

ユニバーサルデザインの視点をふまえた オンライン授業ガイドラインの作成

— 授業動画の画質・音質に着目して —

菊池哲平・四ツ村成美*

The creation of online classes guidelines based on the perspective of universal design

Tepei Kikuchi and Narumi Yotsumura

(Received September 30, 2021)

The pandemic of COVID-19 has forced to change to online classes in many universities, elementary schools, middle schools, and high schools. It has been pointed out that children and students with developmental disabilities and other special educational needs face various difficulties in online classes. The purpose of this study is to improve online classes from the perspective of universal design and to create guidelines for more comfortable learning. In this study, we focused on the quality of video and audio in online classes, and examined the font size and audio recording methods necessary to guarantee sufficient information. In addition, we measured stress during online class viewing, and found that stress reactions appeared in a short period of time for videos with low sound quality. Based on these results, we discussed the necessity of guidelines for online classes based on the perspective of universal design.

Key words : Online Classes, Universal Design, Creation of Guidelines

1. はじめに

2019年末からの新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の流行により、多くの大学でそれまで対面で行われてきた授業をオンラインに切り替えて実施されるようになった。また2020年3月から5月には、全国の小中高等学校や特別支援学校も一斉休校となり、この期間内にオンライン授業に取り組んだ自治体も多かった。

オンライン授業の具体的な方法は利用するシステムにより千差万別だが、大別すると2つに整理される。一つはインターネット等によるWeb会議システムを用いたリアルタイム型(同時双方向型)である。リアルタイム型授業は、学習の様子が授業者にもわかることや、学習者同士のやりとりが可能というメリットがあり、比較的通常の対面型授業に近いスタイルでの実施が可能である。しかしながら指定された時間にアクセスする必要があり、また一度しか視聴できないため何らかの接続トラブルによって学習に躓きが生じる可能性がある。一方、事前に作成された授業動画を

LMS(学習管理システム: Learning Management System)を通じて配信し、授業時間を固定せずに実施する方式はオンデマンド型(非同期型)と呼ばれる。メリットとして何度も試聴でき、途中で休憩を挟むといった学習ペースの調整が個別化できること、またリアルタイム型よりも接続トラブルに強い、といったことが挙げられる。オンデマンド型のデメリットとしては、授業者が学習者側の様子を把握することができないことや、学習者同士のやりとりがなく一方通行的になりやすいことがある。また広い意味でのオンライン授業にはLMSを用いて学習者に教材資料や課題を提示し、提出物で学習進度を把握したり学習者からの質問にチャットやメールで回答する教材・課題提示型もあるが、本研究ではリアルタイム型とオンデマンド型の2つをオンライン授業として位置付ける。

さて各種の障害のある学生や児童生徒にとって、オンライン授業は対面授業とは異なる困り感を引き起こすことが指摘されている。佐々木・藤原・佐藤・村田・高橋・竹田(2021)による障害学生への調査によると、視覚障害では「動画・映像で映されているものが見えなかった(55%)」「オンライン授業で使用する各種オ

* 熊本大学大学院教育学研究科(現所属: 熊本県立菊池支援学校)

ンラインシステムの操作方法がわからなかった(40%)」など、聴覚障害では「話している人の顔や口元が見えなかった(35.9%)」「動画・映像で提示される音声聞き取れなかった(33.3%)」「音声小さい、または聞き取りにくかった(30.8%)」「動画・映像に付与される字幕で誤字が多く、内容を理解できなかった(26.9%)」などが挙げられ、それぞれの障害の特性からオンライン授業ならではの様々な困り感が生じていることが窺える。さらに視覚障害・聴覚障害に加え肢体不自由・内部障害・発達障害・精神障害などを含む全体では「目が疲れた(34.5%)」「集中力が続かなかった(29.6%)」といった障害特性そのものから生じる問題ではないが、基本的な授業の質とも関連する困り感が多かったことが報告されている。

一方で佐々木ら(2021)は、障害学生がオンライン授業で役立ったことについても報告しており、「教室や自宅など場所を問わずアクセスできること(65.7%)」や「動画教材に複数回アクセスできること(57.1%)」などが挙げられている。「場所を問わずアクセスできること」は肢体不自由学生の移動の困難を解消し、体調不良等が生じやすい慢性疾患や内部障害等のある学生が体力を消耗せずに参加できるなどのメリットがある。また「複数回アクセスの可能」は、注意集中に困難がある発達障害学生の学習を促進するものと考えられる。

上記の指摘から、オンライン授業は障害のある学生または児童生徒に対してポジティブな側面も有しているものの、オンライン授業の具体的な取り組み次第では、新たな困り感を生じさせてしまう可能性が示唆される。そのため、まずはオンライン授業そのものを各種の障害特性を踏まえて改善し、ユニバーサルデザインの観点から質の向上を図ることが喫緊の課題である。具体的には、「目が疲れた」「集中力が続かなかった」など、多くの障害学生が抱える問題を改善するための方策として、快適なオンライン授業動画の作成のためのガイドラインを策定することが必要である。さらに、それに沿ったオンライン授業づくりをベースにし、必要な場合は合理的配慮として個々の障害の状態に応じた手立てを講じていくことが求められる。

本研究では、オンライン授業の画質及び音質に着目し、アクセシビリティの観点から適切なオンライン授業動画の画質や音質について検討を重ねていきたい。

2. オンライン授業における適切な画質及び音声に関する検討

「目の疲労」を訴える障害学生が多いこと(佐々木ら, 2021)や、障害学生以外にも一般にメディアの長時

間利用は目の疲労を起こしやすい点を考えても、オンライン授業動画の画質を向上させることは快適な学習環境へとつながる。特にオンライン授業では、黒板に板書した文字の映写やPowerPointなどのスライドの画面共有により、ディスプレイ上の文字を読ませることが多いため、文字の読み取りやすさが重要になる。

この文字の読み取りやすさについては、動画の解像度に加え視聴機器のディスプレイサイズが大きく影響する。解像度については、一般的な設定としてZoomの画面共有は360p(設定及び契約形態によって720pにすることが可能)、YouTubeなど動画共有サービスでは元動画の解像度を最大に240p~2160pまでを通信状況に応じて変化させる設定になっている。当然ながら、解像度が低い場合は文字の視認性が低くなり、受講者にかかる負荷が強くなる。またディスプレイサイズに関しては、小・中・特別支援学校などGIGAスクール構想によって配布された機器(タブレット等)を用いている場合は児童生徒間で統一されているが、高等学校や大学では生徒や学生が各自で準備した機器で視聴するためディスプレイサイズが統一されていないことが多い。大画面のPC用ディスプレイ等(23インチ以上)で視聴する場合もあれば、タブレット(概ね10インチ程度)で視聴する場合や、スマートフォン(5インチ程度)で視聴する場合もある。したがって、かなり小さなディスプレイで視聴する場合でも読み取りやすい文字やフォントのサイズを順守して動画を作成・配信する必要がある。ここではフォントの種類や視聴する画面サイズなどの違いを踏まえながら最適なフォントサイズについての検討を行う。

また画質と同様に、音質についても可能な限り教師の声が聞こえやすいように配慮していく必要がある。聞き取りやすさは一般に、話者の話し方や滑舌などの発話された音声そのものの要因(内部要因)と、環境音や残響音など聞きたい音に外から別の音が加わるなどの外部要因によっても左右される。特にマイクによって集音される動画は、カクテルパーティ効果などで知られる心理的な情報処理がなされることなく録音される。話者の声以外の情報も含まれてしまうため、ノイズや残響音などの影響が大きくなってしまふことが考えられる。

ノイズや残響音を低減するためには、収録環境を整備する、もしくは適切な集音機器(マイク)へ交換することが効果的である。収録環境は外部騒音が入らない防音設備と残響音を生じさせない吸音設備が理想的であるが、オンライン授業の実施のためにそうしたスタジオ並みの設備を整備することは現実的ではないだろう。ここでは比較的安価に(1万円~2万円程度)入手可能な集音機器に限定し、実際のオンライン授業

に近い形で収録を行なった動画を比較検討することによって、ノイズや残響音の低減効果を検討した。

2-1 方法

(1) 対象者

21～23歳の大学生20名（男性12名、女性8名）。全員が右目・左目とも裸眼視力又は矯正視力が1.0以上であること、特に聴覚的な困難を抱えていないことを確認した。また全員が大学でのオンライン授業を受講した経験があった。評価に際し、事前に「日本版青年/成人版感覚プロファイル (AASP)」(萩原・岩永・伊藤・谷, 2015a) より視覚セクション及び聴覚セクションから感覚過敏・感覚回避に関する項目を抜き出し、視覚6項目、聴覚6項目の12項目について0～4点の5件法で回答してもらった。

