

効率的な形成的評価とフィードバックを可能にする教授者支援システムの開発

大 島 律 子 静岡大学情報学部准教授

1 概要

本研究は、CSCL や LMS を利用した学習活動において、教授者などの学習支援者が行う形成的評価とそのフィードバックを容易にすることを目的とした、汎用性の高い教授者支援システムを開発するものである。今回は、CSCL システムとして多くの国での利用実績を持ち、コンテンツやユーザの面でも適用範囲の広い Knowledge Forum[®]において、学習支援者のためのモジュールが持つべき仕様と、具体的なモジュールの開発を行った。具体的には、ブレンディング型授業において授業担当者や TA が作成した観察記録やミーティングのデータから、通常の観察場面における形成的評価内容の特徴を把握し、把握しきれない点についてモジュールが担うことを検討した。ブレンディング授業における学習支援者の形成的評価の分析結果から、開発するモジュールは、1) 内容理解を把握しやすくするものであること、2) グループ内での内容理解面でのダイナミズムを捉えることができること、3) 評価と支援の一体化を保てるようなものにすること、4) 経験の浅い学生メンターにとっても分かりやすいものであること、が求められた。この結果をふまえ、協調学習活動における知の生成を分散知や分散認知の考え方を元に、ネットワーク科学の分析手法を用いて次の3つのモジュール (Knowledge Building Discourse Explorer: KBDEX) を開発した：1) 創造的議論の鍵となる発言・人・単語の関係を明らかにするためのモジュール、2) グループの認知的なダイナミズムを明らかにするためのモジュール、3) 知識の流布を明らかにするためのモジュール。これらのモジュールを利用することにより、教授者は認知的に貢献している学習者は誰なのか、オンライン上で効果的な対話を行っている学習者は誰なのか、授業で扱っている重要な内容は協調学習活動を通じてどのように学習者達に広まっているのか、などを容易に把握することが可能となった。さらに、これらのモジュールは教授者側だけでなく、学習者自身が形成的に利用することで、理解の偏りへの気づきや今後の学習の進め方の指針提示などの支援に用いることができる可能性が示唆された。

2 研究の背景と目的

2-1 協調学習における評価

(1) 形成的評価の重要性

協調学習は、学習者メンバー間の社会的関係性の向上、多角的な視点からの学習内容の相互吟味による理解深化といった利点があるといわれている (MIYAKE 1996 ; SHIROUZU et al. 2002 ; 植野・矢野 2004)。このような協調学習活動における学習成果を評価するには、これまで活動の詳細な事例分析が行われることが一般的であった。例えば、MIYAKE (1986) に見られるように初期の協同問題解決研究では、実験的なセッティングにおいてペアの学習者がどのように問題を解決していくかを対話や活動の記録から分析する手法が主流だったのである。現在では、ペアから小集団、そしてネットワーク上での多人数での学習へと学習活動をとる集団のサイズやコミュニケーションの形態が多様化している (KOSCHMANN et al. (Eds.) 2002)。そして、協調学習活動が学校教育の中に浸透し、集団の数がグループからクラス、あるいは教室や学校の外部へと拡張し、さらに学習活動自体が1回の授業から単元、あるいは半期・通年の授業へと長期化するにつれて、グループ内あるいはグループ間での学習の進展の様相をこれまでの手法で捉えることは困難になっている。特に、これまでの研究手法では、研究者が評価手法を独自に開発することが多く、異なる研究プロジェクト間でその評価手法を共有しデータを比較検討することを困難としている (五十嵐・丸野 2008) だけでな

く、学習活動が全て終了した後に、研究者や実践者が収集したデータを元に時間をかけて評価が行われることが一般的である。しかしながら、評価は本来学習者のためにあるもので (PELLEGRINO et al., 2001)、学習者中心の考え方 (BRANSFORD et al., 2000) を踏まえた授業デザインを行うとすれば、学習を進めるために必要な評価情報を必要な時に提供することが学習支援の重要な使命であり、ゆえに学習活動の途中で行われる形成的評価手法に寄せられる期待は大きい。とはいえ、先にも述べたように従来の個人学習における評価と違い、協調学習は人と人のかかわり合いを中心に行われる。さらにそこには例えばコンピュータのような、人と人をつなぐながしかの道具が持ち込まれるのが一般的である。そのような複雑な学習環境の中でどのように学習者の評価を行っていくかは、人と道具、そしてそこで取り込まれる課題の関係性を踏まえる必要がある (大島ほか, 2005)、その手法は未だ確立していない。

(2) 学習支援システムにおける形成的評価の可能性

協調学習の学校教育現場への広まりとともにそれを助ける CSCL (コンピュータによる協調学習支援環境) や LMS (ラーニング・マネジメント・システム) などの情報テクノロジーが教育現場に普及するにつれて、学習者の学習活動や思考のプロセスを詳細に把握することが容易になってきた。ここでは学習評価に関する重要性の観点から、最終成果物による一方向的なもの (教員→学習者) から、プロセスを重視し学習活動自体の質を向上させることを目的とした学習者に対する「フィードバックのための評価 (教員⇄学習者)」へと移行しつつある。学習活動の質が向上することは、学習者により深い理解をもたらす意味で非常に価値のあることである。しかしながら現状では、先にも述べたように教室場面で観察される学習活動の様子に加え、CSCL・LMS 上に記録される様々な知的生産物といった膨大な情報を教師やメンターといった学習支援者たちが短い時間で適切に処理することは難しく、結果として学習活動中に適切なフィードバックを返すことが困難なものとなっている。

そこで本研究では、学習支援者が観察や支援を行うプロセスで行った評価の特徴を明らかにするとともに、彼らが評価を行う上で困難だと感じている点をふまえて、CSCL システム上に形成的評価のためのモジュールを開発することを目的とする。具体的には、CSCL システムとして多くの国での利用実績を持ち、コンテンツやユーザの面でも適用範囲の広い Knowledge Forum[®] (SCARDAMALIA & BEREITER, 2006) において、学習支援者のためのモジュールを持つべき仕様の同定とモジュールの開発を行った。

