状況内評価を記録する相互評価端末：Sounding Board

Sounding Board:A mutal assessment terminal which records assessments in the situation of activity

市丸　俊亮　飯崎　裕史　山下　淳　加藤　浩　鈴木　栄幸　葛岡　英明*

Summary. The authors have designed a system for mutual assessment using a handheld device, which can be used easily without disturbing the ongoing activity and can provide feedback on others' assessments instantly in various forms on an as needed basis. To assess others with this system, a user has to point the terminal toward a target person. The bodily action of pointing the terminal toward the target produces a natural awareness in the participants concerning the assessor and the assesses. This paper describes an overview of the system and findings from observational studies of the experiment.

1　はじめに

共同活動では，参加者はお互いの行動に対して常に評価を行っている．たとえば，学校教育における共同学習では，参加者はお互いの成果に対して関心を示したり，褒めたり，あるいは批判したりしている．このように，実践の場で行われる評価のことを，筆者らは「状況内評価」と呼んでいる [7].

状況内評価の実践で重要となるのは，これらの評価を逐一記録することである．Sounding Board では，評価の入力に PDA を用いているため，活動の中で即座に評価内容を入力することが可能である．また，評価対象を選択する方法として，PDA を評価したい相手に向ける身体動作を行わせている．このような動作を取らせることにより，評価の意志を周りの参加者に示すことが可能となっている．

筆者らはこれまで，状況内評価についての考え方 [7] と初歩的なシステムの構成 [3, 10]，小学校での実験から得られたユーザビリティに関する知見 [8] について述べてきた．

本論文は，状況内評価の実践に必要な条件を Sounding Board が達成しているかどうかを評価することを目的とする．具体的には状況内評価の概念を示したあと，状況内評価に必要となる条件を整理する．次に，これらの要件に従い開発したシステム Sounding Board について説明する．最後に実装したシステムが要件を達成しているかどうかを，小学校で行った実験のデータをもとに検証する．なお，教育実践における状況内評価の有効性や授業への応用については，数多くの実験を通して検証する必要があるため，今後の課題とする．

Copyright is held by the author(s).

* Toshiaki Ichimaru, Hiroshi Hansaki, Jun Yamashita and Hideaki Kuzuoka, 筑波大学大学院システム情報工学研究科, Hiroshi Kato, メディア教育開発センター, Hideyuki Suzuki, 茨城大学人文学部

2　状況内評価と学習時における身体行為

2.1　状況内評価

能力の測定方法として一般的に用いられてきた手法がペーパーテストやアンケートである．これらの手法では，学習者の知識や記憶量の多寡を測定することで個人の能力としていた．しかし，能力の測定において重要なのは，知識や記憶量の多寡を測定することではなく，学習者が実践の場においてどのようにそれらを発揮しているのかを測定することである．

通常，ペーパーテストやアンケートを実施する際には，学習とは別の場面を設定して能力の測定を行っている．しかし，このような方法は実践能力をあまりよく反映していないことが指摘されている [2]．つまり，実践の場で発揮できる能力と，特別な場であるテストで発揮できる能力は異なっているのである．別の視点から言えば，たとえテストの成績が良かったとしても，それは個人が能力を備えていることを保証しているわけではないと言える．

一方，我々は日常行為において,「能力」を言動や行為を通して可視化している [11, 12]．このことはエスノメソドロジーも指摘している [13, 6]．たとえば，ある学習者の行為を他の学習者が「これすごいね」といって褒めたり,「ちょっと違うんじゃないの」と指摘することがあるが，それらは真にお互いの能力を評価していることに他ならない．このように，現場で当事者らが文化的実践の一部として相互行為的に行っている評価のことを，筆者らは状況内評価と呼んでいる．

しかし，状況内評価はこれまでに教育評価として用いられることはなかった．いくつかの理由が考えられるが，ひとつは状況内評価はインフォーマルな評価であるため重要視されることはなく，診断的評価や形成的評価，あるいは総括的評価 [9] のように制度的評価を信頼できる評価として扱っていたからである．

だが，教育の目的が評価を高めることではなく，実践能力を高めることであるという点に立ち戻れば，状況内評価がまさに能力を社会的に構築している実践であるという点において，非常に重要であることは明らかである．澤本らは，教師が自分の授業を第三者にわかるように明確に記述することで，自分が行った実践の意義や問題点を明らかにする手法を提案し，これを授業リフレクションと呼んでいる [5]．授業リフレクションではビデオ記録などの再生を通じて授業の振り返りを行っているが，その際に重要となるのは，やはり教師の発言と，それに対する学習者の反応の分析である．状況内評価と授業リフレクションは，評価の対象こそ違っているが，実践の場におけるインタラクションを重要視している点においては共通している．

