

「初等中等教育段階のSINET活用実証研究事 成果報告会」にご参加いただき、 ありがとうございます。

会議開始は10：00～となります。開始までしばらくお待ちください

事務局からのお願い；

今回は「WEBEXミーティング」を使用し、リアルタイム配信で行います。

著作権や肖像権の侵害となりますので、録画・録音はお控えくださいますようお願いいたします。

また、皆さまのWEBEXのカメラ、**マイクはオフ（ミュート）に設定**をお願いいたします。

音声が聞こえづらい場合は、音量をあげてください。

発表中に画面がフリーズし、映像が切断された場合は、ご案内しております同じURLやIDに再度アクセスしご入室ください。

質疑応答はWebexのQ&A機能から送信をお願いいたします。Q&Aでいただいた質問から回答いたします。

ご質問の際は、所属先とフルネームでお名前を記載ください。こちらの記載がないご質問については、申し訳ございませんがご質問を受け付けられませんのでご了承ください。

後日、成果報告会の様子と説明資料は文科省のホームページで掲載する予定です。説明資料の冒頭に用語解説も記載しておりますので、別途ご参照ください。

用語		解説
1	SINETノード	SINET(S cience I nformation NET work、サイネット)と初等中等教育機関との接続点となるルータのこと。
2	SINETデータセンター	SINETノードが存在するデータセンターのこと。
3	FW(ファイアウォール)	ネットワークの境界に設置され、内外の通信を中継・監視し、外部の攻撃から内部を保護するためのソフトウェアや機器、システムなどのこと。
4	SW(スイッチングハブ)	(S Witching hub) ネットワークの集線・中継装置の一種のこと。
5	初等中等用SW	各初等中等教育機関を物理的に集約する機器(初等中等教育機関側で運用する機器)のこと。
6	集約拠点	各初等中等教育機関がSINETデータセンターに接続するにあたり、各学校を集約するための拠点のこと。
7	集約回線	各初等中等教育機関がSINETデータセンターに接続するにあたり、各学校を集約するための回線のこと。
8	LBO(ローカルブレイクアウト)	(L ocal B reak O ut) 特定の通信を各学校から直接インターネットへ通すことでネットワーク全体の負荷を分散する仕組みのこと。
9	ギャランティ	ネットワークの帯域を保証または確保された回線のこと。1Gbps 帯域保証回線であれば、回線終端間はほぼ1Gbpsでの通信が可能。

用語		解説
10	ベストエフォート	理論的上限を示されているが、実際の利用可能帯域は、回線の混雑状況に左右される回線のこと。1Gbpsでも、数百 Mbps 程度の速度の場合もある。
11	IPアドレス	(Internet Protocol address) インターネットやローカルネットワーク上にある端末を識別できるようにした住所のようなもの。IPアドレスには、世界中で一意的に端末が識別ができるグローバルIPアドレスと、学校や自宅などのローカルネットワーク内で端末が識別できるプライベート(ローカル)IPアドレスの2種類が存在する。
12	ネットワーク(NW) アセスメント	各学校設置者が自らのネットワーク(NW・NetWork)環境を評価すること。
13	トラフィック	一定時間内にネットワーク上で転送されるデータ量のこと。
14	スパイク	トラフィックが急激に上昇する現象のこと。
15	NAT/NAPT	(Network Address Translation/ Network Address Port Translation) プライベートIPアドレス(及びポート番号)と、グローバルIPアドレス(及びポート番号)を紐づけ、相互変換する技術のこと。
16	LAG	(Link Aggre Gation) 複数の回線を束ねて、仮想的に1本とみなす技術のこと。
17	SFPモジュール	(Small form Factor Pluggable) 光信号と電気信号を変換する部品のこと。モジュールを交換することにより、様々な種類の通信ポートを追加することができる。
18	VLAN	(Virtual Local Area Network) 仮想的(論理的)にネットワークを分ける仕組みのこと。

用語		解説
19	BGP	(Border Gateway Protocol) 異なるネットワーク同士を接続し、お互いの経路情報を交換しあうためのプロトコルのこと。
20	VSS、スタック接続	(Virtual Switching System)複数の物理SWを仮想的に1台に見なす技術のこと。 スタック接続とは、複数のSWを専用のポートおよびケーブルを介して連結し、論理的に一台の大きなSWとして動作させること。
21	(IPv4/IPv6)デュアルスタック	単一機器にIPv4とIPv6という仕様の異なるプロトコルスタックを共存させる仕組みのこと。
22	冗長化	機器や回線を複数設置し、一部が故障しても、動作を継続できるようにすること。
23	セッション	接続/ログインしてから、切断/ログオフするまでの、一連の操作や通信のこと。
24	(ネットワーク)帯域	通信に使用される周波数における「最高周波数」と「最低周波数」の範囲のこと。単位はbpsで1秒間に何ビットのデータを送信できるかを表すもので、回線速度の意味で使われることが多い。
25	(データ)通信量	インターネット回線間でデータを送受信するときの量のこと。単位はbyte(バイト)。

初等中等教育段階のSINET活用実証研究事業 成果報告会

2023/3/1
東日本電信電話株式会社

内容		担当	時間
1	開会挨拶	文部科学省	5分
2	本実証の概要	NTT東日本	10分
3	初等中等教育段階における SINET接続方法	NTT東日本	20分
4	SINET接続における検討事項	NTT東日本	30分
5	教育的効果の検証について	兵庫県教育委員会	25分
6	質疑応答	-	10分
7	各委員からのご意見	各事業推進委員	15分
8	総括	西田事業推進委員長	5分

1. 開会挨拶

2. 本実証の概要

本実証の主旨

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)**

- ✓ 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の検討を実施。
- ✓ 基幹網としてSINETや商用のネットワークの活用モデル等を整理した。

令和3年度

**初等中等教育段階の
SINET活用実証研究事業**
(6地域：湯沢町、鎌倉市、甲州市、
岡崎市、八代市、天城町)

- ✓ 小・中規模の自治体が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の検証を実施。
- ✓ SINETに接続する際の速度・品質・運用コスト、SINETの特性を活かした授業・日常の取り組みを活かした教育的効果の検証を実施。

令和4年度

**初等中等教育段階の
SINET活用実証研究事業**
(1地域：兵庫県)

- ✓ 「GIGAスクール構想」により整備された1人1台端末を活用し、SINETの高速性を活かした質の高い教育を実現するために、**将来的に希望する自治体がSINETに接続する際の接続方法や運用等について検討。**
- ✓ SINETの初等中等教育機関への開放に向けて、**SINETと初等中等教育機関を接続する設備を構築し、それにより多段となるネットワークの接続構成**において、**大規模自治体の接続による技術的な検証**を実施。

令和5年度

接続準備

令和6年度

SINETの初等中等教育機関への開放

本実証の趣旨 (再掲)

- ✓ 「GIGAスクール構想」により整備された1人1台端末を活用し、SINETの高速性を活かした質の高い教育を実現するために、**将来的に希望する自治体がSINETに接続する際の接続方法や運用等について検討。**
- ✓ SINETの初等中等教育機関への開放に向けて、**SINETと初等中等教育機関を接続する設備を構築し、それにより多段となるネットワークの接続構成**において、**大規模自治体の接続による技術的な検証**を実施。

検証内容

技術的検証

- ✓ 初等中等教育機関が**SINETに接続するために必要な設備の検証**を実施
- ✓ SINET接続にあたり適切かつ必要な**運用体制**や**コスト**の整理
- ✓ 一定規模の学校数が、SINETに接続した場合の大容量通信等について技術的な検証を行い、**ネットワーク構成**や**セキュリティ対策**等を整理する

机上検証

机上検証

フィールド検証

机上検証

教育的効果の検証

- ✓ **SINETの高速性を活かした授業**を実施し**教育的効果の検証**を行う
- ✓ トラフィックログを取得し**学習アプリケーション**や**クラウドサービスの利用状況**を把握、**通信の負荷状況**や**特徴的な通信**を分析

フィールド検証

フィールド検証

成果物

パンフレット・動画

SINET開放の概要を解説

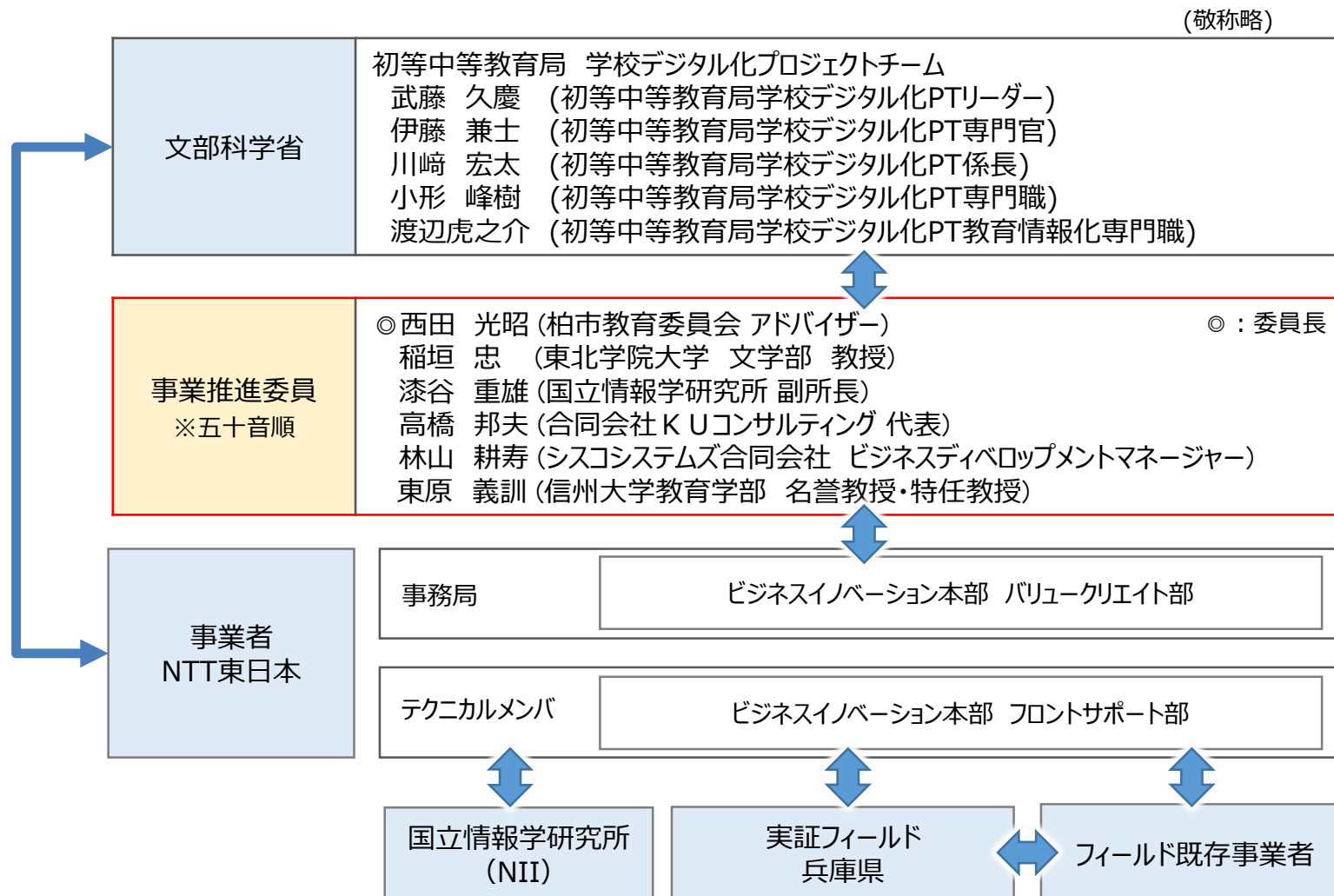
ガイドブック

SINET接続・ネットワーク構成検討方法の解説
高速大容量環境を活用した授業内容の紹介

調達仕様書例

SINET接続に必要な設備の調達仕様書例を作成

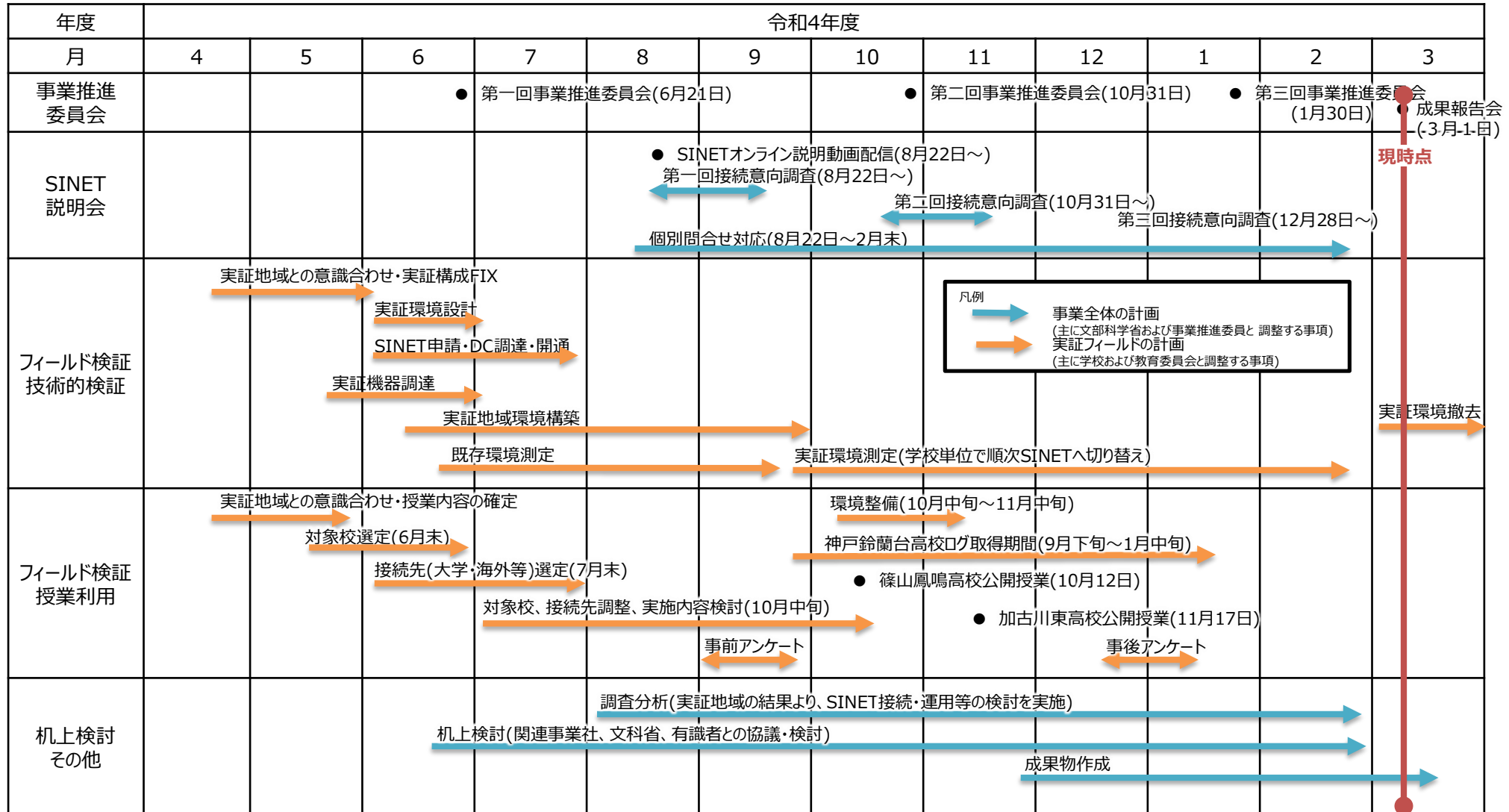
- 本事業の方針については事業推進委員会で決定し、事業者は決定した方針に沿って検討を実施
- また、決定した方針に従い、実証フィールドにおける検証等を実施



本実証スケジュール

2023年3月1日

- 本事業は以下のスケジュールにて実施中
- フィールド自治体のSINET接続を9月に実施、ログ取得による技術的検証や教育的効果検証を行った

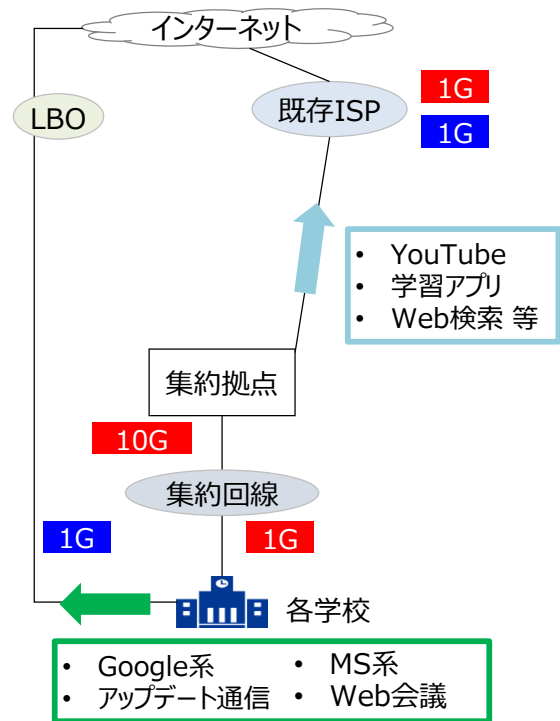


- 実証フィールドで使用しているYouTube、Google系※1、MS系※2、アップデート通信、Web会議の通信を段階的にSINET経由に切替えた

※1 : Google Workspace等
 ※2 : Microsoft 365等

SINET接続前

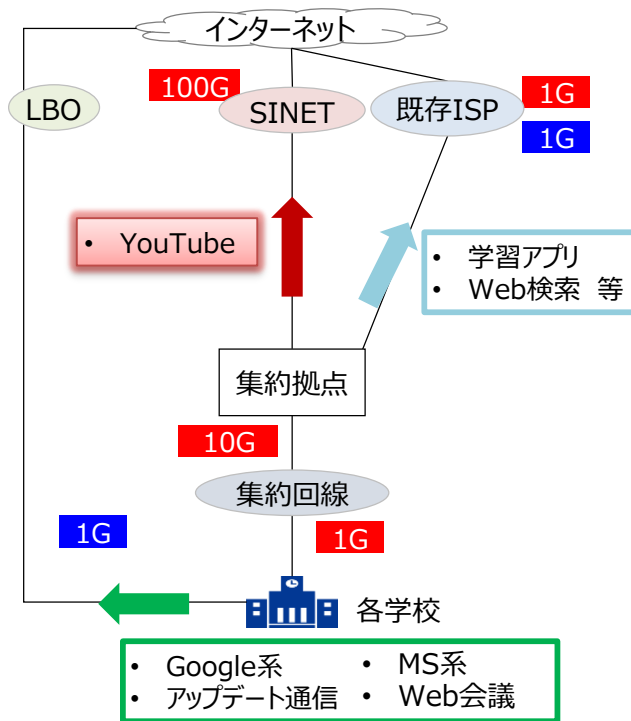
集約拠点の既存ISPと各学校からのLBOで通信振分け



SINET接続後

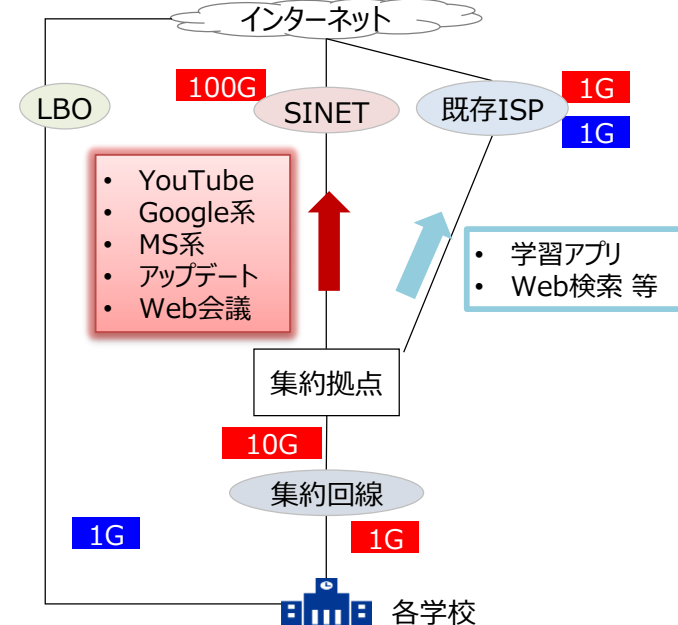
既存ISPの一部通信の切替(10/10)

- 集約拠点からSINETに接続
- 集約拠点の既存ISPに流れていたYouTubeの通信をSINETに切替



各学校のLBO通信の切替(11/17~)

- 各学校のLBO通信を、学校ごとに全てSINETに切替



凡例 ➡ SINETに流れる通信 ➡ データセンターから既存ISPに流れる通信 ➡ 各学校からLBOする通信 ギランディ ベストエフォート

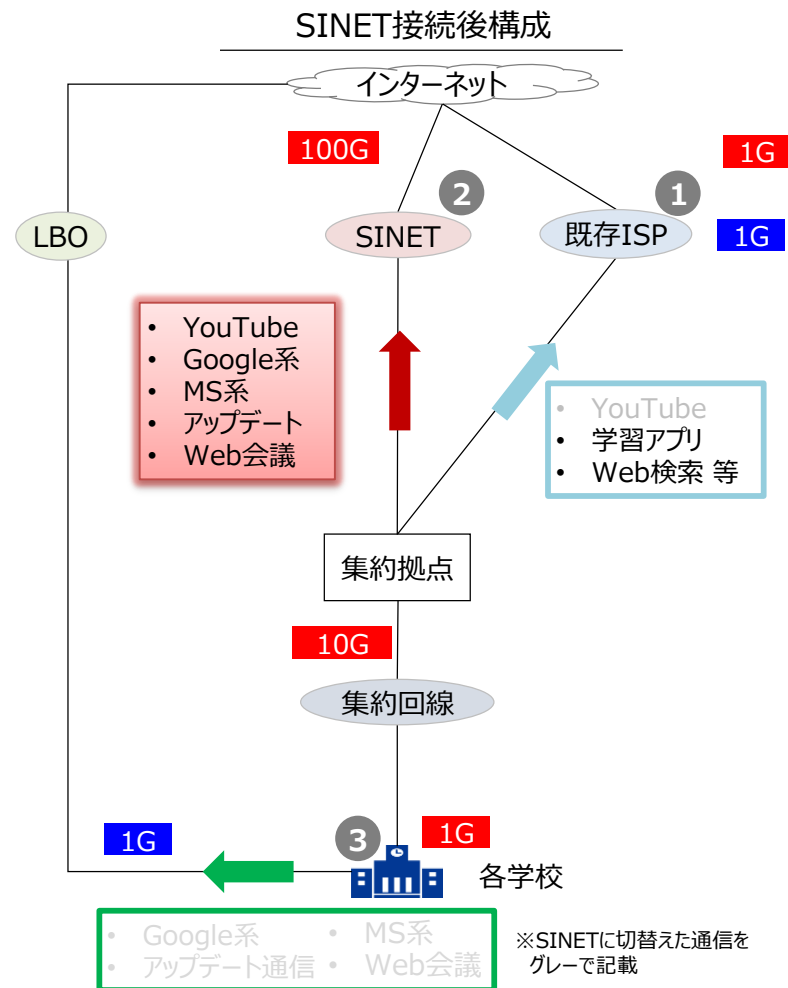
- SINETへ切替えたことにより既存ISP及び各学校LBO回線の輻輳が解消され高速大容量通信の有効性を確認した

既存ISPからのSINET切替え効果(一部通信)

- ✓ **YouTube**の通信を既存ISP(1Gbps)からSINETに切替えたところ、既存ISPに流れる通信帯域は300Mbps低下し(①) SINETに流れる通信帯域が最大800Mbps増加(②)
- ✓ 既存ISPは恒常的に1Gbpsに到達していたが(①) 切り替え後は1Gbpsへの到達が解消し
既存ISP利用時に発生していた輻輳が解消したと考えられる

各学校LBO回線からのSINET切替え効果

- ✓ **MS系通信、Google系通信、Web会議通信、アップデート通信**を各学校LBO回線からSINETに切替えたところ、学校単位での通信帯域の合計が**最大で約100Mbps増加し(③)** 学校LBO回線(1Gbps)に流れる通信量が多かった学校について
LBO回線利用時に発生していた輻輳が解消したと考えられる