3 ブレンディング授業における形成的評価活動の分析

本研究で開発する形成的評価モジュールの仕様を決めるために、実際のブレンディング授業において、そこに関わる教員や学生メンター達がどのような評価を行っているのか、また彼らの抱える現状の問題点を探るために、8つの科目を対象としてデータの収集を行った。

3-1 対象授業の概要

国立大学理系学部における8つの科目 (教養系科目2つ、専門科目6つ、講義A-F) を対象とした。これらの授業はいずれも CSCL システムとして Knowledge Forum[®] を利用したブレンディング型の授業であり、また授業担当教員と学生メンター (大学院生・学部生) による学習支援が行われたものである。このような科目を選択したのは、1) 協調学習の授業では授業担当教員に加えて学生メンターが学習支援にあたることが多いこと、2) 学習支援者の支援者としてのキャリアの違いにより、評価の内容が異なる可能性があると考えたためであった。

(1) 授業デザイン

それぞれの科目は、学習目標は異なるものの、いずれも3-5名のグループで協同問題解決に取り組むようにデザインされていた。また、学習支援システムとして Knowledge Forum[®] を用い、考えたことや調べたことを記述、共有、議論するために、あるいは学習のマネジメントを円滑に行うためのツールとして利用する点においても共通であった。

(2) 学習支援システム上での評価環境の構築

学習支援者達の形成的評価は、随時それが行えるよう受講生が利用する Knowledge Forum[®] のデータベース上に、「スタッフ専用ビュー」として構築された。図1は、形成的評価用ビューの例である。このビューは、受講生からはアクセスができないように設定されており、なおかつ、システムの機能として受講生の作成したノートとリンクや引用が可能となっているため、オフラインに限らずオンライン上の活動についても記述

がしやすい環境であった。学習支援者達は、観察や支援の合間、あるいは、授業終了後次の授業までの間にこのビューに評価やコメントをノートとして書き込んでいった(図1右下参照)。学生メンターのノートに対しては、内容に応じて授業担当教員からのアドバイスやコメントがなされることもあった。

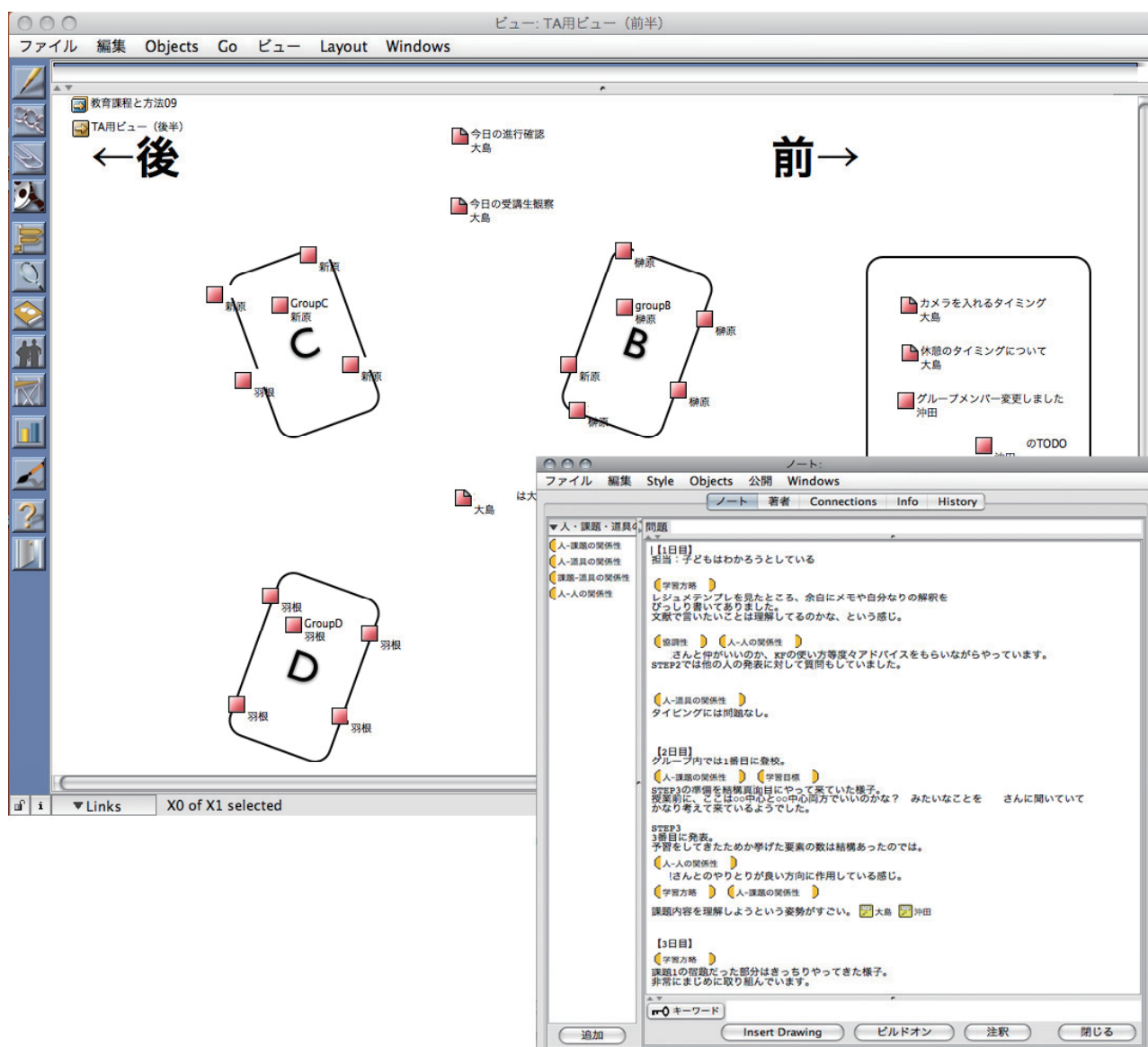


図1 「スタッフ専用ビュー」の例

(3) 学習支援者とその役割

学習支援者は、授業担当教員と大学院生または学部生の学生メンターから構成された。学生メンターは対象講義を既に履修済み、あるいは予め学習して受講生よりも内容理解ができている状態の者たちであった。学生メンターの学習支援者としてのキャリアは、初めて〜3年であった。学習支援者達は、講義BとDをのぞいて自分の担当グループを持ち、そのグループに対して主に支援を行うという関わり方をした。講義BとDに関しては、学習支援者に対する受講生数の多さから、特に担当を設けなかった。