ところで，状況内評価を教育評価として利用する際に問題となるのは，記録の難しさである．従来の手法ではビデオ録画から評価を拾いだすことで記録を行っているが [14]，これはあまりにも手間がかかるため実用的ではない．また，評価を即座にフィードバックすることも不可能である．状況内評価を記録するシステムに求められるのは，活動の参加者が誰かを評価する際に，同時にその評価を記録するシステムを構築することである．

2.2 身体的行為と学習への影響

状況内評価を記録する教育的目的は，活動中に発揮された学習者の実践能力を測定することである．従って，その記録を利用するのは第一義的には指導者，学校教育にあっては教師であるのだが，この評価を活動の参加者にフィードバックすることで，その場の活動に影響を与えることも可能である．日常の活動においても，発話を通じて得られた評価は，その後の取り組みに対する方針に深く影響を与えていることは明らかである．

状況内評価の記録を活動にフィードバックする方法のひとつが，リアルタイムのグラフ表示である．しかし，グラフによる評価集計は，誰がどのような評価を受けたかということは明示されるが，誰が誰を評価したかは明示されない．ある学習者の行為を他の学習者が評価するような状況内評価の観点からすると，状況内評価がグラフシステムのみによって達成されるとは考え難い．そこで重要になるのが，思考を外化させることである．

参加者の思考を外化させる方法として参加者の身体の動きを活用したシステムに，鈴木らによる AlgoBlock[4] がある．AlgoBlock は，プログラミング作業を物理的なブロックの組み合わせに置き換えることによって，共同作業における作業者の意図を適切につかませることのできるシステムである．

共同学習の例ではないが，情報交換に身体性を利用したシステムに Meme Tag[1] がある．Meme Tag とは，会議に参加した者同士の意見交換に，赤外線通信可能な名札を利用したシステムである．Meme Tag を利用して意見交換を行う際には，参加者は「自分の名札を相手の名札に向ける」行為が必要となる．このような動作は，名札に搭載された赤外線通信の指向性による制限から生ずるものであるが，むしろ参加者同士が情報交換を行っていることが明確になっている．

3 相互評価システム Sounding Board

3.1 システムの要件

2.1 節で述べたように，従来の評価システムは状況内評価をリアルタイムに記録し，また評価している行為をまわりの参加者にも伝えるためのシステムとしては機能が十分でない．筆者らは状況内評価を記録するシステムとして必要となる要件に

1. ある学習参加者が他の参加者の活動を評価したいと思ったその時に評価できる．
2. 行われた評価の結果を他の参加者が即座に参照できるような枠組みを備えている．
3. 評価者が誰を評価しているかを，評価者の身体の動きからひと目で理解することができる．

の 3 点を提案する．

3.1.1 活動中の任意の時点における評価の支援

活動に参加している人が，評価をしたいと思った時に評価できるようにするため，共同活動の参加者一人ひとりに携帯端末を持たせて，端末に表示される GUI を通して逐次評価を行えるようなシステムを実装する．評価を記録する際，タイムスタンプも同時に記録することで，授業リフレクションでも効果を発揮する．

3.1.2 評価結果のリアルタイムな集計と視覚化

活動中に評価をリアルタイムに集計し表示することで，参加者は活動内における評価の状況を知ることができる．また，その評価内容を参照することで様々な形式のフィードバックが期待できる．従って，評価を逐次集計し，結果をグラフなどを用いて視覚的に表示するシステムを実装する必要がある．

3.1.3 身体的行為を用いた評価する意思の外化

評価活動に身体性をもたせることにより，評価の意思を外化し，他の参加者からも観察可能となる．評価の入力に携帯端末を用いることで，それを手に取る行動が「これから評価を行う」という意思を明示する行動にはなるが，その行動だけでは誰を評価対象とするのかは理解できない．評価の入力に際し，評価対象の選択方法として相手に直接端末を向ける仕組みを評価の流れに取り入れることで，身体性を