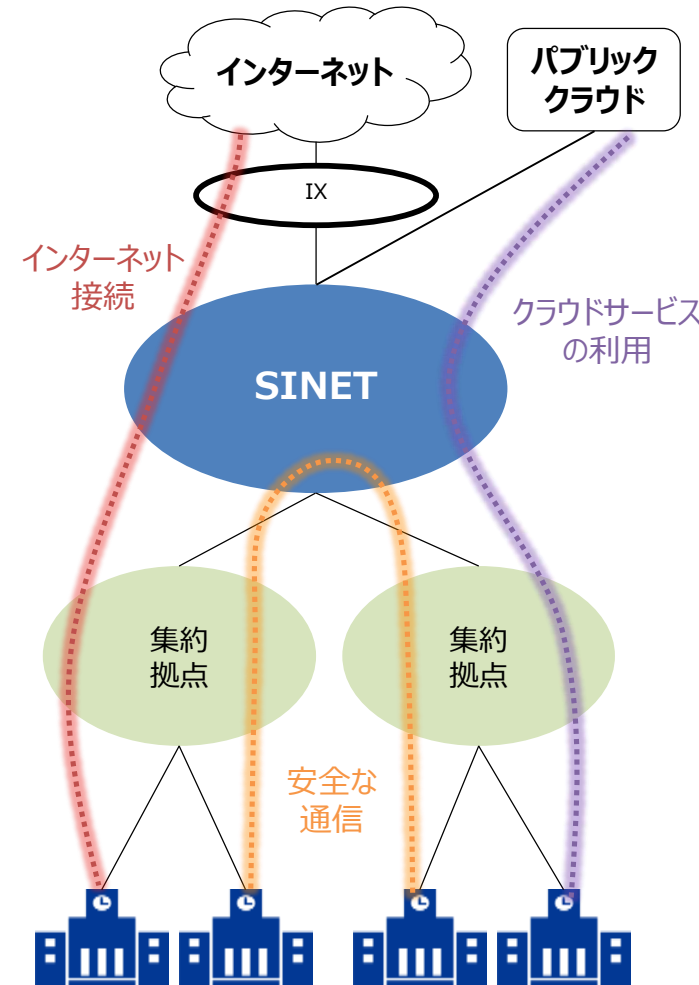


凡例 ➡ SINETに流れる通信 ➡ データセンターから既存ISPに流れる通信 ➡ 各学校からLBOする通信 ギランディ ベストエフォート

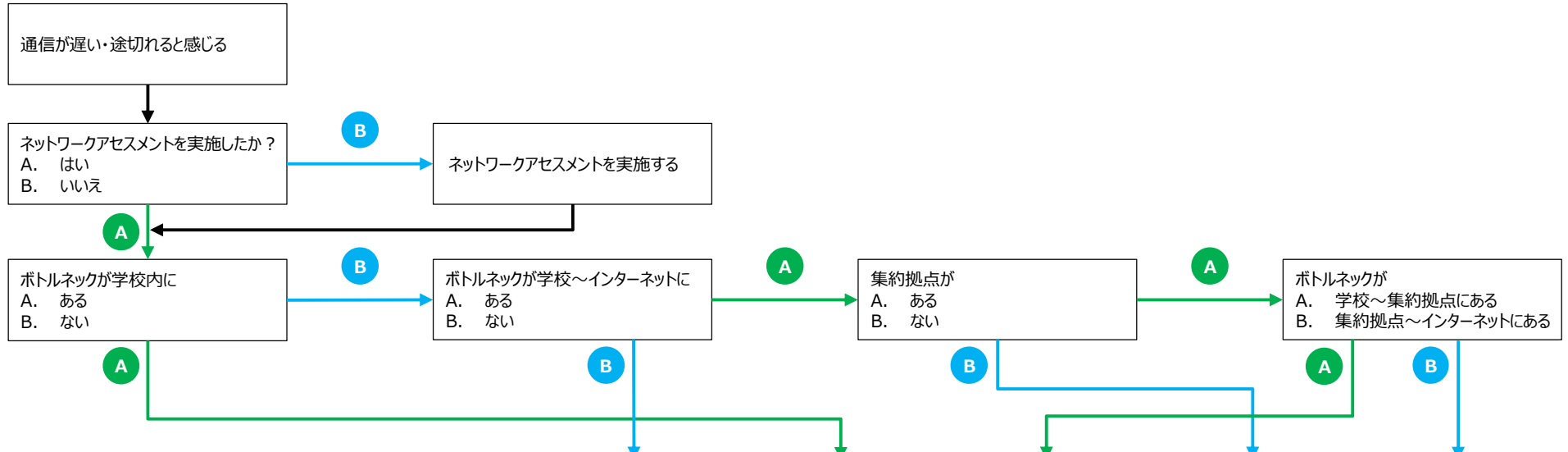
3. 初等中等教育段階におけるSINET接続方法

- 初等中等教育機関には以下のサービス・機能を提供
- その他、SINETに接続している大学や研究機関との連携や促進も期待される

機能	詳細						
インターネット 接続	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 高速大容量なインターネット接続環境を提供 ✓ 接続に必要なグローバルIPアドレスの貸与 (詳細はp.24) 						
安全な通信	<ul style="list-style-type: none"> ✓ SINETと接続している他の地域との間で、インターネットを介さずに通信できる安全な閉域網を構築可能 ✓ 初等中等教育機関への開放ではL2オンデマンド機能を採用 <table border="1"> <tr> <td>VPN構成メンバー</td> <td>SINETに接続している単一機関や他機関とも可能</td> </tr> <tr> <td>VPN安全性</td> <td>VLANで論理分割、暗号化なし</td> </tr> <tr> <td>利用可能なVLAN番号</td> <td>2~4093 →4094はインターネット接続用の初等中等用SW ~SINETのVLAN-IDとする※全国共通</td> </tr> </table>	VPN構成メンバー	SINETに接続している単一機関や他機関とも可能	VPN安全性	VLANで論理分割、暗号化なし	利用可能なVLAN番号	2~4093 →4094はインターネット接続用の初等中等用SW ~SINETのVLAN-IDとする※全国共通
VPN構成メンバー	SINETに接続している単一機関や他機関とも可能						
VPN安全性	VLANで論理分割、暗号化なし						
利用可能なVLAN番号	2~4093 →4094はインターネット接続用の初等中等用SW ~SINETのVLAN-IDとする※全国共通						
SINET直結の クラウドサービスの 利用	<ul style="list-style-type: none"> ✓ SINETに直結した事業者のサービスをインターネットを介さずに通信できる安全な閉域網経由で利用可能 (クラウドサービス事業者との契約は別途必要) ✓ 初等中等教育機関への開放ではL2オンデマンド機能を採用 						



- SINETへ接続するだけで通信の課題が解決する訳ではないため、SINET接続前に有効性を検討する必要がある
- 学校～インターネット間におけるインターネット接続のボトルネックを改善する際、SINET接続が有効な可能性がある



インターネット接続における課題		ア	イ	ウ	エ	オ
ネットワークの構成が適していない						●
通信帯域が多い					●	●
回線種別の能力が適していない					●	●
セッション数が多くなっている					●	●
集約拠点の機器に問題がある				●		
学校内の機器に問題がある	処理能力が足りていない		●			
	端末の設定が適していない		●			
	アクセスポイントの設置場所が適していない		●			
接続先のインターネットに問題が起きている		●				

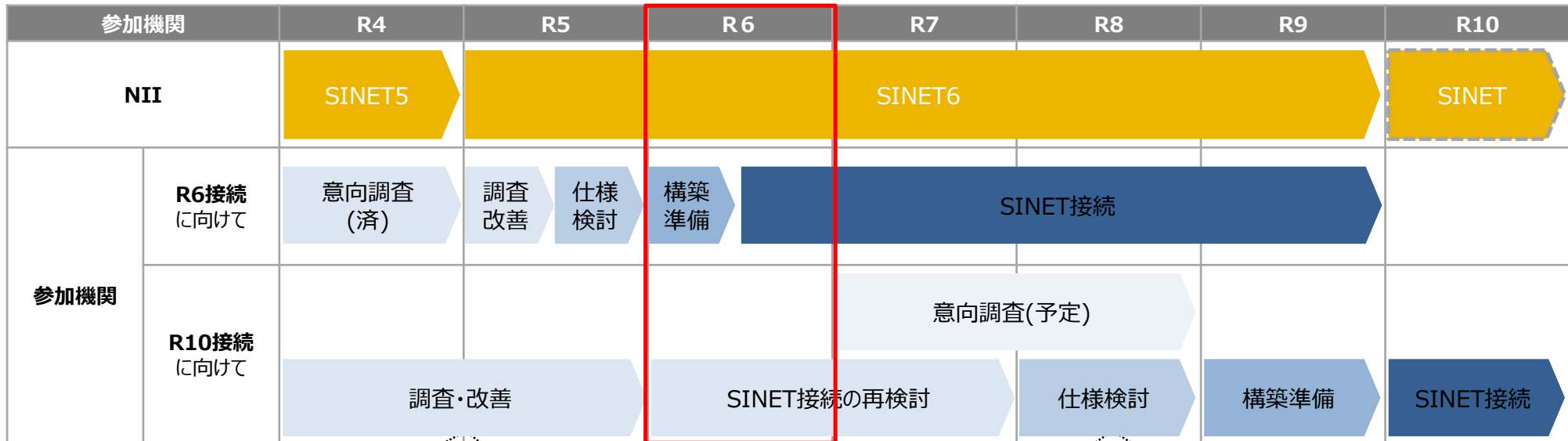
事業者へ問い合わせ

学校内NW増強や設定変更を検討

SINETが有効な可能性あり

- 初等中等教育機関におけるSINET6の接続スケジュールは以下の通り
- 令和6年度の共同調達に参加する場合、接続の時期に関わらず、令和6年度以降の共同利用部分の負担が生じる

初等中等機関への
開放(接続可能)

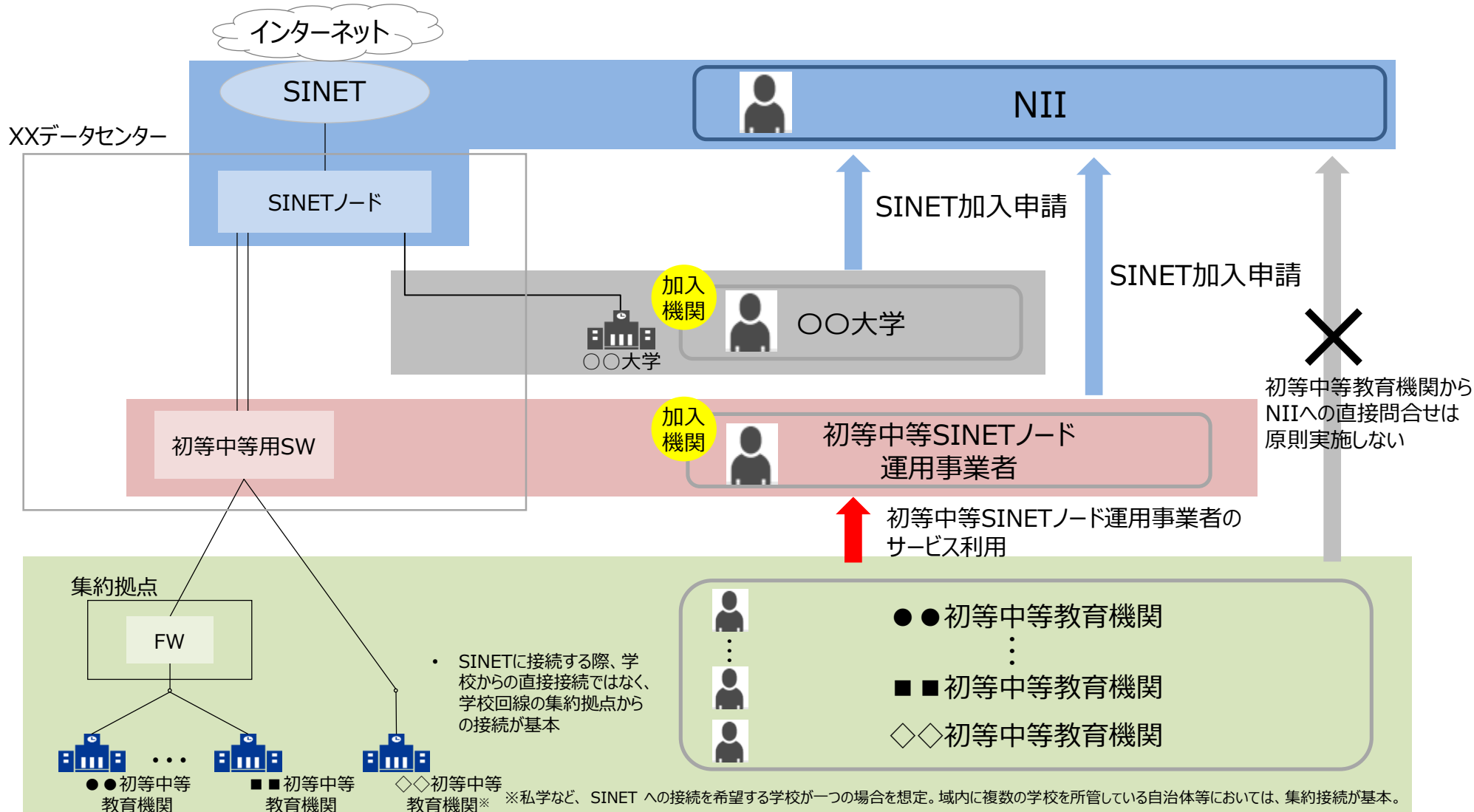


ネットワークアセスメントを実施し、ボトルネックを解消
⇒「SINET有効性検討のフローチャート」を参照

SINETへ接続するために必要な設備等の仕様を検討
⇒「4.SINET接続における検討事項」を参照

※上記スケジュールは予算や今後の検討状況等により、変更となる可能性がある

- SINETの初等中等教育機関への開放においては、初等中等SINETノード運用事業者が直接のSINET加入機関となる。その運用事業者をノード毎に調達・設置し、参加機関からの問合せ等を行う



初等中等教育機関からNIIへの直接問合せは原則実施しない

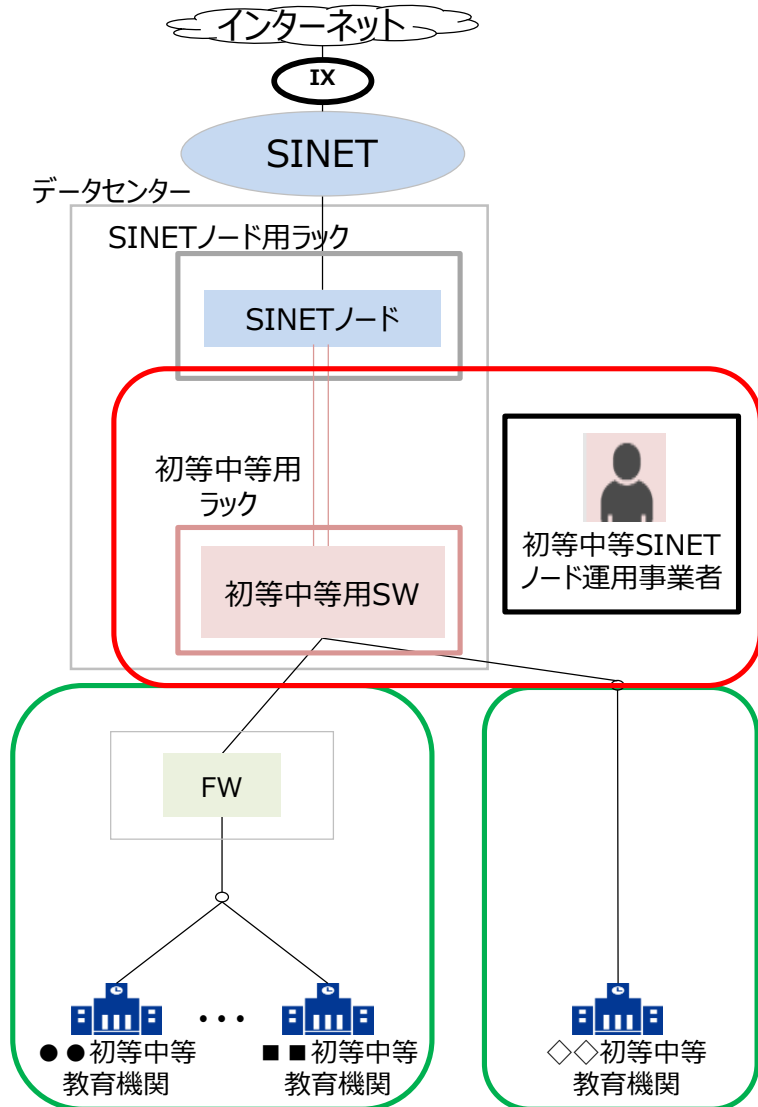
● ● 初等中等教育機関
 ■ ■ 初等中等教育機関
 ◇ ◇ 初等中等教育機関

・ SINETに接続する際、学校からの直接接続ではなく、学校回線の集約拠点からの接続が基本

● ● 初等中等教育機関
 ■ ■ 初等中等教育機関
 ◇ ◇ 初等中等教育機関

※ 私学など、SINETへの接続を希望する学校が一つの場合を想定。域内に複数の学校を所管している自治体等においては、集約接続が基本。

- 共同調達範囲・個別調達範囲は以下の通り
- 共同調達範囲は取りまとめ機関、個別調達範囲は各参加機関が検討・調達主体となる

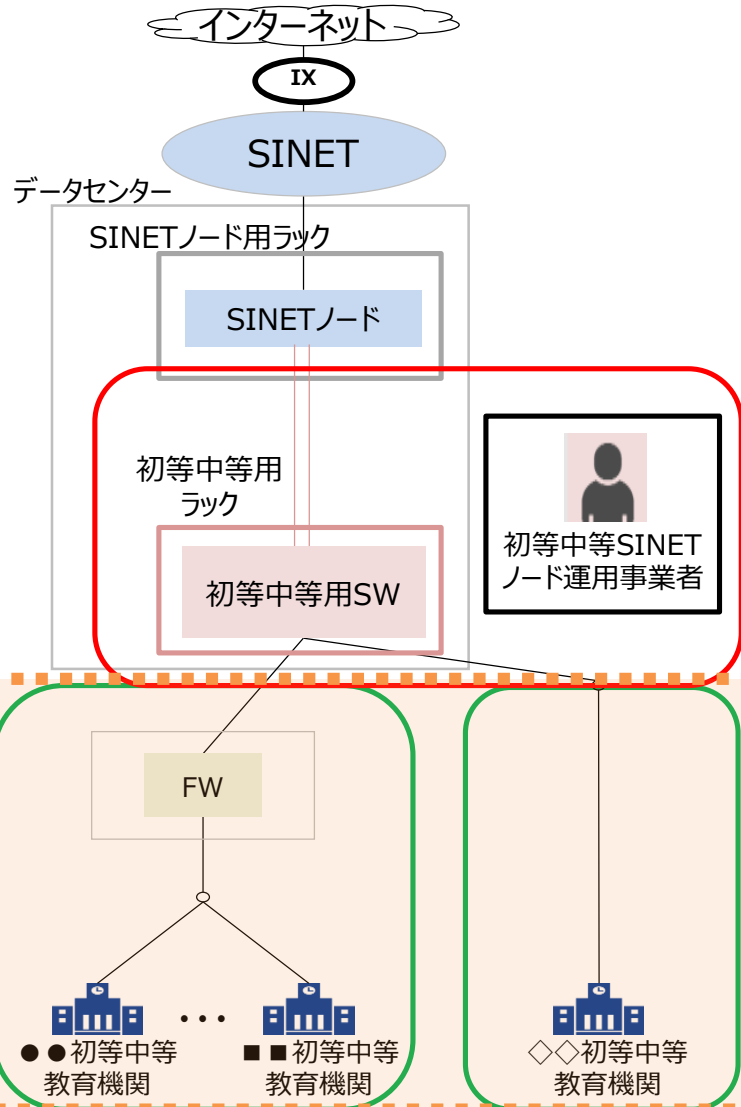


	共同調達範囲	個別調達範囲
調達項目	<ul style="list-style-type: none"> ヘルプデスク業務 初等中等用SW構築・運用保守業務 (SW本体・ラックの調達を含む) 	<ul style="list-style-type: none"> 初等中等用SWまでのネットワーク (回線・ネットワーク機器等) ※基本的に、一般的なインターネット接続に必要な機器等が必要
費用負担	ノード単位の参加機関で按分して負担	参加機関が個別で負担
検討・調達主体者	<p>取りまとめ機関 (ノード毎の参加機関を取りまとめる機関)</p> <p>⇒詳細は、p.45「共同調達範囲の検討項目」を参照</p>	<p>参加機関 (SINET接続を希望する各初等中等教育機関)</p> <p>⇒詳細は、p.22「個別調達範囲の検討項目」を参照</p>

4. SINET接続における検討事項

- 共同調達範囲・個別調達範囲は以下の通り
- 共同調達範囲は取りまとめ機関、個別調達範囲は各参加機関が検討・調達主体となる

以降のスライドでは
個別調達範囲について説明



	共同調達範囲	個別調達範囲
調達項目	<ul style="list-style-type: none"> ヘルプデスク業務 初等中等用SW構築・運用保守業務 (SW本体・ラックの調達を含む) 	<ul style="list-style-type: none"> 初等中等用SWまでのネットワーク (回線・ネットワーク機器等) ※基本的に、一般的なインターネット接続に必要な機器等が必要
費用負担	ノード単位の参加機関で按分して負担	参加機関が個別で負担
検討・調達主体者	<p>取りまとめ機関 (ノード毎の参加機関を取りまとめる機関)</p> <p>⇒詳細は、p.45「共同調達範囲の検討項目」を参照</p>	<p>参加機関 (SINET接続を希望する各初等中等教育機関)</p> <p>⇒詳細は、p.22「個別調達範囲の検討項目」を参照</p>

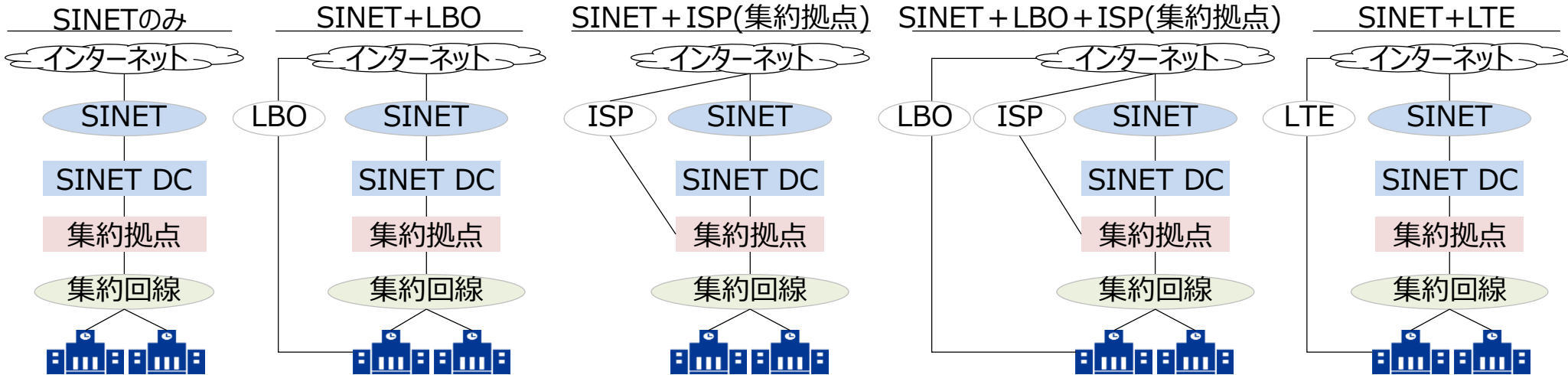
- SINET接続を行うまでに初等中等教育機関が検討する項目を整理

①	SINET接続構成パターンの検討	既存のネットワーク構成パターンごとに、SINET接続構成パターン(候補)を確認
②	実装が必要な機能の整理	SINET接続構成における必要機能と実装箇所を整理
③	機器・回線の性能の検討	SINET接続構成における必要性能を整理
④	通信の振分け検討	ネットワークへの負荷を考慮して通信振分けを行う場合、振り分け方針を検討
⑤	運用体制の検討	ネットワークを運用する上で必要な体制の検討
⑥	コストの整理	SINET接続に伴い必要なイニシャルコスト/ランニングコストの検討

