

授業中の発話を可視化するための基礎的な課題に関する検討 —体育における運動中の発話分析の方法開発—

清水 将*, 村田 雄大**, 小野寺 峻一***, 塚田 哲也****, 熊谷 晴菜*****, 佐々木 篤史*****

(令和5年2月6日受付)

(令和5年2月6日受理)

SHIMIZU Sho*, MURATA Yudai**, ONODERA Shunichi***, TSUKADA Tetsuya*****,
KUMAGAI Haruna*****, SASAKI Atsushi*****

A Study on Basic Issues for Visualizing Speech in Class :

The Development of a Method for Analyzing Speech during Exercise in Physical Education Classes

要 約

体育授業における様々な制約下で運動中の発話を可視化する方法を開発するため、最も容易と思われる教室において保健の授業実践において発話を視覚化する実践を行ったところ、①授業と会議では、発話の順序性が異なり、会議録作成システムでは不十分である、②音声変換は、一般的な辞書が使用され、方言や専門用語を含めて誤変換が多く発生するため、教科や領域の特性に応じた専門の辞書やコーパスの作成が必要である、③対話は、非論理的な言述の原理に基づき、書き言葉のような論理性とは異なるため、対話分析の有用性がある、④運動中に音声を収録するマイクに関しては、現行の技術における大きな限界があり、実際に運用しながら探索的に研究を進める必要性があることが明らかになった。

1. はじめに

Society5.0は、内閣府によれば「サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会」である。この社会においては、IoTによって人とモノがつながるだけでなく、センサーにより様々な情報が収集される。これらの自動的に集積されるビッグデータをAIが解析することで、新たな価値が見いだされ、それらがフィードバックされることによって、スマート化がなされる。つまり、情報処理をAIが担うことによって、最適化された情報

が提供され、それに基づく行動判断ができるようになり、人間中心の社会が実現できるといわれている。携帯電話は、高度な情報処理能力を有することによって、情報を管理、制御できるようになり、スマートフォンへと変化した。電話としての通信機能だけでなく、次々に必要な情報が提示されるようになったことなどは、スマート化の最たる事例であろう。教育においてもGIGAスクール構想によって児童生徒の1人1台端末が実現し、様々なデータがログとして記録され、クラウドによってサイバー空間に保存されていくことになる。これらのログとして集積されるデータをAIが解析し、スマート化を図ることも期待される。しか

* 岩手大学教育学部, ** 一戸町立一戸小学校, *** 筑波大学大学院人総合科学研究科, **** 出雲市立四給小学校, ***** 岩手大学教育学部附属中学校

し、記録されるのは、文字が中心であり、発話が自動的に記録される技術は、現時点では開発されていない。

現行の学習指導要領では、主体的・対話的で深い学びが目指されており、2012年の中央教育審議会答申に示されたアクティブ・ラーニング以降、教師主導の一方的な講義形式の授業ではなく、学修者がグループディスカッション、ディベート、グループワーク等を用いて主体となって学ぶ授業スタイルが標榜されている。ここでいう対話とは、決して人と人との対話だけを意味するものではない。石井（2015）が指摘するように、授業中に児童や生徒同士が話し合うことだけを対話とするわけではなく、教師も含め、対象世界であるテキストとも対話がなされることになる。資質・能力を育成するための主体的・対話的で深い学びにける対話には、コミュニケーションツールとしての機能だけが期待されているわけではない。思考の言語化は、その変換は、容易に行われるものではなく、ポランニー（2003）が指摘するように、暗黙知を言語化すること自体が困難である。また、池上（1984）によれば、メッセージを言語として伝えたとしても、その解読するコードが共通に理解されていなければ、十分に伝達されるものではない。むしろ、中村（1984）によれば、ギリシアの問答法に見られた対話のように、自らに問いかける自問自答、自己内対話は、もの考えることや思考にほかならないとされている。つまり、対話をするそのものが、思考を導くのである。したがって、主体的・対話的で深い学びとは、対話を通して思考を深めていくことである。つまり、授業で目指すべきところは深い思索であり、そのための対話が重要視される。このような授業で展開される思考は、文字化されて記録に残る言葉だけが重要なことにはならない。対話の中で即興的に交わされるしゃべり言葉、話し言葉も非常に重要な意味を持つと考えられる。弁証法の議論は、対象を一気に明らかにしようとする方法論ではなく、言葉を積み重ねていく言述の原理に基づいている。言述の原理では、反復によって真理に接近

する。つまり、対話においては、間違いない答えだけが論理的に表現されるわけではない。人においては、機械やコンピュータのような論理的思考だけではなく、クリエイティブな思考やひらめきによって創造的に考えることもあり、書き言葉として整理される論理的な言葉以外に着目することも授業を改善していくために有益と考えられる。外山（1986）によれば、思考の形態には、収斂的思考と拡散的思考があり、これまでの学校教育では、収斂性による知識の訓練を行ってきたといわれている。学校教育が正解のある問題に収束されてきた結果、いかに早く正解を導くかに価値がおかれてきた。ところが、現在では、社会が成熟してきたことによって、正解が1つではない問題に、最適解や納得解を導くことが求められるようになった。正解が1つではない問題を解くためには、拡散的で創造的な思考が必要とされるようになったのである。解が未だ見いだされていない問題の解決に向かう場合には、いかに拡散的に思考がなされ、言述の原理に基づいて反復がなされ、最適解に近づいているかを確かめることも必要なのである。