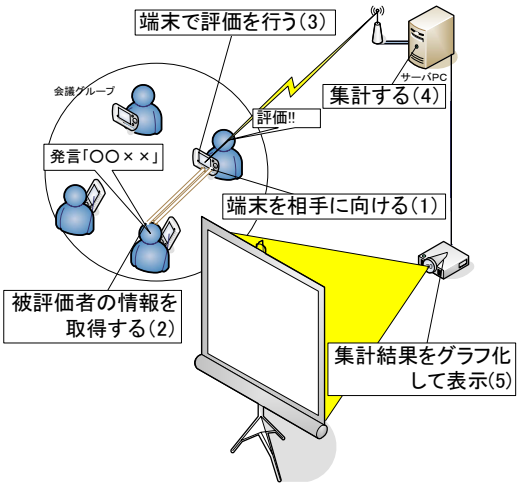


図 1. システム利用図

伴う評価の意思として周囲に明示することが可能となる．

具体的な実装として，赤外線通信を利用する．赤外線通信は強い指向性があるため，評価相手の ID を受信するためには実際に評価対象となる参加者に端末を向ける必要がある．しかし，あえてこの動作を強いることによって，誰を評価しているのかを身体の動きを見ることによって観察できるようになると期待できる．

3.2 システム構成

本システムは参加者固有のユーザ ID を送信するユビキタスバッジ，受信したユーザ ID を元に評価を行うための評価端末，評価情報の収集と集計を行う集計システムから構成される．

システムの利用図を図 1 に示す．Sounding Board システムでは，ユーザは固有の ID を赤外線信号として発信するユビキタスバッジを装着する．あるユーザ A が別のユーザ B を評価するために評価端末をユーザ B の方に向けると，評価端末はユーザ B のバッジから発信された ID を受信し，ユーザ B に関する情報が表示される．ユーザ A によって選択された評価内容は，端末内蔵の無線 LAN を通じて集計システムに送られ，集計結果をグラフ化して表示している．

3.2.1 ユビキタスバッジ

ユビキタスバッジの外観を図 2 に示す．このバッジには，ユーザ固有の ID を送信するための赤外線発光 LED, ID を設定するためのディップスイッチ，および PWM 信号を用いて ID を生成するためのマイクロコントローラが搭載されている．マイクロコントローラとして，Microchip 社の PIC16F628A を利用している．バッジの寸法は $59mm \times 78mm$ である．

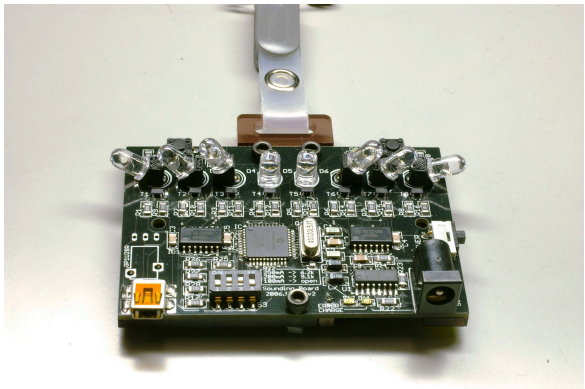


図 2. ユビキタスバッジ

複数のバッジが同時に ID を送信した場合，これらの ID 同士がコリジョンを起こすことがある．このような状況に対処するため，一度バッジから ID を送信した後は，一定時間 ID の送信を止めるようにしている．この時間は乱数によって決定され，30 [msec] から 80 [msec] 間の 10 [msec] 間隔である．また，バッジを装着している人が他の方向を向いている場合にも信号を受信して評価を行えるように，8 個の赤外線発光 LED を基板に対して異なる角度をつけて搭載している．

3.2.2 評価端末

評価端末とは，ユビキタスバッジから送信された ID を受信することで評価対象を特定し，またその評価対象に対する評価を入力するための端末である．評価端末は PDA と赤外線 ID を受信するための受信機から構成されている．図 3 に赤外線 ID 受信機を取り付けた状態の評価端末の外観を示す．評価端末用の PDA として，Hewlett Packard 社の hx2790b を用いた．この PDA は 240 × 320 ドットの QVGA タッチパネルと，Compact Flash (CF) カードスロット，Wi-Fi 準拠の無線 LAN などを搭載している．OS は Microsoft Windows Mobile 2003 Second Edition Software for Pocket PC である．

赤外線受信機で受信した ID は，PIC マイクロコントローラで復号され，CF 規格の拡張シリアルボード (Ratoc REX CF-60) を経由して PDA 本体に転送される．赤外線の受光範囲を狭め，指向性を上げるために，赤外線受光素子にプライバシフィルタを取り付けた．プライバシフィルタには 3M 社の PF12EN を使用しており，受光範囲は左右それぞれ 30 [deg] である．