● SINET接続構成パターンの確認

※学校の回線を集約してSINETに接続することを前提

1 SINET接続構成パターンの確認



各構成パターンの特徴

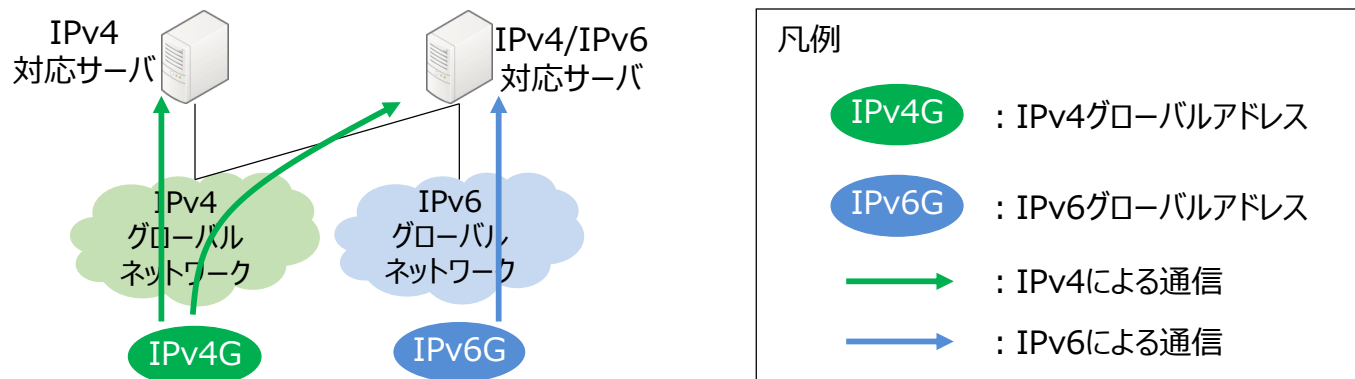
構成パターン	利用可能帯域
<ul style="list-style-type: none"> • SINETのみ • SINET+LTE 	SINETまでの経路でボトルネックが発生しないような検討が必要
<ul style="list-style-type: none"> • SINET+LBO • SINET+ISP(集約拠点) • SINET+LBO+ISP(集約拠点) 	SINETまでの経路でボトルネックが発生する場合、通信の振り分けにより負荷分散が可能

- IPv4/IPv6アドレスの払い出しが可能
- IPv4接続に加え、IPv6接続を行うか選択が可能

2 実装が必要な機能

IPアドレス種別※1	IPアドレス払い出し方針
IPv4	端末数や公開サーバの台数に応じて必要な個数払い出し (初等中等教育機関が必要な個数を計算し、初等中等SINETノード運用事業者へ申請(計算方法についてはp.25参照))
IPv6※2	接続に必要なとなる十分な個数を、初等中等教育機関に一律で払い出し

※1 インターネット上のIPv4アドレスのみに対応しているサーバへのアクセスは、IPv4グローバルアドレスで行う必要がある



※2 IPv6接続する際に採用可能な方式については、p.27参照

- 初等中等教育機関ごとに、必要なIPv4グローバルアドレス数を申請

2

実装が必要な機能

- ・IPv4グローバルアドレスの申請の考え方：① + ② + ③の合計

NO	検討観点	上限
①	端末※1からのインターネットアクセス	端末からの通信による総NAPTセッション数から試算
②	公開サーバ(Web/メールサーバ等)	公開サーバの台数分
③	初等中等用SW～初等中等教育機関接続セグメント	初等中等教育機関ごとに、一律、2個 or 4個で申請※2

※1 ①の端末は、SINETに接続する端末台数

※2 2個：1セグメント、4個：2セグメント

- ・端末からのインターネットアクセス通信で必要なIPv4グローバルアドレス数上限：総NAPTセッション数により上限を計算

- 端末1台あたりのセッション数：40セッションで計算する

- 計算式：

$$\begin{array}{c}
 \text{端末1台あたりの} \\
 \text{セッション数}
 \end{array}
 \times
 \begin{array}{c}
 \text{SINET経由でインターネット} \\
 \text{接続する全ての端末数}
 \end{array}
 \div
 \begin{array}{c}
 \text{IPv4グローバルアドレス} \\
 \text{1個あたりの} \\
 \text{NAPTセッション数上限} \\
 \text{ (=65,000)}
 \end{array}
 \Rightarrow
 \begin{array}{c}
 \text{グローバルIPアドレスの} \\
 \text{必要数} \\
 \text{(整数に切り上げ)}
 \end{array}$$

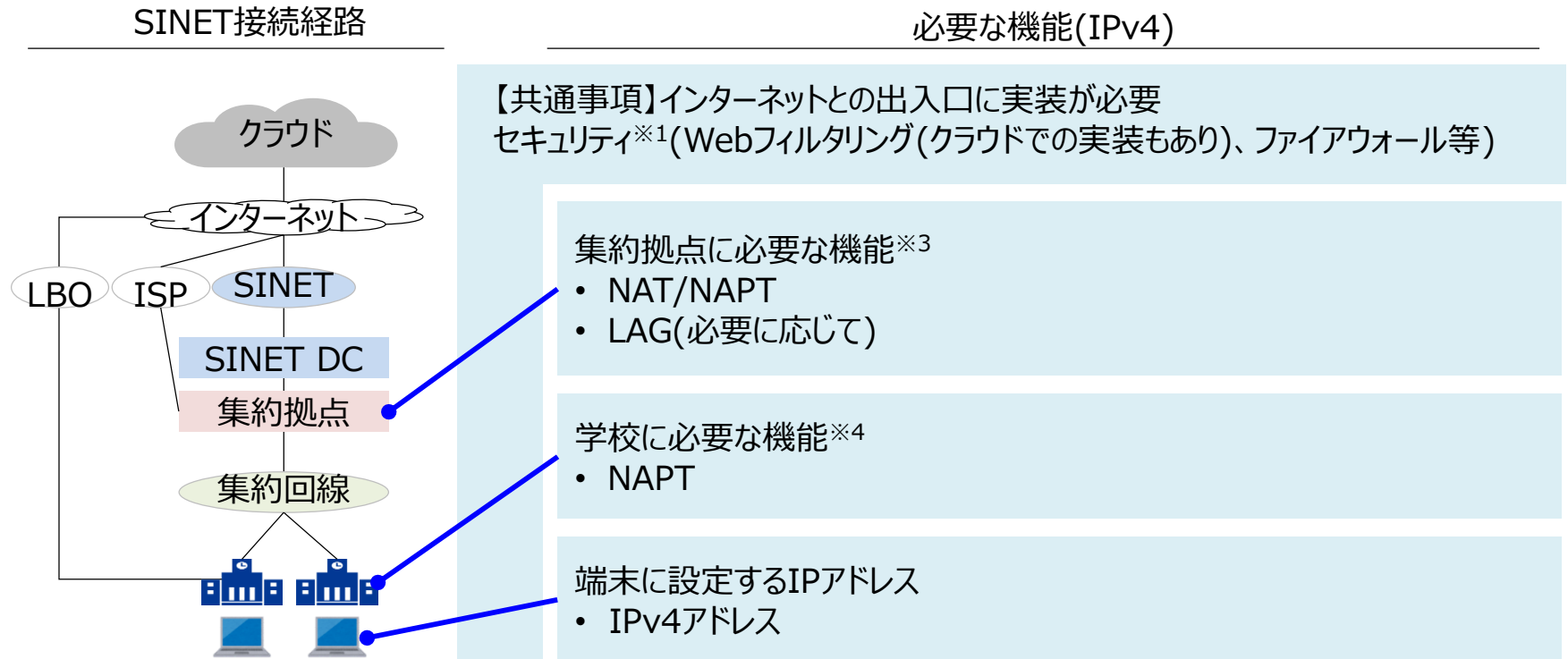
- 計算例：6,000台の場合

$$40 \text{セッション} \times 6,000 \text{台} \div 65,000 \approx 3.69 \Rightarrow \text{切り上げ} \Rightarrow \text{上限 4}$$

- IPv4アドレスで接続する際の必要機能と実装箇所
- IPv4で接続する場合に必要な機能と実装箇所

2

実装が必要な機能



※1 SINET及び共同調達範囲では、セキュリティ対策を講じないため、各初等中等教育機関で対策を講じる必要がある
具体的な機能については、「教育情報セキュリティポリシーに関するガイドライン」※2参照
(なお、実証期間中SINET経由から受けた攻撃数は、既存のインターネットから受けた攻撃数に比べ、同等であった)

※3 集約拠点経由でインターネット接続する場合

※4 LBO経由でインターネット接続する場合

※2 参照:https://www.mext.go.jp/content/20220304-mxt_shuukyo01-100003157_1.pdf

● IPv6アドレスで接続する際に採用可能な方式

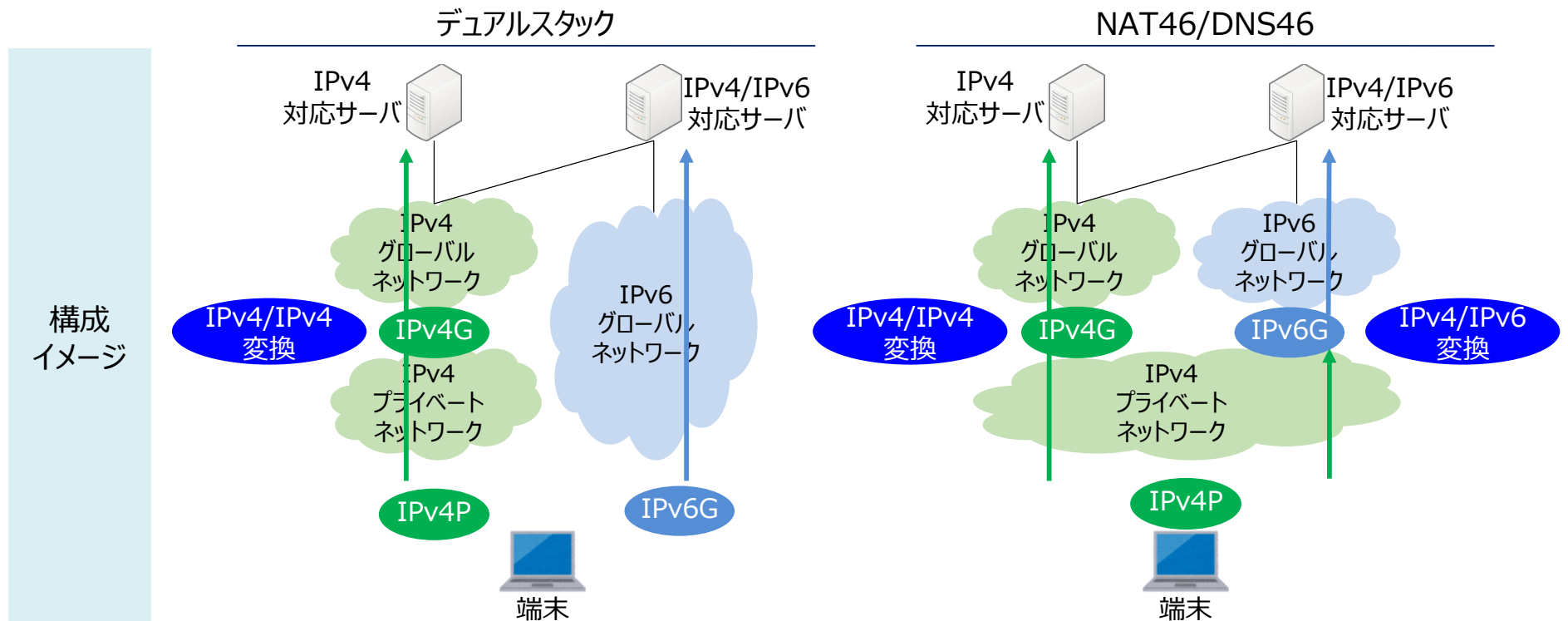
2

実装が必要な機能

- ・デュアルスタック：端末にIPv6を設定し、IPv4/IPv6どちらでも通信可能な構成
- ・NAT46/DNS46：端末にIPv4を設定し、IPv6インターネットに出る際にIPv4からIPv6へ変換

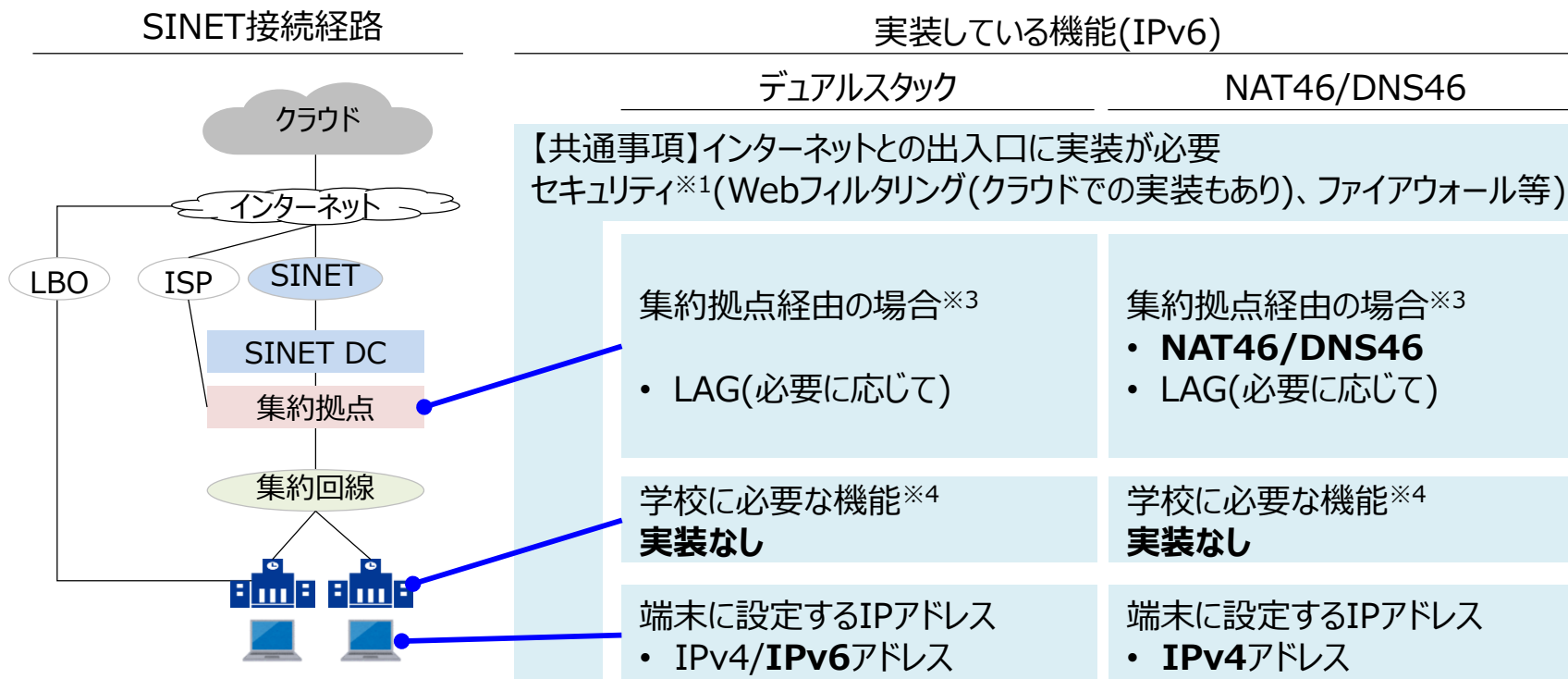
凡例 IPv4P：IPv4プライベートアドレス IPv4G：IPv4グローバルアドレス IPv6G：IPv6グローバルアドレス

→（緑）：IPv4による通信 →（青）：IPv6による通信



- IPv6アドレスで接続する際に採用可能な方式は以下の通り
 - IPv6でSINET接続するために、実装が必要な機能と実装箇所
 - デュアルスタック：**NAT/NAPTは実装の必要無し**
 - NAT46/DNS46：**集約拠点**で機能の実装が必要

2 実装が必要な機能



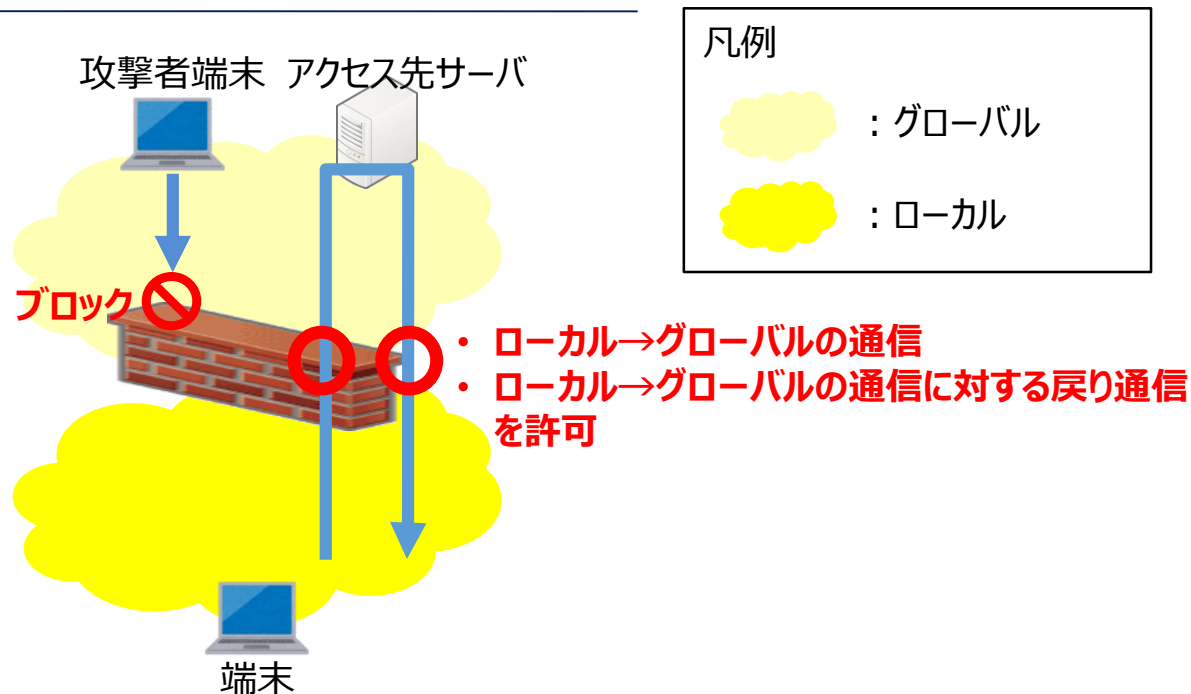
※1 SINET及び共同調達範囲では、セキュリティ対策を講じないため、各初等中等教育機関で対策を講じる必要がある
 具体的な機能については、「教育情報セキュリティポリシーに関するガイドライン」※²参照

※3 集約拠点経由でインターネット接続する場合

※4 LBO経由でインターネット接続する場合 ※2 参照:https://www.mext.go.jp/content/20220304-mxt_shuukyo01-100003157_1.pdf

- p.26,28に記載されているセキュリティについては、「教育情報セキュリティポリシーに関するガイドライン」に記載の通り、ローカル/グローバルのネットワークの境界にファイアウォールを設置すること
- 設置したファイアウォールで、ステートフルファイアウォール機能を有効にすることで、
 - ・ グローバルからの攻撃者端末による攻撃をブロック
 - ・ ローカルからグローバルに対する通信の戻り通信は許可することが可能

【参考】ステートフルファイアウォール機能の動作

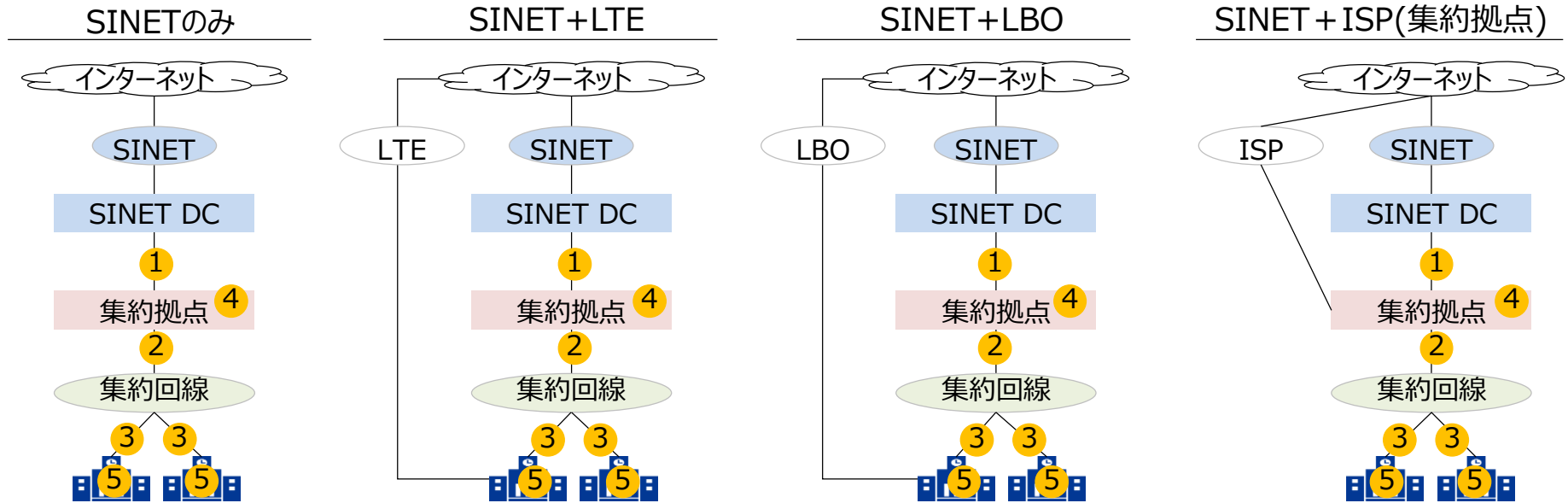
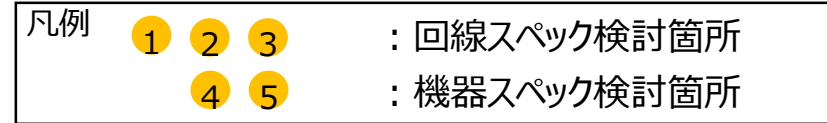


- SINETを有効利用するために必要な機器・回線のスペック(性能)検討対象箇所、検討観点は以下の通り

3 機器・回線の性能

■ スペック(性能)検討対象箇所：

- 回線：集約回線(集約拠点側)と集約拠点～SINET DC回線
- 機器：集約拠点内と学校に設置される機器



■ スペック(性能)検討観点：

- 回線：帯域[bps]
- 機器：帯域[bps]、セッション数
- ※無線LANについては、別の観点も要検討

- スペック(性能)の検討方法は以下の通り

3

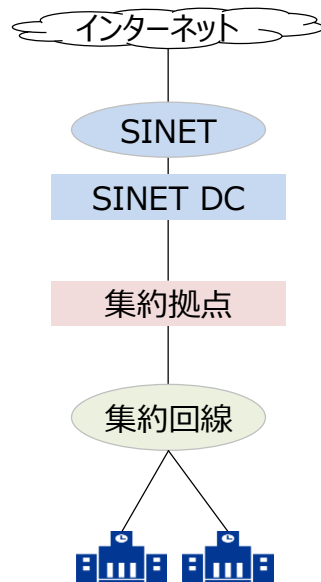
機器・回線の性能

(Activeな)端末1台あたり帯域/セッション数をもとにした計算に加え、NWアセスメントの実施を推奨

- (Activeな)端末1台あたりの帯域/セッション数をもとにした机上計算

p.32,33に詳細を記載

- ネットワークアセスメント



SINET接続構成において、端末～SINETがボトルネックとならないように、ネットワークアセスメントを実施
(SINET接続後の運用フェーズにおいても、ボトルネックが発生していないか、定期的に確認することが推奨される)

- 初等中等教育機関ごとに必要な帯域/セッション数を試算

3

機器・回線の性能

- R2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)」における必要な帯域/セッション数の試算の考え方