(2) 文字の見やすさに関する検討手続き

黒板の板書を撮影する場合とパワーポイントでスライドを画面共有した場合の短い説明動画（「私のおすすめのカレー屋さん」）を撮影した。撮影はLogicool社製Stream Cam C980を用い、カメラの最大解像度の1080p/60fpsで撮影した。黒板の板書では297cm幅の黒板が画面横一杯に入るように黒板から267cmの距離で撮影し、文字サイズを15×15センチ、10×10センチ、8×8センチ、5×5センチ、3×3センチの大きさとした (Fig.1)。パワーポイントスライドでは游教科書体とUD教科書体をそれぞれ用い、フォントサイズは36pt, 28pt, 20pt, 16pt, 12ptとした (Fig.2)。板書・スライドのどちらも各サイズの文字を3つずつ



Fig.1 黒板の文字の見やすさの評価動画の1場面

横に配列して構成した。結果、3種類の動画が作成され（黒板、游教科書体スライド、UD教科書体スライド）、撮影した動画はZoomでの標準的な画質を考慮し640×360（360p）の解像度で出力した。

動画視聴に際してはディスプレイの大きさを考慮し以下の3種類の視聴機器を用いた。

- ① iPad (2019)：ディスプレイサイズ10.2インチ、解像度は2160×1620ピクセル（264dpi）
- ② iPad mini(2019)：ディスプレイサイズ7.9インチ、解像度は2048×1536ピクセル（326dpi）
- ③ iPhone 7：ディスプレイサイズは4.7インチ、解像度は1334×750ピクセル（326dpi）

対象者全員に3種類の動画を3種類のディスプレイサイズで視聴してもらい、「見やすさ」（「全く問題ない」～「とても見にくい」の5件法）及び「文字の明瞭度」（「全く問題ない」～「とてもぼやけている」の5件法）で評価してもらった。「見やすさ」については画面中央に板書した文字をサイズ毎に評定してもらい、「明瞭度」については文字サイズと板書の位置（左側、中央、右側）毎に評定してもらった。また評定とは別に、「自分が最も適切だと感じる文字サイズ」についても回答してもらった。

(3) 音声の聴きやすさに関する検討手続き

K大学教育学部の模擬授業室にて、以下の4種類のマイクを用いて収録した音読動画を作成した。

- ① iPadのマイクによる音声収録
- ② Webカメラ（C980）のマイクによる音声収録
- ③ ダイナミックマイク（Shure社製55SH）
- ④ ヘッドセットマイク（Shure社製wh20xlr）

なお、③と④にはオーディオインターフェース（STEINBERG社製UR22mkII）を用いてPCに接続した。また①はiPadのカメラにて画面も撮影し、②③④はC980にて画面撮影を行なった。

音読内容は朝日新聞（1973年10月15日付）に掲載された「天声人語『新聞の責任』」を使用し、男性と女性の2名のバージョンを用意した。結果、8種類（マイク4種類×男性・女性）の動画が作成された。

聴きやすさに対する評定には、9項目の形容詞対を7件法にて用いた（Table 7参照）。また評定についてはそれぞれの動画を対象者が自由に繰り返し視聴でき



Fig.2 スライドの文字の見やすさの評価動画に用いたスライド

Table 1 黒板に板書した文字の「見やすさ」に関する評定平均値 (SD)

		全対象者 (n=20)	視覚過敏性(高) (n=10)	視覚過敏性(低) (n=10)
iPad (10.2インチ)	15×15cm	5 (0)	5 (0)	5 (0)
	10×10cm	5 (0)	5 (0)	5 (0)
	8×8cm	5 (0)	5 (0)	5 (0)
	5×5cm	4 (1.05)	3.9(0.94)	4.1(1.14)
	3×3cm	3.2 (0.81)	3 (0.89)	3.4(0.66)
iPad mini (7.9インチ)	15×15cm	5 (0)	5 (0)	5 (0)
	10×10cm	5 (0)	5 (0)	5 (0)
	8×8cm	4.85(0.48)	4.7(0.64)	5 (0)
	5×5cm	3.95(0.97)	4.3(0.46)	3.6(1.2)
	3×3cm	3.15(1.01)	3.2(0.6)	3.1(1.3)
iPhone (4.7インチ)	15×15cm	4.75(0.43)	4.6(0.49)	4.9(0.3)
	10×10cm	4.75(0.54)	4.7(0.46)	4.8(0.6)
	8×8cm	4.65(0.57)	4.5(0.67)	4.8(0.4)
	5×5cm	3.4 (1.02)	3.3(1)	3.5(1.02)
	3×3cm	2.75(1.18)	2.5(1.2)	3 (1.1)

Table 2 黒板に板書した文字の「明瞭度」に関する評定平均値 (SD)

		全対象者 (n=20)			視覚過敏性(高) (n=10)			視覚過敏性(低) (n=10)		
		画面左端	画面中央	画面右端	画面左端	画面中央	画面右端	画面左端	画面中央	画面右端
iPad (10.2インチ)	15×15cm	4.85(0.36)	5 (0)	4.9 (0.3)	4.8(0.4)	5 (0)	4.9(0.3)	4.9(0.3)	5 (0)	4.9 (0.3)
	10×10cm	4.65(0.48)	4.95(0.22)	4.95(0.22)	4.5(0.5)	5 (0)	5 (0)	4.8(0.4)	4.9(0.3)	4.9 (0.3)
	8×8cm	4.5 (0.67)	4.9 (0.44)	4.84(0.49)	4.3(0.78)	5 (0)	4.9(0.3)	4.7(0.46)	4.8(0.6)	4.78(0.63)
	5×5cm	4 (0.71)	4.25(1.18)	4.25(0.94)	3.7(0.78)	4.3 (1.19)	4.2(0.98)	4.3(0.46)	4.2(1.17)	4.3 (0.9)
	3×3cm	3.2 (0.75)	3.8 (1.36)	3.25(1.09)	3.2(0.87)	3.7 (1.49)	3.3(1.27)	3.2(0.6)	3.9(1.22)	3.2 (0.87)
iPad mini (7.9インチ)	15×15cm	4.95(0.22)	5 (0)	5 (0)	4.9(0.3)	5 (0)	5 (0)	5 (0)	5 (0)	5 (0)
	10×10cm	4.74(0.44)	5 (0)	5 (0)	4.5(0.5)	5 (0)	5 (0)	5 (0)	5 (0)	5 (0)
	8×8cm	4.7 (0.46)	4.95(0.22)	4.8 (0.4)	4.4(0.49)	5 (0)	4.7(0.46)	5 (0)	4.9(0.3)	4.9 (0.3)
	5×5cm	3.8 (0.75)	4 (1)	4.2 (0.98)	3.7(0.64)	4.1 (0.83)	4.1(0.94)	3.9(0.83)	3.9(1.14)	4.3 (1)
	3×3cm	3.25(1.04)	3.7 (1.23)	3.4 (0.92)	3.2(0.98)	3.7 (0.9)	3.4(0.66)	3.3(1.1)	3.7(1.49)	3.4 (1.11)
iPhone (4.7インチ)	15×15cm	4.95(0.22)	5 (0)	5 (0)	4.9(0.3)	5 (0)	5 (0)	5 (0)	5 (0)	5 (0)
	10×10cm	4.75(0.43)	4.9 (0.3)	4.85(0.36)	4.6(0.49)	4.9 (0.3)	4.8(0.4)	4.9(0.3)	4.9(0.3)	4.9 (0.3)
	8×8cm	4.7 (0.56)	4.79(0.41)	4.55(0.67)	4.5(0.67)	4.67(0.47)	4.5(0.67)	4.9(0.3)	4.9(0.3)	4.6 (0.66)
	5×5cm	3.85(0.85)	3.9 (1.09)	4 (1.3)	3.8(0.87)	3.8 (0.98)	3.8(1.17)	3.9(0.83)	4 (1.18)	4.2 (1.4)
	3×3cm	2.9 (1.18)	3.2 (1.33)	3 (1.34)	2.7(1.1)	3 (1.26)	2.8(1.33)	3.1(1.22)	3.4(1.36)	3.2 (1.33)