3-2 データの収集と分析

担当教員とメンターによる学習活動の形成的評価は、Knowledge Forum®上に設けられたスタッフ専用ビューに書き込まれたグループ活動の様子に関する記述(ノート)と、毎回の授業後に行われた授業後ミーティ

ングの議事録から収集した。ノートは全ての講義において授業中ならびに授業と授業の合間に記述されていた。

Knowledge Forum®上に書き込まれた学習支援者による評価は、その内容から「内容理解」と「その他」に分類した。「内容理解」とはそれぞれの科目において学習者が理解すべき内容のことであり、それ以外の事柄、例えば、問題解決の方略に関する事柄やグループ活動のマネジメント、メンバーの個人特性に関する事柄などは「その他」に分類した。分類にあたっては書き込まれたノートを1単位とし、内容理解に関する記述が含まれるか否かで分類を行った。従って、内容理解のノートとしてカウントされたものにおいて、それ以外の記述内容が見られる場合もある。

分類の結果は表1のとおりであった。なお、講義Fに関しては、内容理解がグループのマネジメントに関する事柄であり、分類するのが困難であったため、今回は分析の対象としない。

表1 講義毎の Knowledge Forum 上に書き込まれた学習支援者による評価

| 科目名 | 受講生数 | 学習支援者数 | 総ノート数 | 内容理解 | | その他 | |
|------|------|--------|-------|------|----|-----|-----|
| | | | | 総数 | % | 総数 | % |
| 講義 A | 18 | 5 | 22 | 11 | 50 | 11 | 50 |
| 講義 B | 70 | 2 | 13 | 0 | 0 | 13 | 100 |
| 講義 C | 16 | 5 | 38 | 8 | 21 | 30 | 79 |
| 講義 D | 45 | 2 | 36 | 0 | 0 | 36 | 100 |
| 講義 E | 25 | 5 | 40 | 7 | 21 | 33 | 79 |

表1より、講義Aをのぞく全ての科目において、内容理解に関する記述がそれ以外の記述を下回る結果となっていることが分かる。また、講義BやDに見られるように、全く内容理解に関する記述が見られない講義もあったことが明らかになった。またこれら講義では、学習支援者の数が他に比べて少ないことも特徴的である。

次に、各講義の特徴と合わせた分類結果について検討する。講義Aと講義Cは異なる年度の同一講義である。これら3つにおいて見られる特徴は、次のようなものであった：

- ・内容理解に関する記述は、学習支援者が自分の担当受講生グループに対して行った支援がらみで記述されている場合が殆どである
 - ・学生メンターのうち、特に支援経験が浅い学生メンターは学習者の個人特性やグループ内の社会的関係についてのみの記述に留まり、内容理解についての記述は皆無に等しい
 - ・内容理解に関する記述は5割に留まるものの、どちらも4日間の集中講義であることから、どのように理解していつているかのプロセスは詳細に記述され、学習支援者間での共有ができています
 - ・グループ内の学習のマネジメントに関する記述はよく見られる
- なお、このような特徴は、講義Eについても同様であった。

また、同様に講義BとDも異なる年度に実施された同一科目であるが、これらについては、上述した以外に次のような特徴を持っていた：

- ・認知的内容は、各授業の間に手作業で確認が行われている状況
- ・3年生後期に実施される科目であり就職活動の関係などから欠席する学生が多く、議論も起きにくい状態で、特に社会的な側面が留意されている
- ・開講時期の関係などにより学習内容に関する興味の強さが受講生間で大きく異なるため、特にその影響がグループ活動に現れた場合には、マネジメントの側面にのみ学習支援者の注意が向きがちである
- ・受講生に対する学習支援者の数が少なく、目につきやすい社会的な側面やマネジメントに注意しているのが精一杯で内容理解にまで目が行き届かない、その中でも特に受講生数の多い講義Bについては、学習支援者による評価のノート数も少なく、授業実施に殆どの時間を費やしている可能性が大きい

加えて、講義A・B・Eについては毎回授業後に学習支援者達によるミーティングが行われていた。この議事録からはどの講義においてもグループ活動を観察しながら個々のメンバーの内容理解の程度を正確に把握

するのは難しいことが指摘されていた。特に、学生メンターからは発言の少ないメンバーの理解の程度が観察からは把握しにくいこと、観察から推測される理解の程度と、オンライン上の書き込みに見られる理解の程度が必ずしも一致せず、判断がしにくいことが指摘されていた。

以上のことから、協調学習活動における学習支援者は、授業中の観察場面においては、活動の基本となる受講生グループ内の社会的関係性や受講生自身が使おうとする学習方略、学習のマネジメントにその注意を向けることが多く、内容理解については多くは触れられていないことが明らかになった。特にその傾向は学習支援者数が受講生数に対して少ない講義で実施される協調学習活動において顕著であり、また、経験の浅い学生メンターにその傾向が強かった。この結果は、円滑な社会的関係や適切な学習方略、マネジメントの元に初めて協調的な学習活動が成立すると考えていることの表れと捉えることができる。特に、経験の浅い学生メンターは、自分自身の内容理解についてなかなか自信が持てないことから、さらにこの傾向が強まるものと考えられる。

さらに、内容理解について触れられる場合には、学習支援者が行った支援の結果報告という形でなされていることが多く、観察の結果というよりもインタラクションの結果として捉えられていた。これは、学習支援者達が受講生の理解を捉える際に安易に形成的評価を行わず、より慎重に行おうとしている現れであり、また、評価と支援は切り離して考えることができず、常に一体化して行われるものであるともいえる。評価の慎重さについては、オンラインとオフラインから得られる情報の違いについての言及からも伺うことができる。

これらをふまえ、学習支援者が形成的評価を行いやすくするためには、開発するモジュールが持つ特性として、次のようなものが求められると考えた：1) 内容理解を把握しやすくするものであること、2) グループ内での内容理解面でのダイナミズムを捉えることができること、3) 評価と支援の一体化を保てるようなものにする、4) 経験の浅い学生メンターにとっても分かりやすいものであること。

