

【イベント名】 高大連携物理課外授業「加速器物語」

【イベント番号】 186

【実施者】 東北大学(JGN2-A16039 プロジェクトにて利用中)

### 【イベント概要】

実施者は、埼玉県立浦和第一女子高等学校2年生と山口県立山口高等学校3年生を対象として、大型実験装置である加速器をテーマに、数回に渡る連続的な高大連携物理課外授業プログラム「加速器物語」を実施している。具体的には、e-Learningによる概論的学習の後、簡単な実験活動を経て、テーマである加速器の見学と運転実習を実験施設の実地にて行い、最後にまとめの授業を実験施設に赴くことなく行う。本イベントは、この一連のプログラムの最後を締めくくるまとめの授業を、遠隔授業として行うためのものである。

### 【JGN2 利用の概要】

東北大学[東北-2]、NiCT 小金井本部[関東-3]（「小金井」と略記）、山口大学[中国-6]（「山口大」と略記）のJGN2アクセスポイント3地点を接続するとともに、東北大学内では学内LANを介して、量子エネルギー科学館（「SCA」と略記）、阿部研究室（「阿部研」と略記）、教育情報学研究部（「教育情報」と略記）の3地点を繋ぎ、計5拠点による遠隔授業を実施した。表1に各地点の役割を示す。また、図1に本イベントにおける遠隔授業システム構成概要図を示す。

表1：各地点の役割

拠点	役割	詳細
東北大学	SCA	講義会場 加速器運転を含む授業解説（加速器設置場所）
	阿部研	講義会場 研究室活動の遠隔見学（研究内容の紹介、電子顕微鏡の紹介）
	教育情報	中継基地 ゲートウェイ、Webサーバ、IMPRESSIONサーバ、MidField トランスコーダ
小金井	遠隔教室	浦和一女高校の教室
山口大	遠隔教室	山口高校用の教室

授業会場4地点の様子を共有するため、橋本らによるMidField<sup>1</sup>（「MF」と略記）を利用し、各地点の様子をとらえたDVストリーム（約28.8Mbps）、Windows Media Video（「WMV」と略記）ストリーム（約3Mbps）、PCM音声ストリーム（約1.5Mbps）を他の地点へ送信した。このとき、SCAからの映像は授業風景の他、加速器装置等の様子をとらえたDV映像も別送信し、その他の地点では授業風景のみを送信した。ただし、阿部研究室において電子顕微鏡を使用する際は、スイッチャーによって授業風景映像と顕微鏡映像とを切り替えた。また、授業のスムーズな進行を支える連絡用通信網としてもMFを用いた端末を各授業会場に設置し、USBカメラからの映像をWMVストリーム（約1.5Mbps）とPCM音声ストリーム（約1.5Mbps）を用いた4者間相互通信を行った。MFを利用した通信の概要を図2に示す。

<sup>1</sup> 橋本浩二，柴田義孝，“利用者環境を考慮した相互通信のためのミドルウェア”，情報処理学会論文誌，Vol. 46，No. 2，pp. 403-417，Feb.，2005.

