



コロナ禍対策を意識した遠隔分散型仮想 ICT 実験環境 — 文部科学省 SSH からの宿題 —

東京理科大学 創域理工学部 情報計算科学科 教授 ^{あかし} 明石 ^{しげお} 重男

1. コロナ禍対策から生じた情報系実験の問題点

日本政府が提唱するコロナ禍対策としての「密閉、密集、密着を回避する」環境下では、高校生達が1つの部屋に集まって実験や議論を行うことはできません。そのような環境下で、研究を続けるにはどうすれば良いのでしょうか？ 本稿では、このようなコロナ禍がもたらした高校理系教育への悪影響に対して、情報系実験に特化した対策について説明します。

私達はインターネットを用いて、電子メール送受信やホームページ閲覧書き込みなど、多種多様な作業を行っています。このような現実的観点から、情報系実験を眺めた場合、「電子メールに関する実験」や「ホームページに関する実験」など、個々のテーマに対するコロナ禍対応策を考察するよりも、情報系実験を実施する環境全体に対するコロナ禍対策を考察する方が、統一的に実現可能という意味で、有効であるように思えます。

その一方で情報系の世界には、「仮想化」という技術が存在します。悪意ある PC ウィルスの動作確認をするための仮想 PC、ウェブサーバのダウンを目的として大量のパケットを送り付ける DoS 攻撃への対策として注目されている仮想ネットワークなど、仮想化の概念は、情報系で取り扱う機器全体に適用可能なものとして、重要な役割を果たしています。このような仮想化の概念を、私達が情報系の実験を行うために使用する ICT 実験室に対して適用したらどうなるのでしょうか？ このような「実験の仮想化」ではなく「実験室の仮想化」という発想の転換に基づいて紹介させて頂くのが、「仮想 ICT 実験室」です。

2. 仮想化技術とネットワーク技術の応用

本システムは「仮想化された ICT 実験室」において、「仮想化された ICT 機器」を用いた「模擬実験＝実験の仮想化」を行うことを想定しており、その役割は以下の様に3種類に分割されます。

役割1：「メールサーバやウェブサーバ等を包括的に備えている ICT 実験室」そのものを仮想化して、PC の中に設定します。

役割2：広域ネットワーク（インターネット）を利用して、分散して存在する複数個の仮想 ICT 実験室を遠隔的に相互接続します。この方法により、実験担当者同士で、お互いの距離を確保しながら、実験テーマを共有することが可能となります。

役割3：インターネット経由で接続された複数個の仮想 ICT 実験室同士による相互可視化を実現します。これにより、仮想 ICT 実験室間での意思疎通が可能となり、実験の進行がより効率的になります。

更に、遠隔分散型仮想 ICT 実験環境が果たすべき3種類の役割を達成するツールとして、以下の3種類：

役割1：Cisco Packet Tracer が担当する。

役割2：SoftEther VPN が担当する。

役割3：Zoom が担当する。

を使用しました。なお、これら3種類のツールの同

【表】

	Cisco Packet Tracer (ver. 8.0.1)	SoftEther VPN	Zoom
使用したツールの提供者	Cisco Networking Academy	筑波大学大学院研究プロジェクト	Zoom Video Communications
本来の使用方法	仮想的ネットワーク環境構築シミュレーション	VPN サーバ・クライアントシステムの構築	オンライン会議開催運営
今回の使用方法	仮想 ICT 実験室の構築	仮想 ICT 実験室間のネットワークレベルでの接続（同じ建物に存在する複数個の実験室で行われる場合は、家庭用無線 LAN ルータによる代替使用が可能）	情報系実験のオンライン会議化
担当する役割	ICT 実験室の「仮想化」	複数個存在する仮想 ICT 実験室の「遠隔分散化」	複数個存在する仮想 ICT 実験室間の「相互可視化」
特に用いた機能（役割）	マルチユーザ・リスニング（仮想 ICT 実験室間の接続）	VPN Azure（クラウド上で SoftEther VPN 管理サーバと SoftEther VPN クライアントを繋ぐランデブーポイントの提供）	全画面共有（会議主催者＝実験代表者の仮想 ICT 実験室の実験分担者への公開）

時併用に際して、ツール間で整合性が成立していること（＝使用した各ツールが、他のツールの役割を阻害すること無く、自らの役割を達成できること）を確認する必要があります。

