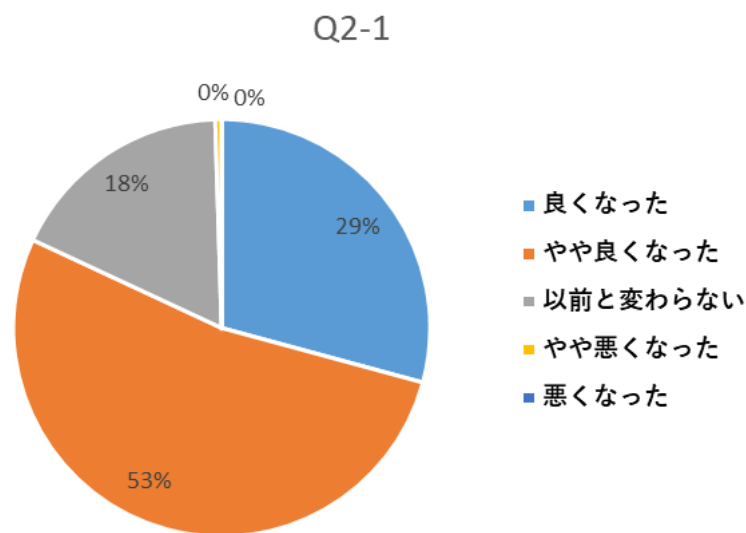
Q2-2 : Q2-1の回答について、何がどのように変わっていましたか。

<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%に達した。

<考察>

- 良好な結果を得た、「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に近いものではないか。第2部において、実証地域から詳細を発表いただく。



2-1. 一斉アンケートによる効果測定結果

教職員の回答 回答数 :404件

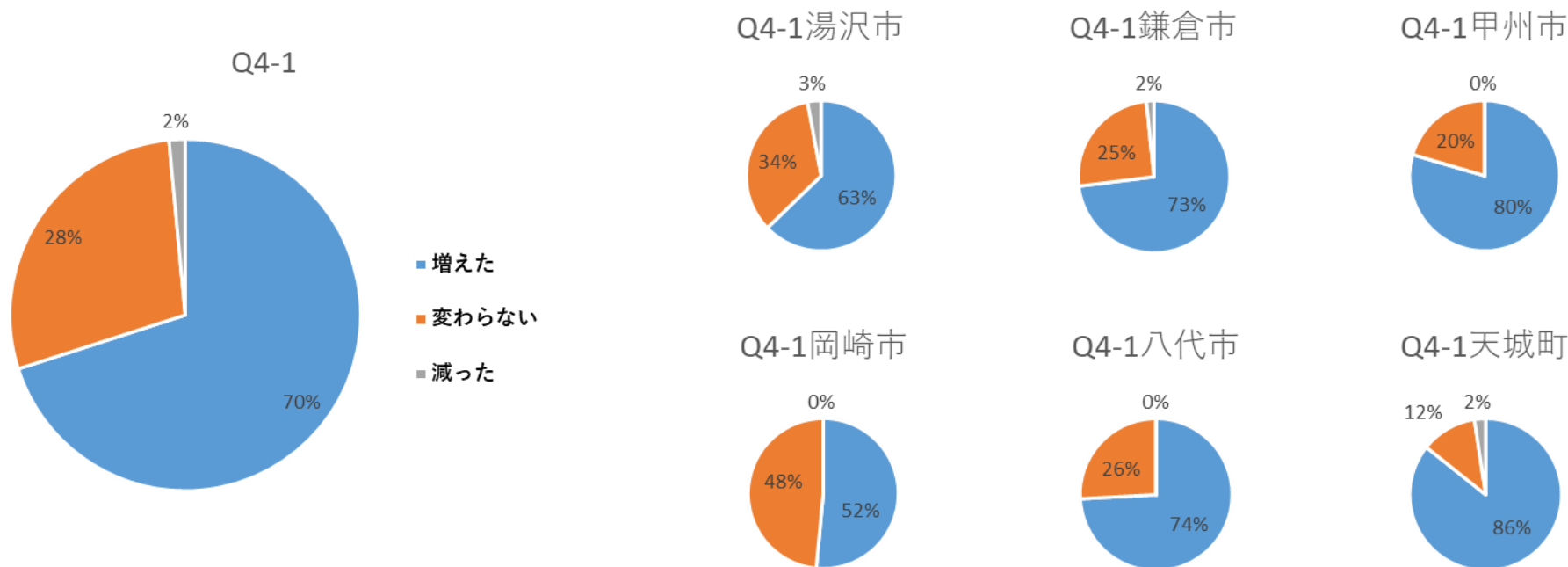
Q4-1：1学期と比較して、学習端末を利用する頻度はどのように変化しましたか。

<結果>

- **70%の教職員**が、1学期と比較して「**学習端末の利用頻度が増えた**」と回答した。
- 通信速度に課題のあった4実証地域(湯沢市・鎌倉市・甲州市・天城町)では、「**利用頻度が増えた**」が60%を超えた。