(Activeな)端末1台
あたりの帯域/セッション数

×

端末数

×

同時使用率

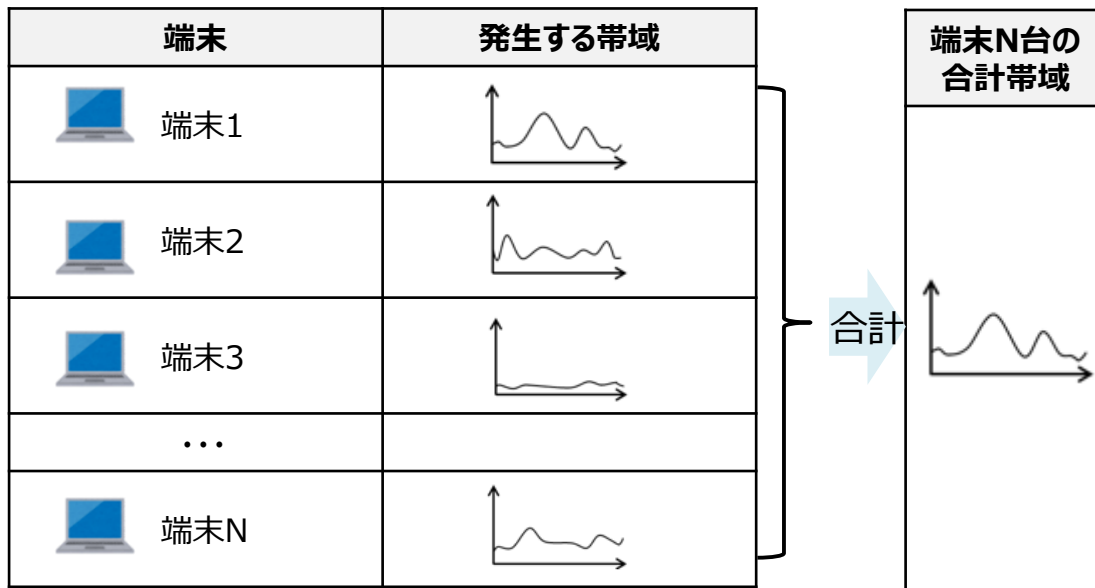
- 端末ごとの帯域/セッション数の実態と試算方法

初等中等教育機関全体で発生する帯域/セッション数の実態

機器・回線(スペック)検討の考え方

時々刻々、帯域/セッション数が変化する端末の重なり合わせで構成
→(Activeな)端末1台あたりの帯域/セッション数や同時使用率の固定が困難

- ピーク時に発生する帯域/セッション数に備えて検討
- 本実証によるピーク時の測定結果はp.33参照



- 本実証における使用帯域/セッション数のピーク時における、同時使用率と(Activeな)端末1台あたりの帯域/セッション数

3

機器・回線の性能

- 帯域については、「GIGAスクール構想の実現に向けた計画等確認書」に記載されている、“端末1台あたり2Mbps”をもとに同時利用率も加味して計算を行うことで、十分なネットワーク環境が整備出来ると考えられる

【参考】本実証における自治体の(Activeな)端末1台あたりの使用帯域

自治体	全端末数	ピーク時の使用帯域※1			【参考】通常時の使用帯域		
		Activeな端末数(a)※2	総量(b)	端末1台(b÷a)	Activeな端末数(a)※1	総量(c)	端末1台(c÷a)
兵庫県	69,000	8,265 (約12%)※3	約4Gbps	約0.5Mbps	6,866 (約10%)	約3.5Gbps	約0.5Mbps

【参考】本実証における各自治体の(Activeな)端末1台あたりのセッション数

自治体	全端末数	ピーク時のセッション数※1			【参考】通常時のセッション数		
		Activeな端末数(a)※2	総量(b)	端末1台(b÷a)	Activeな端末数(a)※1	総量(c)	端末1台(c÷a)
兵庫県	69,000	7,106 (約10%)※3	約180,000	約25	7,378 (11%)	約160,000	約22

※1 使用帯域については2023/1/26 14:39頃、セッション数について2023/2/2 14:28頃に計測された値

※2 ピーク時の前後1時間程度の間、ActiveUser数=約2万台強を観測(上記の数値はそのうちピークを観測した瞬間の値)

※3 ()内は同時使用率

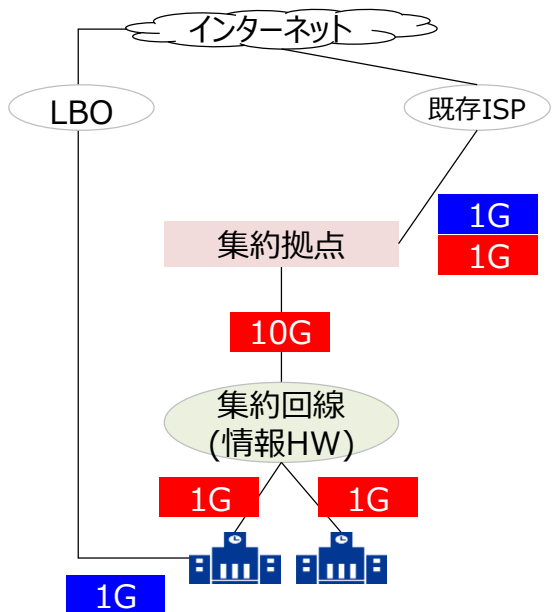
- フィールドで実施した回線帯域に関するNWアセスメントは以下の通り

凡例	ギャランティ	ベストエフォート
----	--	---

1

- SINET接続前構成におけるスループットを机上整理

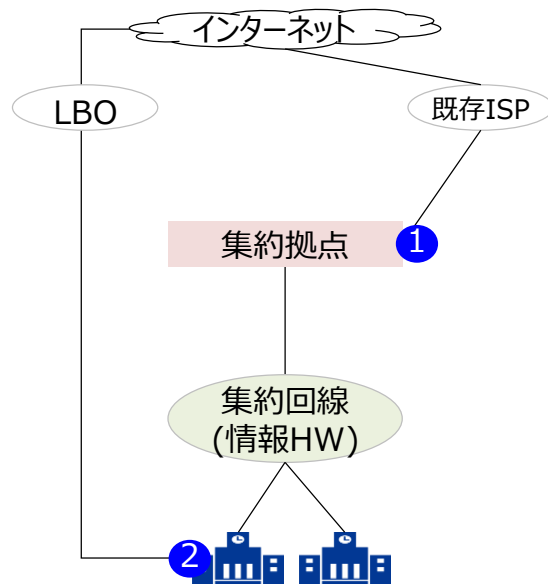
例として回線部分の帯域に着目



2

- ボトルネックとなる可能性のある箇所の把握

●: ボトルネックとなる可能性のある箇所



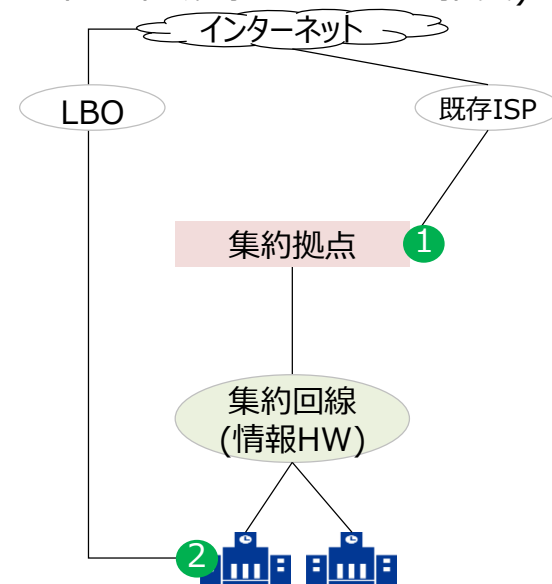
【ボトルネックとなる可能性のある箇所】

- 集約拠点のISPへ流れる通信：①
- LBO通信：②

3

- SINET接続前構成における使用帯域測定

●: 帯域測定箇所
(SINET接続後においても同様に測定を行い帯域を把握することを推奨)



【使用帯域測定結果】

- ①: 恒常的に 1G まで到達
- ②: 500Mbps以上発生する学校有

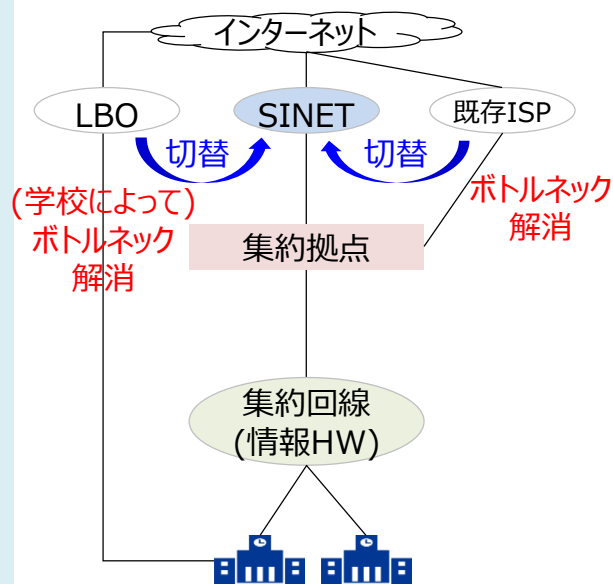
兵庫県
(フィールド)
で実施した
NW
アセスメント

- フィールドで実施した回線帯域に関するNWアセスメントは以下の通り

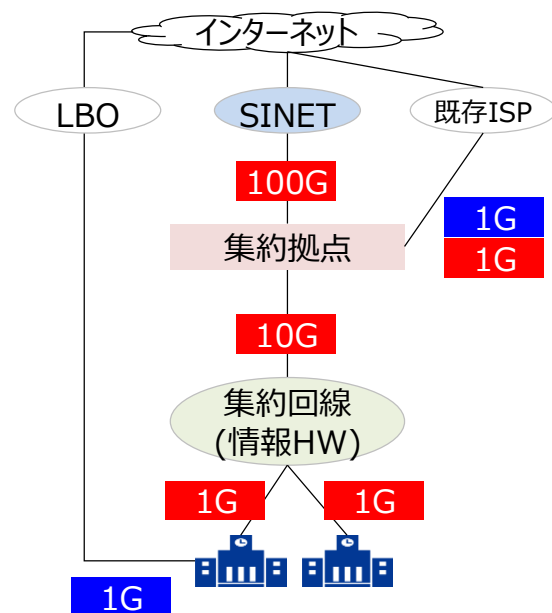
凡例 ギランティ ベストエフォート

4 SINETの接続有効性検討

集約拠点のISPとLBO通信をSINETに切替することで効果が出ると想定

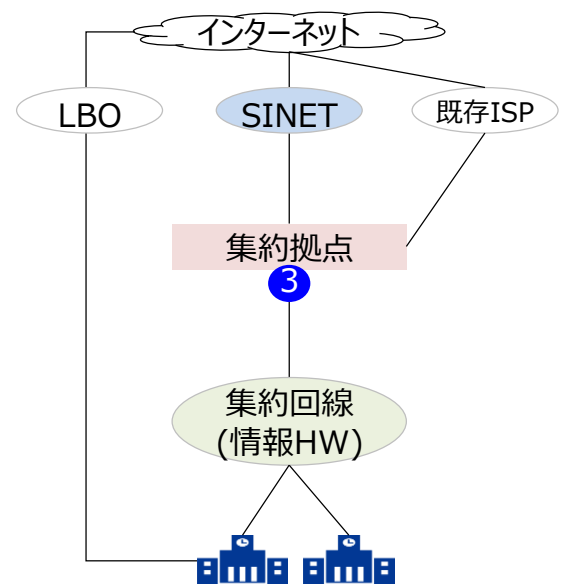


5 SINET接続後構成におけるスループットを机上整理



6 ボトルネックとなる可能性のある箇所の把握

● : ボトルネックとなる可能性のある箇所



【ボトルネックとなる可能性のある箇所】
SINETに流れる通信が増えることで
ボトルネックとなる可能性のある箇所：③

兵庫県
(フィールド)
で実施した
NW
アセスメント

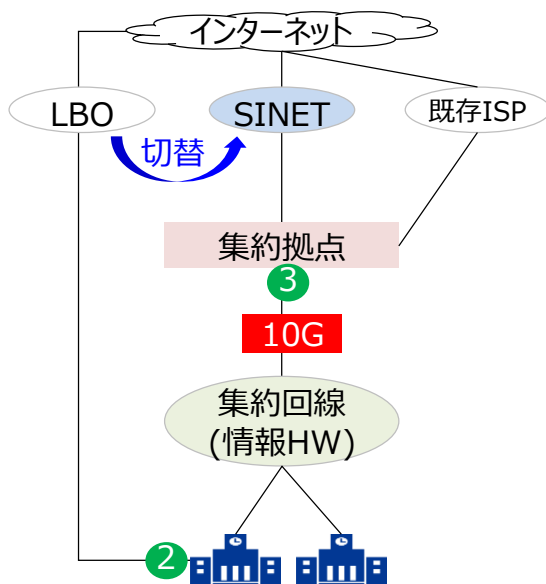
- フィールドで実施した回線帯域に関するNWアセスメントは以下の通り

凡例	ギャランティ	ベストエフォート
----	---------------	-----------------

7

- 通信切替することにより、ボトルネックとなる可能性のある箇所に流れる通信帯域の予測

LBO通信の切替については、各学校の使用帯域を積算



兵庫県
(フィールド)
で実施した
NW
アセスメント

【予測結果(例)】

切替前の ③ の使用帯域 + 切替対象校(複数校)の ② の積算値 < **10G**
 → LBO通信を切替する場合、ボトルネックとなる可能性は低い ③

- 東京都内で10Gベストエフォート回線の実効帯域を測定
- その測定結果に対して、兵庫県の高等学校が何校程度同時接続可能か試算

背景

背景①

SINET接続に伴い各学校を集約する際、集約拠点側の回線として、10Gベストエフォート回線の採用が想定される

インターネット
SINET
SINET DC
集約拠点
10G
集約回線

背景②

ベストエフォート回線の実効帯域は、回線の混雑状況等で時々刻々、変化する可能性が高い

混雑時

ベストエフォート回線

→使用可能帯域が狭い

空いている時

→使用可能帯域が広い

検証ステップ

1 東京都内で、10Gベストエフォート回線を経由した大容量データの送受信(**ISPは経由なし**)を行うことで、実効帯域を測定(平日の複数日間で各時限ごとに測定)

検証環境 (データ送信)
10G
実効帯域測定対象
データの流れ
検証環境 (データ受信) ... 検証環境 (データ受信)

2 測定結果として得られた実効帯域が、フィールドにおける学校何校分の帯域に相当するか試算※(※使用帯域の多い学校の順に合算)

凡例

- : 10Gベストエフォート回線の実効帯域(測定値)
- : N+1校分の使用帯域合算値(各時限内の最大値)
- : N校分の使用帯域合算値(各時限内の最大値)

37

結果
(サマリ)

- ✓ 各時限の10Gベストエフォート回線の実効帯域は**時間帯によって変化**(2Gbps～2.8Gbps程度)
※ベストエフォート回線は**回線等設備の混雑状況によって実効帯域は変化**
- ✓ フィールドにおける学校の使用帯域を合算すると、**23校の同時接続が可能**(合算する学校によって変動する可能性あり)
※**ISPを経由しない構成**で実施した結果

結果
(詳細)

検証ステップ ① : 東京都内で、10Gベストエフォート回線を経由した大容量データの送受信を行うことで、実効帯域を測定

10Gベストエフォート回線の実効帯域測定日	測定時間帯						
	1限目中	2限目中	3限目中	4限目中	昼休み	5限目中	6限目中
測定日①(平日)	2.8Gbps以上	2.5Gbps以上	3.5Gbps以上	2.8Gbps以上	2.5Gbps以上	2.0Gbps以上	2.0Gbps以上
測定日②(平日)	2.7Gbps以上	2.5Gbps以上	3.1Gbps以上	3.0Gbps以上	3.4Gbps以上	3.4Gbps以上	3.0Gbps以上
測定日③(平日)	2.5Gbps以上	2.7Gbps以上	2.7Gbps以上	3.7Gbps以上	3.0Gbps以上	3.5Gbps以上	2.9Gbps以上
測定日④(平日)	3.0Gbps以上	3.0Gbps以上	3.2Gbps以上	3.1Gbps以上	2.6Gbps以上	3.3Gbps以上	3.0Gbps以上

各時限の最低値を抽出

	1限目中	2限目中	3限目中	4限目中	昼休み	5限目中	6限目中
各時限ごとの最低値	2.5Gbps	2.5Gbps	2.7Gbps	2.8Gbps	2.5Gbps	2.0Gbps	2.0Gbps

フィールドにおける複数の学校の使用帯域と比較

検証ステップ ② : 測定結果として得られた実効帯域が、フィールドにおける学校何校分の帯域に相当するか試算

	1限目中	2限目中	3限目中	4限目中	昼休み	5限目中	6限目中
各時限ごとの同時接続可能学校数	36校	44校	49校	54校	49校	33校	23校
【参考】生徒数※1	26,012	31,753	35,219	38,004	35,219	24,016	16,521

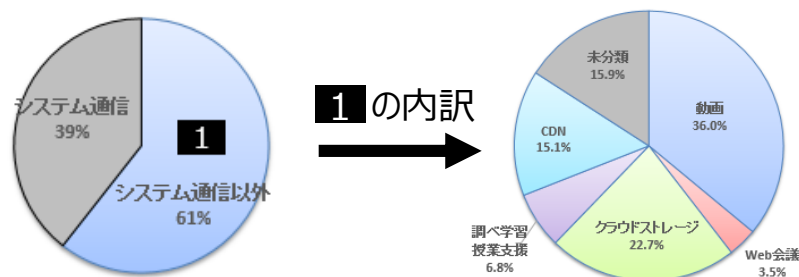
※1 2,3年生はBYOD端末を所有しておらず、学校ごとに存在する端末の中には、時間帯によって使用されていない端末も存在

- 兵庫県における通信の特徴は以下の通り

4 通信の振分け検討

■ 通信量が多かったアプリケーションカテゴリ

- 兵庫県全体で流れたアプリケーションごと通信量割合



学校ごとの割合も、兵庫県全体の割合と有意な差分はなかった

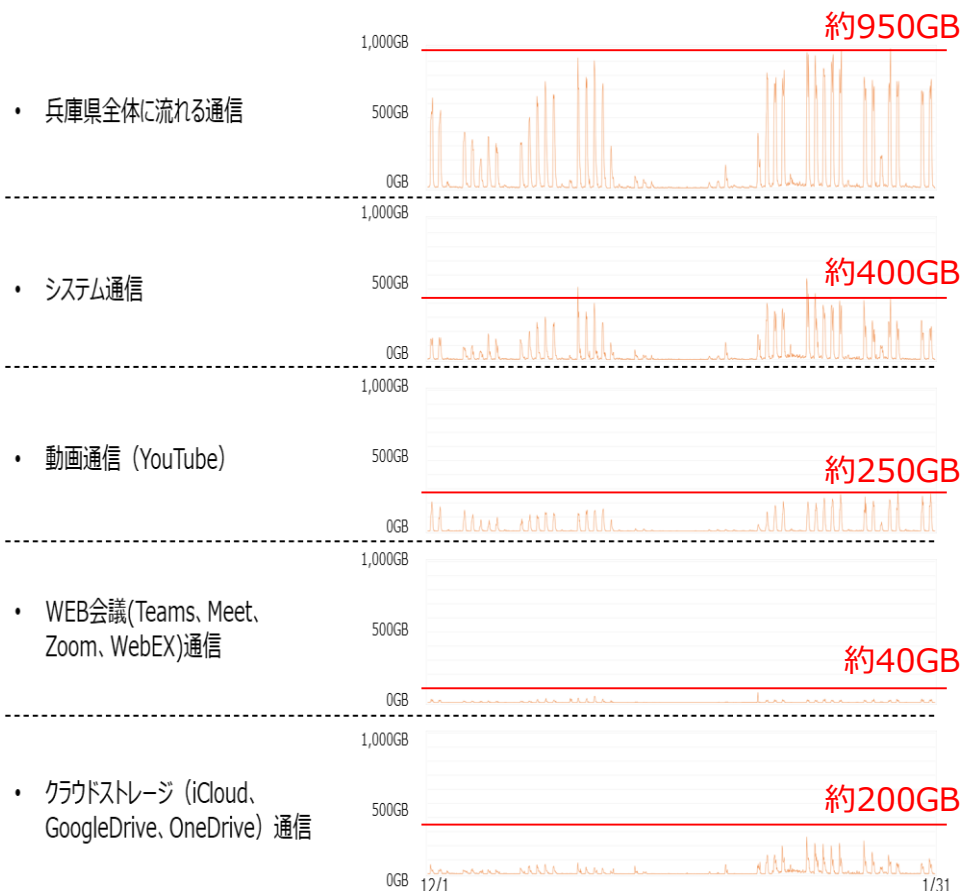
- システム通信(ユーザーが意図せず発生する通信)が多い
- 動画(YouTube)、クラウドストレージの通信が多い

【参考】YouTubeとNHK for Schoolの比較

GIGAスクール構想の実現 標準仕様書より

学習活動	端末1台あたりの使用帯域目安
YouTube	2.5Mbps
NHK for School	0.7Mbps

- 兵庫県全体の主なアプリケーションごと通信量時間推移



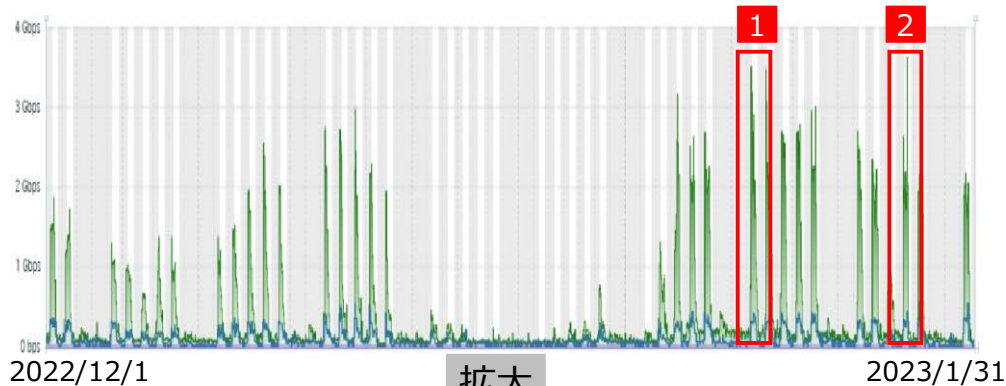
- 兵庫県における通信の特徴は以下の通り

4

通信の振分け検討

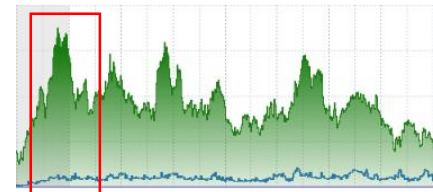
■ 通信帯域

- 集約拠点側



拡大

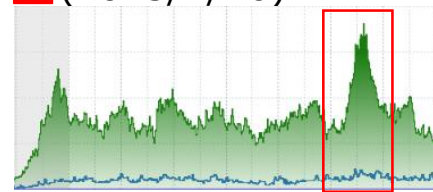
1 (2023/1/16)



8:00

16:00

2 (2023/1/26)



8:00

16:00

- 学校側



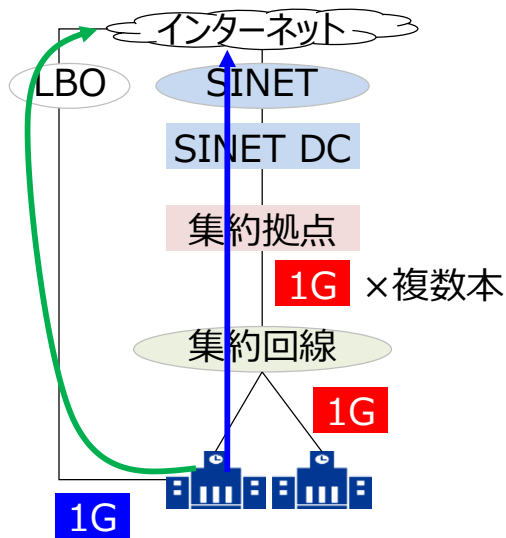
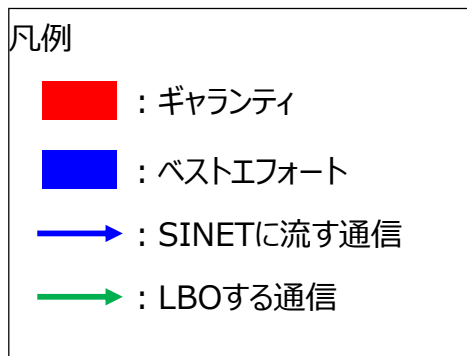
- 兵庫県全体ではスパイク性なし、学校毎はスパイク性あり
- システム通信(ユーザーが意図せず発生する通信)が、スパイクの主な原因
- スパイク時の使用帯域が800Mbpsを超過する学校もあり

