

授業のデジタル化：教員の暗黙知の共有化に向けてコンピュータでできること

原田康也 (harada@waseda.jp)：早稲田大学法学学術院教授・情報教育研究所所長
前坊香菜子(xiangcai_2@suou.waseda.jp)：早稲田総研インターナショナル（日本語教育研究センター担当）契約講師
河村まゆみ(kawamuras@pat.hi-ho.ne.jp)：言語アノテータ
鈴木陽一郎 (yoichiro@totsu.co.jp)：早稲田大学 MNC 特別研究員・東通産業株式会社
鈴木正紀 (Masanori_Suzuki@harcourt.com)：早稲田大学 MNC 特別研究員・Ordnate Corporation

1. はじめに

本稿では大学教員が教育者として成長するための制度的保証として『授業のデジタル化』を検討する。¹ 大学教員が教育者として成長し、より良い授業を進めることを可能とするためにはどのような支援が可能であり、必要であるかを問うことが本稿の目的である。

大学における FD (faculty development) とは本来的には大学教員が職業人として成長していくこととそのため制度的保証を意味する。より良い授業を実践できるような経験と技能の蓄積は大学教員としての成長に当然含まれるが、大学教員の職務が研究と教育と校務とにわたる以上、faculty development がそのすべてにかかわることは自明である。教育が大学教員としての（しばしば最も）重要な職務であるにもかかわらず、採用や昇進にあたって研究業績のみを選考の基準としていたかつての状況は不健全であったといえるが、faculty development というともっぱら授業方法の改善、特に IT 機器の活用に関心が当てられる傾向が見受けられる現状も不健全である。「学習者中心の授業設計」を実践するために「教授者ではなく支援者としての教員」としていかに振舞うべきかを半ば強制的な研修で講義されるというのでは本末転倒である。

良い授業を行うためには、担当科目の内容に精通し熟知することが当然の前提であるが、それだけでは適切な授業計画を立案し学生にとって理解しやすい授業を進めることはできない。板書や提示資料の作成についての基本的注意事項も新任の教員にはまったくの無用ではないかもしれないが、教育者としての成長において本質的に重要なのは、個々の授業内容に対する学生の反応や理解度などについて経験を積み重ね、一定の予期・予想に基づいて授業を設計・計画していくことである。20 世紀後半までは、一人の教員は一つの大学に長く在職し、時間をかけて授業内容とこれに対する学生の反応に精通することが期待できたかもしれない。しかし、現状の大学では研究者の流動性に対する社会の期待が不適切なほどに高まり、経歴の半ばで所属する大学や研究組織を何度か変更することが当然となってきた。学生の反応は、それぞれの大学・学部・学科などによって異なり、ある大学での経験はそ

のままでは別の大学での授業に必ずしも役立たないかもしれない。

研究の高度化と社会の要請から大学卒業時点までに学生が身につけておくように期待される内容は高度になりつつある。一方、入学時の学生の学習到達度は必ずしも十分でないと判断される傾向にある。こうしたことから、大学において補習的授業を設置し、科目編成や教科課程を見直すなど、授業そのものの構成と内容が頻繁に変化する時代となっている。より多くの学生が海外で初等中等教育を過ごした後に日本の高等教育機関に入学する傾向にある。海外からの留学生が増え、今後も日本の大学の学部生・大学院生における留学生の比率がさらに増加することが予想される。このほかにも、これまでの経験では推し量ることのできない学生への対応を求められるような状況もある。こうした変化に迅速に対応するためには、従来であれば大学教員のひとりひとりが長い時間をかけ個別に蓄積したであろう教育者としての経験を共有し、教員集団として有効活用することが不可欠である。

個々の教員が長い時間の経験に基づいて漠然とした印象を蓄積することの意義が少なくなるわけではないが、今日の大学の状況としては、個々の授業内容に対する学生の理解度や反応²などについての暗黙知を糾合し、他の教員も含めて大学全体の授業の効果を高めるために教員集団として有効に活用する仕組みを作ることが求められている。授業の改善に直接的に役立つのは、個別の授業においてある内容が提示されたときに、学生が具体的にどのように反応し、どのような点を理解し、どのような点について理解が不十分であったかを明らかにするような資料である。web-based training など情報機器とネットワークを活用した授業によって、学習者の経験を蓄積することはある程度可能となったが、教員の経験を本当の意味で蓄積することには、現状ではまだ多大な困難を伴う。