一方で、認知の深まりについて、石井（2015）によれば、「知っている・できる」から「わかる」、「使える」という段階に分けられるとする。例えば、運動学習の際には、頭の中にあるものを実際の言葉にするにあたって、「知らないから言葉にならない」、「できていても意識していないので言葉にできない」、「感覚をどう言葉にしてしていいかわからない」などのいくつかの状況が考えられる。わかっていることを自覚できていないことも珍しいことではない。このような場合には、わかっていることだけでなく、わかっていることが何であるのかも、対話において言葉にすることでようやく自覚され、わかっていくことも度々見受けられる。「何がわからないかもわからない」を「わかる」に近づけていくには、その糸口をつかむためにも拡散的にアプローチせざるを得ない。この場合には、非論理的な対話の言葉を検証していくことが有効と考えられる。運動学習であれば、身

体知や暗黙知といわれるこれまで言語化されなかった知を対象とするため、言述の原理の中で言語化するという行為によって適切な言葉を試していくことが有効と考えられる。

一般的にノートは、思考を整理するために書くといわれている。わかったことを書いていくのがノートということである。したがって、「何がわからないかもわからない状況」では、ノートに言語化することはできない。ノートに言語化することで焦点化されるのは、どのように言葉にしていかわからないことである。すなわち、「何がわからないかもわからない状況」を脱して、次のわかる段階に進むためには、言葉を発することによって、わからないことがわかり、わからないことが意識化されることが必要である。しかし、これまでの授業研究では、ビデオによる撮影がおこなわれたとしても、教師が発問し、児童生徒がそれに答えるような部分を中心となってきた。授業研究で発話分析がおこなわれるとしても、教師の発問とそのやり取りに焦点化されてきたのである。児童生徒がわからないという状況を脱しようとして、わかろうとするために発せられる、書き言葉とは異なるおしゃべりやつぶやきは、授業研究の対象とされてこなかったといえよう。

運動学習で発せられる言葉の多くは、わからないからこそ発せられる言葉である。教師以外との対話、自問自答、自己内対話のようなつぶやきと拡散的、創造的に発せられるひらめきの言葉によって、わかるが形作られていくこともあり得るに違いない。換言すれば、主体的で対話的な学びは、教師や特定の児童生徒間の対話ではなく、同時多発的に学びの中で発せられる言葉である。当然ながら授業中に教師がその発言を全て把握することは難しいが、それが可能になるのであれば、授業の革新や指導の改善につながるものが推察される。現在の教室では、GIGA スクール構想によって、ICT 端末が整備され、Wi-Fi 環境も整っている。ICT 端末のコミュニケーション機能を活用することによって、対話的な学びの内容を教師が把握することができれば、適切な指導につな

ることも可能になると考えられる。そこで本研究では、授業中の発話をテキスト化し、授業改善につなげることができるのかを検討するため、技術的な方法開発につながる実践を行う。最終的には、運動学習における運動中の発話を分析することを目指した実践の課題を抽出し、知見を得ることを目的とする。

2. 方法

本研究の最終的な目標として、体育の授業における発話を分析する。そのために、実践を行い、実践の中で解決すべき課題を把握する。次の実践段階において、それらの課題を解決する技術を開発し、トライ&エラーを何度か繰り返すことによって目標へ接近する実践研究の手法を採用する。

研究の全体像としては、条件を変化させながら何度か行い、運動場において体育の授業の対話や運動中の会話を対象として実践を繰り返し、最終的には、屋外における体育の授業で運動中の発話に対する分析ができるような技術開発とその技術を活用した授業改善をシステム化させることを想定している（図1）。

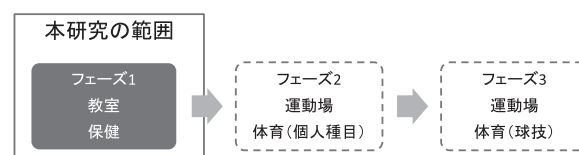


図1 研究の方向性及び本研究の枠組み

体育の授業が行われる運動場としてのグラウンドや体育館、プールや武道場においては、GIGA スクール構想が実現された環境においても Wi-Fi は、十分に整備されていない。これらの運動場は、雨天や強風等も考えられ、防滴・防塵対策を充分にとる必要がある。しかし、児童生徒が所有する ICT 端末は、このような環境下で使用することは想定されていない。そのため、今回の研究の枠組みとしては、環境を統制し、教室において児童生徒1人ひとりの発話をテキスト化することを目的

とした実践を行うこととした。本研究におけるリサーチクエスションは、授業中の児童生徒の発話を全て録音し、テキスト化することはできるのか、そのデータはどのように活用できるのかということである。

なお、本研究はNTTコミュニケーションズ株式会社（当時社名：NTTドコモ株式会社、以下NTTコミュニケーションズとする）の協力を得て、協定に基づいて共同研究として行った。研究にあたっては、著者が研究主体となり、研究をデザインした上で、機材やテキスト化に関するサービスの支援を受けた。技術的なアドバイスや授業日当日の機材搬入や設定等においても協力をいただいた。

2-1. 実践の概要

実践は、A県のB中学校で行った。その概要は、表1の通りである。授業は、公益財団法人日本学校保健会の作成した中学校保健学習の指導と評価の工夫－知識の習得と活用を重視した実践例－（2015）を参考に、心身の機能の発達と心の健康に基づいて、ロイロノートとカードを使って行った。授業では、生徒個人が所有するiPad（Wi-Fiモデル）は、学習においてのみ使用した。

今回発話分析のために使用した機材は、研究用に別途準備したiPad（4Gモデル）である。指向性のあるピンマイクを使用し、4G電話回線を利

用して汎用会議録作成システムによりクラウドにデータを保存した。授業では、最初に各自のICT端末を準備し、授業補助者により音声録音用のiPadにマイクを取り付け、電源を入れた状態で配布した。マイクはクリップで胸に装着した。

