

# 授業におけるコミュニケーションの暗黙的な次元を探る ～ウェアラブルセンサとビッグデータ解析システムの応用～ Exploration for Implicit Aspects of Communication in Lessons with the wearable sensory device and the system for big-data analysis

伊藤 崇  
Takashi Ito

北海道大学  
Hokkaido University  
tito@edu.hokudai.ac.jp

## Abstract

In order to assess the quality of communication in classroom lessons, it is needed the detailed description of the communicational processes for educational practitioners and researchers. Since we had a chance to use the human behavior measurement system, "Business Microscope" from Hitachi Ltd., we explored the application possibility of the system to classroom interaction studies.

**Keywords** — classroom interaction, Business Microscope, primary schools

## 1. はじめに

本研究の大きな目的は2つある。第一に、ウェアラブルセンサやデータ解析技術を応用し、授業中の教師と児童のコミュニケーション過程を可視化することである。第二に、身体の揺れや対面行動という観点から授業を振り返るための教師の授業改善ツールを開発することである。

本発表では、これまでに得られた結果の一部を紹介する。授業を単純に観察してただけでは気がつきにくい、人々のコミュニケーションを方向付けている暗黙的な側面が明示化されたときに何が起こるのであろうか。

## 2. 問題

一般に授業とは、学習を目的として人々が集まり、組織される活動である。活動の多くは人々の対面コミュニケーションを通して遂行される。したがって、授業中の学習者の学習過程を明らかにするためには、そこでの対面コミュニケーションの詳細な記述を欠かすことはできない。

授業中の対面コミュニケーションの展開には、絶えず表出されている様々な非言語的行動が関与している。しかし従来の授業研究で扱われていたのは、表情や姿勢、視線の方向など、観察者にとって知覚可能な側面に限られていた。

一方で、非言語的側面の中には、直接的あるいはビデオ映像を通じた間接的観察を通して、人間の目で見たり記述したりすることの困難なものもある。いわば、授業中のインタラクションの展開を左右しつつも気がつきにくい、暗黙的な側面である。例えば、対人間の身体の微細な揺れやそこから生じるやりとり全体のリズムはその一つであろう。これらは「場の雰囲気」を醸成したり、やりとりの相手についての判断を左右したりする重要な側面だと考えられる[1]。

筆者らは、授業参加者にセンサを装着してもらうことにより、こうした身体運動を視覚化する研究を実施している[2]。研究に際して、(株)日立製作所と連携し、同社の開発した人間行動ビッグデータ収集解析システム「ビジネス顕微鏡」(以下、BMS)の貸与を受けている。

BMSは、加速度センサと赤外線センサを組み合わせた名札型ウェアラブルセンサ、およびセンサが収集するデータを解析するソフトウェアから構成される(図1)。元々はオフィスでのコミュニケーション環境改善を目的として開発されたシステムであり、公教育における授業分析への応用は筆者らのグループが初めてである。

本発表では、特に、コミュニケーションの暗黙的な側面のうち、「聞くこと」にともなう非言語行

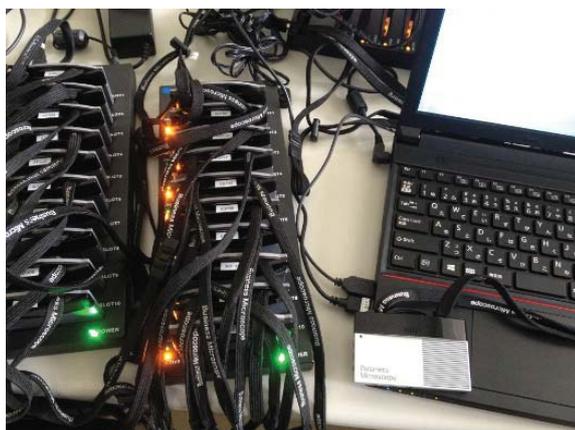


図1 ビジネス顕微鏡の構成物

動に焦点をあてる。コミュニケーションはおおまかに言えばメッセージを発信する者とそれを受信する者で構成される。本研究が焦点を当てるのはそのうち後者、すなわち授業において教師や児童の発話を聞く者としての児童の微細な身体の動きである。