² faculty development との関連で「学生による授業評価」が盛んに論じられた時期もあるが、学生の主観的満足度の評定としては意味があるかもしれないが、授業内容の適切性ならびに授業提示方法の適切性の判断にどこまで有効な資料となるかはあきらかになっていない。主観的満足度の評定としても、一つの学期に 5 科目程度を履修する北米の大学の仕組みをそのまま持ち込んでも、一つの学期に 15 ないし 20 科目履修する日本の大学の学生にとってはアンケートに回答すること自体の負担が大きすぎる可能性もある。

¹ ここでの『授業のデジタル化』とは、予めビデオ収録した講義のオンライン公開とか web-based training の利用とはまったく異なるものである。

2. データに基づく学習活動の分析と検証

第一著者が担当する法学部 1 年春学期の英語授業 Bridge では 2 週間を一つのサイクルとして、マルチカードを利用した応答練習、400 語程度の文章作成と相互チェック、文章の修正という流れで作業を進める。1 年秋学期の Gate では、文章作成に先立って応答練習の内容を思い出しながら PowerPoint で 2,3 枚のスライドを作成し、4 名程度の少人数グループの中で相互に発表した後に文章作成の作業に入る。2 年 Theme の授業では学期のはじめに上記と同様の練習を行ったのち、学生をそれぞれの関心に基づいて 3 名前後の人数からなるグループにわけ、グループごとに調べてまとめた結果をグループ間で相互に発表し、さらに一週間の見直し期間の後にクラス全体に発表した後その内容を文章化して整理するという作業を行う。

担当教員からの受講生に対する指示のうち、紙媒体に印刷して配布する資料と教材提示用 PC から学生に提示する資料については電子的に蓄積されている。受講生が提出する課題のうち Word で作成する文書ファイルと発表提示用の PowerPoint ファイルについては電子的に蓄積されている。しかし、学生相互のインタラクション・教員から学生へのその場限りの指示・教員と学生とのインタラクションなどは、これまで電子的な蓄積・検索・編纂になじまなかった。

教員が授業中に感じて蓄積する経験の基盤となる体験的情報には、教室内のざわめき³・体感温度・受講生相互の話し声・受講生の視線や姿勢など多種多様なものがあり、このすべてをデータ化して蓄積することが望ましいとしても、機器としての実装可能性・授業設備としての運用性などにおいて多くの困難が予想される。現状では、著者たちの研究グループでは以下に紹介する機材を教室に導入している。⁴

ここではマルチトラック・ハードディスク・レコーダ⁵を中心に試作した音声収録装置による学生の発話の無圧縮デジタル録音、ブルートゥース・ワイヤレス・マイクとハードディスク・ビデオカメラを用いた音声画像の収録ならびに各種試験を利用した学習者のプロファイリングの現状と、このデータに対する制限的分散アクセスを実現するために CMS と RDBMS を活用して構築した環境の現状を報告する。

³ こうした機材を活用することで、あることがらを説明した時にそれぞれのマイクが「えー？わからない。」とか「こういう意味じゃない？」といった発話を拾うことで、どんな反応があったか比較することが可能となる。

⁴ 外国語の学習に関してデータに基づく学習過程解析に関する研究が進展しているため、英語学習者の発話データ収集に対する理解が得られたためであろうと考えている。

⁵ 30 人前後の学生が 3, 4 人ずつのグループに分かれて活動している場合であっても、その場にいる教員は全体の進行状況や個々のグループの活動内容などについてある程度正確に状況把握をすることが可能である。しかし、10 を超えるグループが同時並行的に行う活動の詳細や発言の具体的内容まですべてを把握することは不可能である。

3. 発話データ・学習者プロフィールの収集

3.1. デジタル音声収録装置の主な構成

本システムは、アレシス製ハードディスクレコーダ 1 台、同社製マイク 8ch フェーダ 2 台、ソニー製マイクロホン 12 本、マイクケーブル 12 本、可動式機器保管庫によって構成される。マイクロホンをマイクケーブル経由にてマイク 8ch フェーダに接続し、増幅した音声をハードディスク DAT レコーダに収録する。

- アレシス製ハードディスクレコーダ
12トラック同時録音 (88.2/96kHz)
記録メディア：標準 IDE ハードディスク (5400rpm 以上)、ホットスワップ
- アレシス製マイク 8ch フェーダ (アンプ)
- ソニー製マイクロホン ECM-360
周波数特性：50Hz～16kHz
S/N 比：68dB 以上