2-2. 会議録作成システムによるデータ収集の手続き

使用したシステムは、X社が提供するサービスである「会議録作成システムA」である。このシステムは、AIにより、会話音声テキストに自動変換するシステムであり、クラウドにおいて作動する。インターネットに接続できる端末とマイクがあれば利用が可能である。使用している音声認識エンジンは、Azure API及びGoogle Cloud APIである。リアルタイムの他、音声ファイルに対応しており、今回は、システムの負荷を考慮して、リアルタイムではなく、クラウド上に音声ファイルを保存し、録音データから変換を行うことにした。

授業では、ブラウザ（サファリ）を使用して「会議録作成システムA」にログインした。契約形態によりグループの作成が制限されるため、5グループを教員があらかじめ作成している。授業では、システムに登録されたグループにあらかじめ発行したIDでログインした端末を配布し、グループ毎に机を寄せて授業を行った。名簿と機材により生徒のグループは固定されるので、グループを

表1 実践の概要

| | |
|---------|---|
| 期 日 | 令和4年3月（1単位時間50分で実施） |
| 対 象 | 中学1年生35名 教員2名（TT） |
| 形 態 | グループ数5 各7人 |
| 機 器 | 端末：Apple iPad mini（第5世代）4Gモデル マイク：OLYMPUS ME52W 単一指向性モノラルマイクホソット（有線） |
| 利用サービス | 会議録作成システムA（X社） |
| 教科等 | 保健体育 保健分野 |
| 单元名 | 9 ストレスへの対処と心の健康 |
| ICT端末 | iPad（第7世代）Wi-Fiモデル：1人1台端末 |
| 授業支援ソフト | ロイロノート |

1年 保健科指導案

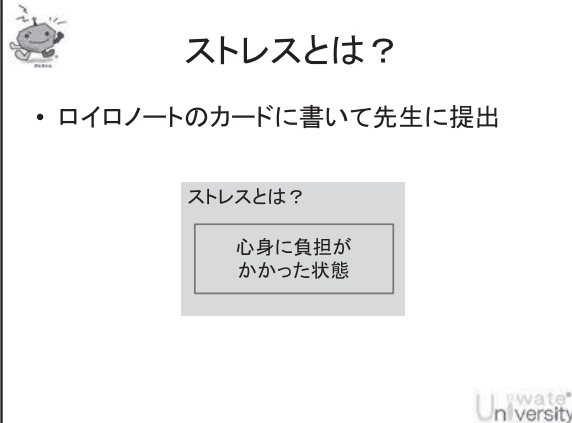
1 単元名：9ストレスへの対処と心の健康

2 本時の目標（評価規準）：【思考力、判断力、表現力等】

欲求やストレスとその対処について、習得した知識や技能を自他の生活と比較したり、活用したりして、心身の健康を保持増進する方法やストレスへの適切な対処の方法を選択できるようにし、それらを伝え合う。

| | 学習内容・学習活動 | 指導上の留意点・評価等 | 用具等・ICT |
|-------------|---|-------------|------------|
| 導入 (10分) | ◎ロイロノートログイン、機器装着 グループ×5 ☆本時は「思考力、判断力、表現力等」の授業 伝え合えることがB評価 アイスブレーキング T1 「どんなシーンが印象に残りましたか？」 ロイロノートの操作等はT2で指示 1 前時の学習内容の確認 T1 「ストレスとは？」 →カードで提出 T2 ロイロノートのカードを配布 | | ロイロノート |
| 展開 (35分) | 2 ストレス T1 発問「ストレスはあった方がいい？ない方がいい？」 グループで話し合う *適度なストレスはあった方がよい →やる気や集中力を高める | | |
| | 3 ストレスの対処方法 グループワーク * Googleフォーム QRコード使用 | | |
| | T1 発問「ストレスにはどんな対処方法があるか？」 対処方法をなるべくたくさん書いて提出 →アンケート 結果提示 ワードクラウド | | Googleフォーム |
| | T2 カード配布（対処法） 1人1つ | | カード（紙） |
| 終末 (5分) | T1 ストレス①提示「いつも待ち合わせに遅刻する友人に対して」 「役立つ？ 役立たない？」 考えを書く グループでそれぞれ理由を示して交流 *評価 言うことができる | | 発言を録音 |
| | T1 ストレス②提示「急病の友人のかわりに全校生徒の前で明日発表する」 「役立つ？」 発表が1ヶ月後の場合にはどうでしょう？ グループでそれぞれ理由を示して交流 *評価 言うことができる | | 発言を録音 |
| | T1 発問「適切な対処法にはどんなものがあるか？」 各自カードにまとめる →提出 *評価 書き出すことができる | | |
| | 4 まとめ <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;">* ストレス対処法は誰でもいつでもあてはまるものではない * ストレスは、自分で対処する場合と他人の援助に頼る場合がある</div> 形成的授業評価で振り返り | | ロイロノート |