Table 3 適切と思う板書文字のサイズ

		15×15cm	10×10cm	8×8cm	5×5cm	3×3cm
iPad (10.2インチ)	感覚過敏性(高)	0%	90%	10%	0%	0%
	感覚過敏性(低)	10%	30%	60%	0%	0%
	全対象者	5%	60%	35%	0%	0%
iPad mini (7.9インチ)	感覚過敏性(高)	10%	70%	20%	0%	0%
	感覚過敏性(低)	40%	50%	10%	0%	0%
	全対象者	25%	60%	15%	0%	0%
iPhone (4.7インチ)	感覚過敏性(高)	0%	100%	0%	0%	0%
	感覚過敏性(低)	20%	80%	0%	0%	0%
	全対象者	10%	90%	0%	0%	0%

るようにした。

2-2 結果と考察

- (1) 板書撮影配信における文字の「見やすさ」「明瞭度」に関する評価結果
板書した文字を撮影して配信した場合の文字の「見

やすさ」と「明瞭度」について対象者に評定してもらった結果を Table 1 及び 2 にまとめた。

「見やすさ」について群 (2: 視覚過敏性 (高), 視覚過敏性 (低) × ディスプレイサイズ (3: iPad, iPad mini, iPhone) × 文字サイズ (5: 15×15, 10×10, 8×8, 5×5, 3×3) の 3 要因分散分析を行ったところ、ディ

スプレイズ (F_(2,36)=7.45, p=.002) 及び文字サイズ (F_(4,72)=64.4, p<.001) の主効果が有意であり、群の主効果は有意ではなかった (F_(1,18)=0.28, p=0.60)。ディスプレイサイズは iPad と iPad mini の間には差は見られなかったが、iPhone では見やすさが有意に低下していた。文字サイズは 15×15 センチから 8×8 センチまでは有意な差はなかったが、5×5 センチになると有意に見やすさが低下し、3×3 センチでさらに低下していた。ただし群×ディスプレイサイズ×文字サイズの 3 次の交互作用 (F_(8,144)=2.29, p=.023) が有意だったため、ディスプレイサイズと文字サイズの効果は単純には解釈できない。単純効果及び単純交互作用の検定の結果、iPad mini と 5×5 センチの組み合わせの時に視覚過敏性が高いグループの方が低いグループよりも「見やすい」と評価していた。また総じて感覚過敏性 (高) グループの方がディスプレイサイズの影響を受けやすく、文字サイズが 15×15 センチ (F_(2,180)=2.37, p=.096), 8×8 センチ (F_(2,180)=2.81, p=.063), 5×5 センチ (F_(2,180)=11.25, p<.001), 3×3 センチ (F_(2,180)=5.77, p=.004) の時にディスプレイサイズによる単純-単純主効果が有意若しくは有意傾向となっていた (唯一 10×10 センチの場合のみ有意差がなかった)。文字サイズによっても異なるが、iPad よりも iPad mini, iPad mini よりも iPhone と、画面が小さくなるにつれて見やすさが低下する傾向にあった。一方、感覚過敏性 (低) グループでは 8×8 センチ (F_(2,180)=4.59, p=.011) の場合のみディスプレイサイズの影響が有意であり、iPad の場合に高い見やすさを示していたが、その他の文字サイズではディスプレイサイズによって見やすさは変わらなかった。その他の 2 次の交互作用はいずれも有意ではなかった (ps>.10)。

「明瞭度」については、群 (2: 視覚過敏性 (高), 視覚過敏性 (低)) × ディスプレイサイズ (3: iPad, iPad mini, iPhone) × 板書位置 (3: 左側, 中央, 右側) × 文字サイズ (5: 15×15, 10×10, 8×8, 5×5, 3×3) の 4 要因分散分析で分析した。その結果、板書位置 (F_(2,36)=6.51, p=.004) 及び文字サイズ (F_(4,72)=44.8, p<.001) の主効果が有意であり、板書位置と文字サイズの 2 次交互作用 (F_(8,144)=4.14, p<.001) も有意だった。まとめると板書位置が左側にある文字の明瞭度が低く、中央と右側の間では有意な差は認められなかった。文字サイズは 15×15 から 8×8 センチのサイズでは明瞭度に差がなかったが、5×5 センチになると有意に明瞭度が下がり、3×3 センチではさらに下がっていた。また群×板書位置×文字サイズの 3 次交互作用 (F_(8,144)=1.76, p=.08) に有意な傾向が見られたため下位検定を行ったところ、視覚過敏性 (低) グループは文字サイズが最小の 3×3 センチの場合にのみ板書位

置に有意差が見られた (左側の文字を見にくいと感じていた) が、視覚過敏性 (高) グループは 15×15 センチという最大の文字以外の全ての文字サイズで板書位置によって明瞭度に有意な差があることが分かった。

また「自分が最も適切だと感じる文字サイズ」の結果を Table 3 に示した。どの条件でも 5×5 センチ及び 3×3 センチを選んだ対象者がいなかったため、15×15 センチ, 10×10 センチ, 8×8 センチの 3 サイズについて、ディスプレイサイズの違いによる差があるかを χ^2 検定で分析した。その結果、ディスプレイサイズによる適切な文字サイズの選択には有意な差が見られ ($\chi^2_{(4)}=12.25, p<.05$)、残差分析の結果、ディスプレイサイズが大きい場合は 8×8 センチ (z=1.94, p<.10) が、小さくなると 10×10 センチ (z=3.17, p<.05) が選ばれる傾向があった。

またディスプレイサイズ毎に視覚過敏性の高低によって選択結果が異なるかを分析したところ、iPad の時のみ有意であり ($\chi^2_{(2)}=7.57, P<.05$)、視覚過敏性が高い人は 10×10 センチを適切と評価する人が多く (z=2.74, p<.01)、低い場合は 8×8 センチを選ぶ人が多かった (z=2.34, p<.05)。iPad mini 及び iPhone では視覚過敏性による違いは見られなかった。

まとめると、板書の文字を撮影してオンライン授業で配信する場合、5×5 センチ以下のサイズではどのディスプレイサイズでも明瞭度が低く、見にくいと感じるようである。iPad のような比較的大きいサイズで受講することが前提になっている場合、8×8 センチでも全対象者が見やすいと評価しているが、それよりも小さなディスプレイサイズになると、徐々に見にくいと感じる人数が増える。Table 3 の結果から見ても、文字サイズは 10×10 センチを確保することが重要である。

また板書を撮影する場合、カメラのピントは画面中央に当たるため左右端に板書した文字は焦点がずれるため明瞭度が低くなる。視覚過敏性が低い場合は、よほど小さい文字サイズでない限りは特に気にはならないようだが、視覚過敏性が高い場合は板書位置による明瞭度の違いが大きく影響するようである。画面端にある文字は、およそ 1 段階レベル程度は明瞭度が下がる (8×8 センチ→5×5 センチ) と考えて、文字サイズに留意して板書をすべきであろう。

(2) スライド画面共有におけるフォントの「見やすさ」

「明瞭度」に関する評価結果

PowerPoint などのスライドを画面共有機能を用いて配信する場合のフォントの「見やすさ」及び「明瞭度」に対する評定結果を Table 4 及び 5 にまとめた。また「自分が最も適切だと感じるフォントサイズ」の

Table 4 スライド文字の「見やすさ」に関する評定平均値 (SD)

		全対象者 (n=20)		視覚過敏性(高) (n=10)		視覚過敏性(低) (n=10)	
		游教科書体	UD教科書体	游教科書体	UD教科書体	游教科書体	UD教科書体
iPad (10.2インチ)	36pt	5 (0)	5 (0)	5 (0)	5 (0)	5 (0)	5 (0)
	28pt	4.95(0.22)	5 (0)	4.9(0.3)	5 (0)	5 (0)	5 (0)
	20pt	4.7 (0.56)	4.75(0.43)	4.6(0.66)	4.7 (0.46)	4.8(0.4)	4.8(0.4)
	16pt	3.45(0.97)	3.9 (0.94)	3.5(0.92)	3.9 (0.7)	3.4(1.02)	3.9(1.14)
	12pt	2.9 (1.04)	3.3 (1.05)	2.8(1.17)	3.2 (0.87)	3 (0.89)	3.4(1.2)
iPad mini (7.9インチ)	36pt	4.9 (0.3)	5 (0)	4.9(0.3)	5 (0)	4.9(0.3)	5 (0)
	28pt	4.9 (0.3)	4.95(0.22)	4.9(0.3)	5 (0)	4.9(0.3)	4.9(0.3)
	20pt	4.45(0.74)	4.68(0.57)	4.4(0.49)	4.78(0.42)	4.5(0.92)	4.6(0.66)
	16pt	3.5 (1.12)	3.7 (0.95)	3.4(0.8)	3.8 (0.6)	3.6(1.36)	3.6(1.2)
	12pt	2.65(1.06)	2.95(0.92)	2.4(1.02)	2.9 (0.7)	2.9(1.04)	3 (1.1)
iPhone (4.7インチ)	36pt	4.8 (0.4)	4.9 (0.3)	4.8(0.4)	4.9 (0.3)	4.8(0.4)	4.9(0.3)
	28pt	4.75(0.43)	4.85(0.48)	4.8(0.4)	4.9 (0.3)	4.7(0.46)	4.8(0.6)
	20pt	4.15(0.91)	4.5 (0.67)	4.2(0.75)	4.3 (0.64)	4.1(1.04)	4.7(0.64)
	16pt	3 (1.14)	3.55(1.16)	3 (1.1)	3.3 (1)	3 (1.18)	3.8(1.25)
	12pt	2.2 (1.03)	2.6 (1.16)	2.1(1.04)	2.3 (1.19)	2.3(1)	2.9(1.04)