4 協調学習活動における形成的評価を支援するモジュールの開発

4-1 モジュール開発におけるオンライン上の学習活動を分析する手法の決定

(1) オンライン上に構築された学習成果物を捉えるための理論的枠組み

モジュール開発にあたり、学習内容の理解という協調的な学習活動を把握・分析するための理論的な枠組みとして、「分散知」と「分散認知」の概念 (SALOMON (Ed.) 1993) が有効であると考えた。分散知とは「主体と環境の相互交渉をとおして実現する知性」で、学習場面に限らずグループワークやプロジェクトの知的生産物として現れる。また、分散認知とは「そうした分散知が生成されるメカニズムとしての認知活動」で、集団による協調の様相を意味する (HUTCHINS 1995 ; 大島 1998)。例えばBROWN et al. (1993) では、このような分散知を構築していく認知的活動である分散認知のシステムが協調学習の中でどのように実現可能かを授業設計の原則として示しながら、事例をもとに分析している。しかしそれらは事例ベースであるがゆえに断片的なものに留まっているだけでなく、授業デザインの総括的な評価であり、学習者が学習活動の過程において役に立てることができるような情報を学習支援者が提供することを可能にするものではない。そこで今回は、一連の協調学習活動の最中において「個々の学習者がどのような理解をしているのか」「個々の学習者がどのような認知的貢献をしているのか」「それによるグループとしての全体的な分散認知の状態の把握と各メンバーの個人差」について数量的に比較検討可能な分析手法を用いることで、形成的評価に役立てることができるようなモジュールを開発するため、ネットワーク科学の分析手法を用いることとした。次にその概要を示す。

(2) ネットワーク科学の分析手法

ネットワーク科学とは現実のネットワークに潜む「繋がり具合」の構造的な共通性に着目し、そのような構造を生成する基本法則や原理を探る研究分野である。個々の構成要素の性質によらず、ネットワークとしてつながった全体が持つ伝達特性を理解することは、現代の社会システムを捉えるために必要不可欠な考え方となっている (林 2007 ; STROGATZ 2001)。安武ほか (2007) は、ネットワークの研究が学習環境という非常に複雑な系の構造の特性と学習者間の相互作用を明らかにするアプローチとして有効だと考え、ネットワーク分析を用いて学習環境におけるコミュニケーションの構造的な特性を分析している。また、五十嵐・丸野 (2008) は話し合いを中心とした授業を評価するために、話し合い活動をネットワークの形成過程と見な

し、ネットワーク分析を用いた発言相互の繋がりを数量化する方法を開発している。

このような先行研究においては、まだ認知的成果の視点を適切に取り込めておらず知識や理解の発展を直接的に取り扱ってはいないが、ネットワーク構造を構成する個々のノードやそのリンクに認知的な意味を持たせることで、認知的所産の変化やそれを作り出すメカニズムに焦点を当てることができるものと考えられる。例えばOSHIMA et al. (2007) は、他の先行研究と同じようにネットワーク分析を採用することでCSCLシステム上の学習者の知識の発展の分析を試みている。ここでは協調学習活動における知識発展の様相を捉えることを目的として、CSCL上の発言内容のうち認知的に関連性が高いと判断される単語のコーパスを利用し、それらの単語をノードとしたネットワーク構造を熟達者が同じ学習内容について記述した発言から構築されたネットワーク構造と比較検討した。その結果、より良くデザインされた学習環境における学習者の対話の中に見られる認知的関連性の高い単語のネットワーク構造は、熟達者のそれと大きな違いはないが、中心的な役割を果たす単語群にその差異が現れることを明らかにしている。このような認知的な分析視点は、本研究で着目するような形成的評価においても有用であるものと考えられる。

(3) ネットワーク分析の有効性の検証

モジュール開発に先立ち、先行研究で採用されているネットワーク分析に基づいて認知的な側面を考慮した分析手法が、協調学習に見られる分散認知の様相を明らかにすることができるかどうかを検討した。具体的には、CSCLシステム上の書き言葉による議論を対象としてネットワークによる分析を行ない、そこで見られる対話の特徴と学習者の貢献の様子について分析を行なうとともに、同じ議論に対して行なわれた対話の事例分析の結果と比較することで、ネットワークによる対話の構造分析の効果について検討を行なった(太田, 2010)。分析対象としたデータは、微視的な事例分析が行われているvan AALST (2009)と同様のものを用いた。内容は高校1・2年生計40名を対象とし、両学年の学習者たちが混在する4つのグループに分かれ協同で問題解決に取り組むという課題(8週間)であった。今回はCSCLシステムとして導入されたKnowledge Forum[®]上で行われた議論を分析対象とした。詳細は太田(2010)に譲るが、結果として微視的分析である対話の事例分析の結果と巨視的分析であるネットワーク分析の結果との間に繋がりが認められた。ネットワーク構造の特徴が事例分析の結果と関連付けて考えることができ、議論がどのような進み方をしているのか、学習者たちはその議論にどのような姿勢で取り組んでいるのか、といった特徴をネットワーク分析により概観することが可能であることが明らかになった。この結果を受け、今回のモジュール開発においてネットワーク分析の手法を用いることに問題がないと判断した。

4-2 開発したモジュール

(1) モジュールの満たす要件

以上をふまえ、今回開発したのは後述する3つのモジュールから構成される Knowledge Building Discourse Explorer (KBDEX) である。このモジュールは Knowledge Forum 上に実装されるものであるが、利用するデータの汎用性が高く、他の CSCL システムや協調学習の分析ツールにも容易に移植可能であり、すでに他システムへの実装も試されている。

モジュールに求められる 1) 内容理解を把握しやすくすること、2) グループ内での内容理解面でのダイナミズムを捉えることができること、3) 評価と支援の一体化を保てるようなものにする、4) 経験の浅い学生メンターにとっても分かりやすいものであること、を実現するために以下のような要件を満たすこととした。