図2 実践した授業の展開案



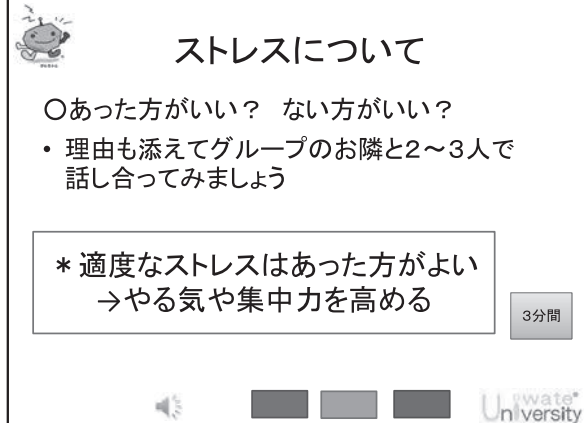
ストレスとは？

- ロイロノートのカードに書いて先生に提出

ストレスとは？

心身に負担がかかった状態

Uwate University



ストレスについて

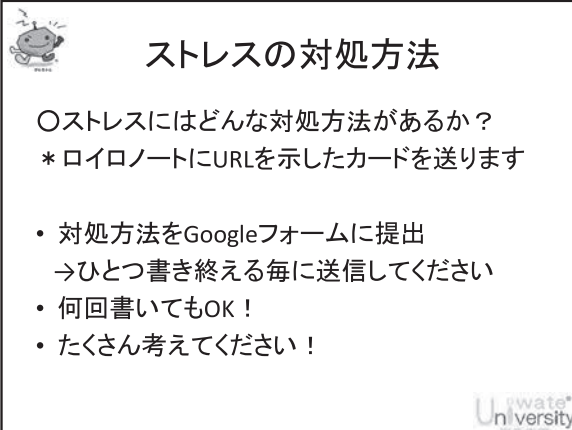
○あった方がいい？ ない方がいい？

- 理由も添えてグループのお隣と2~3人で話し合ってみましょう

* 適度なストレスはあった方がよい
→やる気や集中力を高める

3分間

Uwate University

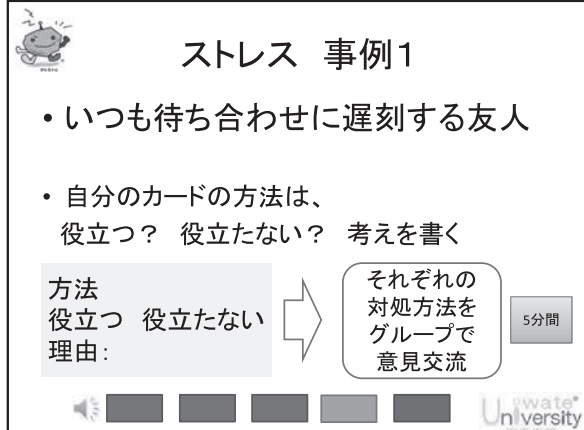


ストレスの対処方法

○ストレスにはどんな対処方法があるか？

- * ロイロノートにURLを示したカードを送ります
- 対処方法をGoogleフォームに提出
→ひとつ書き終える毎に送信してください
- 何回書いてもOK！
- たくさん考えてください！

Uwate University



ストレス 事例1

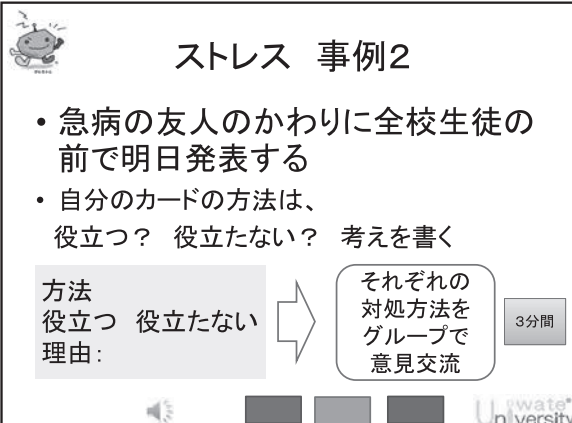
- いつも待ち合わせに遅刻する友人
- 自分のカードの方法は、
役立つ？ 役立たない？ 考えを書く

方法
役立つ 役立たない
理由:

それぞれの対処方法をグループで意見交流

5分間

Uwate University



ストレス 事例2

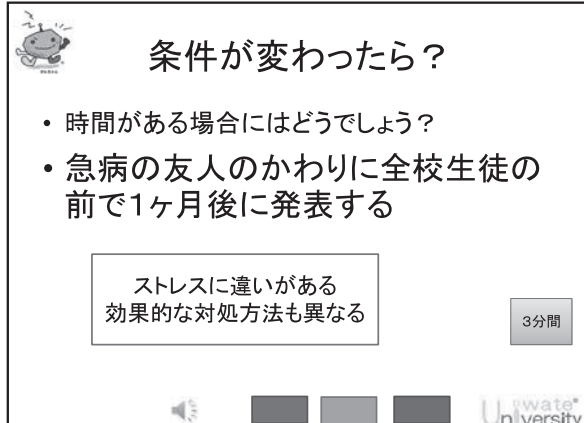
- 急病の友人のかわりに全校生徒の前で明日発表する
- 自分のカードの方法は、
役立つ？ 役立たない？ 考えを書く

方法
役立つ 役立たない
理由:

それぞれの対処方法をグループで意見交流

3分間

Uwate University



条件が変わったら？

- 時間がある場合にはどうでしょう？
- 急病の友人のかわりに全校生徒の前で1ヶ月後に発表する

ストレスに違いがある
効果的な対処方法も異なる

3分間

Uwate University

図3 授業で使用したスライド

越えた交流があっても、データを記録することはできない。集音型マイクであると、それぞれの端末から他の音声を拾うことになるため、指向性のあるマイクを使用し、可能な限り1人の発話が採録されるようにした。

音声の識別は、ブラウザに設定されるIDにより行われ、マイクを通して録音される音声は、IDに割り当てられる音声として処理される。グループでは、7名が配置され、チームティーチングにより2名の教員が授業を行った。授業補助者は、機器配布後には、発言せず、録音データに含まれないように配慮した。サービスの作動中は、ブラウザになんらかのレスポンスが生じるため、システムに使用するiPadは机の中に保管し、生徒が機器を操作使用しないようにした。