Table 5 スライド文字の「明瞭度」に関する評定平均値 (SD)

		全対象者 (n=20)		視覚過敏性(高) (n=10)		視覚過敏性(低) (n=10)	
		游教科書体	UD教科書体	游教科書体	UD教科書体	游教科書体	UD教科書体
iPad (10.2インチ)	36pt	5 (0)	5 (0)	5 (0)	5 (0)	5 (0)	5 (0)
	28pt	4.95(0.22)	4.95(0.22)	4.9(0.3)	5 (0)	5 (0)	4.9(0.3)
	20pt	4.65(0.57)	4.68(0.73)	4.5(0.5)	4.78(0.42)	4.8(0.6)	4.6(0.92)
	16pt	3.6 (0.97)	3.9 (0.99)	3.5(0.81)	4 (0.63)	3.7(1.1)	3.8(1.25)
	12pt	3 (1.14)	3.65(1.06)	3.1(1.14)	3.7 (1.1)	2.9(1.14)	3.6(1.02)
iPad mini (7.9インチ)	36pt	4.95(0.22)	5 (0)	5 (0)	5 (0)	4.9(0.3)	5 (0)
	28pt	4.85(0.48)	4.9 (0.44)	4.9(0.3)	5 (0)	4.8(0.6)	4.8(0.6)
	20pt	4.5 (0.81)	4.75(0.43)	4.5(0.67)	4.8 (0.4)	4.5(0.92)	4.7(0.46)
	16pt	3.55(1.02)	3.75(0.83)	3.4(1.11)	3.7 (0.78)	3.7(0.9)	3.8(0.87)
	12pt	3.2 (1.17)	3 (1.34)	3 (1.26)	2.9 (1.3)	3.4(1.02)	3.1(1.37)
iPhone (4.7インチ)	36pt	5 (0)	4.95(0.22)	5 (0)	4.9 (0.3)	5 (0)	5 (0)
	28pt	5 (0)	4.8 (0.4)	5 (0)	4.7 (0.46)	5 (0)	4.9(0.3)
	20pt	4.3 (0.9)	4.25(0.94)	4.3(0.78)	4.1 (0.94)	4.3(1)	4.4(0.92)
	16pt	3.45(1.24)	3.45(1.36)	3.3(1.27)	3.1 (1.3)	3.6(1.2)	3.8(1.33)
	12pt	2.5 (1.28)	2.65(1.42)	2.3(1.42)	2.4 (1.5)	2.7(1.1)	2.9(1.3)

Table 6 適切と思うスライドのフォントサイズ

		36pt		28pt		20pt		16pt		12pt	
		游教科書体	UD教科書体								
iPad (10.2インチ)	感覚過敏性(高)	30%	40%	70%	60%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	感覚過敏性(低)	10%	10%	90%	70%	0%	20%	0%	0%	0%	0%
	全対象者	20%	25%	80%	65%	0%	10%	0%	0%	0%	0%
iPad mini (7.9インチ)	感覚過敏性(高)	30%	20%	70%	80%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	感覚過敏性(低)	30%	10%	70%	90%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	全対象者	30%	15%	70%	85%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
iPhone (4.7インチ)	感覚過敏性(高)	30%	40%	70%	60%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	感覚過敏性(低)	20%	60%	80%	40%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	全対象者	25%	50%	75%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

結果は Table 6 のようになった。

「見やすさ」の評定結果について、群 (2: 視覚過敏性(高), 視覚過敏性(低)) × ディスプレイサイズ (3: iPad, iPad mini, iPhone) × フォントの種類 (2: 游教科書体, UD教科書体) × フォントサイズ (5: 36pt,

28pt, 20pt, 16pt, 12pt) の 4 要因分散分析を行った。その結果、ディスプレイサイズ ($F_{(2,36)}=6.86, p<.001$), フォント種類 ($F_{(1,18)}=7.37, p<.001$) 及びフォントサイズ ($F_{(4,72)}=84.19, p<.001$) の主効果が有意であり、まとめるとディスプレイサイズの小さい iPhone は他の

2つよりも見にくくなり、UD教科書体は游教科書体よりも見やすく、フォントサイズは36ptと28ptでは有意な差が見られなかったが、それ以外はサイズが小さくなるにつれて有意に見やすさが低下していた。しかしながらディスプレイサイズ×フォントサイズ ($F_{(8,144)}=3.72, p<.001$) 及びフォント種類×フォントサイズ ($F_{(4,72)}=6.36, p<.001$) の2次交互作用が有意であったため、下位検定を行ったところ、フォントサイズが36pt及び28ptの場合はどのディスプレイサイズでも見やすさに有意な差はなく、20pt以下の場合にディスプレイサイズが影響することが示された (20pt, $F=7.01, p=.001$; 16pt, $F=7.84, p<.001$; 12pt, $F=21.38, p<.001$, いずれも $df=2, 180$)。多重比較の結果、20ptと16ptの場合はiPadとiPad miniの間に有意差はなくiPhoneと2機種の間にも有意差が認められるだけだが、12ptになるとiPadとiPad miniの間にも有意差が生じていた。一方、UD教科書体は20pt以下のサイズでは游教科書体よりも有意に見やすいと評価されており (20pt, $F=8.34, p=.005$; 16pt, $F=30.74, p<.001$; 12pt, $F=25.83, p<.001$, いずれも $df=1, 90$)、フォントサイズが小さい場合のUD教科書体の視認性の良さが確認された。

明瞭度についてはディスプレイサイズ ($F_{(2,36)}=6.88, p=.003$)、フォント種類 ($F_{(1,18)}=3.88, p=.064$)、フォントサイズ ($F_{(4,72)}=50.10, p<.001$) の主効果が有意もしくは有意な傾向にあった。またディスプレイサイズ×フォントサイズ ($F_{(8,144)}=3.77, p<.001$)、フォント種類×フォントサイズ ($F_{(4,72)}=3.39, p=.013$)、ディスプレイサイズ×フォント種類×フォントサイズ ($F_{(8,144)}=2.26, p=.026$) の2次・3次の交互作用がそれぞれ有意だった。総じて「見やすさ」の分析結果と同様に、20pt以下ではディスプレイサイズによって明瞭度が異なってくる (20pt, $F=5.24, p=.01$; 16pt, $F=2.68, p<.10$; 12pt, $F=16.99, p<.001$, いずれも $df=2, 180$)、16pt以下ではUD教科書体の方が游教科書体よりも明瞭度が高いこと (16pt, $F=6.54, p=.012$; 12pt, $F=9.42, p=.003$, どちらも $df=1, 90$)、ただしフォント種類とフォントサイズが影響するのはiPadの場合のみ ($F_{(4,216)}=4.73, p=.001$) で、iPad mini及びiPhoneではフォント種類とフォントサイズの単純・単純主効果や単純交互作用は認められなかった。

また「見やすさ」「明瞭度」どちらにおいても視覚過敏性は主効果及び交互作用いずれも有意ではなく、スライドを画面共有する場合は視覚過敏の影響は認められなかった。また適切なフォントサイズについての選択は、どのディスプレイサイズ×フォント種類では有意な差がみられなかったが、UD教科書体に限ると、ディスプレイサイズ×フォントサイズで χ^2 検定が有

意で ($\chi^2_{(4)}=10.18, p<.05$)、iPadの場合に20ptを選択する対象者が有意に多かった ($z=2.03, p<.05$)。

まとめると、スライドを画面共有する場合はフォントサイズを28pt以上に設定することが望ましく、それ以下になると見にくいと感じる人が出てくると思われる。ただし受講者がiPad (10.2インチ以上) のディスプレイを用いることが前提になっている場合は、UD教科書体を用いると28ptよりも小さいフォントサイズでもある程度読み取れることができるようである。