- ・内容理解を把握する上でキーワードとなる単語を指標として、CSCL 上で誰がどのようなタイミングでそれを用いているのか、さらに他のキーワードとの関連性を可視化することで、理解の概要を俯瞰的に把握することができる
- ・CSCL 上での活動情報(著者や書き込んだ内容、そこに含まれるキーワード、学習者達の読み書き情報、他)を時系列的に1つずつ表すことができる
- ・学習支援者が授業中に評価し、その場で評価に基づいた支援(フィードバック)が行えるように、モジュールは学習者が利用する CSCL システムの機能として実装し、場合によっては学習者自身もモジュールを用いて自己評価できるようにする
- ・ノードとリンクといったできるだけシンプルな表現形態を実現することで誰が利用しても分かりやすいものとする

(2) 開発環境

モジュールの開発は、iMac9.1 (OSX10.5.8) 上でJava SE Development Kit (JDK) version 1.6.0_1, Eclipse Galileo SR2 Build id: 20100218-1602, JUNG (Java Universal Network/Graph Framework) version 2.0.1 を用いて行った。動作環境は、Java Runtime Environment version1.6以上, OSはJavaが動作する環境であれば任意である。

(3) モジュール1：創造的議論の鍵となる発言・人・単語の関係を明らかにするためのモジュール

太田 (2010) で用いた媒介中心性という観点を中心に、Knowledge Forum®上に書き出された内容を「著者」、「関連単語」、「書いた日時」を指標としたネットワークとして表現する。「人」、「関連単語」をノードとし、時系列的に人と関連単語の関係性や、単語同士の関連性、あるいはその重要度を見ることができる。

図2にモジュールを用いて分析を行う場合の例を示す。現在システムへの実装段階のため、この図ではKBDeX単体で動かす際の画面である (OSHIMA et al., 2010)。また、テスト段階での画面のため、分析対象データはオフラインの会話となっている。

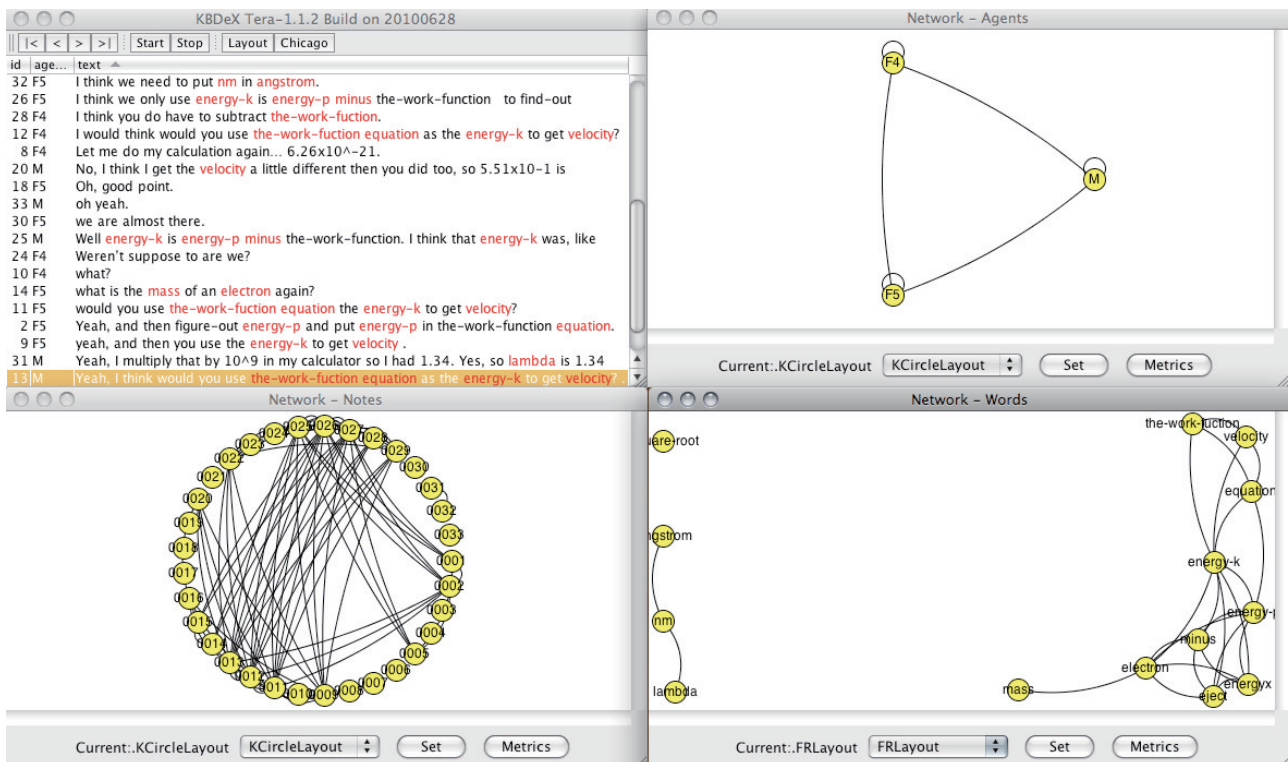


図2 KBDeXのインタフェース例

左上のウィンドウは分析対象となる対話がメンバーIDとともに示されている。これはモジュールとして動かす際には、Knowledge Forum®のデータベースから自動的にノートの内容を読み込んで表示される部分である。図の例では最下部の色がついているラインまでネットワーク分析がなされていることを示す。ウィンドウ上部のStart, Stopボタンで読み込みを開始・停止することができる。読み込みに合わせて、同時に3つのグラフィカルなウィンドウ全てに結果がオンタイムで表示されていく。

右上のウィンドウはメンバー同士のネットワークを示している。ノードが人となり、リンクが関連性を示す。このグループの場合、3人のメンバーの発言における単語同士の関連性があることを示している。

左下のウィンドウは、時系列的にノート(発言)のネットワークを表したものである。ノードはノート(発言)であり、同じ単語が使われたものとリンクが張られる。時計で3時のポイントを始点として、ノート(発言)が読み込まれるたびに時計回りに追加されていく。

右下のウィンドウは単語同士の関連性を示したものである。ノードが単語を表し、リンクが単語同士の共起関係を示している。

左上以外のウィンドウの下にはネットワークの構造を表現するためのレイアウトを選択できるようになっている。レイアウトの種類は、図2にて示されているサークル型、フラクタル型など全部で6種類から選ん