それぞれの特徴および相互関連性をまとめると、

【表】 の様になります。

次に、具体的設定方法について解説します。

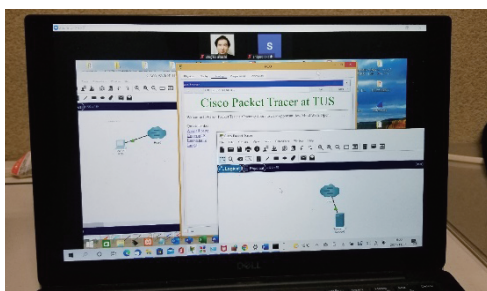
設定方法 1：実験代表者および複数人の実験分担者が、ネットワーク PC にインストールされた Cisco Packet Tracer を起動し、各自の仮想 ICT 実験室を準備します。実験代表者は、対応すべき実験分担者の数に合わせて、マルチユーザリスニングシステムのイクステンション設定から、38000 番代のポートを準備し、それぞれの実験分担者に通知します。

設定方法 2：実験代表者が、SoftEther VPN 管理サーバを起動して SoftEther VPN Azure に接続し、管理サーバ付随仮想 HUB 名を、実験分担者に通知します。

設定方法 3：実験代表者以外の実験分担者は、通知された SoftEther VPN 管理サーバ名と仮想 HUB 名を用いて、SoftEther VPN Azure 内に存在する管理サーバが提供するランデブーポイントに接続します。

3. 実装結果の説明

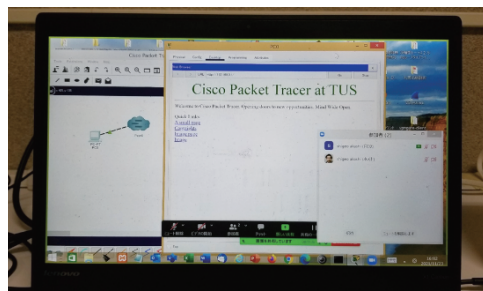
前節で述べた設定方法に従って、実験代表者 1 名と実験分担者 1 名で実施した実験結果を、以下に示します。最初に、実験代表者であるホスト側（＝会議主催者側）の仮想 ICT 実験室を起動した画面を表示します。



【図1】

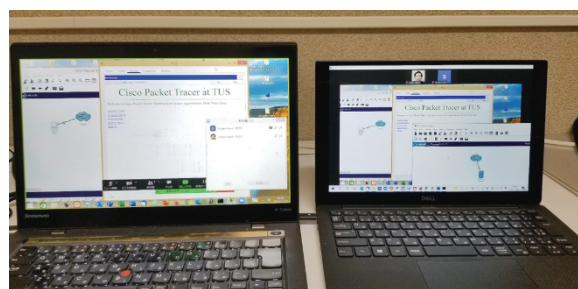
【図1】では、実験分担者側の仮想 ICT 実験室が後方に表示されており、実験代表者側の仮想 ICT 実験室が前方に表示されています。続いて、実験分担者である参加者側の仮想 ICT 実験室を起動した画面を表示します。

【図2】では、実験分担者側の仮想 ICT 実験室が表示されており、実験代表者側の仮想 ICT 実験室は表



【図2】

示されていません。これは、実験分担者から実験代表者に向けて、全画面共有を依頼して受理された状況であるためです。最後に、右側に実験代表者の PC を配置し、左側に実験分担者の PC を配置した画面を表示します。



【図3】

【図3】は、右側 PC である実験代表者が、ホストとして会議を主催しており、招待された左側 PC である実験分担者が発表を行っている状況をモニターして聴講している状況です。

4. 本システムに対する第三者からの客観的評価

本システムの第 1 版は、「同一キャンパス内に存在する複数個の仮想 ICT 実験室」を対象として、本学大学院修士課程を修了したトンヨウ氏（現シスコシステムズ）との共同研究成果として、SSH2 期連続選出校である新潟県立新発田高等学校主催の「東京理科大学 SSH 講演会」において、発表させて頂く機会を頂きました。第 2 版は、「日本全国に分散して存在する複数個の仮想 ICT 実験室」を対象としたもので、米国最大の計算機科学の研究団体である「Association for Computing Machinery」から承認され、ACM Digital Library からの掲載許可を得た国際会議「2022 5th International Conference on Computer Science and Software Engineering」において、本学大学院修士課程 2 年の高木長風君と学部 4 年の岩田豊成君が共同研究論文として発表し、最優秀研究論文賞を受賞することができました。