評価用のアプリケーションとして，端末が認識した複数のユーザをリストアップし，選択されたユーザの評価を行うためのソフトウェアを開発した．評

図 3. 評価端末

価に使用するボタンの数や表示される評価内容などはシステムを使用する授業の内容や目的などに応じて変えることができる．今回の実験では，小学生を対象としているため，図 4 に示すような小学生が使いやすいようにデザインした評価アプリケーションを用意した．このアプリケーションを操作する時，ユーザはまず，自分の名前を選択し (a)，自分の名前確認を行い (b)，評価するための準備を行う．評価端末を相手に向けると評価対象の名前が表示されるので，ユーザは評価したい対象の名前を選択する (c)．そして，実際の評価内容を選択し (d)(e)，最終的な評価内容の確認 (f) をおこなうと評価が送信される．評価選択画面については評価の選択方法の違いによるユーザビリティの違いを比較するため，評価をボタンにより選択する評価方法 (d) と，左右ボタンで送信したい評価を選び，送信ボタンで確定させる評価方法 (e) の 2 種類を用意し，使用した際の操作性の差異を比較した．本実験では評価項目として「大さんせい」「さんせい」「そうかなぁ？」の 3 種類を用意し，後述する集計グラフ用にそれぞれ＋2，+1，-1 の得点を設定した．

3.2.3 集計システム

集計システムとは，無線 LAN を通じて PDA から送信されてきた評価情報を収集し，集計するシステムである．集計結果はデータベースに蓄積され，Web ブラウザを通じてアクセスすることによってグラフ表示などが行えるようになっている．

集計ソフトウェアは PHP-5.2.2 で記述し，データベースとして MySQL-5.0.41 を使用した．サーバ上で PHP スクリプトを実行するために，HTTP サーバの一つである Apache-2.2.4 を利用している．

4 実験

以下の条件での実験を行った．

(a) 送信者選択　(b) 送信者確認　(c) 評価対象選択

(d) 評価選択-1　(e) 評価選択-2　(f) 評価確認

図 4. 評価アプリケーション表示フォーム

被験者 小学 5 年生 6 名．議論の司会進行役は担任教師である．

活動内容 「学校の給食ナンバーワンを決めよう」というテーマでの議論を行った．児童は挙手をして自分の好きな給食のメニューを発言する一方，他の児童は発言者やその内容に対して，評価端末を利用して評価を実施した．

ビデオ録画 実験状況を 2 台のビデオで録画した．

評価項目の記録 データベースに登録された評価内容を保存した．

アンケート調査 ユーザビリティに関する選択項目 11 項目と自由記述 2 項目のアンケートを実施した．分析結果については [8] にて報告しているが，端末のユーザビリティに関しては特に問題となっていないことが明らかになっている．また，異なる 2 種類の評価選択方法（図 4(d)，(e)）についても，使用感の差は現れなかった．

5 考察

5.1 活動の任意の時点における評価の支援

ソフトウェアで記録したログデータを元に，児童が評価に要した時間を計測した．表 1 に児童別のデータを示す．ここで，評価に要した時間とは，端末に表示された被評価者を選択してから，評価データをサーバに送信完了するまでの時間 (図 4 における (c) から (f) までに要した時間) のことである．また，明らかに長い時間をかけて評価を行ったデータ

については，個別にビデオデータを観察し，端末の操作に手間取っているわけでなく評価に迷っているためであると確認した上で除外した．表 1 より，評価データをサーバに送信する時間を含め，概ね 3 秒ないし 4 秒程度で評価が完了していることがわかる．このこととビデオデータにより，端末を操作することによって共同活動が停滞するようなことはなかったことがわかる．

また，評価選択方法の違い（図 4(d)，(e)）による評価時間の差異について t 検定を行った結果，両方に有意な差は見られなかった ($p>0.1$)．

一方で，全ての話題に対して即時的に選択できているかといえばそうではなく，評価したい相手の赤外線情報をうまく受信できないため，評価を行うことができない場面も見られた．この場面を観察すると，発言を行った児童が評価をしようとしている児童と別の方向を向いていたり，端末を自分の体の前に保持したため，腕によってユビキタスバッジが隠されてしまうことによって，赤外線 ID が阻害されてしまうことが原因であることがわかった．赤外線発信器の取付方法としてはバッジ型が多いが，効率的な通信のためには検討の余地があることがわかった．

