Vol.2015-CE-129 No.22
2015/3/22

データ流れ図を題材とした議論活動の教材化

竹内和広[†1]　　北中佑樹[†2]

情報システムを設計する上で，そのシステムの中で扱う抽象的なデータの流れを意識する観点が重要である．しかし，情報技術者教育の初期段階において，学習者が，この重要な概念であるデータを理解し，処理対象や業務でどのようなデータを扱うことが適切かを意識することは簡単ではない．本発表では，情報技術者教育を目的として情報システム設計の代表的過程で行われる議論をモデル化し，それを前提に作成したデータ流れ図を題材とする議論活動教材について紹介する．具体的には，一般的な題材を自由に議論することと比べ，情報システムの設計を題材とした議論をすることがどのような点で制約が強いかを議論し，その議論活動の中で学習者にシステムにおけるデータの重要性を意識させる工夫について報告する．

In-class Discussion on Technical Context as a Teaching Tool: Experiences from Discussions using Data Flow Diagram

KAZUHIRO TAKEUCHI[†1]　YUKI KITANAKA[†2]

A Data Flow Diagram (DFD) plays an important role in developing information systems. In this article, we propose a teaching/learning method that employs an in-class discussion using DFD as a teaching tool. The purpose of the proposal is that the participants of the discussion acquire speaking and listening skills in the technical context through the activity. In order to help and guide the participants that have little skills in information engineering to perform their active interaction, we adopt some ideas from a well-known communication game called Map Task. Comparing with other in-class communicative activities, we show how the participants of our proposed task engaged with and discussed the technical topic.

1. はじめに

情報システム開発の実際は，システムを発注する側の顧客，顧客の要求を分析しシステムを設計するシステム設計者，ソフトウェア開発や機器導入などを実際に行うプロジェクト管理者，実装技術者といった，複数の企業や主体間の協調的，共同的な活動として実施される．そのため，情報システム技術者（以下 SE と呼ぶ）は，業務の様々な局面で，専門的な文脈でのコミュニケーション能力が要求されている．

そのような要求に対応すべく，大学生に通常の講義形式の授業を通して，彼ら・彼女らが実際に体験したことのない実務に関するコミュニケーション能力の必要性を伝えることはなかなか難しい．他方，実務実践を体験するような課題を作成し，大学生に課したとしても，そのような課題を遂行するためには，多くの場合，時間や準備活動が必要となり，そのような課題をやり遂げるための活動意欲を持たせることが難しい．つまり，多くの大学生が，プログラミングやソフトウェア工学など情報システムに関連する大学の教室教育で学んだ知識を実務に活かすためには，コミュニケーション能力が必要であることを気付かないでいる．このことは，ともすれば授業で学んだ知識が実務で役立たないと誤解し，学んだ知識を自ら深く掘り下げようとしない大学生を生み出す背景にもなっているように思われる．

本稿では，以上の問題意識から，専門知識を情報システム開発の場でどのように活かすのか，特に，専門知識を学ぶ動機付けとして，どのように専門知識とコミュニケーション技術が結び付き，情報システム開発が進められるのか，教室内活動を通して端的に体験できることを目的とした教材開発を紹介する．

2. 科学技術リテラシとしての議論教育

2.1 大学生に対する議論教育

大学生の多様化を背景として，講義を受動的に聴講するだけの形式ではなく，大学生が主体的に活動することにより，コミュニケーション能力をはじめとした能力錬成に寄与する教育方法への期待が高まっている．しかし，大学生に求められるコミュニケーション能力は総合的な能力であるため，まず，本節では，本稿が扱う教材によるコミュニケーション能力の錬成が，どのような部分要素なのか位置付けを確認しておきたい．

論理学を基本とする議論に関する理論的な研究においては，議論を構成する要素を，理由や根拠といった論理的推論を基本とした関係付けに基づいて構造的に分析する研究がなされてきた．議論（Argument）研究において代表的なモデルを提案した Toulmin[12]は，適切な Argument を支える諸要素として，Claim, Data, Warrant, Backing, Rebuttal,