黒板を撮影する場合と異なり視覚過敏性の影響がみられなかったのは、スライドの画面共有は焦点距離とは関係なく画面全体が解像度に応じて投影されるためであろう。

(3) 音声の聴きやすさに関する評価結果

音声の聴きやすさについて各形容詞対毎に評定してもらった結果をTable 7にまとめた。

各形容詞対毎に群 (2:聴覚過敏性(高), 聴覚過敏性(低))×収録マイク (4:iPad, Webカメラ, ダイナミックマイク, ヘッドセットマイク)×音声 (2:男性の声, 女性の声) で分析を行なった。その結果、どの形容詞対も同じような結果の傾向を示したので、ここでは総合的な指標としての「聞きやすい～聞きにくい」を中心に記載し、その他の形容詞対については特徴的な結果のみを報告する。

「聞きやすい～聞きにくい」については、マイクの種類 ($F_{(3,54)}=28.68, P<.001$)、音声の主効果 ($F_{(1,18)}=19.10, p<.001$) 及びマイクの種類×音声の交互作用 ($F_{(3,54)}=4.17, p=.009$) が有意だった。マイクの種類についてはダイナミックマイクとヘッドセットマイクが最も聞きやすく、次いでWebカメラ、さらにiPadが最も低いという結果になった。ダイナミックマイクとヘッドセットマイクに有意差が見られたのは「強い～弱い」の項目のみで、ヘッドセットマイクがダイナミックマイクよりも有意に強いと評価されていた。

音声については総じて女性の声の方が聞きやすいようだが、マイクの種類や形容詞対によってパターンが異なっていた。「聞きやすい～聞きにくい」では男性の声と女性の声で差が出るのはヘッドセットマイクとダイナミックマイクの場合で、iPad及びWebカメラでは男女差はなかった。一方、「近い～遠い」ではiPadとWebカメラで有意差がみられ、男性の声の方が近いと評価されていたが、ヘッドセットマイクとダイナミックマイクでは男女差がなかった。

これらの結果は、iPadとWebカメラのマイクが周囲の音を幅広く收音し残響音まで取り込んでしまうのに対し、ヘッドセットマイクとダイナミックマイクが教室の残響音を集音せず、話者の音声を狙って採録す

Table 7 音声の聴きやすさに関する評価平均値 (SD)

形容詞対	聴覚過敏性	iPad マイク		Web カメラマイク		ダイナミックマイク		ヘッドセットマイク	
		男性の声	女性の声	男性の声	女性の声	男性の声	女性の声	男性の声	女性の声
良い～悪い	聴覚過敏性(高)	3.5 (0.92)	3.7 (1.1)	3.4 (0.92)	4.4 (1.02)	5 (0.89)	5.6 (0.66)	4.9 (0.7)	6.2 (0.6)
	聴覚過敏性(低)	3.9 (0.94)	3.3 (1)	4.1 (1.3)	4.9 (1.37)	4.9 (0.94)	5.8 (0.6)	5.1 (0.83)	5.6 (1.11)
	全対象者	3.7 (0.95)	3.5 (1.07)	3.75(1.18)	4.65(1.24)	4.95(0.92)	5.7 (0.64)	5 (0.77)	5.9 (0.94)
強い～弱い	聴覚過敏性(高)	4.1 (1.45)	2.5 (1.02)	5.6 (0.92)	5.1 (1.04)	4 (0.63)	3.9 (0.7)	4.7 (0.78)	4.4 (0.49)
	聴覚過敏性(低)	4.2 (1.25)	2.2 (0.4)	5.5 (0.67)	4.9 (0.54)	4.2 (0.75)	3.6 (0.8)	4.8 (0.6)	4.1 (0.94)
	全対象者	4.15(1.35)	2.35(0.79)	5.55(0.8)	5 (0.84)	4.1 (0.7)	3.75(0.77)	4.75 (0.7)	4.25(0.77)
綺麗～汚い	聴覚過敏性(高)	3.2 (0.75)	4.4 (0.8)	3.7 (1.1)	4.5 (0.92)	4.7 (1.1)	6.2 (0.75)	4.7 (0.9)	6.1 (0.83)
	聴覚過敏性(低)	3.8 (0.87)	4.4 (0.92)	4.1 (1.14)	4.7 (1.27)	4.4 (1.02)	6.4 (0.49)	5 (1)	6 (0.63)
	全対象者	3.5 (0.87)	4.4 (0.86)	3.9 (1.14)	4.6 (1.11)	4.55(1.07)	6.3 (0.64)	4.85(0.96)	6.05(0.74)
快い～不快な	聴覚過敏性(高)	3.9 (1.22)	4 (0.77)	3.6 (1.2)	4 (1.18)	4.9 (1.14)	6.2 (0.75)	5 (0.63)	6.1 (0.94)
	聴覚過敏性(低)	3.8 (1.17)	4 (1)	3.9 (1.22)	4.5 (1.28)	5 (1.1)	6.2 (0.75)	5.2 (1.08)	5.9 (1.3)
	全対象者	3.85(1.19)	4 (0.89)	3.75(1.22)	4.25(1.26)	4.95(1.12)	6.2 (0.75)	5.1 (0.89)	6 (1.14)
透明な～不透明な	聴覚過敏性(高)	3.1 (0.7)	4 (1.26)	3.4 (1.02)	4.4 (1.2)	4.1 (0.94)	5.7 (0.46)	4.3 (1)	6 (0.63)
	聴覚過敏性(低)	3.5 (1.28)	4.4 (0.66)	3.4 (0.92)	4.2 (0.98)	4.4 (1.11)	6.1 (0.7)	4.3 (1.19)	5.8 (0.75)
	全対象者	3.3 (1.05)	4.2 (1.03)	3.4 (0.97)	4.3 (1.1)	4.25(1.04)	5.9 (0.62)	4.3 (1.1)	5.9 (0.7)
近い～遠い	聴覚過敏性(高)	3.7 (1.1)	2.5 (0.92)	5.1 (1.7)	4.3 (1.95)	4.5 (1.12)	4.6 (0.66)	5.2 (0.6)	5.1 (1.04)
	聴覚過敏性(低)	3.9 (1.04)	2.8 (0.87)	5.1 (1.51)	4.5 (1.28)	4.6 (0.92)	4.7 (1.19)	4.3 (0.78)	4.8 (1.47)
	全対象者	3.8 (1.08)	2.65(0.91)	5.1 (1.61)	4.4 (1.66)	4.55(1.02)	4.65(0.96)	4.75(0.83)	4.95(1.28)
自然な～不自然な	聴覚過敏性(高)	3.1 (1.22)	4.4 (1.02)	3.9 (1.04)	3.9 (1.14)	4.7 (1.35)	4.7 (1)	4.6 (0.92)	5.7 (0.78)
	聴覚過敏性(低)	4.2 (1.17)	4.1 (1.14)	4.6 (1.2)	4.4 (1.43)	4.5 (1.5)	4.9 (1.04)	4.9 (1.3)	5.7 (0.9)
	全対象者	3.65(1.31)	4.25(1.09)	4.25(1.18)	4.15(1.31)	4.6 (1.43)	4.8 (1.03)	4.75(1.13)	5.7 (0.84)
適当な～不適当な	聴覚過敏性(高)	3.9 (1.45)	3.3 (1)	3.9 (1.37)	3.8 (1.25)	4.6 (1.28)	5.2 (0.87)	4.9 (0.83)	5.5 (1.28)
	聴覚過敏性(低)	3.9 (0.94)	3.6 (1.11)	4.5 (1.12)	4.8 (1.4)	5.1 (1.3)	5.9 (0.83)	5.2 (0.87)	5.6 (1.11)
	全対象者	3.9 (1.22)	3.45(1.07)	4.2 (1.29)	4.3 (1.42)	4.85(1.31)	5.55(0.92)	5.05(0.86)	5.55(1.2)
聞きやすい～聞きにくい	聴覚過敏性(高)	3.7 (1.19)	3.6 (1.2)	4.5 (1.63)	4.5 (1.36)	5.4 (0.8)	6.2 (0.6)	5.5 (0.67)	6.6 (0.66)
	聴覚過敏性(低)	3.8 (1.47)	3.6 (1.28)	4.5 (1.28)	5 (1.34)	5.8 (1.08)	6.6 (0.66)	5.7 (0.9)	6.5 (0.67)
	全対象者	3.75(1.34)	3.6 (1.24)	4.5 (1.47)	4.75(1.37)	5.6 (0.97)	6.4 (0.66)	5.6 (0.8)	6.55(0.67)