授業への能動的な参加を促し、学習者間の協同的な会話を実現することは、深い理解をとまなう学習をもたらす。そのような学習を達成する上で、「聞くこと」の重要性が繰り返し指摘されている[3][4]。したがって、聞くことをどのように促すか、また、聞くことをどのように評価するかが問題となる。

本発表ではこの問題に対し、授業に参加した児童がその内容をどの程度深く理解していたのかを担当教師に評価してもらい、その結果と授業中の身体運動との関連性を検討することを通してアプローチする。

### 3. 方法

**対象：** 政令指定都市中心部にある公立小学校1校にBMSを用いた授業調査を依頼し承諾を得た。同時に児童の保護者にも書面で説明をし、同意を得た。同校の学級編制は、各学年2学級ずつで、全校児童数は300人台であった。

2013年から予備調査を実施しており、これまでに2, 3, 5, 6年生が参加した。本発表では2014年度の5年生(2015年度の6年生)1学級が参加した調査結果を用いた。当該学級の児童数は30

名(14年度:男女15名ずつ, 15年度:男16, 女14名ずつ)で, 児童・教師ともに転出・転入を除いて年度をまたいでの入替わりはなかった。担任教師は男性, 33歳, 教職歴11年目(2015年現在)であった。

授業のビデオ映像およびセンサデータは当該授業を実施した教師に対して定期的にフィードバックされた。特に, 校務分掌としての「研究部」の教師たち(調査対象授業を実施した教師も含む)とデータの解釈について検討する機会を定期的に設けた。本発表で紹介するデータの解釈にはその中で出された教師からの見解も含まれる。

調査を実施した授業のうち, 以下に述べる「学び直し」データのそろう14年10月の社会(課題は食料自給率について資料を読み取って考えること)および15年4月の社会(課題は日本古代史のうち「ワカタケル大王」銘のある剣の発見された範囲から大和朝廷の勢力を知ること)および国語(重松清「カレーライス」の第一時間目)の3つの授業を対象とした。なお, 分析の対象は授業開始から終了まで(日直による礼に挟まれた時間帯)とした。14年社会は約42分, 15年社会は約45分, 15年国語は45分。

**データ取得方法：** BMS付属の名札型センサ(以下, センサ)の紐を児童の首から提げ, 胸の近辺にセンサが位置するよう調整をした(図2)。教師にもセンサ装着を依頼したが, 児童のように首から提げるのではなく, 腰の付近に装着してもらった。これは, 授業中には児童は座った状態でのに対し, 教師は多くの場合立っており, センサ同士が向き合って対面情報を取得するには教師の腰の位置が児童の胸の位置に相当していたためである。



図2 センサを装着した様子

授業開始の3～5分前からセンサを教師と児童1人1人に渡し、各自で装着させた。個別に手渡したのは、センサのIDを個人ごとに一貫させるためである。

センシングデータと現実でのイベントの対応を取るために、授業を映像で記録する必要があった。そこで、教室前方の黒板上部に教室全体が映り込むようにして小型ビデオカメラ（GoPro Hero3）を設置した。使用したカメラには、撮影時にタイムコードを打つ機能はなかったため、撮影開始時に、センサと時刻を同期させたアナログ時計を映像に映し込むことにより、映像とセンシングデータの時刻のおおよその同期をとることとした。

**データ分析方法：** 本発表における主要なデータは加速度センサデータから得られた身体リズムである。センサには3軸加速度センサが搭載されており、1秒未満の周期で取得された1次特徴量に基づいて、ソフトウェアにより10秒ごとの平均周波数（2次特徴量）が求められる。分析対象としたのはこの2次特徴量としての身体リズムデータである。

身体リズムの時間変動を検討するに際して、元の10秒ごとの平均を用いた時系列を各群内で求め、時系列グラフを作成したものの、変動の傾向を見てとることが困難であった。そこで変動の傾向を確認する目的で、前後に等しい時間幅を取った50秒を1区間とする移動平均を求め時系列グラフを作成した。児童の発言と身体リズムの関係について検討した。

**授業内容の理解の仕方の評価：** 身体リズムデータの意味を解釈する手がかりとして、児童が授業を受けながら考えたことを授業後の3分間程度で振り返ったものを利用した。対象とした6年生の学級ではしばしば、授業中に考えたことをノートに記述して提出することがなされていた。この活動および記述されたものは教師と児童により「学び直し」と呼ばれていたため、本発表でも以降は記述されたものをそのように呼ぶ。