- 集約拠点経由のSINETと、各学校のLBOのインターネット接続環境が存在する場合、どのように通信を振分けるか考え方を整理した

4 通信の振分け検討

SINET接続構成(例)

通信の流し方を検討する際の考え方



何を振分けするか、の観点

例	SINET	LBO
1	ユーザーが意図して発生する通信	ユーザーが意図せずに発生する通信
2	使用帯域/セッション数の多い学校の全通信	使用帯域/セッション数の少ない学校の全通信
3	スパイクする可能性がある通信	スパイクする可能性がない通信

どうやって振分けするか、の観点

設計案(一部)	設計内容
1	宛先グローバルIPアドレス or ポート番号による制御
2	アプリ毎のドメインによる制御
3	アプリケーション制御 (ネットワーク機器が保持するアプリケーションデータベースをもとに通信振分け)
4	プロキシ制御(例.プロキシ宛ての通信は集約拠点経由、グローバルIPアドレス宛はLBO)

【参考】フィールド検証によって判明したプロキシ制御が不可能な通信※

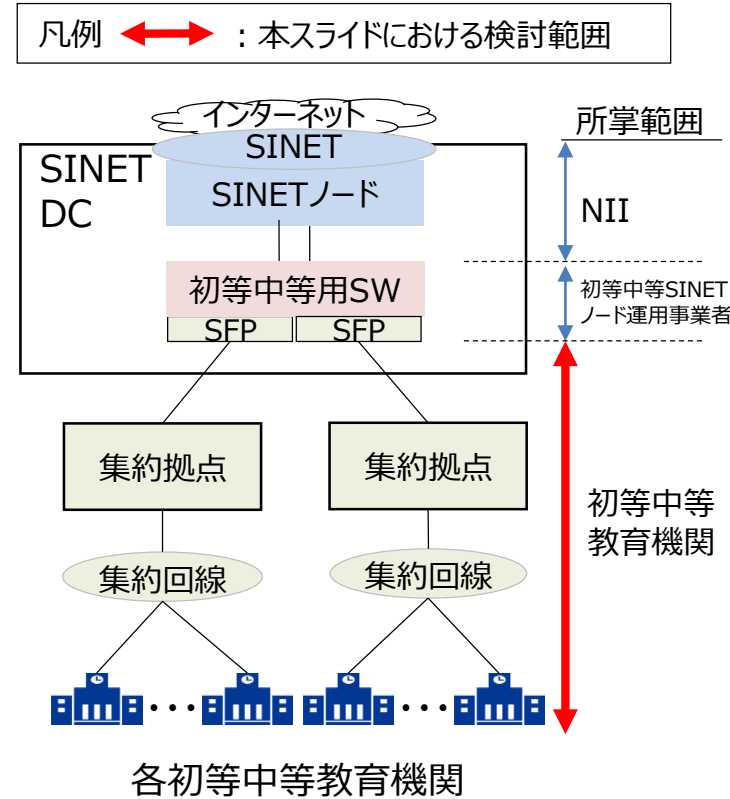
アプリケーションカテゴリ	制御できなかったアプリケーション通信
Web会議	Google Meet、Zoom、WebEX、Teamsの音声・映像通信
アップデート	Windowsアップデート、iOSアップデートの通信全般

※ 本実証では、各学校内のNW機器に対して、設計案1(宛先グローバルIPアドレスによる制御)を実装し、インターネット向けの全通信をSINETへ切替

- SINET接続前のNWに関する運用項目に加え、SINET接続にあたり推奨される運用内容を整理した

5 運用体制の検討

運用項目	運用内容	SINET接続にあたり推奨される運用内容
故障管理	<ul style="list-style-type: none"> 故障検知 復旧対応 	<ul style="list-style-type: none"> 初等中等SINETノード運用事業者との連携が発生
構成管理	<ul style="list-style-type: none"> IPアドレス管理 構成図管理 導入機器情報管理 	<ul style="list-style-type: none"> SINET接続にあたる考慮点なし
性能管理	<ul style="list-style-type: none"> ボトルネックの可能性把握 機器・回線リソースモニタリング 将来的な通信量増の予測 	<ul style="list-style-type: none"> 初等中等教育機関内のボトルネック発生有無の見える化を推奨
変更管理	<ul style="list-style-type: none"> NWに変更を加える際のリスクや回避策の検討 	<ul style="list-style-type: none"> 学校～SINETの経路上の障害による影響が大きくなる可能性があるため、障害パターンごとの影響整理を推奨
維持管理	<ul style="list-style-type: none"> 学校増減による対応 設定変更 	<ul style="list-style-type: none"> SINET接続にあたる考慮点なし
セキュリティ管理	<ul style="list-style-type: none"> セキュリティリスクの把握 脅威のモニタリング 	<ul style="list-style-type: none"> SINET接続にあたる考慮点なし



- コスト発生箇所ごとの検討ポイントは以下の通り

● ③～⑥は、以下の場合に"○"となるが、既存設備を流用する場合は"- "となる

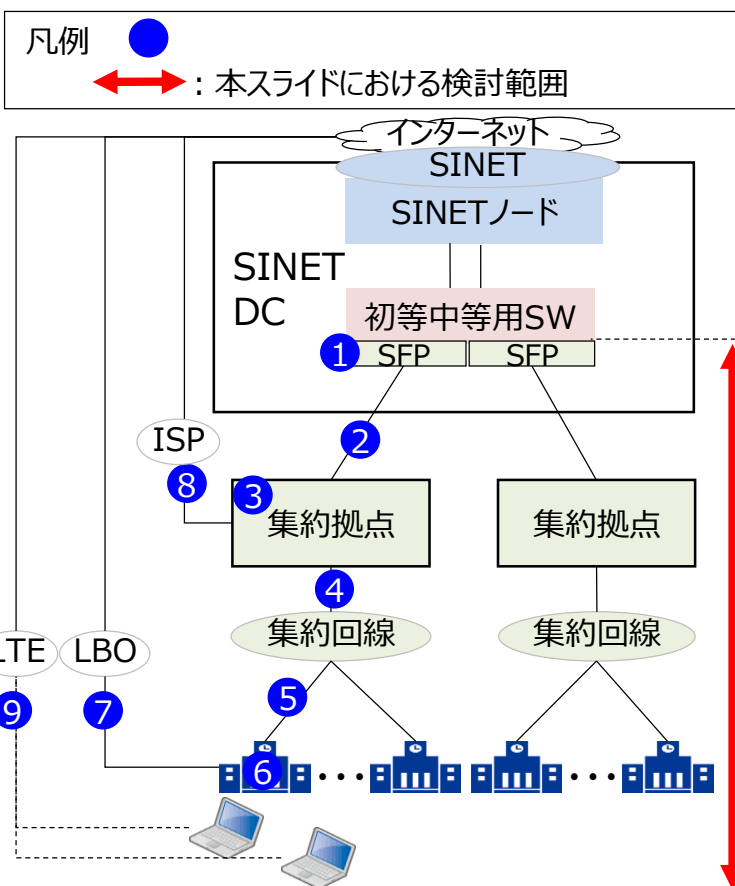
- SINET接続前構成において**各学校を集約していない場合**
- 集約している場合でも端末～SINETに必要なスペック(機能・性能)を検討した上で、**増強や変更が必要な場合**

6 コストの整理

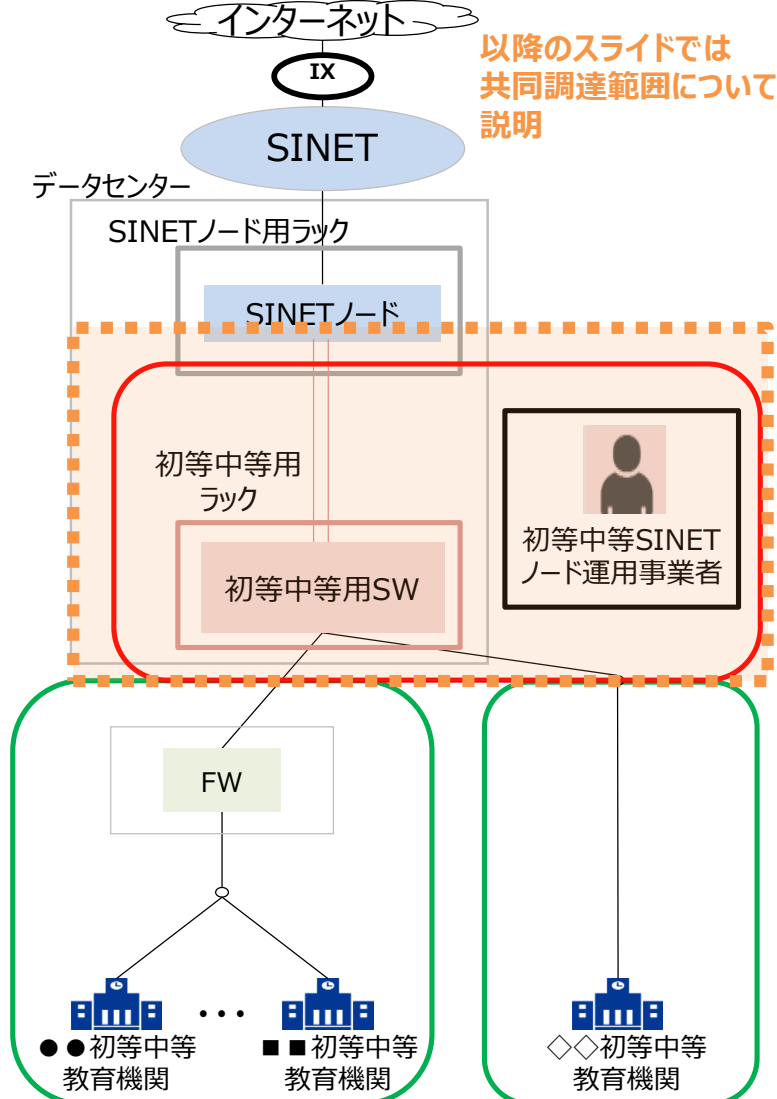
凡例 ○：コストが発生 -：コストが発生しない △：場合によってはコストが発生

項番	コスト構成要素	コスト算出における検討ポイント	イニシャルコスト	ランニングコスト
①	SFPモジュール(初等中等用SW接続)	<ul style="list-style-type: none"> モジュール形状 必要帯域 	○	○
②	SINET DC～集約拠点間回線	<ul style="list-style-type: none"> 必要帯域 距離 	○	○
③	集約拠点内設備 <ul style="list-style-type: none"> ラック NW機器 SFPモジュール 	<ul style="list-style-type: none"> ラック契約内容 必要帯域 必要セッション モジュール形状 	△	○
④	集約回線(集約拠点側)	<ul style="list-style-type: none"> 必要帯域 	△	○
⑤	集約回線(学校側)	<ul style="list-style-type: none"> 必要帯域 	△	○
⑥	学校内設備 <ul style="list-style-type: none"> NW機器 	<ul style="list-style-type: none"> 必要帯域 	△	○
⑦	LBO回線・ISP	<ul style="list-style-type: none"> 必要帯域 	-	△
⑧	集約拠点内のインターネット回線・ISP	<ul style="list-style-type: none"> 必要帯域 	-	△
⑨	LTE	<ul style="list-style-type: none"> 通信量(月単位)等 	-	△

⑦～⑨はSINET以外のインターネット接続環境がある場合、"○"となる

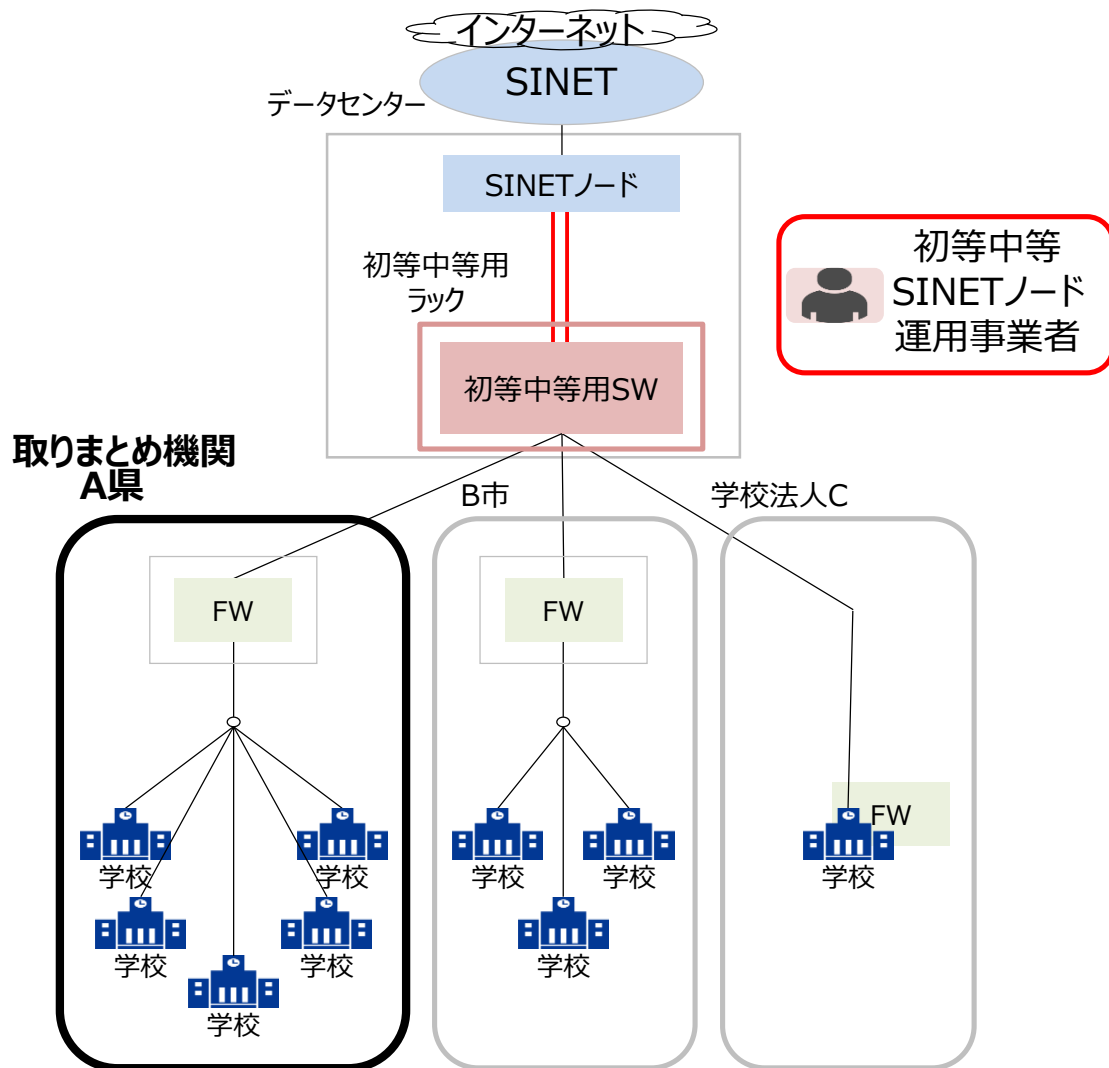


- 共同調達範囲・個別調達範囲は以下の通り
- 共同調達範囲は取りまとめ機関、個別調達範囲は各参加機関が検討・調達主体となる



	共同調達範囲	個別調達範囲
調達項目	<ul style="list-style-type: none"> ヘルプデスク業務 初等中等用SW構築・運用保守業務 (SW本体・ラックの調達を含む) 	初等中等用SWまでのネットワーク (回線・ネットワーク機器等) ※基本的に、一般的なインターネット接続に必要な機器等が必要
費用負担	ノード単位の参加機関で按分して負担	参加機関が個別で負担
検討・調達主体者	取りまとめ機関 (ノード毎の参加機関を取りまとめる機関) ⇒詳細は、p.45「共同調達範囲の検討項目」を参照	参加機関 (SINET接続を希望する各初等中等教育機関) ⇒詳細は、p.22「個別調達範囲の検討項目」を参照

- 参加機関の中で、比較的規模の大きい初等中等教育機関に共同調達の取りまとめを実施頂くことを想定している
- 取りまとめ機関は、「ヘルプデスク業務」「初等中等用SW構築・運用保守業務」の仕様を取りまとめ、共同調達する



ヘルプデスク業務

主な役割として「SINET加入申請」「初等中等用SW運用」「初等中等教育機関からの問合せ」等を担う事業所を調達

初等中等用SW構築・運用保守業務

SINETノードと初等中等教育機関を接続するためのSWの構築・運用保守業務 (スイッチ本体・ラックの調達を含む)

【参考】
 新たに集約拠点を設置する場合、左例のように、個別調達範囲である集約拠点を参加機関が共同で調達・整備することで、費用の割り勘効果が得られる。

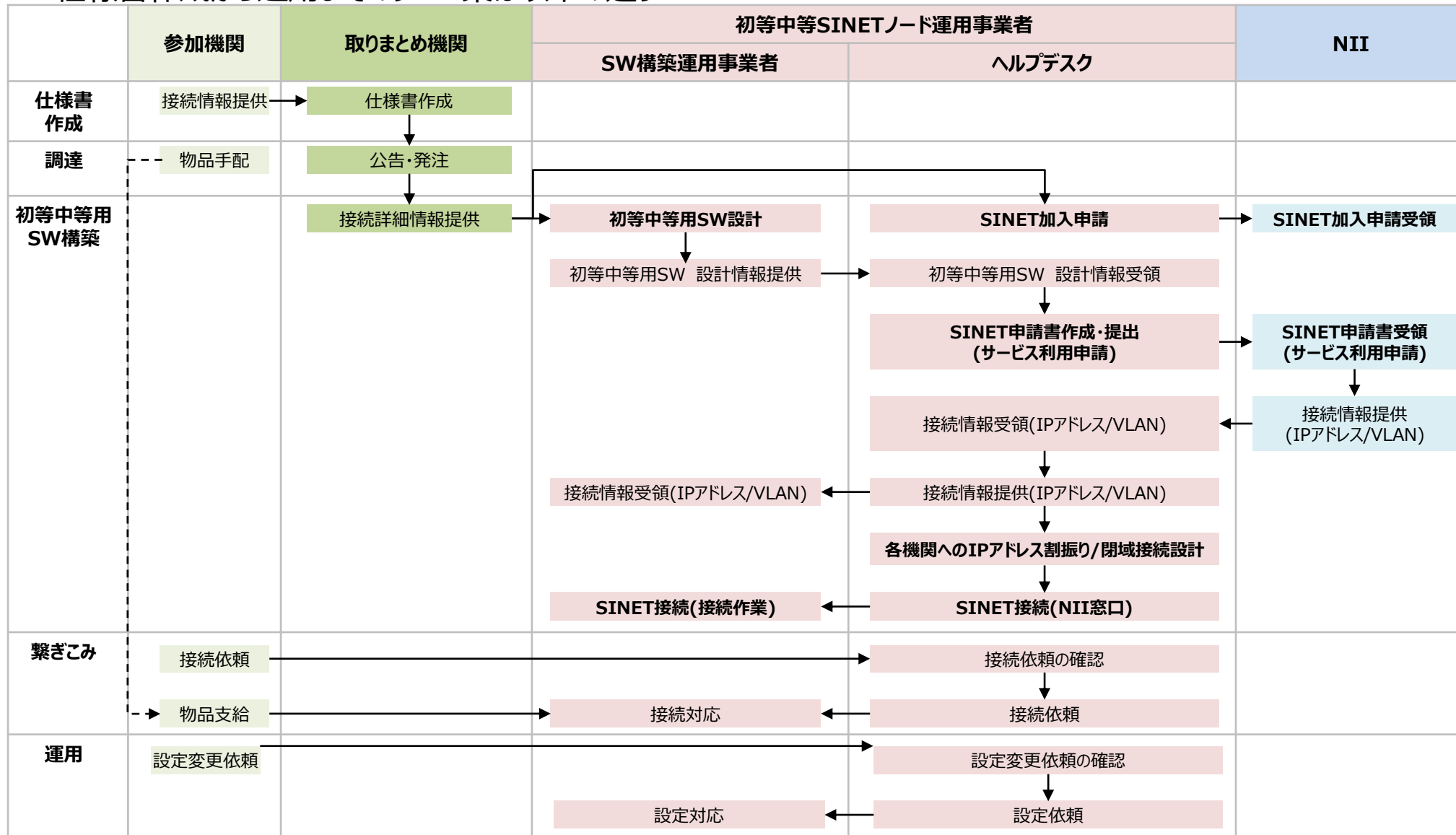
- 初等中等SINETノード運用事業者では各団体からの問合せ対応のほか、閉域網接続の設定やIPアドレスの払い出しなどSINETに係る運用業務や、IXの共同調達への参加などの業務を担う

■ 初等中等SINETノード運用事業者の業務

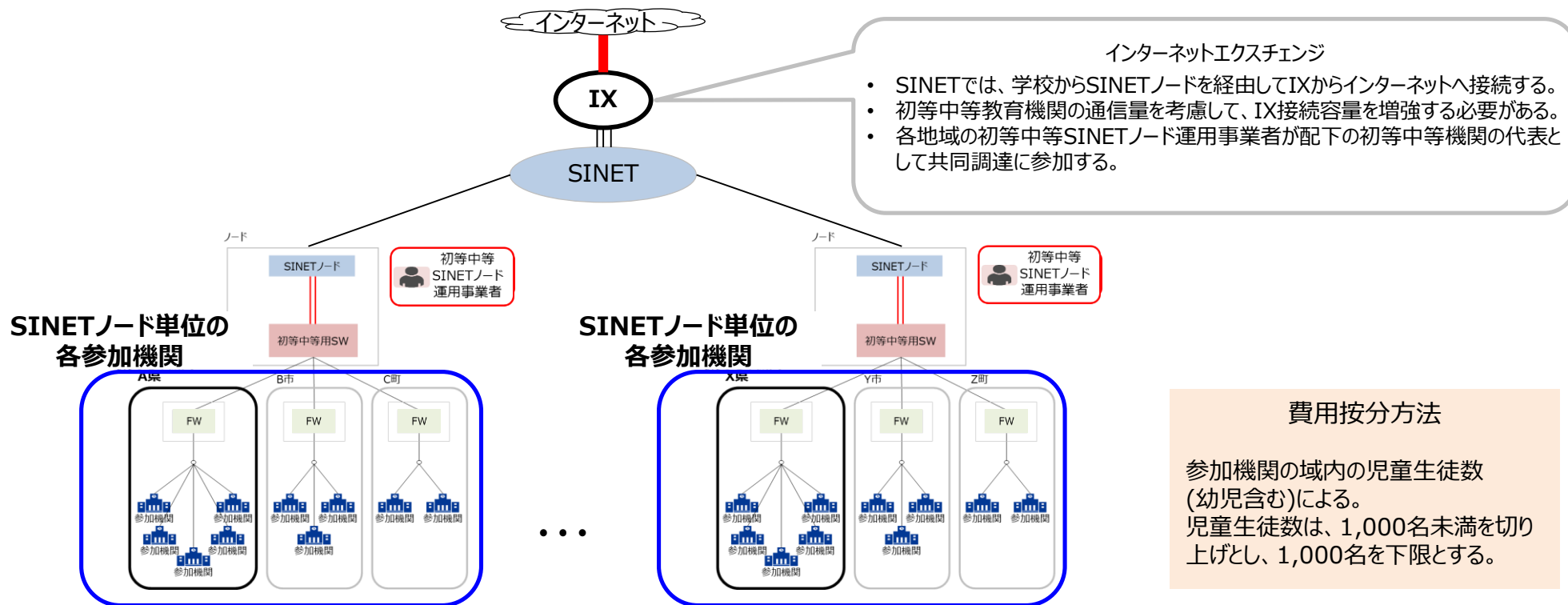
大項目	中項目	内容	必須
SINET申請対応	NIIへの申請業務	加入申請、データセンタ住所問い合わせ、サービス利用申請	○
初等中等用SW運用	設定	IPdual接続(インターネット接続)、L2オンデマンド接続(拠点間の閉域接続、クラウドとの閉域接続)	○
	監視	死活監視、リソース監視、障害検知、ログ監視	
	その他	IPv4・v6アドレスの払い出し・管理※、VLAN払い出し・管理、ラック解錠対応、初等中等用ラック及びDC運用状況の管理	○
問合せ	障害対応	原因特定(NII・参加団体とのやり取り含む)、代替機との交換対応、機器再起動	○
	各ノードに接続する参加団体からの問合せ対応	参加団体からのSINET全般に関する問い合わせ対応(参加団体からNIIへの直接のやり取りはNG)	○
費用請求窓口	IXの共同調達	IX接続の共同調達、費用請求・支払対応	○