学生の音声を事後の研究利用にできる限り制約を与えない形式で蓄積することを目指し、以下の点を勘案してシステムの仕様を検討した。

- 36 名 (もしくは 3 人のグループが 12) までのクラスで音声を一斉に収録できること
- 複数の教室で移動して利用できること、比較的フロアスペースの広いコンピュータ教室においても一般の教室でも使用できること
- 教員による取り扱いと操作が簡単であること
- 将来的にさまざまな蓄積・解析・検索を可能にするため、無圧縮デジタルデータにて記録すること

3.2. ビデオカメラによる音声・画像収録

ビデオカメラについてはデジタルでデータを処理できることを重視して SONY DCR-SR100 を選定した。ブルートゥースを使ったワイヤレスマイクとカメラに接続する受信部 (HCM-1) をあわせて使用している。授業後に合計 5, 6 時間ほど費やすと、転送とバックアップとバッテリーの交換と充電を行うことができる。12 台のビデオカメラそれぞれで一週間に撮影するファイルの容量は概算で 30 GB ほど、一学期 14 週間で 520 GB となり、バックアップも含めて 1 テラバイトの外付けハードディスクひとつでは収まり切らないぐらいの容量となる。

3.3. 学生の英語学習プロフィール

該当授業の受講生には英語学習に関わる詳細なアンケートを行い、回答を電子的に集計している。しかし、回答上の時間的な制約や学生にとっての答えやすさなどから、研究上把握したい事項を網羅的に問い合わせているわけではない。逆に、調査の上では必ずしも有効でないが、英語教育の動機付けや英語学習に自覚的になって自律的な学習者となるきっかけとなることを期待して用意している設問項目もある。

対象学生の英語学習到達度の目安として外部試験スコアならびに英語学習経歴に関する簡単なアンケート結果を集計している。外部試験のひとつとして、音声認識を活用した電話による全自動英語リスニング・ス

スピーキング試験Versant for English⁶を使用し、4月中旬の初回の授業直後、6月下旬から7月上旬にかけての春学期終了直前、1月年度末直前に受験を促している。このほか2006年度と2007年度にはTOEIC公開テストならびにTOEIC IP テストも受験できるように機会を提供したが、受験申し込みだけ行い実際に受験しない場合も多く、プロフィール情報として十分活用できる見込みが立たないため、2008年度には見送ることとした。

3.4. 収録音声データ

音声収録を行っている学習活動中、特に少人数で同時に活動を進めている場合、受講生は相互にさまざまな発言を行っているが、その大部分は日本語によるものであり、ある意味で当初想定していた主たる分析対象のデータではない。しかしながら、本研究の目指すところは単なる発話データの収集だけではなく、これを通じて学習者の自律的相互学習を根拠付ける実証的なデータを得るところにもあるため、日本語による相互交流についても可能な範囲で分析が可能となるようにデータを整備することが望ましい。また、大学生の教室内での自発的発話を蓄積した大規模な音声資料はこれまでのところ一般に入手可能な形で公開されていないので、日本語の話し言葉を研究する資料、特に大学などに留学する日本人学習者がどのような日本語を習得する必要があるかを検討する基礎資料とするためのデータとしては貴重なものとなる可能性がある。

日本語を含む音声データの書き起こしツールとして近年はMultiTransを使用する例が多いように見受けられるが、今回収録した音声データは12トラック同時収録ではあるが、ひとつのトラックに少なくとも3名の受講生の音声収録されているため、複数のトラックのそれぞれに単一話者の音声を収録したデータの書き起こしを前提とするMultiTransが最適なツールとは判断しがたかった。TableTransはひとつのトラックの音声を時間的な小部分に領域分割しつつ、開始点・終了点情報とあわせて、複数の属性を定義してこれを表形式で入力・表示できるため、話者・使用言語・発話内容を最小限の情報として書き起こしたい今回の作業についてはほどよいツールと思われた。⁷

英語部分については、開始点と終了点の確定も比較的容易で、ある程度の時間で一通りの作業が完了する。しかし、日本語部分については話者交代が明瞭でない場合が多く、あるトラックに関しては切り分けと書き起こしで7時間以上も必要となった。別のグループに

関しては2時間から3時間程度で概略の書き起こしが終了したが、それにしても1クラス分の書き起こしに対して36時間かかるとすると、専従的な作業員1週間分の作業量に近く、1週間5クラスの概略の書き起こしを完了するには、専従的な作業員の1月分の業務量を要するという概算になる。