2-3. 授業の概要

授業は、思考力、判断力、表現力等を中心とした内容で構成された。授業の展開案は、図2のとおりである。授業は、T1がスライドを使用して進めた。最初に、研究用機材を配布し、マイクは各自で胸に取り付けるようにした。授業導入のアイスブレイキングとして、冬季オリンピックの映像を使用し、ロイロノートを使用して、意見交換

を行った後、授業内容に入った。機器操作に関する指示はT2が行った。授業で使用したスライドは、図3のとおりである。

2-4. 分析方法

抽出されたテキストデータは、「会議録作成システムA」によるオリジナルデータとNTTコミュニケーションズが補正したデータの両方をマイクロソフトエクセルファイルで提供を受け、関数を使用して文字数を算出した。漢字仮名交じり文であるため、厳密には文字数は発話量を示すデータにはなり得ないが、簡易的に把握するため、漢字と仮名を区別せずに文字の数をカウントした。また、テキストデータは、ユーザーローカルのAIテキストマイニングを使用して、各種の解析を行い、主として、言葉の出現頻度により文字の大きさを配置するワードクラウド及び出現する単語の結びつきを示す共起ネットワークを使用した。

2-5. 倫理的配慮

本研究は岩手大学における人を対象とする研究倫理審査の承認を受け（承認番号202207号）、実施規則及び関連法案を遵守して実施された。得られたデータの取扱については、学校や個人の不利

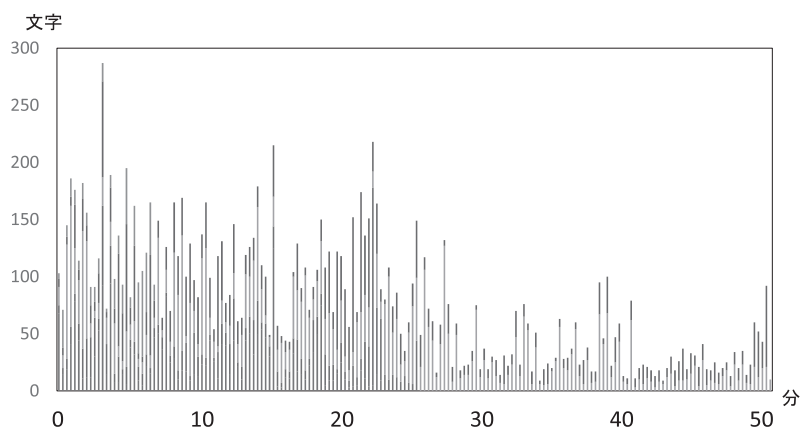


図4 発言（文字数:補正前）

表2 文字数と発言機会

| | グループ 1 | グループ 2 | グループ 3 | グループ 4 | グループ 5 | M | SD |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|------|--------|
| 文字 | 2371 | 1506 | 5209 | 3899 | 591 | 2715 | 1656.1 |
| 発言機会 | 91 | 82 | 180 | 179 | 25 | 111 | 60.0 |

益にならないように管理し、個人名が特定されることがないことを学校長と確認の上、授業を実施した。また、新型コロナウイルス感染症による感染の拡大を防ぐため、機器使用の前後に消毒等を含めた可能な限りの感染対策を施した。

3. 結果

5グループの文字数の平均値は、2,715 (SD ± 1,656.1) 文字、発言機会は、平均値111 (SD ± 60.0) 回であり、グループ間でシステムの処理のバラツキが見られ、最初の20分程度は処理できているが、その後は、3グループで処理が行われないう偏ったデータとなった (図4, 表2)。授業では、最後まで生徒が発話して授業が実施されており、記録されるタイムスタンプと実際の発言のタイミングも差が生じており、授業後半の発言は、3/5程度が記録されていないことが明らかになった。

テキスト化されたデータにおいては、「どんな気持ちになる？ちょっと周りの人としゃべってみて。気持ち？どんな気持ち？とても、やだ！逃げちゃダメだ逃げちゃダメだ！」といった処理がなされ、「どんな気持ちになる？ちょっと周りの人としゃべってみて。」という教師の発言と「気持ち？どんな気持ち？とても、やだ！逃げちゃダメだ逃げちゃダメだ！」という生徒の発言が続けて1つの記録にされてテキスト化されていた。また、教師の発言は、複数で記録された。生徒のマイクは指向性があるものであったが、結果として教師の音声を拾っており、授業においては、指向性マイクは十分に目的を達成し得ないことが明らかになった。生徒の会話が増えた授業の後半では、システムが処理できず、グループ1, 2, 5では、記録ができていなかった。

180の発言記録のうち、88に教師の発言が含まれており (49%)、グループ内で教師の発言がそれぞれ端末の数だけテキスト化されている。1人の教師の発言が、繰り返されていたため、そのままでは、テキストマイニングにおいて、適切な言葉が抽出されないことが予想された。データの補

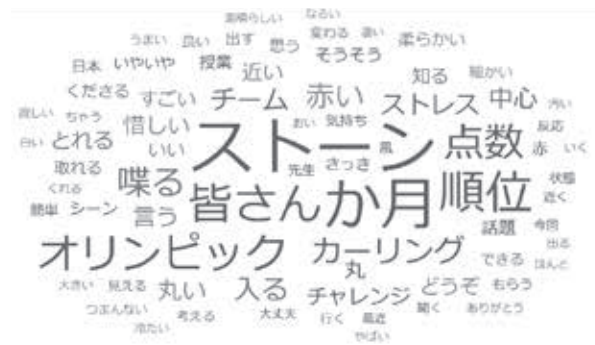


図5 ワードクラウド (補正前)