†1 大阪電気通信大学情報通信工学部
Osaka Electro Communication University
†2 大阪電気通信大学総合情報学部（非常勤講師）
Osaka Electro Communication University

ⓒ2015 Information Processing Society of Japan

Qualificationを提示した．ここで，Claimとは，議論を通して他者に受け入れを求める主張であり，その主張の理由づけとなる広義のデータ（Data）を提示し，そのデータがなぜClaimを支えるのかを保証（Warrant）するといった形式で，当該の議論の中で，いかに主張が他の言語的要素と構造的に関連するかを評価する枠組みを提供した．このToulminのモデルは，論理学，心理学，言語学，人工知能学をはじめとする工学，社会学など，諸学問分野に影響を与え，それぞれの分野において基盤となる役割を担ってきた[1]．そのような背景から，議論活動の教育における位置づけに関しても，Kuhn[3]が，議論の参加者（以下，課題活動の参加者を単に参加者と呼ぶ）が適切な関係性をもつ発話を生成できるスキルを観点に，彼女が行った分析調査に基づいて，思考方法を教育する上での議論の必要性・可能性を提示した．この研究が，コミュニケーション能力錬成の活動として，大学教育に議論という活動を導入する一つの発端となっている．以上のように，コミュニケーション能力を使った総合的活動である議論が，教育における活動として意義があることは，経験的にのみならず，理論的にも認識されている．

他方，大学の授業では，どのような形式で学生主体（以降，大学生向けの議論教材の参加主体を単に学生と呼ぶ）の議論活動を取り入れるかが問題となる．中野[6]はワークショップ形式の授業形式を「講義などの一方的なスタイルではなく，参加者が自ら参加・体験して共同で学びあったり創り出したりする学びと創造のスタイル」と定義して，ワークショップ形式の授業形式を提案している．ワークショップ形式の授業は，左記の定義により，共同による学びあいには，授業内外の対話や議論が部分活動として必然的に生まれることとなる．

しかし，そういった授業形式における対話・議論も，学生の直感的な経験に任せて自由な形で行っていては議論のもつ有益な効果が得られないことに着眼した研究に森本らの研究[5]がある．彼女らは，学生の対話・議論を大量に収集し，それらを緻密に分析した上で，大学の議論教育のプログラム（以降，自律型対話プログラムと呼ぶ）を開発した．左記の研究では，学生の議論の問題点・特徴を，大規模な印象評価アンケートと数理的分析法を援用し，緻密な分析を行った上で，次のような要件を満たす目的から教育プログラム開発を行った（文献では議論ではなく「話し合い」という語が使われているので，文献そのままの形で引用する）．

- （話し合いが）うまくいってないことがわかる
- なぜうまくいっていないのかが分析できる
- どうしたらよいかを考えることができる
- 考えついた解決案を話し合いの中で実行することができる
- 問題解決のために他のメンバーと協力できる

自律型対話プログラムの特色は，議論を経験した参加者が，自分たちの行った議論を議論後，あるいは，議論の最中に自律的に評価・分析できるようになることを主眼としており，そのような対話・会話を自律型対話と呼称している．自律型対話を錬成する教育的工夫は，左記に挙げた要件に関して「うまくいっていないことがわかる」こと，そして，その理由を分析できることを，参加者の自己評価を通して訓練する点にある．具体的には，参加者が自己評価する評価項目を以下のように整理して導入している（各評価項目の記述とは本稿の著者が要約し，以降カッコ内に本稿で参照する場合の評価項目の名称を記した）．

1. 全員が自分の意見をきちんと伝え，人の発言をしっかり聞いていたか（参加態度）
2. 他の参加者への配慮をしながら，全員が話し合いに参加していたか（対等な関係性）
3. 話し合いの場が活発であったか（場の活発さ）
4. 異なる視点から，色々な意見が出ていたか（意見の多様さ）
5. 一つ一つの主張が十分に比較・検討されていたか（議論の深まり）
6. 話し合いの流れがしっかりコントロールされていたか（議論の管理）
7. 各意見を踏まえ，練り上げられた結論が得られたか（議論の積上げ）