3.5. 分散環境の構築

収録した音声・画像ファイルは一時的にUSB2.0 外付けハードディスクに転送し、多重に保存している。RDBMS (relational database management system) とCMSを組み合わせてwebインタフェースでの音声ファイルへのアクセス環境を構築した。⁸ これにより、書き起こし等のアノテーション作業をネットワーク的に管理することが可能となった。また、標準的なwebブラウザをインタフェースとするため、特定の書き起こしソフトをインストール・環境設定し、使い方に習熟するという過程を簡略化することができ、特定のソフトをインストールしたパソコンに限定されず、いつでも作業を進めることができるようになった。また、アノテーションツールによって話者ごとに分割して簡単なタグを付与した音声ファイルについて、書き起こしがなくともアクセスできるようになった。⁹

3.6. 音声ファイルの均等分割

書き起こしアノテーション作業については分散環境を構築することで複数の作業員が担当することが可能となったが、ファイル分割についてはツールへの習熟が求められるため、特定の作業員の負担が大きく作業のボトルネックとなる。作業員によるファイル分割を経ることなく音声ファイルへのアクセスを可能とするため、一定時間でファイルを機械的に均等分割し、分割したファイルに発話者のデータなどを付与するという作業手順を試みている。

音声トラックを15秒単位で均等に分割すると、発話または単語の途中がセグメントの切れ目と重なる場合もあり、これを補完するために各セグメントの開始時間をシフトさせたファイルも同時に作成し、切れ目に重なる音声を簡単に確認できるように工夫した。均等分割ファイルに対する書き起こし作業を試行し、運用性を検証しているところである。均等分割した音声ファイルには話者・質疑のトピック・発話タイプ・収録日時などのアノテーションを付与し、話者にはVersant for English のスコアなども含めた属性が付与してあるので、スコアが45点以上55点以下の受講生がある特定の質問にある特定の日時の授業で答えた応答音声というような検索が可能となっている。

⁶ これは[1], [2]などにてOrdinate CorporationのPhonePassならびにSET-10として言及した試験に相当する。

Ordinate CorporationはThomson傘下のHarcourt Assessmentに吸収されたが、2008年よりPearson傘下のKnowledge Technologies groupの一部となった。

⁷ TableTransを先行して活用している国内の研究グループを探しているが、いまのところはっきりしたことがわかっていない。

⁸ CMSとしてはオープンソースのZopeを採用した。Zopeについては<http://www.zope.org/>を参照。

⁹ たとえば、同一の学生が質問を読み上げるときと質問に回答するときで(発音や流暢さに関して)同じような特徴を示すのか異なる特徴を示すのか(音声として)比較することなどがこれにより可能となった。

4. 情報量爆発の効用

本稿で示したのは、英語の授業においても、そこでの活動を電子的に記録しようとする、かなり大規模なデータになるということである。授業中の作文

(Word のファイル)・発表資料 (PowerPoint のファイル)・読書記録 (Excel のファイル)などをあわせても、一つの学期に一つの授業で蓄積される資料はメガバイトの単位に収まる。しかし、音声・画像をデジタルファイルとして蓄積し始めると、生データはテラバイトの単位で集まる。現状では 90 分の授業のうち 30 分程度の活動について 3 人ないし 4 人を 1 グループとして録音・録画しているので、90 分の授業全体について一人ずつ録音・録画すれば、データ量は一桁増えることになる。

現在の作業が当面目指すところとしては、教員の経験から所見としてわかっていることを客観的なデータならびに計数的な量として提示できるようになるための基礎資料として利用できる発話コーパスを整えるというのがひとつの目標となるであろう。脚注 3 で述べたように、授業担当者は教室での学生の活動状況を全体としては正確に把握することができる。たとえば 3, 4 人の学生が 4 グループぐらゐまでに分かれて活動している状況はだいたい完全に把握でき、8 グループぐらゐまでであれば進行状況を把握できる。一方、ビデオや音声を 1トラックずつ再生する場合にはリアルタイムのトラック数倍の時間が最低限必要であり、インタラクションを詳細に検討するためには再生時間の 10 倍ないし 100 倍の時間が必要となる。たとえば、集めている発話データを言語的に分析するためには、人手による書き起こしという作業が必要であり、リアルタイム処理¹⁰どころか、1 年の研究期間を経過しても 1 クラスの授業の半年分の分析もままならないような状況である。しかし、そのことについて悲観的な見通しを持つことは、データ処理の現状について間違っただけの判断をすることになる。