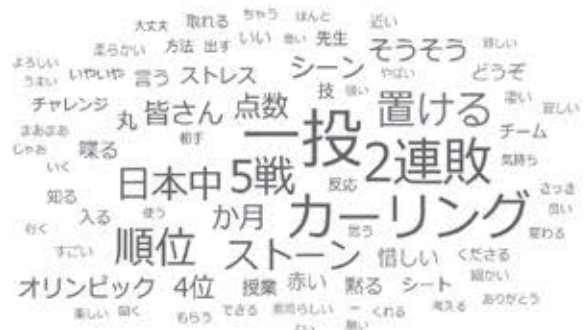


図6 ワードクラウド (補正後)

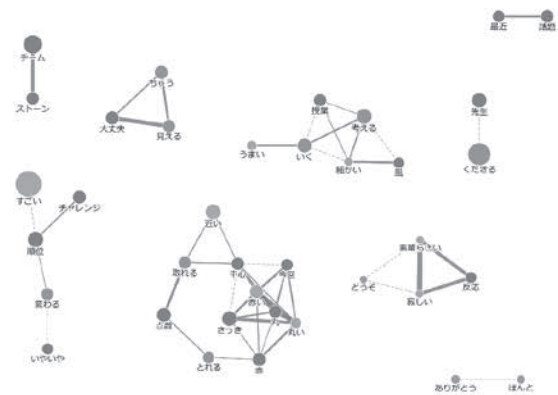


図7 共起ネットワーク (補正前)

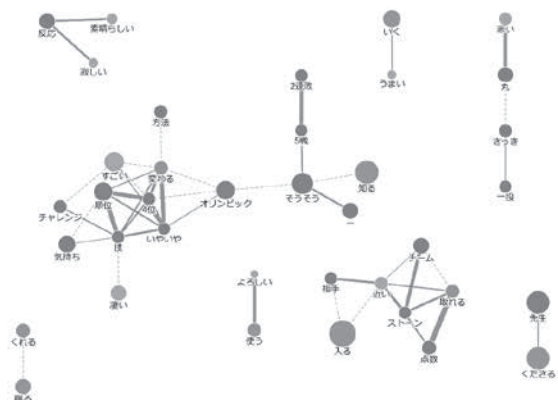


図8 共起ネットワーク (補正後)

正については、NTT コミュニケーションズによって、字句の修正を加えたけなので、教師の発話が繰り返されていることは補正できなかった。

全テキストをワードクラウドにした結果では、授業前半部分の教師の発話を中心となった言葉が抽出された。共起ネットワークにおいても同様であり、それぞれ補正の前後で大きな変化は見られなかった（図5～8）。

4. 考察

今回の実践では、授業の対話、構造を分析するには、汎用的に創られた議事録作成支援サービスを使用してAIにより授業の発話をテキスト化することが、困難なことが明らかになった。授業における児童生徒の発話をテキスト化するためには、専用のシステム開発が必要とされ、技術的に解決すべき課題がある。授業という構造に着目すると、交互、順番で発言される会議は、同時に発言し、交信する授業と会話の順序性が異なる。同時発話をテキスト化する技術は開発途上であり、少人数であっても、各グループの学びを可視化するためには、授業という特性を捉え、その特徴に対応した技術の開発が必要である。生徒の考えを制約なく表出するためには、グループ数や人数が変化しても授業中に対応できることが必須であり、システムに合わせて授業の形態が限定されることがないように柔軟性を備える必要もある。授業においてそのシステムを活用するための準備が簡便であることも重要な要素となる。

対話的学びにおける言葉としては、教師が話しかけていない場面でのつぶやきや独り言を録音することが重要と考えられる。教師が気付くことができなかった問いかけ、ひらめきを言語化した言葉、回答のない友人への問いかけなどは、対話的な学びを示す言葉であり、これらを記録することが授業における発話を視覚化していく課題となる。教師が対応している回答や相手が特定される対話は、教師が収斂的思考で集めていく論理的な思考であり、これまでの技術革新の方向性に合致して

きた。しかしながら、拡散的に発せられる思考の言語化や創造的なひらめきによる非論理的な言葉は、言述の原理に合致するものであり、これらの解明によって授業における学びの深まりが明らかにされると推察される。

授業中に発話分析を行い、授業改善につなげることを前提に、基本的な技術に関する課題を考察すると、ある程度条件のよい教室のような環境であっても、児童生徒の発話をそのまま学習ログとして残すことは、教科を問わずに困難であることが明らかになった。具体的には、①集音、②変換、③縮約の段階にそれぞれに課題があると考えられる。

体育授業における発話分析のためには、集音に際して、どのようなタイプのマイクを使用するかという点では、指向性のあるマイクであっても、児童生徒の発話だけでなく、教師の発言も記録されることを考えれば、指向性は優先される観点ではない。運動時に使用することの利便性を考えれば、有線のマイクは、使い勝手がよくないことも無視できない要因となる。現実的にも、指向性のある無線のマイクは実用化されていないため、条件から除外される。したがって、集音型マイクを使うことを前提として、複数の発話者の音声をどのように分析していくかという観点で実践を進めていくことが課題と考えられた。

運動時には、安全面を考えても無線であることが必要とされる。マイクの無線規格には、いくつかの帯域があり、免許が不要となるのは、B型（800MHz帯）、C型（300MHz帯）、2.4GHz帯である。B型は、最大でアナログ6波、デジタル10波程度、C型は、アナログのみで4波、2.4GHz帯は、16波程度の運用が想定されている。2.4GHz帯は、Wi-FiやBluetooth規格と同じ周波数帯域のため、干渉が起こることが想定される。干渉や混信に備えては、チャンネルという技術があり、商業用のマイクのチャンネル数は、30程使用することが可能である。しかし、実際には、30チャンネルの設定を行っても、マイク同士の距離が近い場合には、変調をきたすため、運用できる機器は6台となる。1クラスの児童生徒数の最大35名程