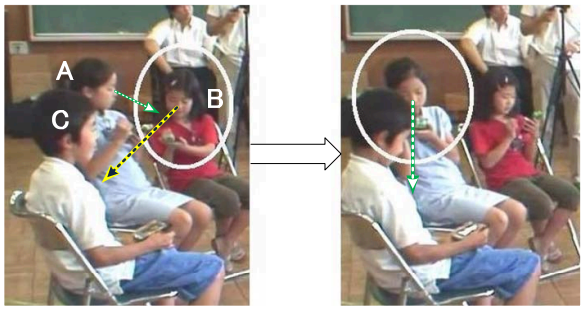
ログデータから，児童によって評価を行うタイミングに差異があることがわかった．

図 5 はログデータの一部である．このログが示している部分は，自分が好きなメニューを挙げる場面で A が「スパゲッティ」と発言した直後である．B や D や E が即座に評価を終えているのに対して，C は評価内容を決定するのに 6 秒かけている．実際，ビデオを見てみると C は評価に迷っている様子が見られた．このように，Sounding Board での評価活動は単純な評価結果だけでなく，その評価に至るまでの過程も記録できることがわかるため，活動後の授業リフレクションのツールとしても有効であることがわかる．

5.2 評価結果のリアルタイムな集計と視覚化

グラフ表示が活動内でどのような役割を果たしているのかについて考察する．例として，評価活動よりも自分の発言を優先した児童の事例を採り上げる．活動中，非常に積極的に発言を行っている児童がいたが，教師によれば，この児童はいつもはあまり積極的に発言しない子である．では，なぜ積極的に発言するようになったのだろうか．

ビデオデータから，この児童は自分が発言を行った後にグラフをみることでその変化を確認していることがわかった．また，発言のあとに全体の様子を確認している場面も見られた．このことから推測されるのは，自分の発言に対して評価が行われるという一種のインセンティブが，これまでの議論のやり方と比べて明確になるため，児童らの積極性が引き出されるのではないかと考えられる．



BがCを評価しているのを見て，Aは自分がCを評価していないことに気づく

A自身もCの方を向いて評価を行う

図 6. 他の児童が評価している様子に気づいた場面

一方，普段は発言に積極的な児童が，この場面では評価に対して積極的になっている様子も見られた．この児童の場合は，評価することによるグラフの変化に対して価値を見いだしていた可能性がある．

5.3 身体的行為を用いた評価する意思の外化

大学生を対象とした予備実験では，端末を相手に向ける評価形式は評価をすることに抵抗が生じることがわかっていた．また，評価は匿名で行いたいという傾向も見られた．そのため，小学生を対象とした実験でも相手に端末を向けることに対して抵抗があると考えていた．しかし，小学生に関してはそのようなことはなかったことがアンケートから判明した．

このような違いが成長におけるどの段階で生じるのかについてはこの論文の範疇ではないのでここでは議論しないが，このシステムを有効に活用するためには今後考慮する必要がある．

活動中に，児童は他の人の発言が終わった直後に評価を行っていたが，たまに評価し忘れる児童がいた．その時，他の人が評価している様子を見て自分の評価し忘れに気づき (図 6 左)，自分も評価を始めるということがあった (図 6 右)．このように他者の行為を身体的に観察可能にすることで他の参加者へ意思が伝わり，それを見ている児童は活動の状況を身体動作の観察により参照できることがわかる．このような，他の児童の行為からその時点で何かをやっていたことに気づくことができる効果は，これまでの共同活動で困難だった活動の流れをつかむことができる効果が期待できる．

6 おわりに

本論文では，学習者の能力が真に発揮される実践の場で行われる状況内評価を活用するにあたっての従来の評価形態の問題点を挙げた．そして，状況内評価を活用するためのシステムの要件を挙げ，これらの要件に従い実装したシステムである Sounding Board について述べた．また，小学生を対象とした実証実験を通して，実装されたシステムが要件を

表 1．評価回数と評価時間

被験者	A	B	C	D	E	F	平均
評価回数 [回]	12	12	26	26	24	14	19
平均所要時間 [秒]	2.92	2.67	4.08	3.50	4.00	3.71	3.48
標準偏差 [秒]	0.79	0.49	1.46	0.95	1.22	0.73	1.06