<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**したと思われる。
- 岡崎市においては、SINET接続前より学習端末を用いた様々な取り組みが進んでいた上で、SINETへの接続によって更にそれらが発展したと思われる。

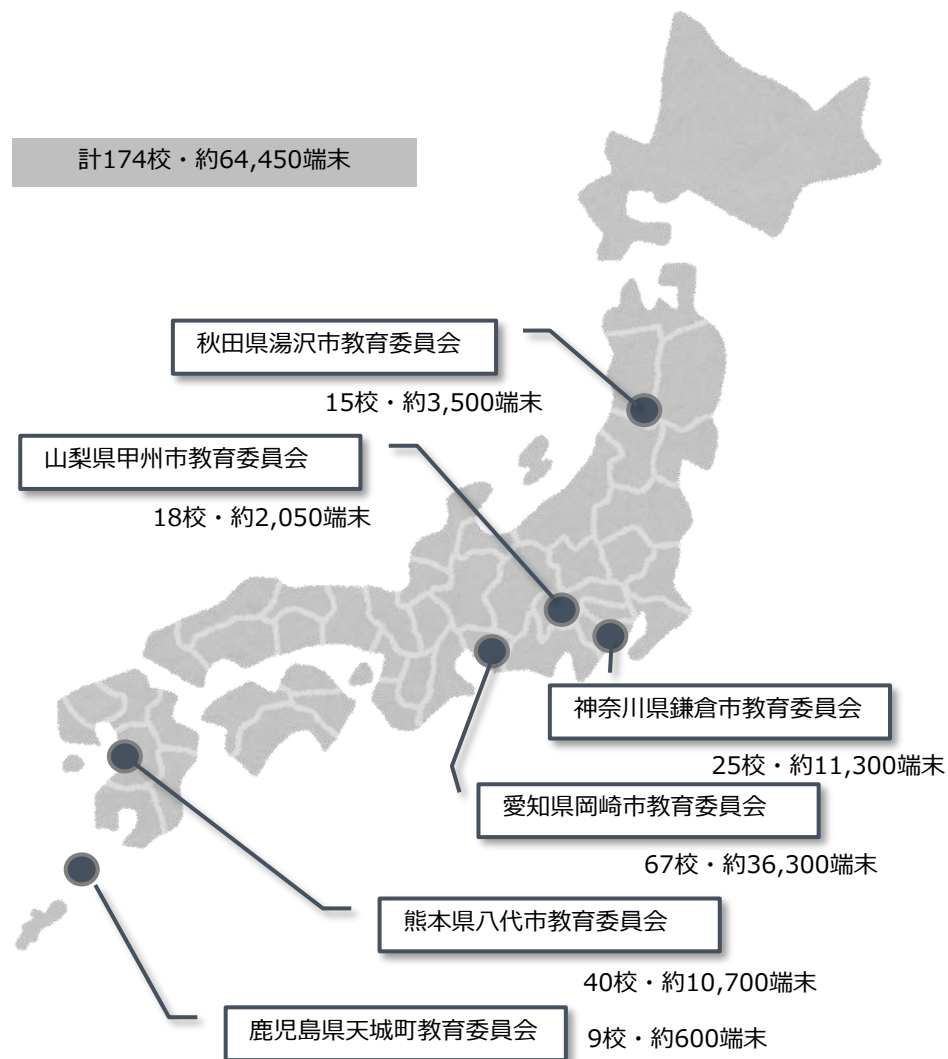


休憩

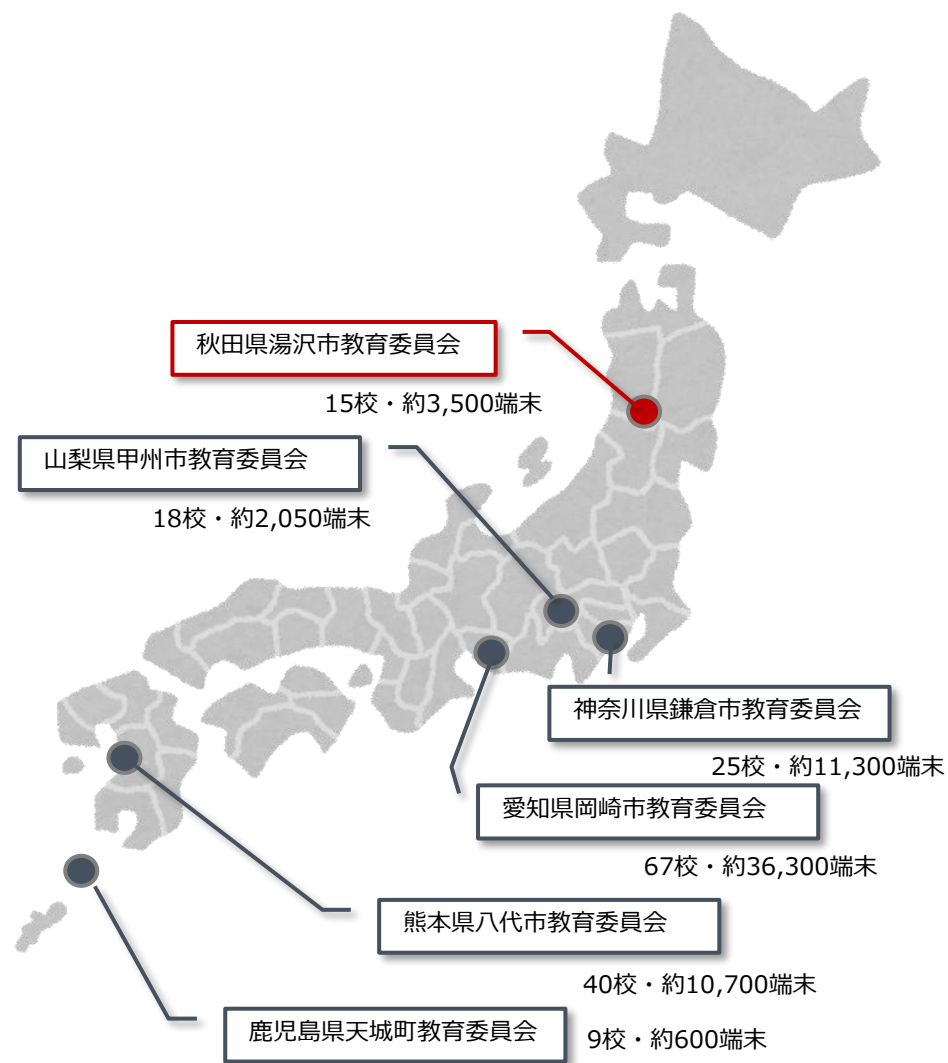
14:40から再開します

【第二部】 教育的効果の発表

実証地域の内訳



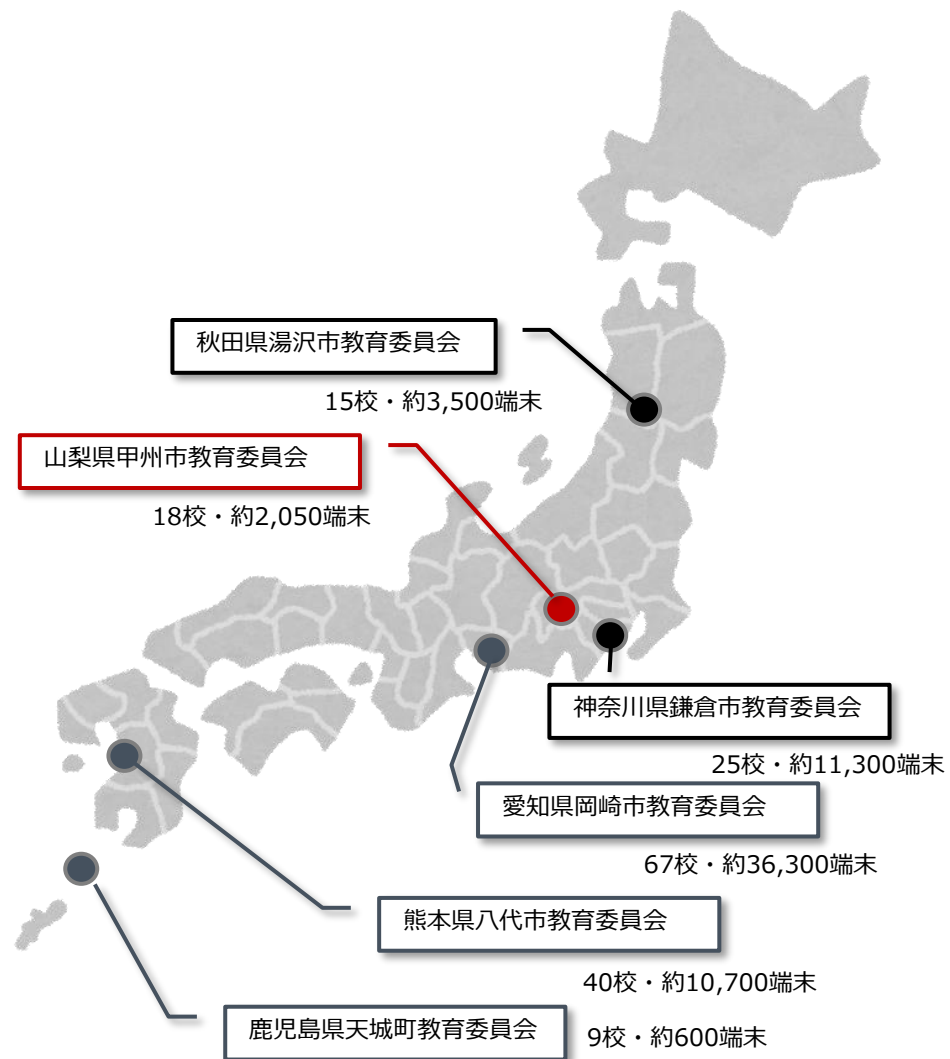
①秋田県湯沢市