るために聞こえやすいことを表している。さらにダイナミックマイクは口元により近い位置で再録するため、話者の呼吸音なども捉えてしまい「強さ」を感じるものと思われる。また一般に女性の声の方が聞き取りやすいが、高く反響しやすいため、iPad や Web カメラでは男女差がなくなってくるものと思われる。残響音を集音しないヘッドセットマイクとダイナミックマイクでは女性の声の方が聞きやすいと評価される。

まとめると、オンライン授業では配信場所である教室の残響音を集音しないヘッドセットマイクやダイナミックマイクを用いる方が聞きやすい音声になるが、ヘッドセットマイクを使用する場合、装着方法に留意しないと呼吸音なども入ってしまい「強すぎる」音声になる可能性がある。一方、機器の準備状況次第ではやむを得ず iPad や Web カメラのマイクを利用する場合もあるだろうが、その場合は教室の残響音を取り込まないようにマイク周囲に書籍等を積み上げて簡易なりフレクシオンフィルターを設置するなどの工夫も考えられよう。

一方で、聴覚過敏性についてはどの形容詞対においても主効果が有意ではなかった。今回は実際に日常生活において高い聴覚過敏性を示す対象者ではなく、一般に募集した対象者の中で比較的高い聴覚過敏性を示した対象者を聴覚過敏(高)群として設定した、いわ

ば擬似聴覚過敏者である。そのため聴覚過敏性の高さが及ぼす影響を検出できなかったものと推測される。このことについては実際に臨床的なアプローチから検証がなされる必要があろう。すなわち臨床症状としての聴覚過敏性を高く示している事例を対象に、どのマイクが聞きやすく感じるかを検討する必要があると思われる。

3. オンライン授業動画の理解度と障害特性の関連、視聴時のストレス変化の検討

長時間のオンライン授業動画視聴によってストレスフルな状態が引き起こされる可能性については、既に各所より指摘されており、様々な調査結果においても実際に多くの学生がストレスを感じていたと報告されている。日本財団(2021)による調査によればオンライン授業を体験した17歳から19歳の男女428名のうち71.3%がストレスを感じていたと報告している。こうした多くの学生が感じたストレスは、オンライン授業そのものから生じたというよりも、通常の学生生活を送れないことからもたらされている部分も大きいし、大学の授業のほとんどがオンライン授業になったことによる様々な制約(課題量が多い、自宅に籠りきりになる等)も影響するだろう。しかしながら

比較的長時間にわたって動画を視聴することから生じるストレスは少なからず存在するだろう。

さらに長時間の授業動画視聴時のストレスは、情緒的な問題を引き起こすリスクだけでなく、学習成績そのものにも影響を及ぼす可能性もあるだろう。質の悪い授業動画はストレス負荷も高くなり、集中力の低下にもつながる。その結果、授業により獲得される学習成果が乏しくなる可能性もあるだろう。特に注意集中のコントロールに困難があったり、感覚過敏性が高い場合には、そうした傾向は強くなるものと思われる。

授業動画の質を左右するポイントにはいくつかあるが、ここでは動画の音質に着目する。その理由は、画質についてはスライドの画面共有機能を用いる限り大きな低下は生じることはないが、音質は授業動画の収録状況によって大きく左右される。そのため音質は授業間での違いが生じやすく、オンライン授業の改善ポイントとして重要であると考えられるためである。

ここでは音質を変えた授業動画をそれぞれ視聴している際、どの程度のストレス反応が引き起こされるのかを唾液アミラーゼを用いて継時的に測定することで、オンライン授業とストレスの関連を実験的に明らかにする。また対象者の発達障害の特性の強さとストレス反応を比較検討することにより、発達障害学生等が抱えるオンライン授業に対する困り感について明らかにしていく。

3-1 方法

(1) 対象者

20～25歳の大学生・大学院生26名（男性8名、女性18名）。全員が右目・左目とも裸眼視力又は矯正視力が1.0以上であること、特に聴覚的な困難を抱えていないことを確認した。また全員が大学でのオンライン授業を受講した経験があった。

対象者には「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」（文部科学省・厚生労働省、2017）に基づき研究の目的・内容の説明を行い、研究協力への同意を得た。

(2) 特性尺度

ADHD特性：「CAARS™日本語版（Conners' Adult ADHD Rating Scales）」（中村・染木・大西、2012）の自己記入式の通常版を用いた。ここでは対象者の注意機能や多動性・衝動性などの把握するために実施した。感覚特性尺度：「日本版青年/成人版感覚プロファイル（AASP）」（萩原・岩永・伊藤・谷、2015a）の「聴覚に関する感覚処理」の項目と「日本版SP感覚プロファイル」（萩原・岩永・伊藤・谷、2015b）の短縮版のうち「聴覚フィルタリング」「聴覚過敏性・視覚過敏性」の項目を合わせて実施した。

聞こえに関する尺度：「CHAPS：Children's Auditory Processing Performance Scale」（Smoski, Brunt, & Tannahill, 1998）を小川・原島・堅田（2013）による日本語訳等を参考にして使用した。このCHAPSは雑音下や聴覚的な注意に困難がある場合など6つの聴取条件での評価を行うものであり、聴取条件毎に困難状況を把握することが可能である。本研究ではオンライン授業動画における残響音などの妨害条件を加えるため、聴覚過敏だけでなく聴覚情報処理上の問題が関連すると考えられたため、CHAPSの結果と合わせて分析することにした。

(3) 授業動画

授業動画の題材として放送大学が開設・放映している講義動画を利用した。これは授業の内容や進め方、あるいは個人担当者の個人的要因などもストレス要因となると考えられたため、広く放映されている授業動画を利用した。対象者の所属している専攻分野とは重複しない内容であり、かつ専門的な知識が事前になくても理解可能なものを選定した。

動画①「宇宙の誕生と進化」：放送大学科目「宇宙の誕生と進化」の第1回目講義「宇宙にある天体」。宇宙とは何か、宇宙にあるもの、変化する宇宙についての紹介で構成。43分16秒。

動画②「音楽・情報・脳」：放送大学科目「音楽・情報・脳」第2回目講義「聞く脳・見る脳の仕組み」。脳神経系の基本的な構造と機能、ヒトの脳の働く様子を観察する脳機能イメージングの手法、聴覚と視覚の情報処理の仕方で構成。42分47秒。

授業動画の音声をリバーブ処理によって残響音を作り出し、反響しやすい環境で収録した動画を再現した。なお、ここでは実験的に違いを明確にするため、2000msecのディケイタイム（残響音が-96db程度まで減衰するまでの時間）を設定した。これはホール会場のような響きであり、実際にオンライン授業をこのような状況で収録することはないと考えられるが、実験条件を明確に規定するためにあえて高めに設定した。さらにイコライザ処理により高音域をカットし、くぐもった音声になるようにすると共に、出力レベルの調整によって“ジリ”や“パチ”といったノイズが入るようにした。

なお動画の画質については、画質の悪さの影響を排除するため1080p（フルHD）で統一した。

(4) 手続き

対象者に対して授業動画を視聴してもらい、その後授業内容に関する理解度テストを実施した。授業動画視聴にはiPad（10.2インチ）を用い、ヘッドホンを着用して視聴してもらった。視聴に際しては動画を

Table 8 各特性尺度と理解度テストの標準得点差の相関係数

		標準音質動画 理解度テスト得点	低音質動画 理解度テスト得点	通常音質と低音質 動画の成績の差 (通常音質-低音質)
CAARS™	A 不注意/記憶の問題	0.017	0.270 +	-0.213
	B 多動性/落ち着きのなさ	0.375 *	0.295 +	0.087
	C 衝動性/情緒不安定	0.002	0.290 +	-0.243
	D 自己概念の問題	0.121	0.226	-0.082
	E DSM-IV 不注意型症状	0.229	0.165	0.066
	F DSM-IV 多動性・衝動性型症状	0.270 +	0.399 *	-0.095
	G DSM-IV 総合 ADHD 症状	0.310 +	0.352 *	-0.020
	H ADHD 指標	0.154	0.254	-0.077
CHAPS	I. 雑音のある環境	0.287 +	0.068	0.200
	II. 静かな環境	0.286 +	0.213	0.077
	III. 理想的な環境	0.502 **	0.148	0.325 +
	IV. 手がかりのある場合	0.542 **	0.287 +	0.244
	V. 聴覚的な記憶	0.347 *	0.041	0.277 +
	VI. 聴覚的な注意	0.284 +	0.107	0.164
	総合	0.431 *	0.140	0.268 +
SPI 感覚プロファイル	聴覚フィルタリング	0.209	0.285 +	-0.053
	聴覚過敏性・視覚過敏性	0.118	-0.127	0.213
	聴覚に関する感覚処理	0.161	0.296 +	-0.105