児童の名前を除いた学び直しの記述について、授業実施後2週間以内に、当該授業を実施した教

師に評価を依頼した。評価基準は単元さらには本時の活動ごとに異なる。評価に先立って評価基準を確認し、それにしたがって学び直しの記述を順位づけするよう依頼した。

本発表では、身体リズムデータの意味を解釈する手がかりとして、試みに、学び直しの評価の高かった児童を上位8名、低かった児童を下位8名抽出し、それぞれ高評価群、低評価群とした。3回の授業すべてで上位8名に入ったのは2名、逆に下位8名に入ったのは2名であった。

## 4. 結果

### 身体リズム周波数の時間変動

身体リズム周波数の時間変動を検討したところ、簡単に言えば、高評価群と低評価群の両方で同じような変動パターンが見られる場面があった一方で、両群間の周波数に開きが見られる場面もあった。ただし、その解釈には慎重を要する。

まず、年度をまたいで調査を実施した社会について検討する。14年、15年度ともに共通して見られた授業展開として、資料提示（14年：食卓の料理の絵と自給率のグラフ、15年：前方後円墳の分布図と銅剣の写真）→気づいたこと、疑問の個別発表→考えるべき課題提示→教科書や資料集を見て課題の結果をノートに記入→周囲のクラスメイトと結果の話し合い→話し合いの結果について全体に対して個別発表、という流れが観察された。

こうした展開を身体リズム変動という側面から見ると、特に周囲のクラスメイトとの話し合い場面に顕著であったが、理解の程度の高低にかかわらずほぼ同程度の周波数で時間変動していた場面が見られた（図3および図4）。15年社会も全体的に周波数の高さは両群同程度であったが、14年社会は低評価群の方が高評価群よりも一貫して低い周波数で推移していた。ただし、上下振動のパターンは両群とも相似していたように思われる。このように周波数の高さや変動パターンの相似が両群間で一致していたことは、ある活動において対象とされた児童が全体的に一致した動き方をしていたことを示すものと解釈してよいであ