度を無線のマイクで同時に使用することは、技術的に不可能である。マイクの小型化と装着時の安定性という点を考慮すると、Bluetoothのヘッドセットが現時点での最適な機器選択と考えられる。この場合には、外環境での使用を考え、運動時における装着の安定性や天候や汗なども含めた防振、防水、防塵対策が必要である。ネット環境への接続よりも前の段階で、運動中の音声をどのように録音するのかについても相当の課題があることが明らかになった。

音声の変換という観点では、最新の音声変換エンジンを使用しても、方言や専門用語、口語、略語、感動詞（歓声）、オノマトペの処理などは充分に行うことはできない。今回、正しく認識できなかったのは、専門用語、略語、地名、人名、方言などであり、これらは、人が補正すれば比較的簡単に修正が可能であり、これらが辞書登録されていれば変換精度が向上する。また、体育という教科の特性上、感動詞を積極的に記録に残せるようにすることも課題であろう。体育の授業では、各領域でよく使われる指導言語やオノマトペがあることが明らかになっている。例えば、当然ながら水泳と球技では、よく使われる言葉は異なるので、それぞれに対応した辞書や話し言葉をデータベース化したコーパスの作成によって、それらを活用することが可能になると考えられる。変換精度を高めるための技術開発として、辞書の作成や容易に切り替えるシステムの開発、その基盤となるデータをビッグデータとして集め、コーパスを作成するシステムの開発などが課題として示唆された。

もう1つの音声変換の課題としては、発話を特定する技術が充分ではないことがあげられる。教師の発話が複数の端末によってテキスト化されたことなどを改善するためには、音声のデータを区別して、話者を特定できるようになることが期待される。ネットワークのスピードを含めてデータをどのレベルで記録や転送できるかということと関連するが、複数の話者が個別に識別されるようになれば、授業中の発話分析の精度が相当に高まることが予想され、1人1台端末での運用の必要

もなくなるため、授業での活用頻度も高まると考えられる。

表3 主な音声の特徴量

| 音の特性 | 特徴量（単位） | 主な用途 |
|------|-----------|------|
| ①大きさ | レベル（dB） | 音声識別 |
| ②高低 | 周波数（Hz） | 感情識別 |
| ③音色 | MFCC（mel） | 話者識別 |

[MFCC：メル周波数ケプストラム係数]

音の代表的な特徴量には、①音の大きさ（レベル：dB）、②声の高低（周波数：Hz）、③音色（MFCC [メル周波数ケプストラム係数]：mel）などがある（表3）。音声認識では、音の大きさで音声そのものを識別し、高低によって感情を識別し、音色によって話者を区別するといったように利用されている。今回の実践においては、音声データは、IDにより区別される端末を通して、入力されたデータとして一様に処理されていた。一方で、授業そのものを捉えるときには、児童生徒の個別のデータだけでなく、授業そのものの善し悪しを把握することも重要になる。安全管理が重視される体育の時間でいえば、授業で形成される雰囲気をつかむことも重要と考えられる。マイクを1つにするということは、個人ではなく授業を全体的にとらえるということを意味し、個別支援という意図とは異なるが、授業を全体的にとらえることで改善する糸口をつかむことも大切であり、話者を識別できるようなシステム開発も有益と考えられた。

発話をテキスト化する技術の開発だけでは、発話データが膨大となり、教師個人が日常的に活用する際に支障をきたすことになる。したがって、AIを用いることによって自動化し、スマート化していく技術開発も求められる。つまり、データの縮約の課題である。現段階では、授業中に教師にフィードバックされるには、ネットワーク回線のスピード、変換処理に伴うクラウド上のコンピュータやサーバーの性能向上などの大きな変革が必要と考えられ、実践研究レベルでの解決を図ることは難しいことも明らかになった。当然ながら、現

在のスマートフォンのように、授業中に蓄積されたデータがスマート化され、最善の提案がなされることが理想である。このような社会基盤をプラットフォームにしたシステム以前にも、学校における限定されたネットワーク内において、情報をモニタしたり、フィードバックしたりするための技術開発も必要と考えられるが、本研究の枠組みからは外れると考えるべきであろう。したがって、授業中にリアルタイムにフィードバックするのではなく、授業後に次の授業改善へ向けた情報を得られるシステム開発が目標と考えられる。この場合には、必ずしも Wi-Fi 環境は必要としない。教室において授業支援アプリ等を起動し、授業中にはオフラインで処理し、教室に戻ってから同期して、教師やクラウドに保存されるイメージである (図6)。

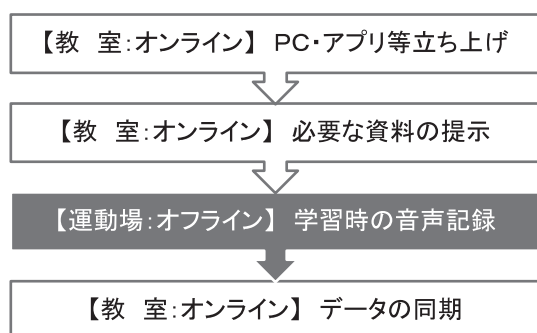


図6 オフライン環境下での音声記録手順

次時へ向けた授業改善のための情報を得て、形成的授業評価を行うため必要なデータの縮約としての課題には、教師の見とりを補うデータの提供と有益でないデータをフィルターするという矛盾するような課題が考えられる。特に、感動詞（歓声）やオノマトペの処理、音声の処理の癖、発言のタイミング・区切り・改行について改善されたサマリーが容易に入手できることが現場にフィードバックする上で重要視されるべきであろう。同時に、授業を行うことそのものに影響を与えることは本末転倒となるため、機器操作、手順を簡略化した簡便な方法の開発が必要であることも示唆された。