※ NIIとのやり取りは初等中等SINETノード運用事業者が担当し、初等中等教育機関からの直接の連絡は原則行わない。

● 仕様書作成から運用までのフロー案は以下の通り



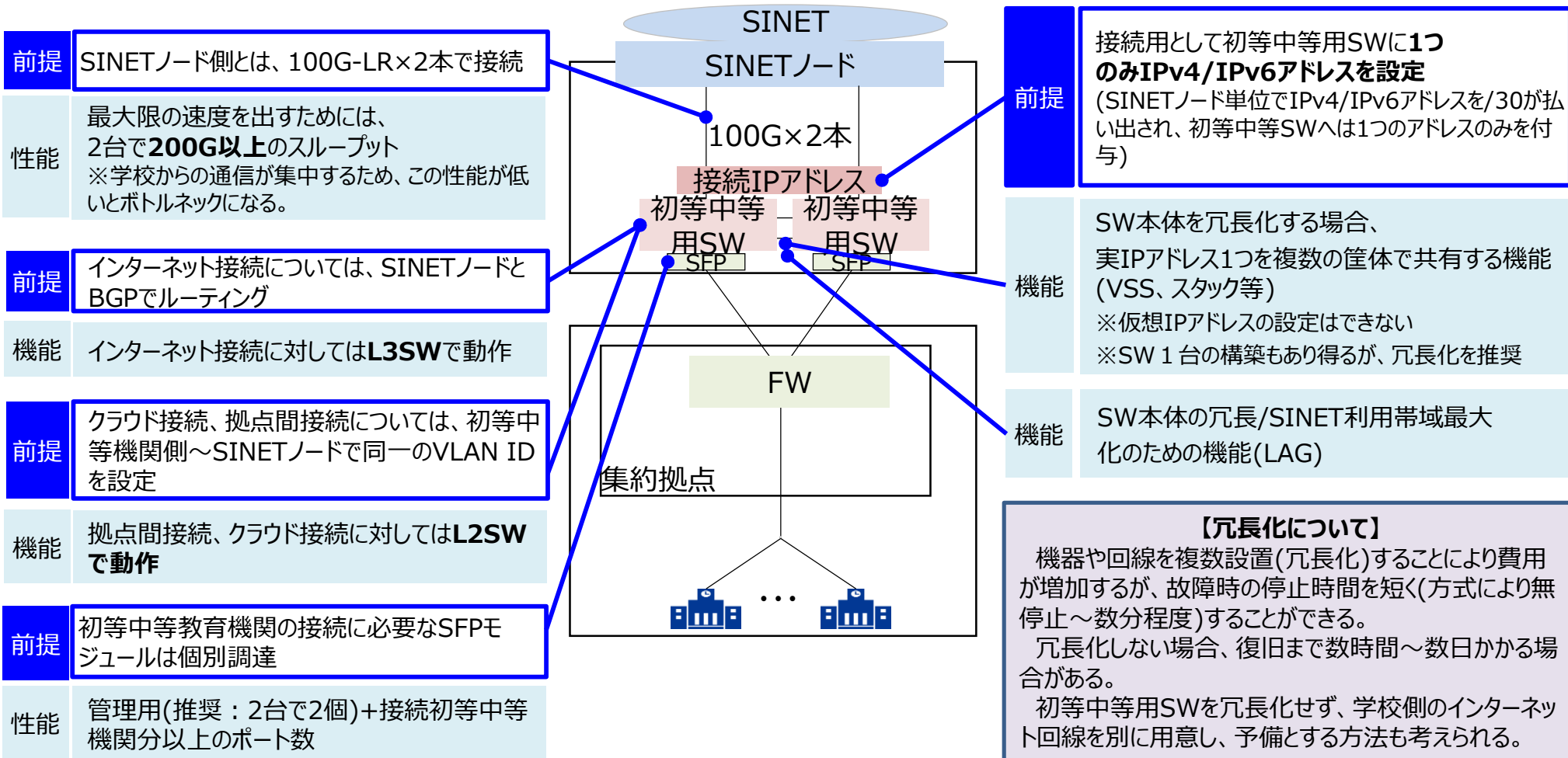
- 初等中等用SW構築・保守運用業務、ヘルプデスク業務に係る費用を各参加機関が按分して負担する
- IXについては、3年毎に契約を更新しており、R7~R9の契約時に費用が発生する見込み



費用項目	費用按分対象者	費用が発生するタイミング	
・IX(インターネットエクステンジ)	NII + 全国の参加機関	R7~	IX契約が3年毎であり、R7~R9の契約時に、各地域の初等中等SINETノード運用事業者がNIIとの共同調達に参加
・運用時の初等中等用SW構築事業者 ・運用時の初等中等SINETノード運用事業者	SINETノード単位の各参加機関	R6~	各参加機関は、SINETの接続開始時期に係わらず、R6年度から費用が発生

- SINETとの接続点になる初等中等用SWについて、前提となるネットワーク環境とそれに関連して必要となる機能や性能がある

- 初等中等用SWに必要な機能・性能の前提は、以下の通り
- 各ノードにおける接続自治体数・希望接続形態(IPアドレス/接続サービス)に応じて機器選定し、共同調達を行う



- 現時点で想定される初等中等用スイッチの仕様書記載事項
- R5.4月を目途に、共同調達が必要な部分の仕様書案を提示予定

※初等中等用ラックに設置し、SINETノードと接続する上で必須の仕様は(必須)と記載(必須)以外については、初等中等SINETノード運用事業者と協議の上実装要否を決定

区分	概要		内容
物理	サイズ		19インチラックに付属のマウントキットで搭載できること(必須) 1台の機器につき、1ユニット以下であること(必須)
	電源		100V/200V両方に対応していること 冗長電源であること 片方の電源から給電が止まっても、無停止で性能低下なく機能提供できること
	インターフェース	SINET接続用	100G-LRに対応したポートを1ポート有していること(必須) 100G-LRに対応したポートを2ポート以上有していること
		初等中等教育機関接続用	1~10Gbpsインターフェースが20ポート以上あること 全てのインターフェースがSFPモジュールで接続できること 1~10Gbpsインターフェースは、光・RJ-45両方に対応していること
	性能		200Gbps以上のスループットを要すること
L2機能	-		L2スイッチとして利用できること(必須) LAG(LACP)構成できること
L3機能	ルーティングプロトコル		動的ルーティングプロトコル(BGP)ができること(必須) 静的ルーティングプロトコル(スタティックルーティング)ができること ポリシーベースルーティングができること
	BGP		EBGPピアを確立できること(必須) 別ルーティングプロトコルで学習した経路情報を再配布できること ACL等で広告するネットワーク範囲を制限できること
冗長機能	SW仮想化		2台のSWを仮想化して1台のSWとして運用できること
監視・運用	遠隔操作		遠隔地の運用端末からSSH、HTTPS等の暗号化された通信で機器の遠隔操作ができること 遠隔地から機器OSのアップデート作業ができること
	監視		死活監視できること リソース監視(SNMPポーリング等)できること 障害検知(SNMPTrap)できること ログ監視(Syslog)および、ログ転送できること
保守	機器保守		オンサイト保守があること

スケジュールモデル(例)

2023年3月1日

- SINET接続までのスケジュールモデル(例)は以下の通り
- 共同調達部分の構築後、各参加機関が初等中等用SWに接続を行い、運用開始となる

分類	項目	詳細	N-8月	N-7月	N-6月	N-5月	N-4月	N-3月	N-2月	N-1月	N月
共同調達部分	構成検討・設計	全体設計	→								運用開始
	NIIへの申請	加入申請及びサービス利用申請の実施			→						
	要件整理	ヘルプデスク手配			→						
	構築	初等中等用SW手配	※1			→					
		初等中等用ラック手配	※2			→					
		構内配線手配				→					
	SINETパッチパネルへの繋ぎこみ							→			
個別調達部分	構成検討・設計	全体設計	共同利用部分の全体設計と一部並行		→						
	構築	各参加機関側設備の構成変更				→					
		アクセス回線手配 (各参加機関接続拠点～初等中等用SW)	※3			→					
		初等中等用SWへの繋ぎこみ							→		

【注意点】

※1 半導体不足の影響等も踏まえ、初等中等用SWの納期はメーカー事前に要相談(初等中等用SW接続用モジュールは各参加機関で整備)

※2 初等中等用ラックの納期はDC毎に異なるため事業者にて要相談

※3 アクセス回線について回線種別(ベストエフォート/ギャランティ)や帯域により納期が異なるため事業者へ事前に要相談(ギャランティ回線の場合半年ほどかかる可能性もあり)

5. 教育的効果の検証について

2023/3/1

兵庫県教育委員会事務局 教育企画課
教育情報班 間宮 寿樹

■ フィールドの現状

- 県立学校 163校、生徒数 約86,000名
- 教育用端末 約69,000台(うち、BYOD端末約28,000台を含む)
- 教育クラウドサービス(Microsoft365、Google Workspaceのアカウント付与)を全校利用
その他学習アプリ(授業支援、ドリル、辞書など)も利用大

■ SINET接続が必要な背景(地域や学校の課題)

- R6には教育用端末約100,000台時代が到来。通信トラフィックも比例して増加
- BYOD導入により、利用アプリや利用内容の多様化に合わせ、通信先も多様化
- 商用回線のみでは対応に限界がある。(調達コストと通信量・品質のバランス)

■ SINET接続を実施する目的

- インターネット接続点の高速大容量化
- 先進的なICT教育の実施

■ SINET接続によって目指す姿

- BYOD端末の日常的な利活用の推進
- Web会議の活用等による高大連携等の遠隔授業の推進
- VR等を活用した先進的な学びへの取り組み

(1) 検証テーマ

	学校	テーマ	内容	目的	授業実施日
①	篠山鳳鳴高等学校	高大連携授業の実施	取組① 探究型学習 継続的に実施している神戸大学との高大連携授業の中でWeb会議を活用	生徒の顔を映した状態で遠隔授業を行い、通信環境に負荷をかけ、 日常的な授業における遠隔授業の有用性 を検証する	10/5～11/30 毎週水曜日実施 (公開授業：10/12、11/30)
②	加古川東高等学校	VRを活用した授業の実施	取組② STEAM教育 情報授業の一環として3D空間作成しVRを活用したバーチャル学園祭を行う	先進的な大容量コンテンツの日常的活用に向けた検証 を行う	11/17 (公開授業)
③	神戸鈴蘭台高等学校	1人1台端末とWebコンテンツ等を用いた授業の実施	デジタルドリルやYouTube等の活用	ストレスなく授業を実施できる 日常的なコンテンツ活用に向けた大容量環境の検証 を行う	- (日常的な授業で利用)

(2) 検証方法

項目	内容
対象	実証校3校の授業を受け持つ教職員(85名)、検証授業を受ける児童生徒(435名)
スケジュール	事前アンケート：9月 事後アンケート：12月以降

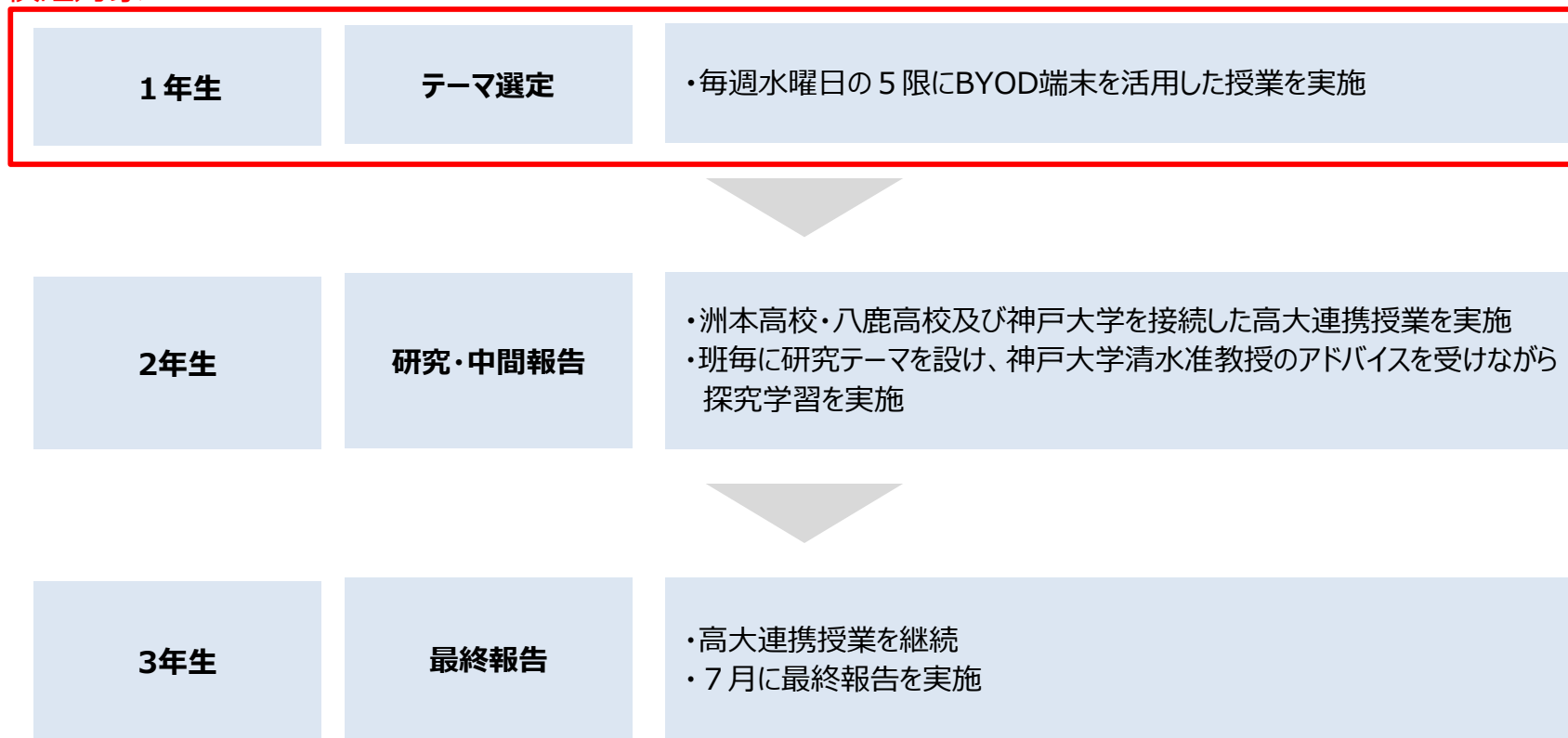
(3) ICT環境について

項目	内容
SINET接続前の環境	集約型ネットワーク(ギランティ1Gbps+ベストエフォート1Gps)及び各校1Gbpsローカルブレイクアウト
SINET接続後の環境	集約型ネットワーク(100Gbps×2)
(参考)学校～集約拠点	各校1Gbpsギランティ回線

- 篠山鳳鳴高校では探究型の授業において、学年毎にテーマを設けて、神戸大学との高大連携授業を日常的に実施

■ 探究型学習の進め方

検証対象



清水 夏樹 (シミズ ナツキ)准教授

- ✓ 所属 : 神戸大学 大学院農業研究科 食料共生システム学専攻
- ✓ 学位 : 博士(農学)
- ✓ 研究分野等 : 食料・農学/地域環境工学、農村計画学



参照 : <https://www.sasayamalab.jp/category.php?id=7#modal2>

- 探究型授業の一環として10月から11月にかけて実施される「問いの立て方」の授業の中で、内容に応じ神戸大学との遠隔授業を実施
- 日常的に実施される授業において、対面とのハイブリット形式を取りながら、遠隔授業の活用シーンを検証する

■「問の立て方」の授業内容・計画

目的：課題発見力・調べる力の醸成を目的とし、情報収集・仮説検証の方法を学ぶ

日程	授業計画	授業内容	端末操作内容	接続端末	利用アプリ/接続先
10/5	リサーチクエスト	個人/グループワーク	・Google Workspace等によるワークが中心	・児童生徒端末37台	・Google Workspace
10/12	情報の集め方、リサーチクエスト 遠隔授業	① 清水准教授からクラス全体への講義(20分)	・ 参加者全員 (各生徒・教員・清水准教授)が カメラON状態 で講義を実施 ・清水准教授からGoogle Meetで説明資料を画面共有	・児童生徒端末37台 ・教職員端末	・Google Meet
		② グループワーク(20分)	・付箋を用いたグループワークを実施 ・1グループ3~4名	・児童生徒端末37台	・Webブラウザ ・Google Workspace
		③ 各グループと清水准教授とのディスカッション(10分間)	・ディスカッションするグループの生徒は自身の端末でGoogle Meetに接続し画面共有で資料を提示 ※ディスカッションは1グループのみ ・他の生徒はグループワークを実施	・児童生徒端末	・Google Workspace ・Google Meet ・Webブラウザ
10/26	リサーチクエスト(クラス内発表)	中間発表(11/2以降の可能性あり)	検討中	-	-
11/2	リサーチクエスト	整理分析・まとめ	検討中	-	-
11/9	リサーチクエスト	まとめ(スライド作成)	検討中	-	-
11/30	リサーチクエスト(クラス内発表) 対面授業	まとめ(スライド作成)	・各班毎に研究内容をGoogle Slidesにまとめて発表 ・Google Formを用いて各班の発表に対してフィードバック ・清水准教授は現地より参加	・児童生徒端末37台 ・教職員端末	・Google Form

■ 環境面

- 一人一台端末からWeb会議にアクセスした時点では約40Mbps程度のトラフィックが流れていた。

■ 授業面

- Web会議の音声設定に数分程度時間を要したが、設定後は円滑に講義を受けることが出来た。
- カメラ機能の活用により接続先と臨場感のあるコミュニケーションが行われていた。
- 付箋紙を用いたグループワークにて、活発なコミュニケーションが行われ、多くの意見が出ていた。

▼Web会議により清水准教授の講義を受講



▼一人一台端末からWeb会議に接続



▼各グループと清水准教授のディスカッション



▼グループワークでは付箋紙を用いて意見を出し合う



- クラス単位(約40名)でGoogle Meetを使用する際、全体の通信帯域に影響が少ないことが判明した

■ 測定結果：Google Meet使用時の全通信帯域 [Mbps]

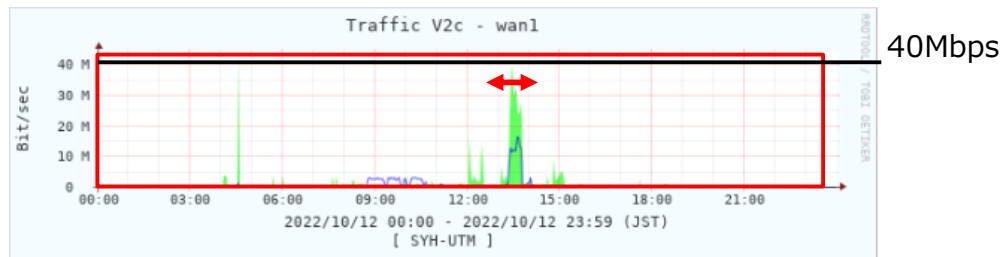
■ ログ分析条件

- 対象校：篠山鳳鳴高校
- 対象日時：10/12 13:20～13:35
- 生徒と講師がGoogle MeetにカメラONで接続

凡例

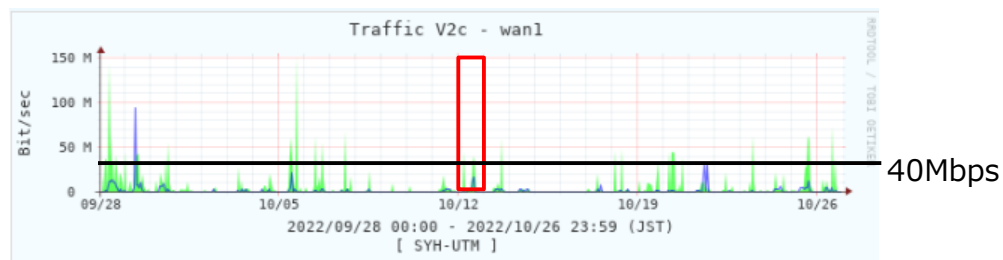
- : 実証授業日
- ↔ : 実証授業の時間帯

取得期間：1日間 (2022/10/12 0:00～23:59)



Google Meetの使用タイミングで
帯域が増大

取得期間：2週間 (2022/9/28 0:00～10/26 23:59)



Google Meetの使用は
日常使いの範囲内

● 本授業を実施した教職員および清水准教授にインタビューを実施した

教職員

- ICTのメリットとして、協働学習における時間や場所の制限を受けないことだと考えている。一人一台端末を活用すれば、生徒は自身が作成したスライドに対する教職員のコメントを自宅からでも確認することが出来る等、いつでも・どこでも学習を進めることが出来る。
- 本授業では**ビデオ機能をONにした状態で遠隔授業を実施したが、相手の様子が見えることでより深いコミュニケーションを行うことができ、問の深まりが期待できる**と感じた。技術的なトラブルも特に発生しなかった。
- 時間の制限も少ないため、**遠隔授業を日常的に活用し、外部講師にも参加頂きながら探究のサイクルを回していきたい**と考えている。
- 海外との遠隔授業も実施しており、これまでは交流がメインであったが、今後は協働作業等も実施したい。

清水准教授 (外部講師)

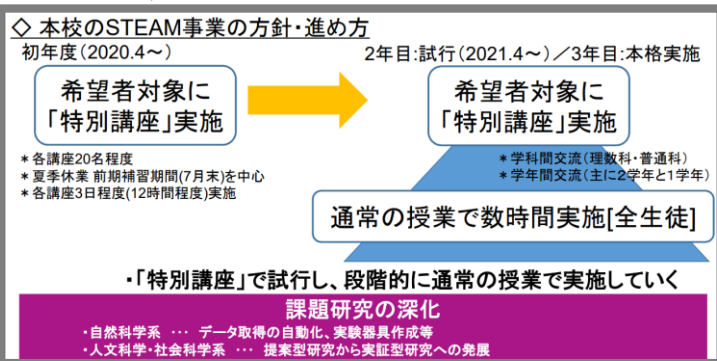
- 遠隔授業のメリット**として、**時間の制約を受けにくい**ことがあげられる。生徒が外部インタビューを行う際にオンラインで繋いでもらえばその場でアドバイス等を実施することができる。また、**コミュニケーションが取りやすい**ことがあげられる。探究の学習では各グループがディスカッションを行うことで声が聞き取りにくいいため、教室では大きい声でゆっくりとしゃべる必要があるが、遠隔授業ではその必要がない。各グループや個人との接続により**個に応じた取組**を行える。
- 恥ずかしい等の利用により、ビデオ機能を用いた顔が見える状況でのコミュニケーションは消極的な生徒も見受けられる。
- 対面とオンラインによるコミュニケーションの質に差分はないと考えているが、オンライン授業を実施する前に対面で授業を実施しお互いの顔と名前を一致させることで、遠隔でも安心して会話ができると考えている。
- 今度はホワイトボード機能等を活用したい。ビデオ機能による顔が見える状態でのコミュニケーションに加え、説明する内容を図示して相手に伝えたい。

- ICTを活用し、今後どのようなことに取り組んでいきたいですか？
 - 情報収集が素早くできるようになったので、効率よく学習をできるように取り組んでいきたいと思います。
 - わからないことや興味を持ったことには積極的にICTを活用していきたいです。
 - 今後、ICTを利用することで人々の意見が集めやすくなると思うので様々な問題を見つけ、社会に役立つことを少しでもできたらいいなと思う。そして自分の生活を便利にできたらいいなとも思う。
 - ICTの活用により自分の考えを発展することができより良い思考に近づくことができるのでこれを利用して社会に貢献したいと思います。