で表現することが可能である。レイアウトの変更は、プルダウンメニューから選択し、Set ボタンを押すことで可能となる。

さらに、ウインドウに表現されている分析データの詳細は Metrics というボタンを押すことで表示が可能である (図3参照)。これにより、さらに細かい分析をすることも可能となる。

特定のメンバーや単語についてその関連を知りたい場合には、いずれかのノードをクリックすると、色が反転し、例えば誰がどの単語を用い、それがどう関係づけられているかなどを明らかにすることができる。図4は、F5 というメンバーのこの時点での状態を見たものである。ノートのネットワーク (左下) をみると、F5 はこの時点まででまんべんなくよく発言していることが分かる。また、単語のネットワーク (右下) から、話題の中心となる単語を多く用いて発言していることから、議論の中で中心的な役割を果たしていることが分かる。さらに同じ時点で特定の単語に着目してみたのが図5である。単語のネットワーク (右下) である単語 (図5では”energyx”) をクリックすると、これは議論の中心に近いものであるにも関わらず、F5 しか用いておらず、しかもたった1回しか出現していないことが分かる。

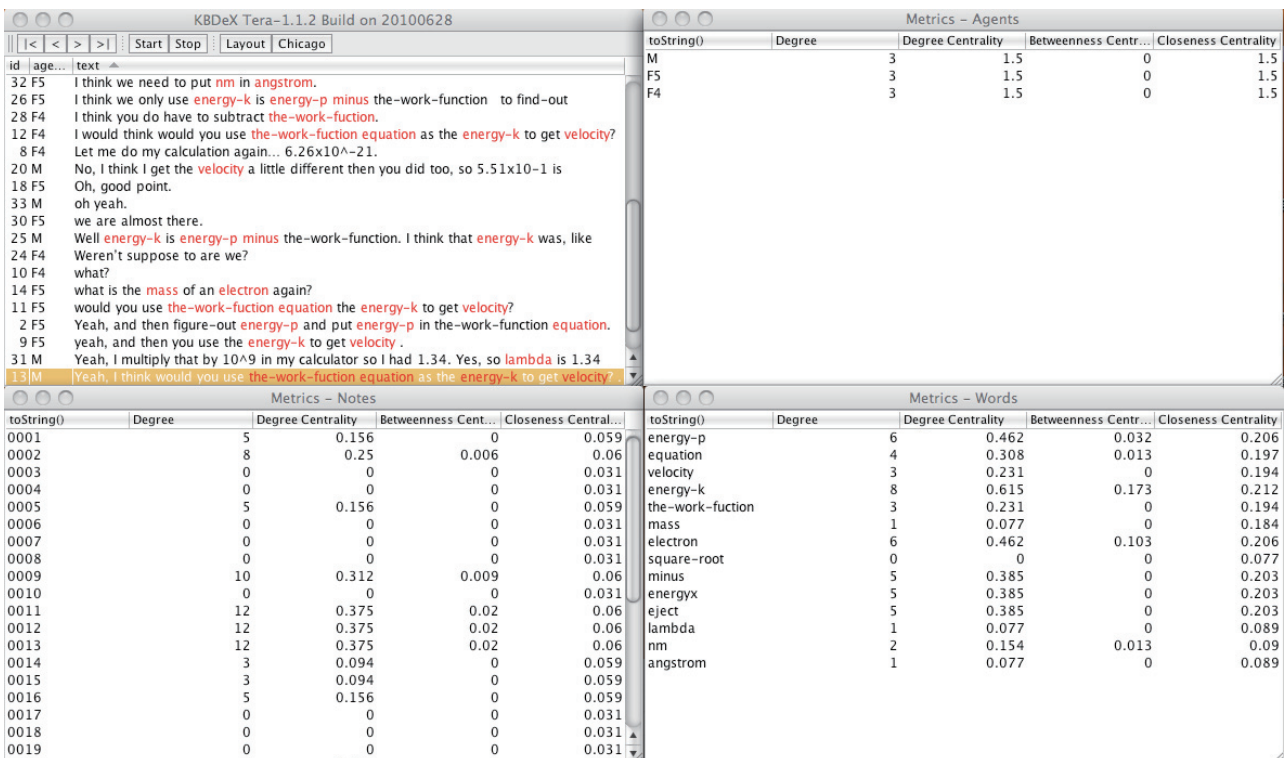


図3 図2における各ウインドウの統計値表示

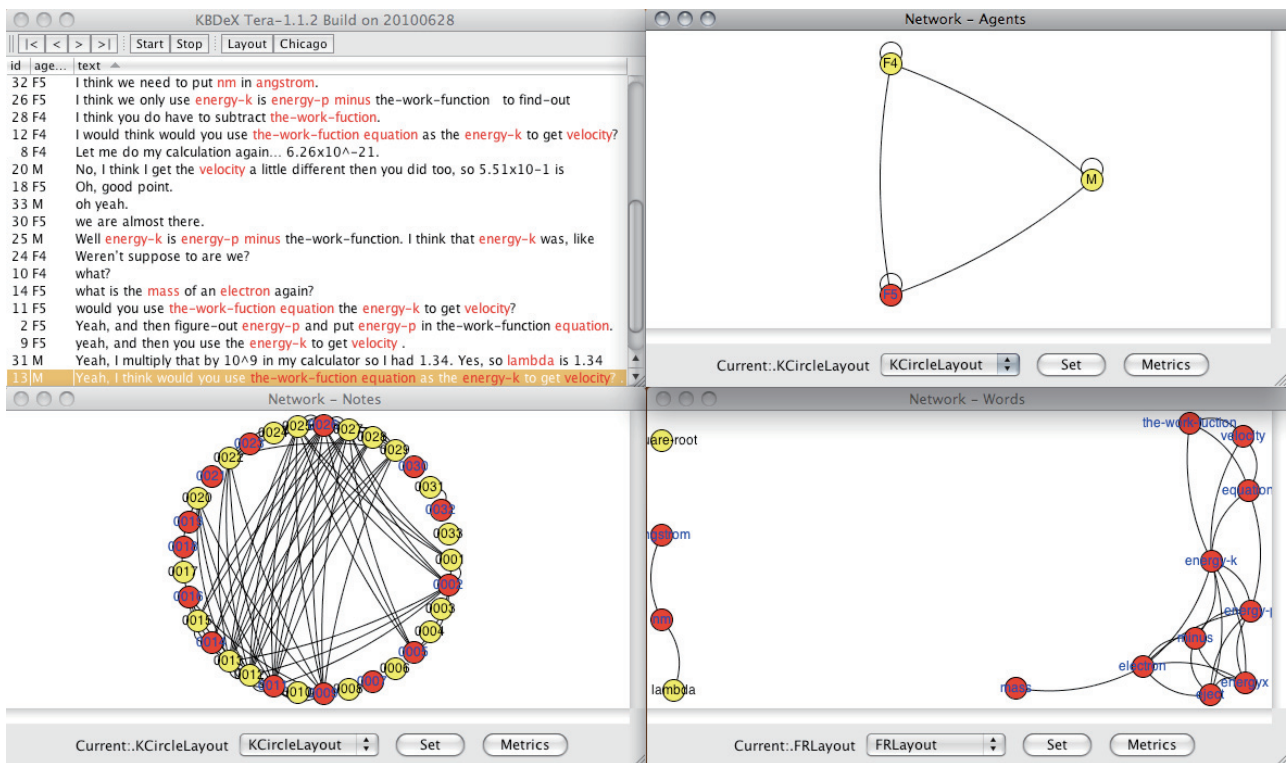


図4 特定の人とノートと単語の関係

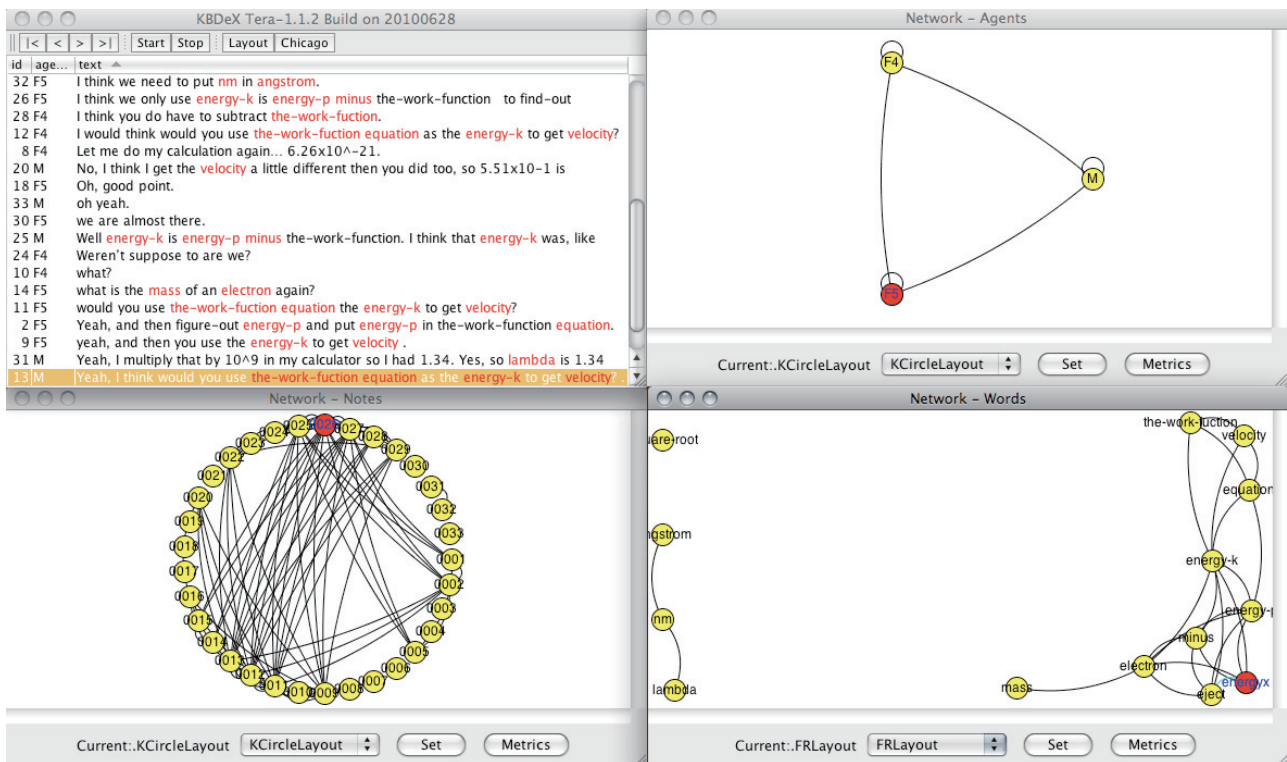


図5 特定の単語と人とノート（発言）の関係

その他のモジュールについては、紙面の関係上その概要のみを以下に示す。