以上の7項目の評価項目は，学生の大規模な議論収録を評価分析する研究[4][8]の積重ねにより開発されたものである．

自律型対話プログラムは，複数回の90分授業内活動を経て議論に関するコミュニケーション能力を錬成するものであり，プログラムの中で用いられる議論課題は「Wikipediaのレポート使用の是非」「東京一極集中の是非」「電子マネーの是非」等々の学生に身近な話題を用意し，各回の議論でグループの結論として賛成か反対かを決定することを想定している．上記の7つの評価項目は，行った議論ごとに上記の7つの評価項目により自己評価を行い，1回，2回と経るたびにどれだけ自分の議論内行動を変化させるかの動機付けに用いる指標として設計されている．

2.2 専門文脈における議論教育の必要性

前節では，大学授業にワークショップ形式の議論活動を導入する意義を説明した．しかし，対象は科学技術一般を対象にしている課題に対しての自由議論である．つまり，議論を行う上では，課題となる問題を扱う知識や興味をもつだけの教養が必要である．他方，本稿では，専門知識を

持っていることを前提とした，システム開発の専門的目的をもった文脈での議論を対象に考えており，本節ではその意義について説明する．

一般的に SE 養成に関係する大学の講義科目では，業務・技術の基本となる情報システムの開発技術に関する知識の体系化がなされている．しかし，情報システム開発の実際と，大学の講義で学んだ知識とを有機的に結び付けることが，実務に十分な経験のない大学生にとってはイメージし難いものであることも事実である．本稿の第一著者は，勤務校で SE 養成に関する科目を担当すると同時に，勤務校の学生をインターンシップに送り出す担当を経験しているが，短期間のインターンシップや OJT に参加しても，情報システム開発に関わる仕事の雰囲気を理解することが精一杯となり，期間中あるいは事後の十分な技術錬成につながらないことも少なくない．具体的には，インターンシップに参加した学生に，企業での経験で最も印象的であり，必要を感じた能力を何かと尋ねた時，コミュニケーション能力との答えが返ってくることが多い．

実際，企業での業務の多くはコミュニケーションを前提に実施されることは確かである．しかし，コミュニケーション能力は，大学で学んだ知識・技能を生かす一手段にすぎず，思うように大学で学んだことを発揮できなかったと捉えられるならよいが，その構造を把握していないと，ともすれば大学で学んだことは実務では役に立たないといった早合点を生む温床となってしまう可能性がある．

竹内ら[9]は，情報システム開発関連企業の意識をより精密に把握するため，企業での情報システム開発の経験者 15 名に対して，新人技術者や大学生に，単に技能や知識だけではなく，それらの発揮や運用の在り方として，どのような要素を期待しているかを調査した．その結果の中で，協調作業や共同作業に関わる次のようなコミュニケーション能力が指摘された．

(A) 「的確に」要求を聞き取る能力
(B) 「柔軟に」要求分析と設計を動的に相互調整する能力
(C) 設計事案を「分かりやすく」相互理解する能力

以上の結果は，日本の情報産業が，情報システム開発においてウォータフォールモデルを標準的な開発モデルとして採用していることを裏付けるものである．ウォータフォールモデルでは，開発階層間のコミュニケーションを重視するため，上に述べたインターンシップ参加者の感想とも一致する．

新入社員など経験の少ない社員が，いきなりウォータフォールモデルの上流工程で責任ある立場を任されることは少ないと考えられるが，プログラミングやデバッグといった下流工程においても，上流工程で行われている内容を想像して仕事をできるかは重要である．例えば，大学ではソフトウェア開発の技術であるプログラミングを学ぶが，実務においてプログラミングは仕様書およびテスト項目と切り離して作成されることがないにも関わらず，企業実務で利用される実際の仕様書やテスト項目は大学講義や演習の中で使用されることは少ない．それは，それらの実務文書が企業間契約の中で企業内秘に属する関係上，教材として活用し難いという側面もあるが，たとえ活用できたとしても，上記の情報システム開発産業の在り方を把握していない（本稿ではこの把握すべき対象を以降, 専門文脈と呼ぶ）と，実務上，適切なプログラミングは行えないと言える．