+ p<.10 * p<.05 ** p<.01

巻き戻したり止めたりするなどはせず、メモを取ることも許可しなかった。

授業動画のテーマによる影響を排除するため、対象者は2グループに分けられ「動画①音質良・動画②音質悪」と「動画①音質悪・動画②音質良」の組み合わせで視聴した。また動画の視聴順序についてもカウンターバランスをとり、1回目と2回目の動画視聴は日を改めて実施された。

ストレスチェックには、NIPRO社製唾液アミラーゼモニターを用い、専用チップにより唾液を採取して計測した。計測のタイミングは、①動画視聴前、②動画視聴開始直後、③視聴開始20分経過時点、④動画視聴終了直後(45分時点)の4回とした。

動画視聴後に動画についてのアンケートとして、以下の5問を書面にて質問した。

- 問1) 動画の資料は見やすかったですか? (7件法)
 問2) 動画に字幕が必要だと感じましたか? (7件法)
 問3) 授業者の声はゆっくり・はっきりで聞き取りやすかったですか? (7件法)
 問4) 授業内容を理解する際に雑音や残響音(リバーブ音)が気になりましたか? (7件法)
 問5) 動画で何か気になる点はありましたか? (自由記述)

3-2 結果と考察

(1) 授業動画の理解度について

授業動画視聴後に行った授業内容の理解度テストの

平均正答率は「宇宙の誕生の進化」が58.3% (7.00/12問)、「音楽・情報・脳」は43.3% (5.19/12問)であり正答率に差があった。そのため正答率の差を無くすためにデータの標準化を行い、両授業動画の理解度テストに難易度の差が生じないように修正した。修正後、通常音質と低音質の成績を比較したところ、対象者全体では有意な差は見られなかった ($t_{(25)}=-0.32$, $p>.10$)。そのため対象者の特性と理解度の関連について検討することにした。

(2) 対象者の特性と理解度の関連

まず標準音質動画と低音質動画の理解度テストの標準得点と対象者のCAARS™、CHAPS及び感覚プロファイルの結果の相関係数を算出した。さらに標準音質と低音質の授業動画の理解度テストの標準得点の差を求めた。これは標準音質と低音質の間でどれくらいのパフォーマンスの違いが生じるかを検討するためである。理解度テストの得点及び条件間の得点差と各尺度の相関係数はTable 8のようになった。

理解度テストと有意な相関を示したのは、標準音質動画においてはCAARS™の「B 多動性/落ち着きのなさ」($r_{(24)}=0.375$, $p<.05$)、CHAPSの「III. 理想的な環境」($r_{(24)}=0.502$, $p<.01$)、「IV. 手がかりのある場合」($r_{(24)}=0.542$, $p<.01$)、「V. 聴覚的な記憶」($r_{(24)}=0.347$, $p<.05$)及び「CHAPS 総合」($r_{(24)}=0.431$, $p<.05$)で、その他CAARS™の「F DSM-IV 多動性・衝動性型症状」($r_{(24)}=0.270$, $p<.10$)「G DSM-IV 総合 ADHD 症状」($r_{(24)}=0.310$, $p<.10$)とCHAPSの「I. 雑音のある環境」

($r_{(24)}=0.287, p<.10$), 「II. 静かな環境」($r_{(24)}=0.286, p<.10$) 及び「VI. 聴覚的な注意」($r_{(24)}=0.284, p<.10$) で有意な傾向があった。全て正の相関であることから、これらの尺度得点が高い、すなわち特性が見られるほど理解度テストの得点が高いことが示された。標準音質動画の場合、多動性や落ち着きのなさ、聴覚情報処理の困難さはネガティブな影響を及ぼさず、集中力の向上など良い側面があるものと思われる。

一方、低音質動画では理解度テストとの有意な相関がみられたのは CAARS™ の「F DSM-IV 多動性・衝動性型症状」($r_{(24)}=0.399, p<.05$) と「G DSM-IV 総合 ADHD 症状」($r_{(24)}=0.352, p<.05$) のみであり、その他「A 不注意/記憶の問題」($r_{(24)}=0.270, p<.10$)、「B 多動性/落ち着きのなさ」($r_{(24)}=0.295, p<.10$)、「C 衝動性/情緒不安定」($r_{(24)}=0.290, p<.10$)、CHAPS の「IV. 手がかりのある場合」($r_{(24)}=0.287, p<.10$)、感覚プロフィールの「聴覚フィルタリング」($r_{(24)}=0.285, p<.10$) 及び「聴覚に関する感覚処理」($r_{(24)}=0.296, p<.10$) に有意な傾向がみられた。低音質動画では理解度テスト得点の相関が少なくなり、特に CHAPS の各尺度での相関がみられなくなったことから、標準音質動画におけるポジティブな影響がなくなるものといえよう。

得点差において相関係数が有意傾向を示したのは CHAPS の3項目のみで、「III. 理想的な環境」($r_{(24)}=0.325, p<.10$)、「V. 聴覚的な注意」($r_{(24)}=0.277, p<.10$) 及び「CHAPS 総合」($r_{(24)}=0.268, p<.10$) で正の相関傾向がみられた。すなわち、聴覚情報処理 (auditory processing) に困難がみられる場合、通常音質に比べて低音質では成績の低下が生じてしまうとい

えよう。特に“静寂な部屋で対面して話を聞く場合において聞き取りが困難”との関連性が示唆されることから、本来、自宅で受けるオンライン授業は音質が良ければ理想的な環境で視聴できるにも関わらず、音質が悪ければそうした恩恵を受けることができない。そのため通常音質と低音質で成績に差が生じてしまうものと思われる。また話された言葉を記憶するなど、聴覚的な記憶との関連性もみられることから、低音質の場合は聞き取りそのものに聴覚のリソースが消費され、記憶の保持まで至らないといったことも低音質で成績が低下する原因と推測される。

一方、ADHD 特性や感覚過敏性は音質による成績の低下とは強く関連していないことが示唆された。本研究では ADHD 等の医学的診断のある人を対象者にしたのではなく、対象者の中での ADHD 傾向との関連を比較したのみであるため、実際に ADHD 等の診断を有する臨床群を対象にした場合は、本研究とは異なる結果が得られる可能性があるだろう。

(3) 動画視聴時のストレスについて

ストレスチェックは測定に同意が得られた 20 名分のデータを分析対象とした。視聴時の唾液アミラーゼ値 (kU/L) の変動について、平均値と SD 及び 4 分位偏差を Fig.3 に表した。動画視聴開始直後から低音質ではストレス反応が上昇する対象者が出現し、20 分経過時点では一旦ストレス反応が減少するものの、視聴終了時においてもストレス反応が再び上昇する対象者がいた。しかし Wilcoxon の符号順位検定の結果、高画質条件と低音質条件の間に有意な差は認められなかった。多くの対象者は授業動画視聴中、唾液アミラーゼ値が安定しており、一部の対象者のみが大きく変動

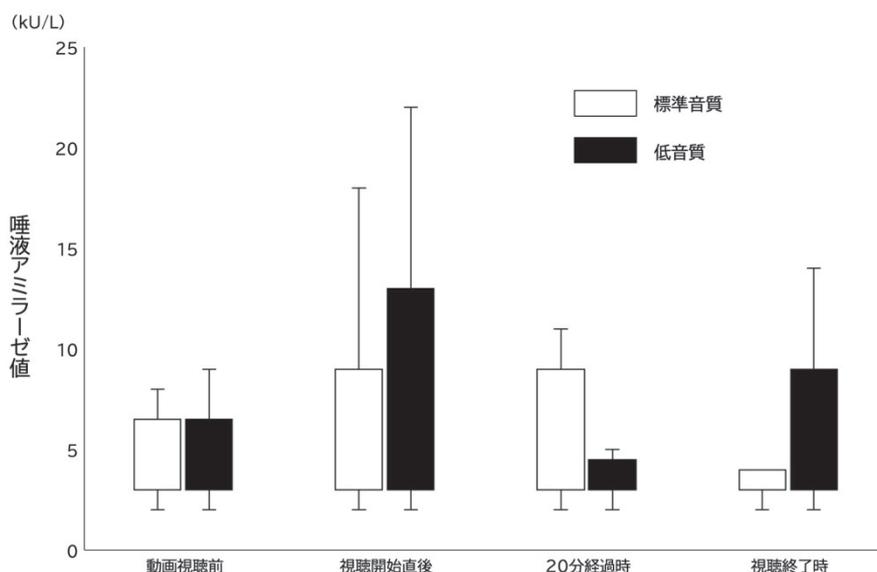


Fig.3 動画視聴時の唾液アミラーゼの変化

しているようだった。そこで、この測定機器における成人の基準値は0~30 kU/Lであることを参考に、視聴中に31 kU/L以上の値を示した対象者を抜き出したところ、通常音質動画で3名、低音質動画で4名の合計5名(2名が重複)が該当していた。通常音質動画では視聴開始20分経過時点で3名がストレス反応を示していたが、うち2名は終了時点でストレス反応が解消していた。低音質動画では視聴開始直後に既に3名がストレス反応を示し、うち2名は20分経過時点でもストレス反応が継続していた。なお高いストレス反応を示した対象者の特性尺度を確認したが、いずれも高いレベルの特性を示しておらず、ストレス反応と対象者の特性については明確な関連性はみられなかった。