(4) モジュール2：グループの認知的なダイナミズムを明らかにするためのモジュール

Knowledge Forum®上に書き出された内容を「ノートの数」、「著者」、「読まれた回数」、「キーワードを指標とした共通性」を指標としたネットワークとして表現する。人をノードとした場合には、ノードの大きさは書いたノート数を、読まれた回数がリンクの太さを、誰に読まれたかでリンクの張られ方を示す。ノートをノードとした場合にはノードの色で著者を表し、ノード同士のリンクの距離で関連性の高さを示す。このようにCSCL上の活動を表すことにより、お互いに行っている内容をフォローできているのか、誰が誰のノートをよく読んだり参考にしていたりするのか、学習の成果をまとめたり発展させたりしているのは誰なのかなどを明確にすることが可能となる。

(5) モジュール3：知識の流布を明らかにするためのモジュール

Knowledge Forum®上に書き出された内容を、「著者」、「読み書き日時」、「読んだ人」、「重要単語」を指標としたネットワークとして表現する。ここでの「流布」の定義は、ある重要単語Xについて、学習者Aによって書かれたXが出現しているノートA1を読んだ学習者Bが、A1を読んだあとにXを使ってノートB1を書いたとき、XがAからBに流布した、というものである。このモジュールでは、結果としての流布状態だけでなく、流布のプロセスを時間軸に沿って表すことが可能である。そのため、協調学習におけるグループ間コミュニケーションを、そこで扱われているキーワードの流布という形でダイナミックに捉えていくことが可能となるだけでなく、どこで学習者たちの理解が滞っているのかなど支援が必要な具体的箇所や学習者を特定していくことが可能となる。