- STEAM教育として異なる分野を総合的に学習し、文理を横断した複眼的視野により創造力や課題解決能力を高める教育を実施

■ 加古川東高校 STEAM教育の取り組み内容

STEAM教育の方針



参照: <https://www.hyogo-c.ed.jp/~kakohigashi-hs/steam.html>

取組内容

▼VR授業の様子



- ・概要 : VR空間の体験及び作成
- ・日程 : 夏期講習 8/24 13:00~17:00
- ・参加者 : 講師3名、教職員3名、**児童生徒7名**

■ 加古川東高校 実証授業

実証授業のカリキュラム

1 前期目 (50分)	オープニング・メンバー紹介 (3分)	
	3D空間とは? (4分)	
	DOORの世界を体験 (6分)	📶 大容量通信 (下)
	クラフトルームのお手本体験 (4分)	
	クラフトルームの操作説明 (20分)	📶 大容量通信 (下)
	自由制作「バーチャル文化祭」前半 (13分)	📶 大容量通信 (上下)
2 後期目 (50分)	自由制作「バーチャル文化祭」前半 (32分)	
	作品発表 (12分)	📶 大容量通信 (上下)
	おさらい・活用事例紹介 (4分)	
	クロージング (2分)	

取組内容

▼VR授業の様子



- ・概要 : VRを活用したバーチャル学園祭の実施
- ・日程 : 通常授業 11/17 14:00~16:40
- ・参加者 : 講師6名、教職員5名、**児童生徒40名**



近隣住人もアバターで参加可能

文化祭全体の入口となるルーム
文化祭の演目ガイドやスケジュールを掲示
(収容人数拡大のためコピールーム用意)

個別ルームへリンク



文化部部室



各部の作品発表



特設ライブ配信ルーム
(ステージイベント、動画配信)

生徒自身の力でこだわりの学校施設を制作し、ルーム内で来場者とのコミュニケーションを図る

■ 環境面

- DOORのアクセス時には約500Mbps程度のトラフィックが流れていたが、その後は100Mbps~300Mbpsのトラフィックが流れていた。特に大きいトラフィックが流れたVR環境の読込のシーンではダウンロードに時間を要した生徒が数名おり、学校から集約拠点も含めたネットワーク環境の検討が必要である。

■ 授業面

- 生徒達は自ら操作方法を模索し、3D空間の制作に取り組んでいた。
- 生徒同士で操作方法等を教え合う場面も見られた。
- 実空間の再現性に拘りオブジェクトの配置に試行錯誤する姿が見られた。

▼授業中の様子



▼VR操作風景



▼生徒の制作画面

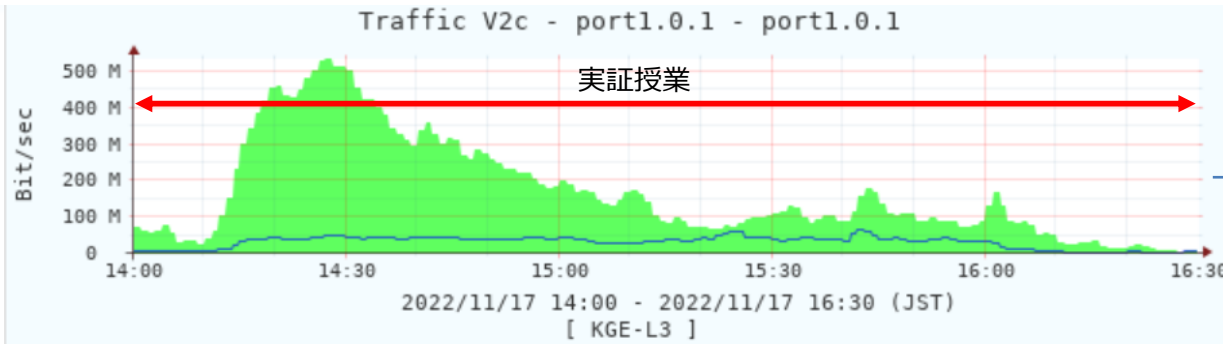


● 実証授業のタイミングで通信帯域が増大していることが判明した

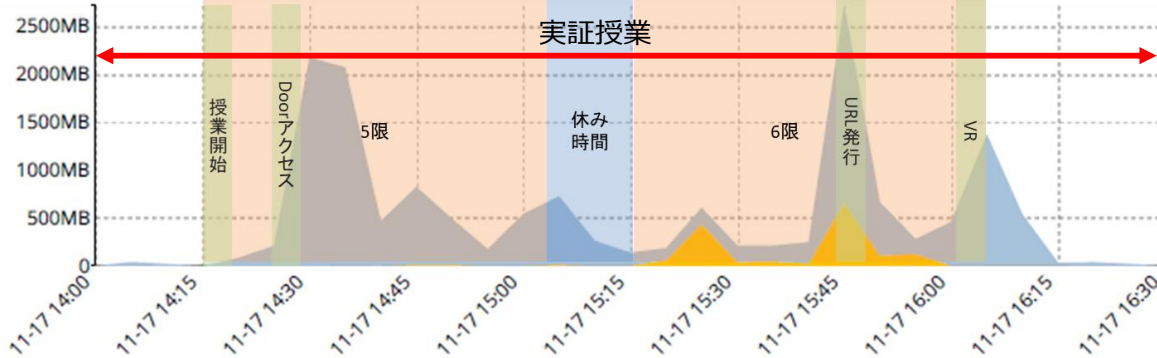
■ ログ分析条件

- 対象校：加古川東高校
- 対象日時：11/17 14:00～16:30
- 生徒40名がDOORを使用

■ 測定結果：DOOR使用時の全通信帯域 [Mbps]



■ 測定結果：DOOR使用時のDOORのみの通信量 [MB]



通信帯域と通信量の関係性より
クラス単位でのDOOR使用帯域は、
約80Mbps
⇒1台あたり 約2Mbps

以下タイミングで通信帯域が増大
・ 使用開始時の「DOORアクセス」
・ データ共有時の「URL発行」

- 本授業の実施後、対象の教職員および授業に参加した生徒にインタビューを実施した

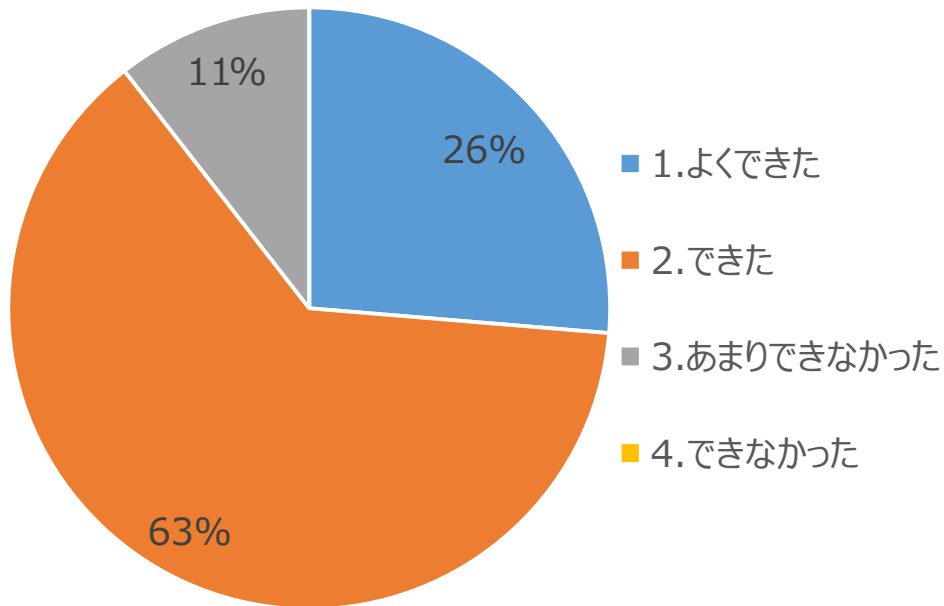
教職員

- 通常の授業では生徒が受け身になる場面もみられるが、**本日の授業では生徒によるVR空間の作業がメインであったため、いきいきと取り組んでいる様子**であった。**オブジェクトの選定や配置等に積極的に取り組んでいた。**
- **高速大容量通信の整備により、日常的な授業では取り組みにくい内容を実施することができる。**外部講師の活用も含め**授業の幅が広がる**と感じた。
- トラブル等想定外の事態が発生した際に、40名の一斉授業では対応することが難しいため、先進的な授業については夏季の特別授業等を活用して実施していきたいと考える。通常授業のカリキュラムもあるため、先進的な授業を日常的に実施することは現時点では難しいと考える。
- 高速大容量通信の活用により、授業で取り入れるソフトウェアの幅も広がると感じた。

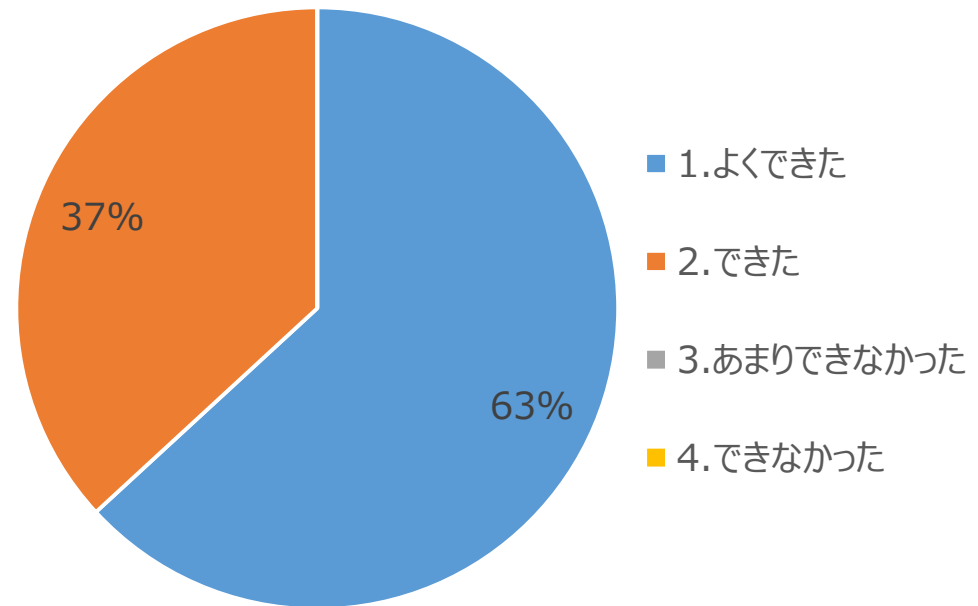
生徒

- **3D空間の作成は考えて立体を配置する必要があるため、難しいと感じたが、同時におもしろいとも感じた。**
- 他の生徒の作品を見ていると、実空間を見ているような気持ちになった。
- 外部講師による先進的な授業はとても楽しかった。
- STEAM教育による特別授業には参加しているが、今後も機会があれば先進的な授業をうけたい。モノづくりやプログラム作成等に興味がある。

● 本日の授業を受けて、VR空間制作について理解することが出来ましたか。
※回答者数38名



○ 本日の授業を受けて、VR等の最新技術への興味関心を深めることができましたか。
※回答者数38名



- ICTを活用し、今後どのようなことに取り組んでいきたいですか？
 - 自分の考えを深めるとともに、他の人と意見を共有したり相手が判りやすい発表を作成したりするためにICTを積極的に活用していきたいと思う。
 - コロナ禍でよりICTを活用する機会が増えたと思うので、多くの人とコミュニケーションをとれたり、たくさんある長所を活かして問題解決に繋がりたいと思う。
 - クラスメイトなどと共有ができ、同時進行で作業できるのがいいところだと思う。来年の探究活動でもたくさんパソコンを活用していきたい。
 - 先日行った他校との交流会がとても新鮮で有意義なものだったので、今後はオンラインで他校と繋がり、意見を交換する場を設けていきたいです。

- 県内でも活用率の高い学校で、日常利用中でのSINET切替え前後の利用帯域や生徒の取組み姿勢に関する変化を検証した

■ 検証概要

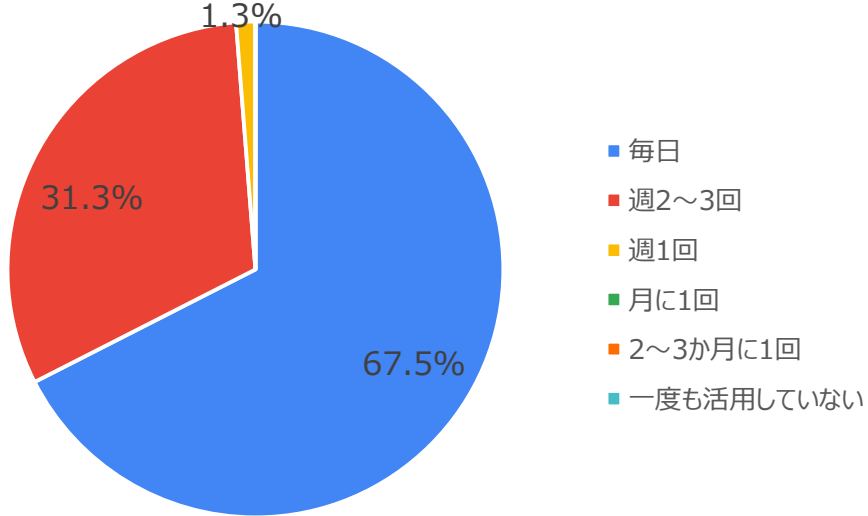
- 対象校：神戸鈴蘭台高校
- 対象日時：11/17の切替前後(9/24~1/14)

■ 神戸鈴蘭台高校の端末活用状況

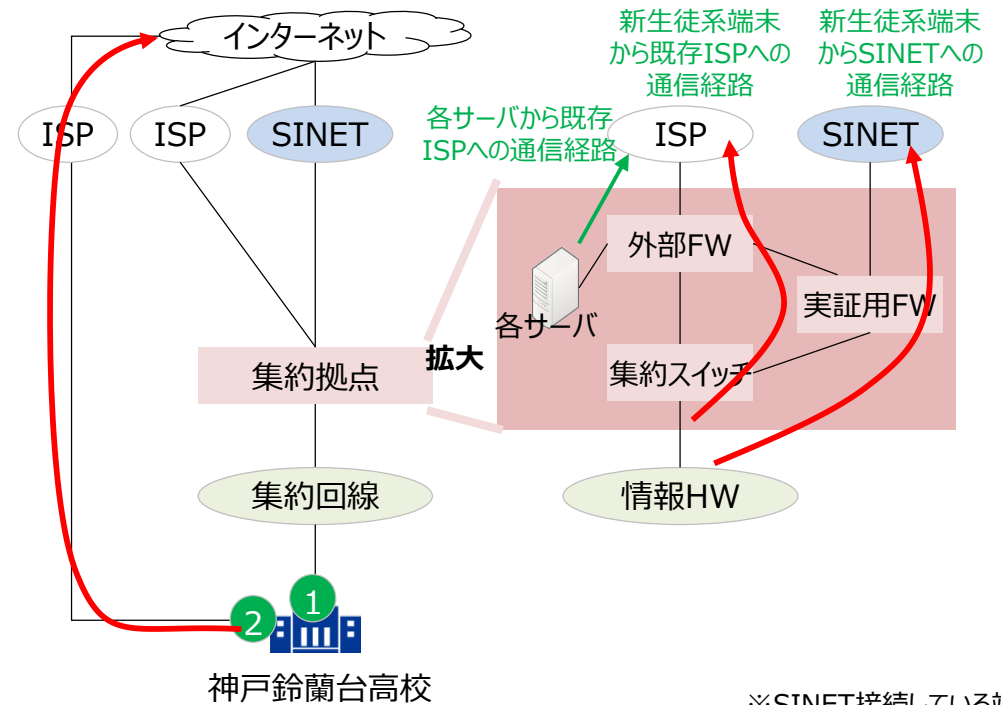
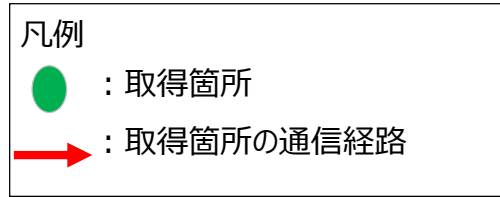
→98%以上の生徒が週に2~3回以上活用しており、日頃から積極的に端末を活用している

設問(生徒)

- タブレット端末を授業中に、どのくらいの頻度で活用していますか ※回答者数240名



■ ログ取得箇所：



※SINET接続している端末

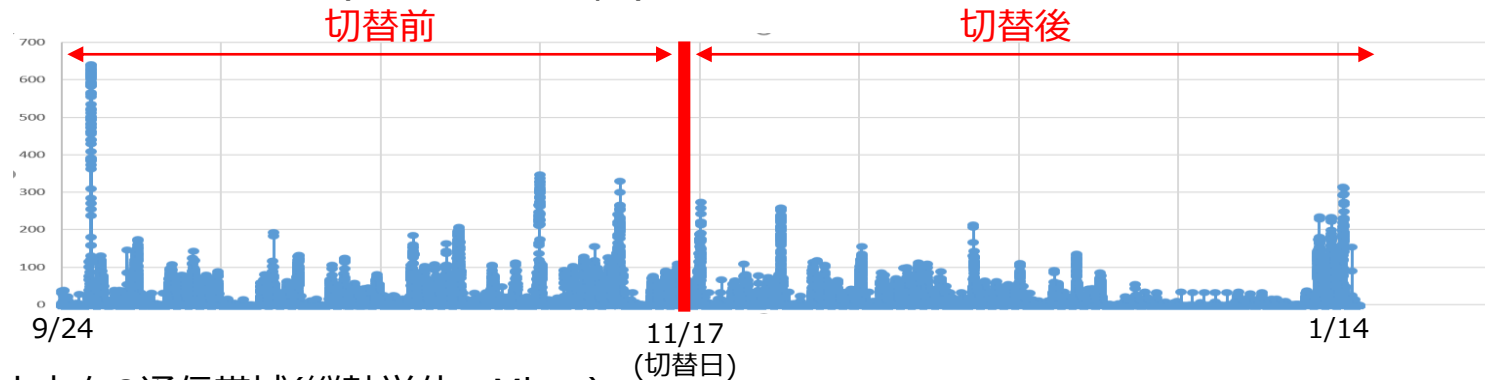
- 本校は実証参加以前より端末活用率が高いため、SINET切替前後で通信帯域の変化は生じなかったと考えられる
- 生徒アンケートを実施したところ、SINET接続後は快適にICTを利用できると回答した生徒の割合が増加した (p.70-75参照)

■ 測定結果：

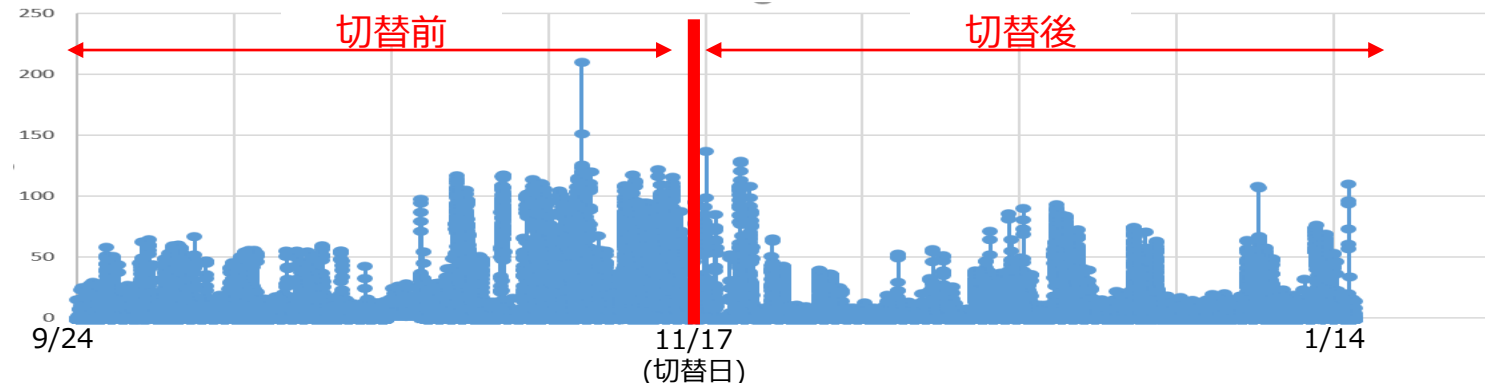
- 通信帯域の変化

① + ② の合算値をグラフ化

インターネット⇒学校方向の通信帯域(縦軸単位：Mbps)



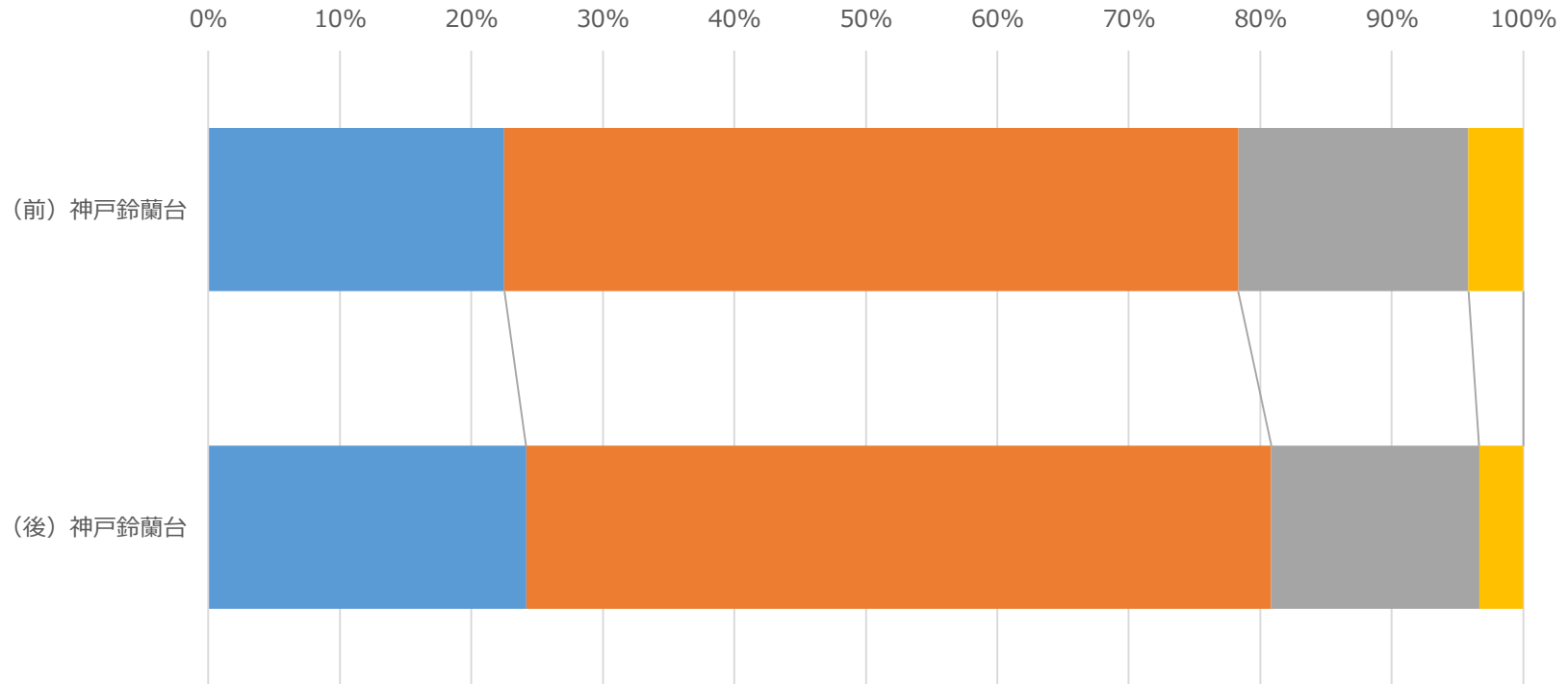
学校⇒インターネット方向の通信帯域(縦軸単位：Mbps)