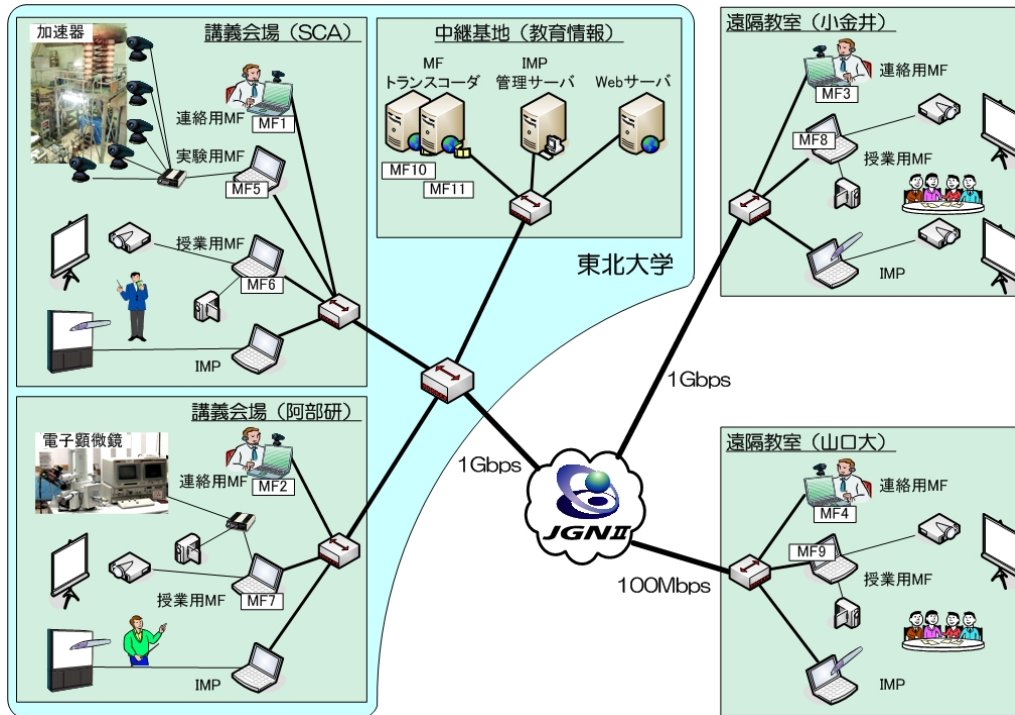


図 1 : 遠隔授業システム構成概要図

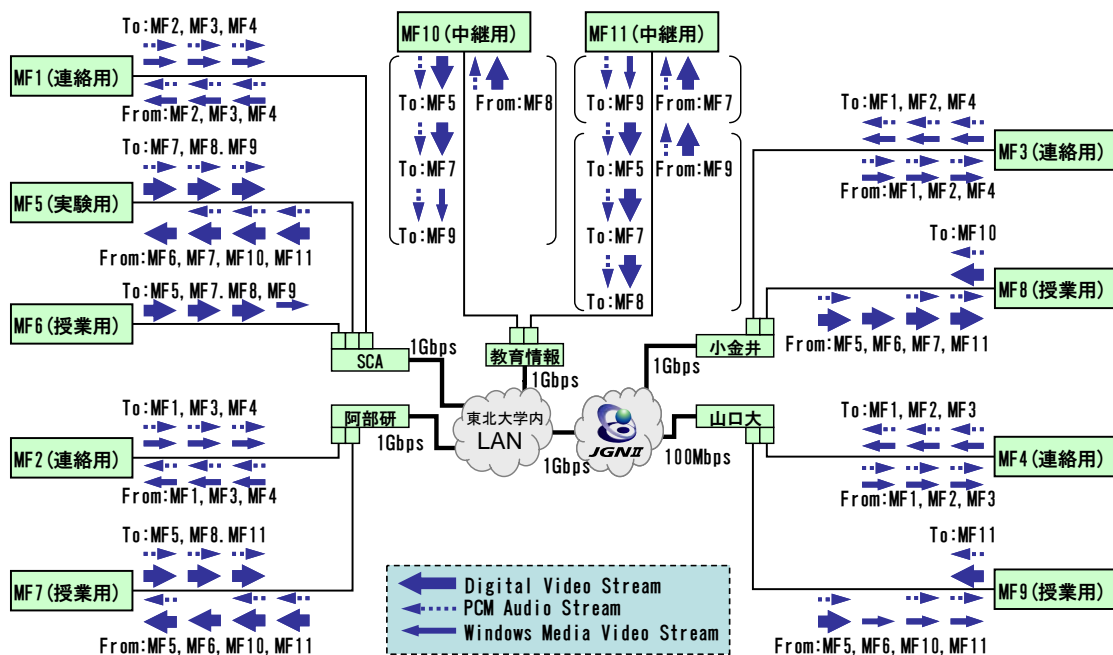


図 2 : MidField 通信概要図

この他に、多地点の各板書内容の共有と、マルチメディア教材の効率的な提示を可能とするために、樋口らによるIMPRESSION<sup>2</sup> (「IMP」と略記)を使用した。このシステムでは、授業中に使用する教材コンテンツを各地点で事前にダウンロードするため、このダウンロード時以外の定常的な教材操作情報通信には平均数 10kbps程度の帯域で十分である。

<sup>2</sup> Yuki HIGUCHI, Takashi MITSUISHI, Kentaro GO: An Interactive Multimedia Instructional System: IMPRESSION for Double Loop Instructional Design, IEICE Transaction on Information and Systems, Vol.E89, No.6, pp.1877-1884 (2006).

## 【イベント参加人数】

	SCA	阿部研	小金井	山口大	計
受講生	0	0	9	2	11
引率教員	0	0	2	1	3
大学教員	2	1	0	1	4
大学院生	0	2	0	0	2
技術スタッフ	3	2	3	0	8
計	5	5	14	4	28

※ 予定では小金井の受講生は 22 名であったが、体調不良等での欠席が多数となった。

## 【実施の評価】

### 1) 授業全体について

後述するとおり、小金井においてのみ授業実施中のほぼ半分の時間にわたり受信映像が乱れてしまい、全体としては最善の授業環境を提供できなかった。しかし、小金井にも音声は問題なく届くとともに、その他の会場では、小金井からの送信映像も含めて非常に良好な通信に成功した。特に、受講者が少ない山口大の遠隔教室では、生徒たちが議論に積極的に関わることができる雰囲気作りが成功し、発言が相次いだ。また、IMP を教師側からだけでなく受講者側からも操作しながら発表活動を実施でき、インタラクティブ性の高い授業を実現することができた。今後は、通信トラブルを改善するとともに、よりインタラクティブ性と授業内容の質を高めることに専念していきたい。

### 2) 通信環境について

小金井では授業実施中のほぼ半分の時間にわたって他会場からの MF 受信映像が乱れた。これは、UDP パケットのペイロードサイズを大きく設定し、IP フラグメントが発生する状況で 100Mbps[Full]と 1Gbps のネットワークが接続された際に起こっており、OS レベルでは受信しているデータを Windows Socket API を介してアプリケーションが適切に受信できていないことを確認している。おそらく、OS か API 内部における IP フラグメント再構築処理の不具合ではないかと予想され、ある程度事前に対処可能なトラブルであったが、実環境でのテストを十分に実施できなかったため、実践時にトラブルが発生してしまった。今後は、実環境でも入念なテストを行った上で実践に望むようにしたい。また、図 2 の通りに MF を用いて行う通信は非常に複雑なため、これを容易に設定・管理できるツールの開発を遠隔授業の支援システムという視点から進めていきたい。

## 【開催模様】