5 今後の課題

今回は実際の協調学習場面における学習支援者達の形成的評価の実体や彼らの抱える問題点を元に、授業実践中に形成的評価を実施しそれをふまえて学習者に対してフィードバックのできるモジュールを開発した。実証的な効果の研究はまだであるが、その使いやすさやわかりやすさから学習支援者のみならず、学習者自身も用いることができる可能性があるものと考えられる。

今後は、開発した3つのモジュールをさまざまな協調学習環境で用いてみることで、その有用性の検討と問題点について明らかにする。その結果を元に、モジュールの機能の修正や新たなモジュールの開発と運用を行うことで、さらに形成的評価の支援を進めていく予定である。

【参考文献】

- BROWN, A. L. and CAMPIONE, J. C. (1994) Guided discovery in a community of learners. In K. McGILLEY (Ed.) Classroom Lessons: Integrating Cognitive Theory and Classroom Practice. Cambridge, MA: MIT Press.
- ECLIPSE GALILEO SR2 <http://eclipse.org/>
- 林幸雄 (2007) ネットワーク科学の道具箱 繋がりに隠れた現象をひもとく . 近代科学社.
- HUTCHINS, E. (1995) Cognition in the wild. Bradford Books.
- 五十嵐亮, 丸野俊一 (2008) 教室談話における「発言相互の繋がりを可視化する分析手法の開発と適用, 日本教育工学会論文誌, 32(1): 89-98.
- JAVA SE DEVELOPMENT KIT <http://jp.sun.com/java/>
- JAVA UNIVERSAL NETWORK/GRAPH FRAMEWORK <http://jung.sourceforge.net/>
- KOSCHMAN, T., HALL, R., and MIYAKE, N. (Eds.). (2002) Computer Support for Collaborative Learning 2: Carrying forward the conversation. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- MIYAKE, N. (1986) Constructive interaction and the iterative process of understanding. Cognitive Science, 10: 151-177.
- MIYAKE, N. (1996) Conditions for constructive interaction. Cognitive studies: Bulletin of the Japanese Cognitive Science Society, 3: 26-27.
- 大島純 (1998) コンピュータ・ネットワークの学習環境としての可能性. 佐伯ほか(編), 講座・現代の教育: 第 8 巻, 情報とメディア. 岩波書店.

- 大島律子, 大島純, 石山拓, 堀野良介(2005) CSCL システムを導入した協調学習環境の形成的評価-メンタリングを通じた学習環境の解釈と支援-, 日本教育工学会論文誌, 29(3): 261-270.
- OSHIMA, J., OSHIMA, R., and KNOWLEDGE FORUM® JAPAN RESEARCH GROUP (2007) Complex network theory approach to the assessment on collective knowledge advancement through scientific discourse in CSCL. Proceedings of CSCL2007, 563-565. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- OSHIMA, J., OSHIMA, R., MATSUZAWA, Y., & NIIHARA, Y. (2010) Network structure analysis approach to collaborative learning as a complex system. Presentation at ICLS 2010 pre-conference workshop, Chicago, IL.
- 太田健介(2010) ネットワーク科学を応用した協調学習の対話分析, 平成21年度静岡大学大学院情報学研究科修士論文.
- SALOMON, G. (Ed.) (1993) Distributed Cognitions: Psychological and Educational Considerations. Cambridge University Press.
- SCARDAMALIA, M., & BEREITER, C. (2006). Knowledge building: Theory, pedagogy, and technology. In K. Sawyer (Ed.), Cambridge Handbook of the Learning Sciences (pp.97-118). New York: Cambridge University Press.
- SHIROUZU, H., MIYAKE, N., and MASUKAWA, H. (2002) Cognitively active externalization for situated reflection. Cognitive Science, 26: 469-501.
- STROGATZ, S. (2001) Exploring complex network. Nature, 410: 268-276.
- van AALST, J. (2009) “Distinguishing knowledge-sharing, knowledge-construction, and knowledge-creation discourses”, Computer-Supported Collaborative Learning, 4: 259-287
- 植野真臣, 矢野米雄 (2004) 科学的実践と協働を実現する e ラーニング, 日本教育工学会論文誌 28(3): 151-162.
- 安武公一, 多川孝央, 山川修, 隅谷孝洋, 井上仁 (2007) e-Learning 学習環境において形成されるコミュニケーション・ネットワークの構造的な特性を分析する試み, 日本教育工学会論文誌, 31(3): 359-371.

〈発表資料〉

| 題名 | 掲載誌・学会名等 | 発表年月 |
|---|---|---------|
| 活動理論に基づいた学習活動の形成的評価指標の提供と支援の効果1 | 日本認知科学会第27回発表論文集 | 2010年9月 |
| 活動理論に基づいた学習活動の形成的評価指標の提供と支援の効果2 | 日本認知科学会第27回発表論文集 | 2010年9月 |
| Network Structure Analysis Approach to Knowledge Building: A Macroscopic View of Group Dynamics in Discourse | The 14th Annual Knowledge Building Summer Institute | 2010年8月 |
| Network structure analysis approach to collaborative learning as a complex system. | Presentation at ICLS 2010 pre-conference workshop, Chicago, IL. | 2010年6月 |
| Multimedia Scenarios for University Students to Improve Their Conceptual Understanding of Projects as Human Activity Systems: Its Implementation in PBL Class | Proceedings of TELDAP International Conference 2010 | 2010年3月 |
| 協調学習のプロセスと個人の貢献を測定する試み- 発言のネットワークを用いた学習者の対話分析 - | 日本教育工学会論文誌 | 2010年2月 |
| 発言のネットワークを用いた対話分析-協調学習のプロセスと個人の貢献を測定する試み | 日本教育工学会第25回大会講演論文集 | 2009年9月 |
| CSCL 環境下における知識発展の評価手法の開発-複雑システム・アプローチによる検討 | 日本教育工学会第24回大会講演論文集 | 2008年9月 |