言語研究においてデータの重要性は広く認識されていたが、統語論の分野において優れた言語研究者の直感を覆すような具体例が実データとして得られるようになったのは近年のことである。言語資源の整備によりきわめて大量の言語データが研究資源として提供されるようになったことに加えて web と検索エンジンの普及がこうした状況に貢献したことは言うまでもない。これと同じように、授業のデジタル化が現在のコストで実現できることはきわめて限られているかもしれないが、音声・画像データの自動処理が今後進展するにつれ、授業のデジタル化が有効に活用されるような時代はすぐそこまで来ている。

¹⁰ 個々の学生に自分の発話を比較的短時間でタイムリーにフィードバックできるようになると、書き起こしを自分で行うことも可能となり、口頭運用能力向上のための学習支援システムとしても大きな意味がある。

5. 付記

本稿で報告する共同研究においては、デジタル音声収録装置の仕様検討ならびに構築を鈴木陽一郎が、口頭英語自動試験のスコア分析を鈴木正紀が行っている。アノテーション書き起こし用 web ページ作成ならびに CMS を活用したデータベース処理システムの構築と運用支援について河村まゆみが、学習デザインの検討について前坊香菜子が担当している。

6. 謝辞

本稿の著者たちを中心とする共同研究は科学研究費補助金(2006 年 4 月・2009 年 3 月)基盤研究 (B) : 課題番号 18320093 『学習者プロファイリングに基づく日本人英語学習者音声コーパスの構築と分析』の助成を受けている。本稿で報告した発話収録装置の試作と試用にあたって早稲田大学特定課題研究助成費 (一般助成) 課題番号 2004A-033 『大学英語教育高度化のための外部試験を活用した学習者プロファイリングの研究』(研究代表者: 原田康也) ならびに課題番号 2005B-022 『英語教育高度化に向けた学習者プロファイリングとマルチモーダル学習者コーパスの研究』(研究代表者: 原田康也) による助成を受けている。

7. 参考文献

- [1] 「電話を利用した英語リスニング・スピーキング自動テスト: 早稲田大学法学部 1 年生のスコアからの考察」, 電子情報通信学会技術報告 (信学技報) TL2002-41, pp. 49-54, 電子情報通信学会, 2002 年 12 月 6 日。
- [2] 「エーワンのマルチカードを用いた英語応答練習」, 情報処理学会研究報告 IPSJ SIG Technical Reports 2003-CE-69 (3), 学術刊行物 情処研報 Vol. 2003, pp. 17-22, 社団法人 情報処理学会, 2003 年 5 月 16 日, ISSN 0919-6072。
- [3] 原田康也・辰己丈夫・前野譲二・楠元範明・鈴木陽一郎, 「対面での応答を重視した英語学習活動と発話収録装置の試作と試用」, IPSJ SIG Technical Reports 2005-CE-80 (4), 学術刊行物 情処研報 Vol. 2005, pp.25-32, 社団法人 情報処理学会, 2005 年 6 月 18 日, ISSN 0919-6072。
- [4] 原田康也・前坊香菜子・河村まゆみ・前野譲二・楠元範明・鈴木陽一郎・鈴木正紀, 「VALIS: 学習者プロファイルに基づく学習者音声コーパス構築を目指して」, IPSJ SIG Technical Reports 2006-CE-88 (24), 学術刊行物 情処研報 Vol. 2007, No. 12, pp.169-176, 社団法人 情報処理学会, 2007 年 2 月 16 日, ISSN 0919-6072。
- [5] 原田康也・前坊香菜子・河村まゆみ, 「VALIS: 英語学習者発話データの書き起こし」, IPSJ SIG Technical Reports 2007-CE-90 (1), 学術刊行物 情処研報 Vol. 2007, No. 69, pp.1-8, 社団法人 情報処理学会, 2007 年 7 月 7 日, ISSN 0919-6072。
- [6] 河村まゆみ・原田康也・前坊香菜子・楠元範明・前野譲二, 「VALIS: 発話データの制限的共有と分散処理に向けて」, 情報処理学会研究報告 IPSJ SIG Technical Reports 2008-CE-93 (22), 学術刊行物 情処研報 Vol. 2008, No. 13, pp. 155-162, 社団法人 情報処理学会, 2008 年 2 月 16 日, ISSN 0919-6072。