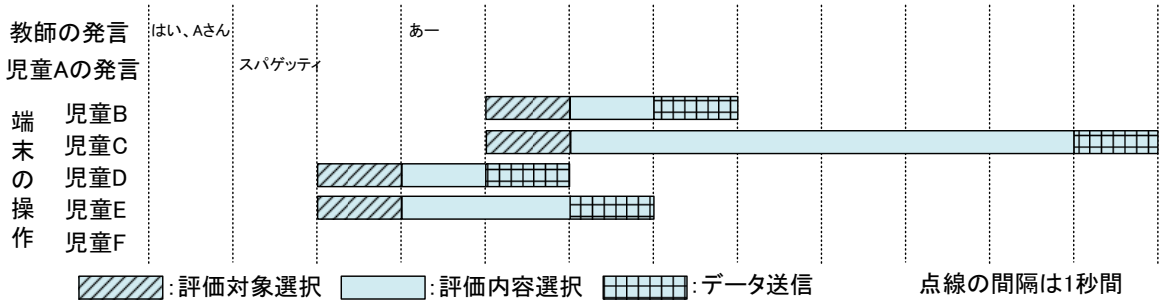


図 5．ある発言に対して評価している例

満たしているかどうかを，実験で採取したログデータやビデオデータなどから観察できた行動から分析した．

今後は，Sounding Board の様々な実践を通して，状況内評価を適切に記録することが可能なのかどうかを明らかにし，周囲にフィードバックできる議論の形態について考察を行う．また，現在の Sounding Board の端末システムでは，評価相手から発信される赤外線 ID を受信するために，PDA を水平に保つ必要がある．この状態は PDA に搭載している液晶画面の視野角度の問題もあり，画面に表示されたコンテンツが見づらくなっているという問題が明らかになっている．今後は，そのようなシステムのユーザビリティの改善も目指す．

参考文献

[1] R. Borovoy, F. Martin, S. Vemuri, M. Resnick, B. Silverman, and C. Hancock. Meme Tags and Community Mirrors: Moving from Conferences to Collaboration. In *CSCW '98*, pp. 159–168, 1998.

[2] J. Lave. *Cognition in Practice*. Cambridge University Press, 1988.

[3] J. Yamashita, H. Kato, T. Ichimaru, and H. Suzuki. Sounding Board: A Handheld Device for Mutual Assessment in Education. In *Proc. of CHI2007 Extended Abstract*, pp. 2783–2788, 2007.

[4] 鈴木 栄幸, 加藤 浩. 共同学習のための教育ツール「アルゴブロック」. 認知科学, 2(1):36–47, 1995.

[5] 浅川 栄司, 小林 進, 志村 香代子, 澤本 和子, 佐藤 博, 山田 七重, 若杉 純子. 教師の実践的力量形成を支援する授業リフレクション研究: その 2 集団的リフレクションによる単元学習事例研究. 山梨大学教育学部附属教育実践研究指導センター研究紀要, pp. 13–21, 1996.

[6] 山崎 敬一. 実践エスノメソドロジー入門. 有斐閣, 2004.

[7] 加藤 浩, 山下 淳, 市丸 俊亮, 鈴木 栄幸. モバイル相互評価端末の設計思想と概要. 日本教育工学会第 22 回全国大会公演論文集, pp. 31–34, 2006.

[8] 加藤 浩, 山下 淳, 市丸 俊亮, 菊池 秀文, 鈴木 栄幸, 永井 正洋, 北澤 武. 携帯相互評価システム「Sounding Board」のユーザビリティ評価. 日本教育工学会第 23 回全国大会講演論文集, pp. 567–568, 2007.

[9] 橋本 重. 教育評価法概説. 図書文化社, 2003.

[10] 市丸 俊亮, 山下 淳, 加藤 浩, 鈴木 栄幸. 共同活動において即時的に相互評価を行える携帯端末の開発. 電子情報通信学会信学技報, ET2007-12, pp. 25–30, 2007.

[11] 五十嵐 素子. 授業の社会組織化: 評価行為の相互行為論的アプローチ. 教育目標・評価学会紀要, pp. 54—64, 2003.

[12] 五十嵐 素子. 「相互行為と場面」再考: 授業場面の社会学的考察に向けて. 年報社会学論集, No. 17, pp. 214—225, 2004.

[13] 前田 泰樹, 水川 喜文, 岡田 光弘. エスノメソドロジー: 人びとの実践から学ぶ. 新曜社, 2007.

[14] 澤本 和子. マルチデータ処理による国語科授業研究の可能性: 授業リフレクション研究からの考察. 全国大学国語教育学会発表要旨集, 第 91 巻, p. 45, 1996.