②神奈川県鎌倉市



③山梨県甲州市

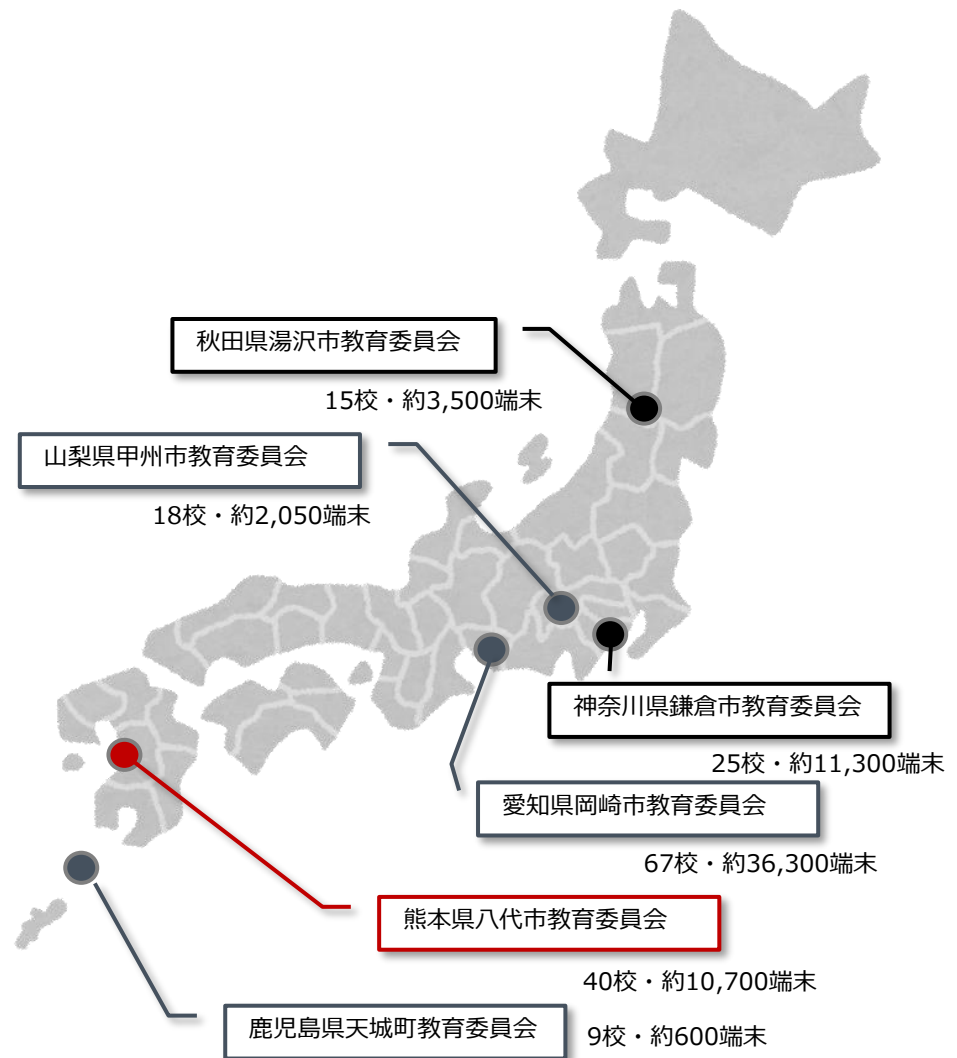


①～③の発表を踏まえた
質問受付・回答

④愛知県岡崎市



⑤熊本県八代市



⑥鹿児島県天城町



④～⑥の発表を踏まえた
質問受付・回答

総括

西田事業推進委員長

閉会挨拶