運動と技能の関係をみれば、運動量が多ければ、

技能が向上することは予想されるものの、学び合うことで上達を効果的にすることが可能になると考えられる。教師や仲間との関係が、一方的な与える・与えられる関係から双方向的に転化することで、運動への取り組み方が多様になり、質的にも、量的にも増加することで技能を高められることになろう。特に技能発揮のために、自分にとって最適な力の出力する加減を知るためには、言述の原理で反復することが有効と考えられ、学び合いの中で結果の知識 (KR: Knowledge of Results) だけでなく過程の知識 (KP: Knowledge of Performance) についても得る必要がある。運動において自分の「いい感じ」をつかむためのやりとりが解明されれば、同様な状況を再現する重要なデータとなり、教師の指導にも有効であると考えられた。運動と言語の関係においては、土屋 (1994) が指摘するように、自己との対話 (セルフトーク、自己会話、独り言) がよいパフォーマンスと結びつくことは、競技の世界では度々明らかにされている。体育においても運動学習に最適な心理状態を教師が把握できるようにすることは有効であると考えられた。

現在の汎用性のある機器によって、授業を記録することは困難であることが明らかになったが、換言すれば、授業中の場面に応じて適切なものを選択すれば、目的に応じた成果を得ることは可能であろう。まずは、何ができないのかを知り、できることを応用していくことが授業中の発話分析には有効と考えられる。

例えば、異なる実践となるが、Wi-Fi 環境のない運動場における小学校中学年の体育授業において、1人1台端末ではない使い方であっても、特定の場面の発話をほぼ録音することができている。学習集団毎のオフラインの端末の録音機能を活用して、話し合い場面の音声を録音したのである。比較的簡便な方法であるが、教室でそれらのデータを集めれば、授業中に教師が聞き取れなかった対話も把握することが可能になる。教育環境の限界を知ることで、確実な指示が可能になり、効果的に児童の学習ログを収集することができ

る。そして、授業に対する形成的評価がなされ、次時へ向けた改善が行えるのである。授業中の発話の可視化は、学び方の可視化となり、授業が改善されることが示唆された。

5. まとめ

授業中の発話をテキスト化することが可能であれば、授業改善につなげる有益な情報となることが推察されるが、運動中の発話を録音することは容易ではない。本研究では、体育授業における様々な制約下で運動中の発話を可視化するための方法を開発するため、授業改善につながる発話分析にかかる実践を行い、そこから得られた課題について検討を行った。最も容易と思われる教室で行う保健の授業において発話を視覚化する実践を行ったところ、汎用の会議録作成システムでは授業の発話を記録することはできなかったが、以下のような知見が得られた。

- ①授業と会議では、発話の順序性が異なり、会議録作成システムでは不十分であることが明らかになった。
- ②音声変換は、一般的な辞書が使用されるため、方言や専門用語を含めて誤変換が多く発生するため、教科や領域の特性に応じた専門の辞書やコーパスの作成が必要であることが示唆された。
- ③対話は、非論理的な言述の原理に基づくため、書き言葉のような論理性とは異なることが示唆され、対話分析の必要性が示唆された。
- ④運動中に音声を取録するマイクに関しては、現行の技術における大きな限界があり、実際に運用しながら探索的に研究を進める必要性が示唆された。

条件のよい教室においても十分な成果をあげることはできなかった。今後は、運動学習を対象として、技能と言語の関係も見いだすことができるように実践を改善することが課題である。発話量

が増えれば、認知だけでなく技能に関する資質・能力が向上する可能性があり、今後の体育授業における発話分析では、技能の変化との関連も検討するデザインとする必要があると考えている。

さらに、技能向上に関係する言語を抽出することなども課題としてあげられる。教師の見とりを補うアルゴリズムを開発し、特定の言葉と目標とする運動や動きの関連性を見いだすことで、教師が聞き取れなかった発話をログからAIが解析し、次時の授業に活かすデータが提案されるような仕組みを構築することを検討したい。具体的な次の取り組みとしてウェアラブル端末による発話分析の方法の開発と検証を試みる予定である。

引用文献

- 池上嘉彦 (1984) 『記号論への招待』. 岩波新書, pp.38-39.
- 石井英真 (2015) 『今求められる学力と学びとは - コンピテンシー・ベースのカリキュラムの光と影 -』. 日本標準, pp.43-46.
- 公益財団法人日本学校保健会 (2015) 『中校保健学習の指導と評価の工夫 - 知識の習得と活用を重視した実践例 -』.
- マイケル・ポランニー：高橋勇夫訳 (2003) 『暗黙知の次元』. ちくま学芸文庫, pp.16-18.
- 中村雄二郎 (1984) 『述語集』. 岩波新書, pp.171-175.
- 外山滋比古 (1986) 『思考の整理学』. ちくま文庫, pp.204-209.
- 土屋裕睦 (1994) 「積極的思考」: 中込四郎編著. 『メンタルトレーニングワークブック』. 道和書院, pp.121-131.

謝辞

本研究は、JSPE 科研費 JP22K11627の助成を受けたものです。また、NTT コミュニケーションズ株式会社との共同研究として行われました。お手伝いいただいた関係諸氏にこの場を借りて厚く御礼申し上げます。