

令和2(2020)年度科学研究費助成事業(科学研究費補助金)
 実績報告書(プログラム実施報告書)
 (研究成果公開促進費)「研究成果公开发表(B)
 (ひらめき☆ときめきサイエンス～ようこそ大学の研究室へ～KAKENHI)」

課題番号：20HT0061

プログラム名：東京大学白熱音楽教室――君もAIを活用して鋭い指揮者になってみないか？



所属 研究 機関	名称	国立大学法人東京大学
	機関の長 職・氏名	総長 五神眞
実施 代表者	部局	大学院情報学環
	職	准 教授
	氏名	伊東 乾

開催日	2021年1月31日
実施場所	ZOOM 会場(全面遠隔実施:発信は東京大学本郷キャンパス伊東研究室)
受講対象者	小学校5年～高校3年
参加者数	17名
交付申請書に記載した募集人数	50名

プログラムの目的

☆ P.ブーレーズと伊東 乾のスペクトラル・コンダクティングの基礎を教授することを目的に、その前提となる物理、数理、身体運動科学、認知科学、機械学習の前提となるデータ駆動科学などの初歩を、学年、準備などに応じた形で学びつつ、身近にありながら「感性」の対象として好き嫌い程度で思考を停止している音楽に、深く新たな知見へと子供たちに覚醒させることを目的とする。(本計画を立案したのちに新型コロナウイルス感染症が蔓延し、緊急事態宣言なども発令されたため、全面遠隔で実施し、児童生徒の身体生命の安全を第一に実施カリキュラムを推敲した。)

プログラムの実施の概要

まず、科研費の趣旨を説明し、税を持ってあがなわれる原資によって新たな未来を開拓する価値、その面白さ、今日教えるすべては基本、私が過去25年ほどの間に確立してきた内容で借り物ではないこと、それを体得するうえで必要な基礎から感得してほしいことを伝え、演示から教室を開始した。

本プログラムの実施上、新型コロナウイルスの蔓延によって「遠隔実験実習」と「遠隔音楽実技指導」の効果的な方法の創成と確立が現実問題として要請された。

学振からはまた、コメントとして「受講生の学校種別に応じた実施の工夫」とのリクエストがあったので「小学5,6年生」「中学1,2年生」「中学3+高校生」と、進度に分けた<分割ZOOM教室>を準備して<少人数指導の分割ZOOM実験室>を準備、個別指導を行った。

内容面での「ひらめき☆ときめきサイエンス」の目的は、音楽に関連する振動波動とその聴こえの基礎を体

得的に理解させたうえで、過去 20 年の科研費研究で小研究室の見出した、基本的な線形・非線形の音楽現象を体験的に身に着けることに置いた。上記のようなシステムを徹底的に準備することができ、遠隔 TA の尽力もあり、学年ごとに異なる基礎教科の理解に応じた形で、一人の脱落者も出さず、すべての生徒に遠隔実験ならびに遠隔音楽実習を指導するよう、留意した。

さらに発展的には、指導に当たった TA の学生たちを含め、すべての若者が方法的懐疑をもって事物に向き合う「科学するところ」「音楽するところ」ある生活習慣を持ってくれるようにカリキュラムを工夫した。



写真左: 波長と振動数の関係など、基本的な物理を TA 東大生がからだを使って「白熱」演示<暗記すべき公式などない> 写真中央・右: 学年に応じた個別指導を「ZOOM 分割教室授業」で実施、一人の脱落者も出さず、すべての児童生徒が遠隔実験を正しく実施でき、理解すべき本質を体得することが出来た。

教程の内容 K.シュトックハウゼンと担当者の「リズムと音程の連続性」を明示するべく、ファンクション・ジェネレータが発するリズムパルスそのまま(研究室の)コントラパスの表板に圧着し、数えることが出来るパルスを高速化してゆくことで可聴音最低音域に移行するのを目の当たりにさせることで、子供たちが実感を持ちにくい「440 ヘルツ」といった周波数を、実感を伴った量として把握させるようにした。またファイバースコープを用いて楽器の中に入れてゆくなど、ZOOM 教室だからこそ可能な映像メディアを駆使した。これは 25 年前、私がテレビ朝日系列「題名のない音楽会」の監督時代に「ピアノ大解剖」などの回に番組で実施して好評だったものである。