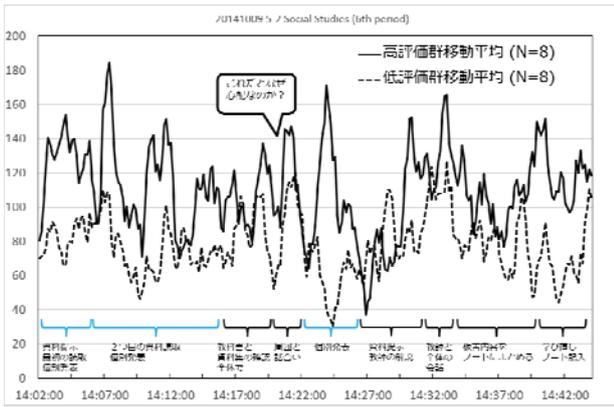


図3 5年生社会科での身体リズム変動

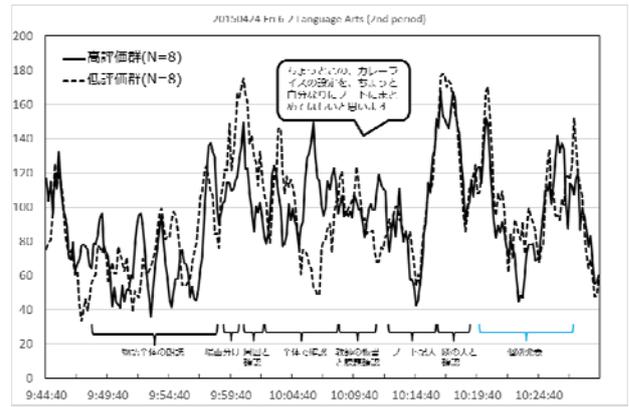


図5 6年生国語での身体リズム変動

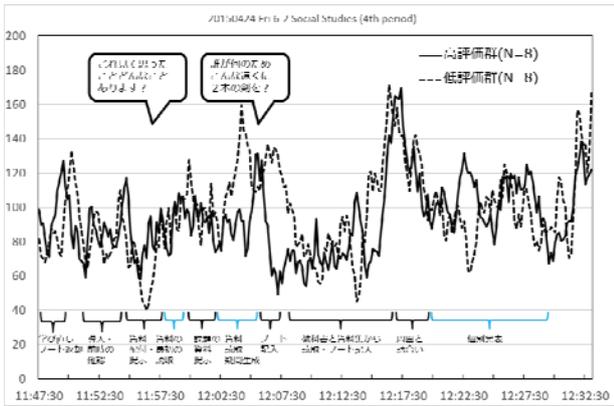


図4 6年生社会科での身体リズム変動

ろう。

その一方で、両群の身体リズムが乖離する場面もあった。特に、先に挙げた話し合い場面の直後における個別発表場面では両日とも、両群の身体リズムが乖離するパターンが観察された。個別発表場面においては、児童は全体で一斉に動くのではなく話し手と聞き手の役割を全体として構造化させる(一対多の参加構造をつくる)必要がある。こうしたとき、低評価群の児童よりも高評価群の児童の周波数の方が高く変化することは興味深い。

しかし必ずしもそうした場面で高評価群の周波数が高いというわけではなかった。両群の周波数の乖離は15年社会においては前半におかれた資料提示と疑問の個別発表の場面でも見られたが、ここでは低評価群の方が高く推移していた。

次に、国語についてであるが、ここでも社会と同様に、両群とも一致した変動を示した場面と乖離を示した場面とがあった(図5)。社会と比べると変動パターン的一致の程度は高く、乖離がはっ

きりと観察される場面は展開中程の、物語の場面をどのように分けるべきかを全体で確認する活動の中頃であった。社会における結果を参考に、周囲の人とノートの内容を確認しあう場面後の個別発表場面での変動の仕方に注目すると、低評価群が高く、高評価群が低く推移するパターンが短い区間に観察された。

児童の発言と身体リズム周波数の関係

学び直しや授業後の想起の内容から推測されたそれぞれの児童の授業中の思考過程と身体リズム周波数の時間変動とを関連づけて考えることはできないだろうか。そこで、15年社会を試みに分析することとした。

学び直しや授業後の想起の内容をしてみると、授業後半の個別発表においてある女児がおこなった発言(表1の12:24:38~12:25:54を参照)が数名の児童によって想起されていたり、みずからの学び直しに引用されたりしていた(表1, 表2を参照)。この発言が起きた近辺の周波数時間変動曲線を拡大してみると、この前後で、両群の周波数が乖離していたフェーズから一致するフェーズへと移行していた(図6)。授業の映像を確認すると、発言する女児(教室最後部に座席がある)の方へほぼすべての児童が視線や姿勢を向けていた。なお、それに先だち、教師が当該女児の発言に注目させるように指導をしていた。

ただし、身体の水準では両群ともに同じような動きをしていたものの、低評価群の児童のうち、

表1 教師と児童の発言

時刻 (分:秒) 話者	発言内容
19:39	じゃあちょっとみんなで、情報集めてまとめ ましょう (中略)
23:20	えと、えとー、全部の国は、あの、どんだん いくさしてって、でーそれでどんだん力をつ けてって、で降参、伏させてったんじゃない か
23:48	えーと。たとえば、まず、小さいところから 始めていけば、まず、指導者同士の争いが起 こって、でそれで豪族が生まれて、で豪族同 士でも争いが起きて、そして国ができて王が 誕生して、その王と王同士で戦って、で大き な力をもったのが、大和帝国で、あー大和、 大和朝廷。 ワカタケル大王。で、さらに、王と王で戦っ てそれで強かったワカタケル大王が、大和朝 廷をひらいたみたいなの
24:38	えとー、大和朝廷のできた、できる、あの ー、大和地方の豪族、と、にを中心に xxx の 豪族が結びついてできたのが大和朝廷だっ ていうんですけど、てことは、いろんなところ の、えっと豪族が、大和朝廷の王であるワカ タケル大王を、こう、に、なんて言うんだろ う、こう、なんて言うんだろう、こう、えっ と、お、なんて言えればいいんだろう、上に
25:09	つかえていたって言えればいいんだろうか、て いた、から、えっと自分の古墳に、それを、 そののしるしっていかそういう意味でワカ タケル大王っていう名が入った銅剣を入れて いた