結果より、どのような対象者がストレス反応を示しやすいのかは不明で、また全体として音質によるストレスの影響があるとは統計上見いだすことができなかった。しかしながら、低音質な授業動画は一部の対象者にとって開始直後からストレスをもたらし、その状態も持続的であると考えられる。ユニバーサルデザインの視点から鑑みると、実際に授業動画の音質改善にニーズを持つ人がいるということであり、積極的に取り組むべきと考えられる。

また3名の対象者が動画視聴前にややストレス反応を示しており、「独りで授業動画を視聴する」ことに対する不安が推測される。対面授業と異なり、周囲に同じ受講生がいない孤立状況のため、授業内容が理解できるかなどの不安が惹起されやすい。そのためオンライン授業に際しては、その冒頭から雰囲気づくりなどに留意することも必要であろう。

(4) 視聴後のアンケートについて

視聴後に対象者に実施したアンケートの項目について、問1から問4まで通常音質と低音質動画の平均値を比較した。その結果、「問3 授業者の声はゆっくり・はっきりで聞き取りやすかったですか?」($t_{(25)}=2.40$, $p<.05$), 「問4 授業内容を理解する際に雑音や残響音(リバーブ音)が気になりましたか?」($t_{(25)}=4.80$, $p<.01$)において有意差が見られ、対象者は低音質動画に加えられた雑音や残響音が気になり、それにより授業者の声が聞き取りにくいと主観的に感じていたことが明らかとなった。興味深いのは「問1 動画の資料は見やすかったですか?」においても有意な傾向がみられ($t_{(25)}=1.51$, $p<.10$)、低音質の方が資料が見にくかったと感じる傾向にあったことである。これは低音質になることで音声の聞き取りが負担になり、画面に現れる資料の読み取りに負荷がかかったのではと推測される。すなわち音質の問題は音声の聞き取りのみに影響するのではなく、画面上の資料の読み取りにも

影響する可能性も示唆されよう。

4. 結 語

本研究では、オンライン授業を様々な障害特性を抱える児童・生徒・学生の困り感を踏まえ、ユニバーサルデザインの視点からの質的保障を行うためのガイドライン策定を目指し、オンライン授業動画の画質と音質に焦点をあて2つの基礎実験による検討行ってきた。その結果、適切な文字やフォントのサイズ、聞き取りやすい音声収録の方法としてのダイナミックマイクの使用など、情報保障の観点からガイドラインの骨格となるポイントを見出すことができた。

まず黒板を映写する場合、文字サイズは10cm×10cm以上のサイズが基本であり、それよりも小さいと視認性が低下して見にくくなる。ただしiPadなどディスプレイが大きい場合は8cm×8cm程度でも十分許容範囲であり、受講者が10.2インチ以上のタブレットやPCを用いて視聴することが前提となる場合は、ある程度小さい文字でも良いと思われる。ただし黒板の位置によって明瞭度が下がることがあり、画面端になる場合は比較的大きなサイズで書くことが望ましいだろう。スライドを画面共有する場合のフォントサイズについては概ね28pt以上を用いることが基本だが、UDフォントなど視認性が高いものを使用する場合はそれよりも若干小さいサイズ、24~26ptでも許容されると思われる。ただし、黒板の場合と同様、画面共有でも小さなディスプレイで視聴する受講者がいる場合は、28ptよりも大きなフォントサイズが必要となる。さらに文字やフォントのサイズは視覚的過敏性を有する受講者の場合はより影響を受けやすいため、そのような受講者の特性に配慮することも必要である。

音声についてはダイナミックマイクやヘッドセットマイクを用いることで残響音を避けることができ、受講者に聞きやすい音声を届けるように配慮が求められる。ただしヘッドセットマイクは装着の仕方に留意しなければ授業者の呼気が集音されて雑音になってしまうことがある。より自然な音声としてダイナミックマイクの使用が望ましいだろう。

また音声の問題は、ADHDや感覚過敏などの特性を強く有する受講者にとって、授業内容の理解度に影響したり、短時間でストレス反応が出現するなどの影響があることがわかった。こうした特性を有している受講者のニーズに対して、ユニバーサルデザインの視点からのオンライン授業ガイドラインに沿った授業作りが求められよう。

今後の課題として、本研究では画質と音質について

の配慮ポイントを明らかにしてきたが、オンライン授業の質を向上させるためにはより幅広い観点からの検討が必要である。例えばオンライン授業の雰囲気といった面も、受講者の学習効果を高めるためには重要な要素であり、そうした授業づくり全般についても具体的な手立てを検討していく必要がある。ユニバーサルデザインの観点から、様々な特性のある受講者が実際にどのような困り感を抱えているかについての実態調査をもとにして、困り感を解消するための実用的な手立てを提案し、その効果を検証するといった、マイノリティのための配慮がマジョリティに対して効果的であるというエビデンスが求められるであろう。

引用文献

- 1) Brown CE & Dunn W (2002): Adolescent/Adult Sensory Profile. San Antonio, TX, Psychological Corporation. 辻井正次監修, 萩原拓・岩永竜一郎・伊藤大幸・谷伊織 (2015a) 日本版青年・成人感覚プロフィール AASP. 日本文化科学社.
- 2) Conners CK, Erhardt D, & Sparrow E (1999) Conners' Adult ADHD Rating Scale (CAARS) Technical Manual. Multi-Health Systems, North Tonawanda, NY. 中村和彦監修, 染木史緒・大西将文監訳 (2012) CAARS™日本語版マニュアル Conners' Adult ADHD Rating Scales. 金子書房.
- 3) Dunn W(1999): The Sensory Profile: User's manual. San Antonio, TX, Psychological Corporation. 辻井正次監修, 萩原拓・岩永竜一郎・伊藤大幸・谷伊織 (2015b) 日本版感覚プロフィール. 日本文化科学社.
- 4) 文部科学省・厚生労働省 (2017) 人を対象とする医

学系研究に関する倫理指針. <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-10600000-Daijinkanboukouseikagakuka/0000153339.pdf> (2021年9月16日確認)

- 5) 日本財団 (2021) 「18歳意識調査」第35回「コロナ禍とストレス」要約版, https://www.nippon-foundation.or.jp/app/uploads/2021/03/new_pr_20210325_1.pdf (2021年9月16日閲覧).
- 6) 小川征利・原島恒夫・堅田明義 (2013) 津城学級に在籍する児童の聞こえの困難さ検出用チェックリストの作成: 因子分析的検討を通して. 特殊教育学研究, 51(1), 21-29.
- 7) 佐々木銀河・藤原あや・佐藤剛介・村田淳・高橋知音・竹田一則 (2021) 障害のある学生への就学支援における学生本人による効果評価に関する調査研究 (独立行政法人日本学生支援機構令和2年度 (2020年度) プロジェクト研究成果報告書), https://www.jasso.go.jp/statistics/gakusei_shogai_project/2020project/_icsFiles/afiedfile/2021/06/30/r2project_honbun.pdf (2021年9月16日閲覧)
- 8) Smoski, W. J., Brunt, M. A., & Tannahill, J. C. (1998) C.H.A.P.S. Children's Auditory Performance Scale: Instruction manual. Educational Audiology Association, Tampa, Florida.

付記

本研究は2020年度熊本大学アマビエ研究推進事業の一部として実施された。また研究の一部は本研究はJSPS 科研費 JP19K02916「授業のユニバーサルデザインの効果検証と実施プログラムの開発」の助成を受けた。本研究の実施にあたり桑水流佑さん(熊本大学教育学部)の協力を得た。記して感謝します。