「波長は振動数の逆数に比例」「振動数と波長の積は音速」といった基本的な関係を<公式>として暗記するのは有害無益と考える。そこで、TA が渾身の精力を込め、二倍の速さでスプリングを振ると波長が2分の1、3倍の速さで振れば3分の1といった現象を、小学生にもわかる(現実には大ウケする)演示で理解させたうえで、各自が家で用意した材料で、自らの手足と同じ長さの単振り子を作り、その振動周期を測定させ「振り子の等時性」などの基本性質を自ら実測して確認させた。ZOOM 分割教室のおかげで小学生まで徹底した個別指導が可能となり、指導側としてむしろリアルな教室よりも教育効果は上がった面があるように感じられた。



写真左: 楽器の中をファイバースコープで探検! 写真中央 迫力を持って理解する「波長と振動数の関係」
写真右: 幾何の作図で理解する音階の調和比(中学生教室 写真は科研プロジェクトで復元した古代ローマ・プロトマイオスの「ヘリコン」)

午前中、児童・生徒が自宅で揃えられる材料(紐、おもり、メジャー、ストップウォッチ:スマートフォンで代用)を用いて単振子の測定を行った後、昼休みを挟んで、午後にはそれらの物理的事実を踏まえ、円滑な音楽演奏を実現する実技教室を行った。

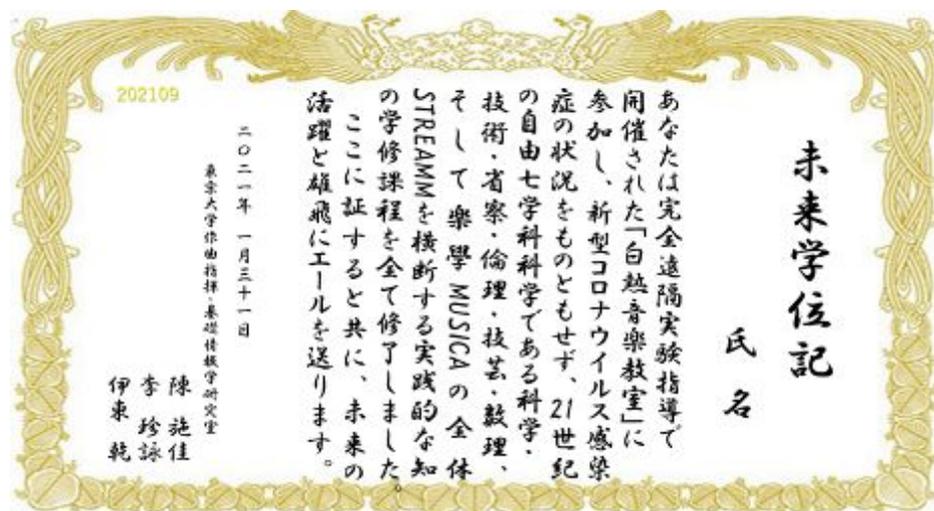
ZOOM による遠隔学習システムには通信速度の限界にともなう時間のずれがある。だがこれは、注意深くルフェージュすることで基本拍の倍数に繰り込むことが出来るので、そのような方法で技術の不備を補い、自宅からキューイングする児童生徒が、大学で合奏するアンサンブルを指揮する「遠隔音楽実技教室」を、予想以上に円滑に実施することができた。



モーツァルト セレナーデ 13 番 K525(「アイネ・クライネ・ナハトムジーク」)を遠隔メディアを通じて指揮実習。今回の場合基本拍2拍分のずれを念頭に置くことで、通信によるタイムラグを織り込んで整合した合奏実習を行うことができた。

新型コロナウイルス感染症の世界的蔓延は収まる気配がみられず、東京大学でも 2021 年度夏学期の授業は基本的に遠隔、また小研究室が現在進めている北京大学、上海音楽学院などとの東アジア国際共同の科研費プロジェクトも大幅な予定の変更を余儀なくされている。

だが、今回のような試みが予想以上の成功を収めたことは、関係者全員にとっても希望につながる結果となった。通信不良など最悪の状況を想定しての事前の遠隔教材準備など、今回は例年と比較にならない多大な準備のプロセスが必要となったが、この成果をもとに、さらなる科研の遠隔協働、また「ひらめき ときめき」を始めとする価値還元、遠隔授業とりわけ実験や実習の充実につなげてゆきたいと考える。



「未来学位記」もデジタルコンテンツで遠隔送信