当該女児の発言を引用して学び直しや授業の想起  
をしていた者はいなかった。

最後に、対象となった小学校の先生方との話し  
合いの中で、両群で一致した動きと乖離した動き  
が場面によって見られたことには様々な解釈がな

表2 児童の発話の他児による引用

	記述内容
男児 A	しはいしていた国だから、その人に使えて いましたという気持ちで古墳に剣を入れた のではないかと児童名さんが言っていた。
男児 D	ワカタケル大王      私が家来でしたよ (児童名)

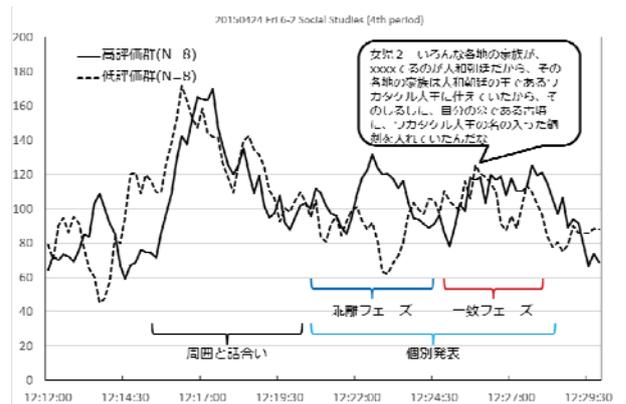


図6 引用の多い発言の聞き方の比較

れた。その一部を紹介する。

- ・両群の身体リズムが一致していることは、教師の「指示」が全体に通っていることを示すのではないか。

つまり、授業過程でその都度何をすればよいのか子ども一人一人が理解できているからこそ、動きの一致が見られるのではないか。指示が通っておらず、何をすればいいのかわからない児童がいた場合、変動曲線は一致し、なかったり、あるいは変動のタイミングにズレが生じたりするだろう。

- ・授業進行への能動的な関与の程度が両群間で異なるかもしれない。

児童の中には、考え続けることが得意な者と、そうでない者がいる。前者の身体リズムは長期間高い水準で推移するのではないか。逆に、授業展開についていけなくなる児童も実際にはいるが、そうした児童の関与の水準が曲線の低さとして現れるのかもしれない。

### 5. 考察

授業の具体的な展開に照らして、身体リズム周

波数の時間変動を検討した。

教師による指導改善に本研究の結果を活用する方策としてはどのようなことがあるだろうか。例えば、聞くことの指導を考え直す必要性を指摘できるだろう。15年社会の最後の個別発表場面は高評価群と低評価群の間の乖離フェーズと一致フェーズの両方が見られた。一致フェーズをもたらしたのは、ある女児の発言に注意を向けるように教師が促したことによるものと思われる。しかし、授業後の学び直しや想起には女児の発言内容が反映されていなかった。つまり、身体レベルでの改善が、必ずしも理解の改善に結びつかないということが示唆される。

他児の発言を自分の思考過程に結びつけるためには、個別発表が始まる前の段階から手だてを講じていく必要があるだろう。なぜなら、個別発表が始まった瞬間から両群間の身体リズム変動の乖離が起きていたからである。もしも、小学校の先生方が予想するように身体リズム周波数の高低が授業進行への関与の程度を反映するのだとしたら、個別発表開始直後から低評価群の児童の授業への能動的関与の水準は低くとどまってしまっていたとすることができる。

以上は1つの学級の観察から得られた結果であり、スペキュレーションにとどまる。今後も調査対象とする学級を増やしていき、知見を確固たるものとするのが求められる。

## 参考文献

- [1] Erickson, F., (1975) "Gatekeeping and the melting pot: interaction in counseling encounters", *Harvard Educational Review*, Vol. 45, No. 1, pp. 44-70.
- [2] 伊藤崇・一柳智紀・合田徳夫, (2014) "行動計測システム「ビジネス顕微鏡」の授業研究への応用可能性", *日本教育工学会第30回全国大会講演論文集*, 683-684.
- [3] 一柳智紀, (2009) "物語文読解の授業談話における「聴き合い」の検討: 児童の発言と直後再生記述の分析から", *発達心理学研究*, Vol.

20, 437-446.

- [4] 伊藤崇・関根和生, (2011) "小学校の一斉授業における教師と児童の視線配布行動", *社会言語科学*, Vol. 14, 141-153.