授業においてICTを活用することに対して、あなたの思いに一番近いものを1つ選択してください

【ICT活用による学習活動の質の変化】 ※回答者数240名

■ ICTを使うことで、クラスメイトの考え方や意見を知って、学びが深まった

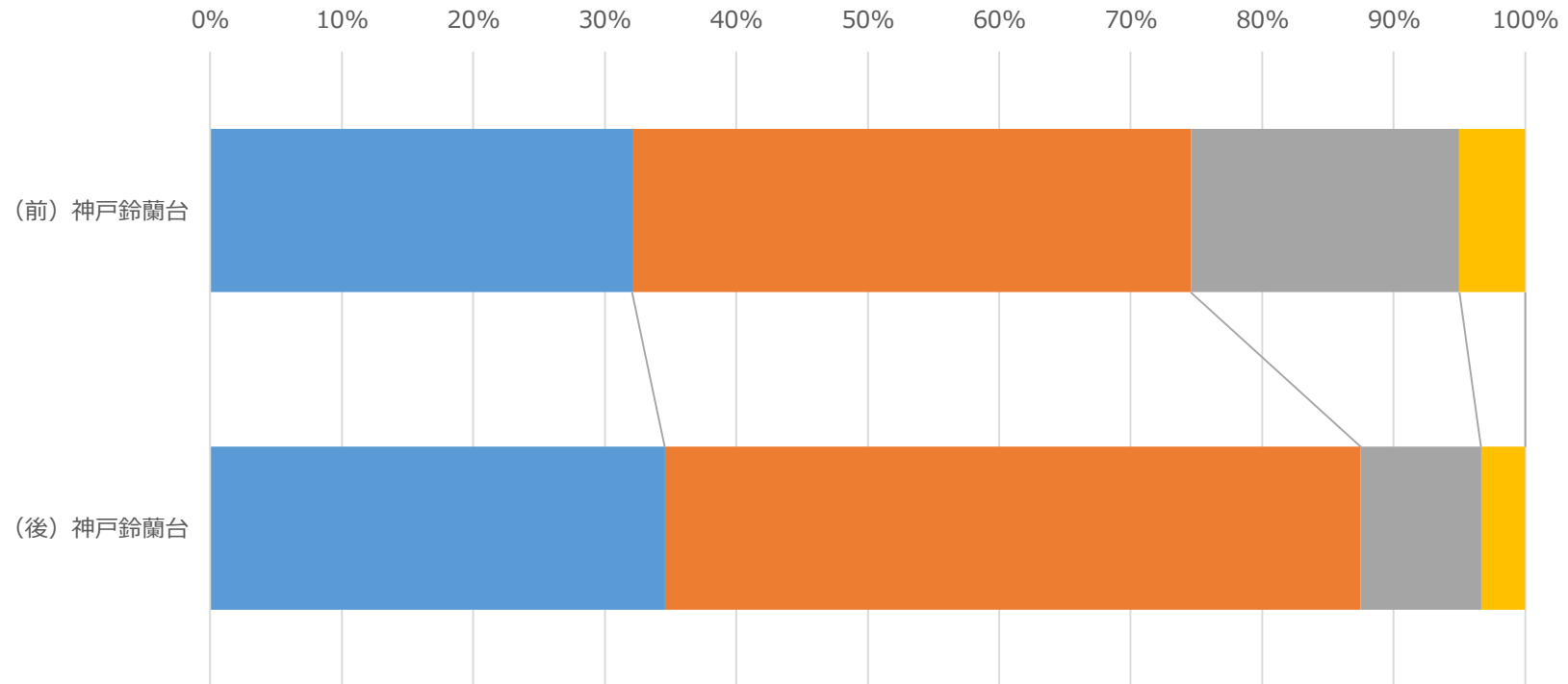


	(前)神戸鈴蘭台	(後)神戸鈴蘭台
とても思う	22.5%	24.2%
思う	55.8%	56.7%
あまり思わない	17.5%	15.8%
まったく思わない	4.2%	3.3%

授業においてICTを活用することに対して、あなたの思いに一番近いものを1つ選択してください

【ICTを活用する上での快適性】 ※回答者数240名

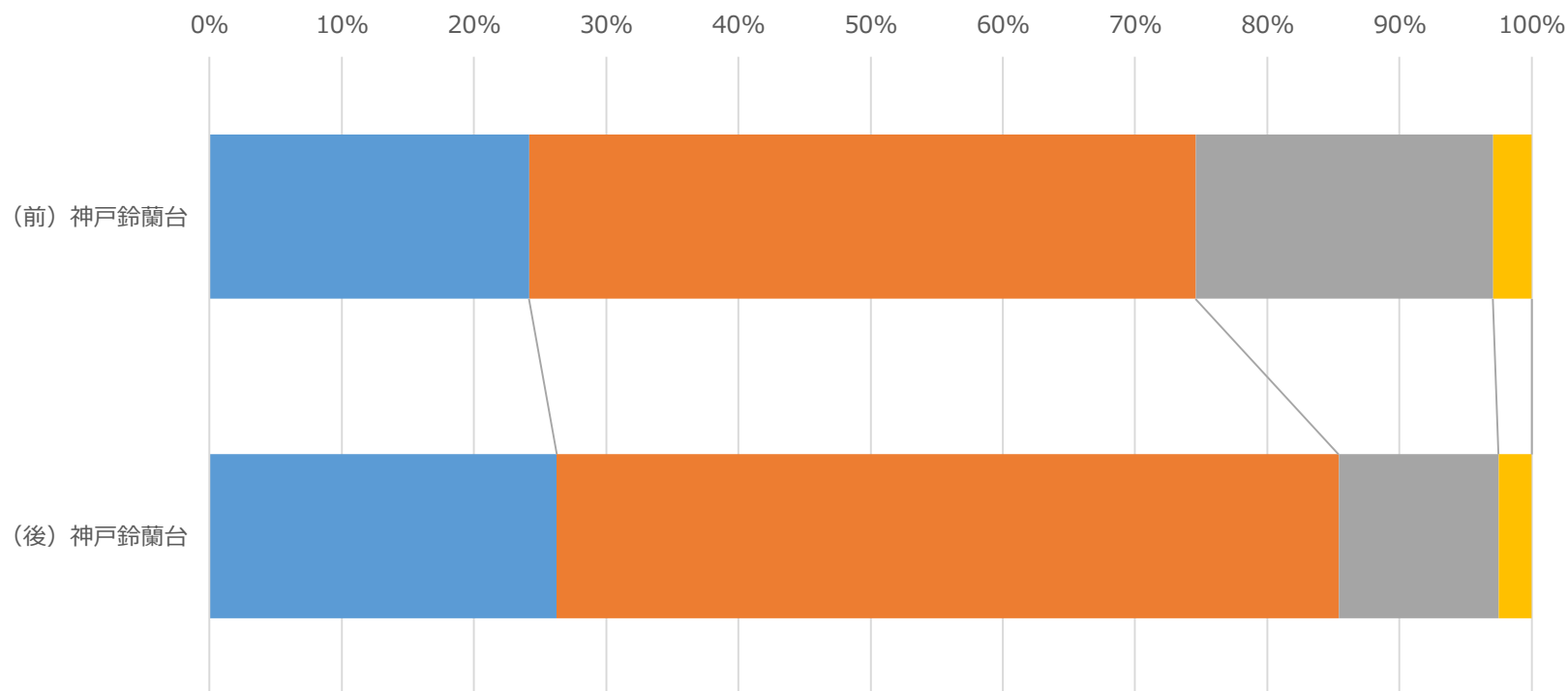
■ 授業内でインターネットを利用した情報検索をスムーズに行える



	(前)神戸鈴蘭台	(後)神戸鈴蘭台
とても思う	32.1%	34.6%
思う	42.5%	52.9%
あまり思わない	20.4%	9.2%
まったく思わない	5.0%	3.3%

授業においてICTを活用することに対して、あなたの思いに一番近いものを1つ選択してください
【ICTを活用する上での快適性】 ※回答者数240名

■ 授業内でOffice365等の教育用クラウドサービスをスムーズに利用できる

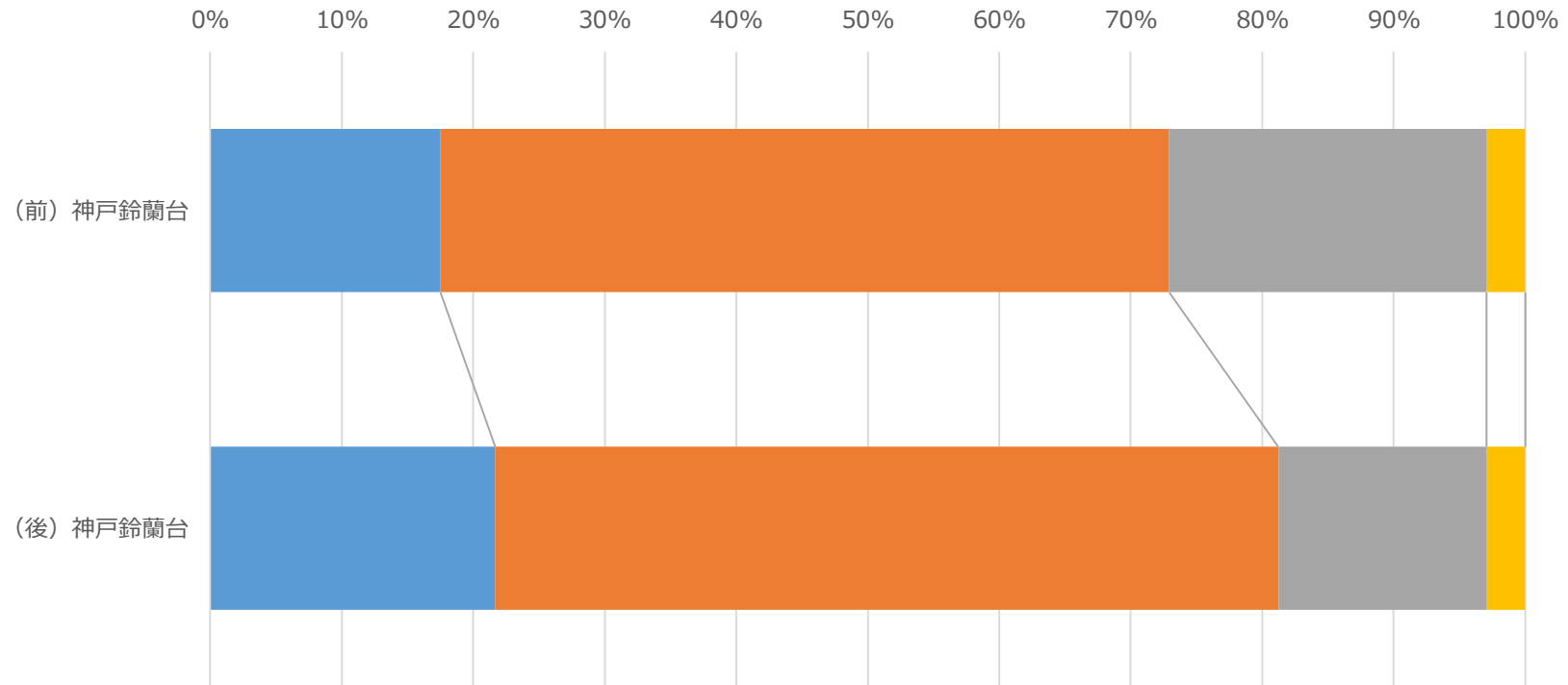


	(前)神戸鈴蘭台	(後)神戸鈴蘭台
とても思う	24.2%	26.3%
思う	50.4%	59.2%
あまり思わない	22.5%	12.1%
まったく思わない	2.9%	2.5%

授業においてICTを活用することに対して、あなたの思いに一番近いものを1つ選択してください

【ICTを活用する上での快適性】 ※回答者数240名

■ 授業内でデジタルドリル等のデジタルコンテンツをスムーズに利用できる

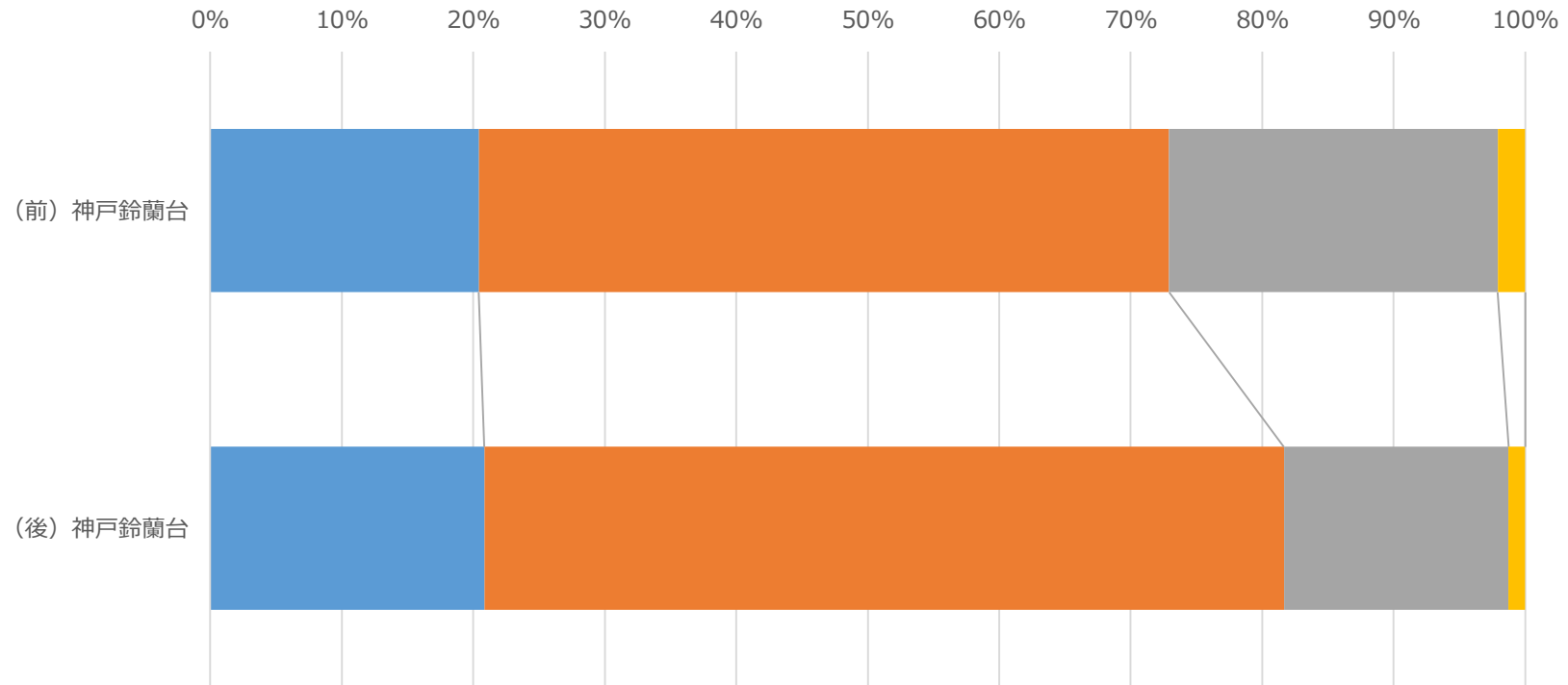


	(前)神戸鈴蘭台	(後)神戸鈴蘭台
とても思う	17.5%	21.7%
思う	55.4%	59.6%
あまり思わない	24.2%	15.8%
まったく思わない	2.9%	2.9%

授業においてICTを活用することに対して、あなたの思いに一番近いものを1つ選択してください

【ICTを活用する上での快適性】 ※回答者数240名

■ 授業内で自分の意見をクラスメイトや教員にスムーズに共有できる

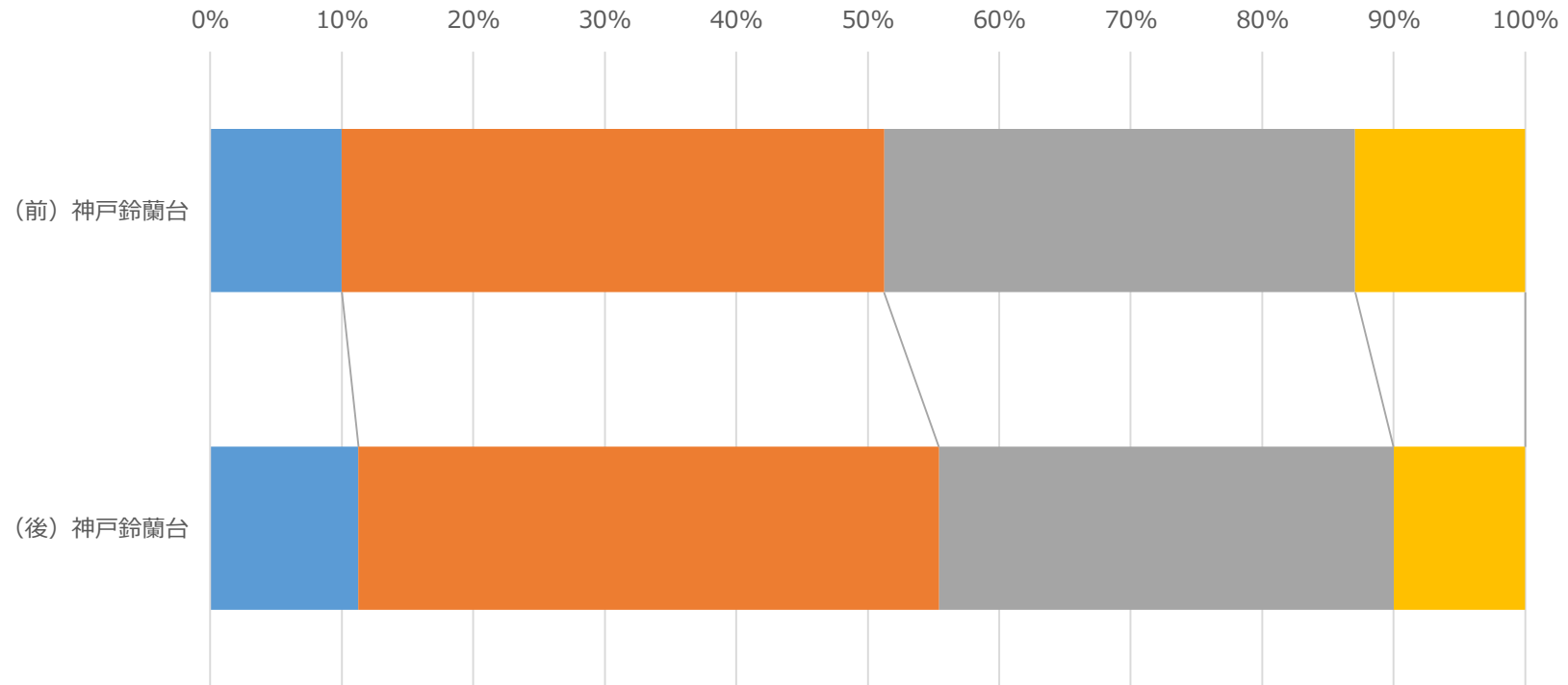


	(前)神戸鈴蘭台	(後)神戸鈴蘭台
とても思う	20.4%	20.8%
思う	52.5%	60.8%
あまり思わない	25.0%	17.1%
まったく思わない	2.1%	1.3%

授業においてICTを活用することに対して、あなたの思いに一番近いものを1つ選択してください

【ICTを活用する上での快適性】 ※回答者数240名

■ 授業内でWeb会議アプリを活用して学校外の生徒や教員、企業の方とのオンライン会議をスムーズに行える



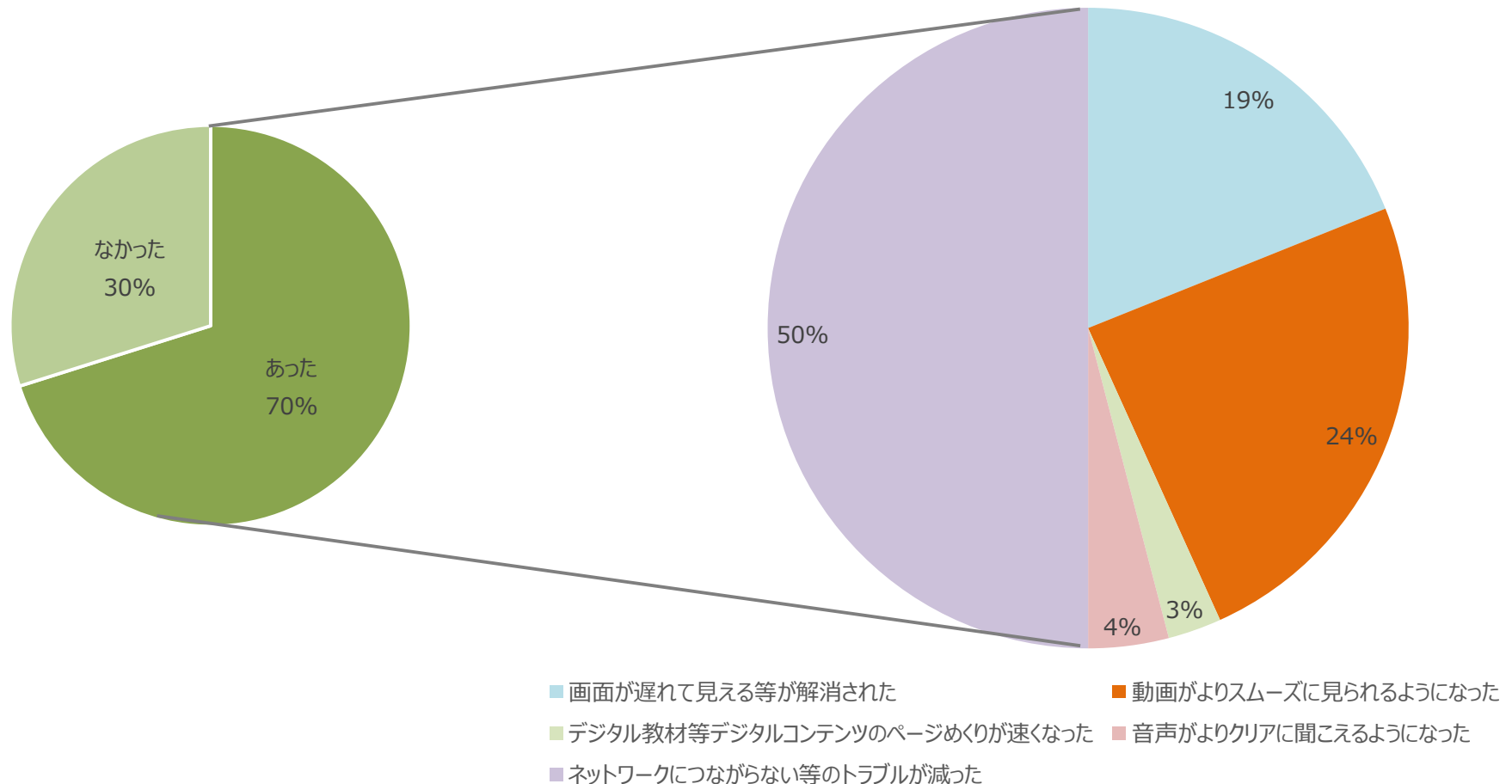
	(前)神戸鈴蘭台	(後)神戸鈴蘭台
とても思う	10.0%	11.3%
思う	41.3%	44.2%
あまり思わない	35.8%	34.6%
まったく思わない	12.9%	10.0%

- ICTを活用し、今後どのようなことに取り組んでいきたいですか？
 - コロナで学校へ来れなかったりさまざまな理由で学校に来れない人もいるので、その人たちもリモートで授業にすぐ参加しやすいような環境を作りたい。
 - クラスでグループワークを積極的に取り組み、友達と意見交換をし、意見を深めることでコミュニケーションをとりながらも、授業をスムーズに進めるようにする。
 - もっと自分の調べたことなどをわかりやすくまとめて相手にうまく伝えられるようにICTを活用していきたい。
 - 今まで分からなかったことや新しく疑問に思ったことなどがこれからも沢山出てくると思うから、ICTを活用して様々な知識を取り入れていきたい。

■ 実証環境になる前と比較して通信環境が改善されたと感じる場面はありましたか？（複数回答）

※回答者数:77名

✓ 7割の教職員が通信環境が改善されたと感じる場面があると回答し、ネットワーク不具合等の改善が見られた。



【教育的効果について】

- SINET接続後、通信の遅延を感じる教員が減少し、ICTの活用に対して不安が緩和されたことで、授業にICTを活用しやすい環境づくりを行なうことができた。
- 生徒は、SINET接続前後で授業内で情報検索、Office365等の教育用クラウドサービスなどをスムーズに利用できると感じており、学習に集中できる環境づくりができた。
- 生徒は、ICTを様々な学習場面で積極的に取り入れ、学びを深めたという気持ちを持っている。
- VRを活用した授業に取り組むことで、生徒はVR等の最新技術に対して興味関心を持つことができた。
- SINETを活用することで通信量が多いコンテンツを安定して動作させ、VR空間制作、VR空間での発表会、遠隔授業などを円滑に実施でき、生徒の学びの充実につながられる。

6. 質疑応答

7. 各委員からのご意見

8. 総括

(西田事業推進委員長)