大森ら[7]は, NTT で培われてきた初級技術者への研修ノウハウを一般技術書として出版しているが，そこに記された研修プログラムも，この専門文脈におけるコミュニケーションの実践を体験することを中心に作成されている．問題は，この研修プログラムの内容の実施には，インターンシップのように数日から，数週間にわたって集中的に行うことが必要となるため，大学における通常講義との連携が必ずしも考慮されていない点が課題となる．

本稿では，教室内での課題参加を通して，参加者がシステム開発の専門文脈を理解し，技術・知識の習得と関係付けてコミュニケーション技術に対する意識を高めることを狙った教室内アクティビティ教材開発を考える．

3. 議論教材

3.1 地図課題

教室内で実施可能なコミュニケーションゲームは様々なものが提案されている [10]．本稿では，談話言語研究の標準的な分析データとしても用いられている対話・会話課題である地図課題[2]と呼ばれるコミュニケーションゲームを題材にしたい. 地図課題にはバリエーションも多いが，今回は地図上のランドマークの位置情報を書いたカードを各参加者に配布し，参加者がお互いのカードの情報を直接参照できない状況で，各々が持つ情報をコミュニケーションによって他の参加者に伝達し，図 1 のような地図シートに，適切な地図を描くことを目的とするゲームである．

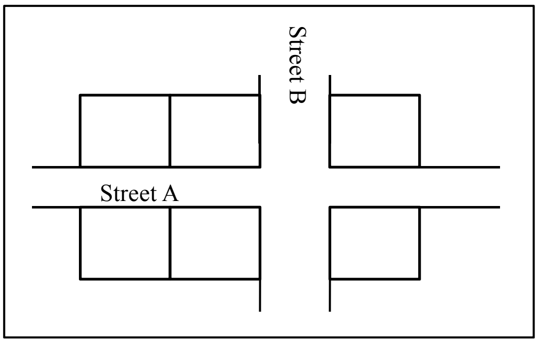

図 1　地図シートの例
Figure 1　An example of map sheet

このゲームでは，個人の情報のみでは目的を達成することはできず，各々が持つ情報を適切な場面で他の参加者に伝達することで問題が解けるよう設計されており，ゲームの目的達成のためには協調的なコミュニケーションが求められる．

説明のために簡略な地図課題の例を示す．参加者それぞれに異なった情報が記入された情報カードを配布する．情報カードには自然言語で情報が記述され，例えば，A,B,C という 3 人の参加者に対して，以下のように情報が与えられる．

A 「八百屋の隣はタバコ屋です」
B 「喫茶店とタバコ屋は道を挟んで向かいです」
C 「喫茶店の隣は花屋です」

地図課題は議論の過程を 2 つの過程に分けて考えることができる．一つは情報カードの内容を表に整理する整理過程と，他方は地図カードに整理した情報を，特定の目的に応じて最適に配置する目的達成過程である．

情報の整理過程の特質を考えるために，上の情報カード A,B,C の持つ情報を整理すると図 2 のようなグラフとして表現できる．図中の「八，タ，喫」はそれぞれ八百屋，タバコ屋，喫茶店の店舗位置と考える．つまり，自然言語で書かれた情報カードからの情報の整理過程は，自然言語の情報からグラフのノードとなりうる要素を取り出し，地図上に配置するための位置関係情報がどのようなタイプであるかを意識しつつ，グラフ上の要素間関係に整理する過程と言える．この時，ノード間の関係を見出すことが整理過程の問題となる．つまり，議論の主題がグラフや表で情報整理できることを伝えず，また，議論中にそのような情報整理を口頭でしか参加者間で共有できずに議論を進めなくてはならない点が，この課題の難しさの源泉となる．

また，上記の例においては，各参加者は，1 つの情報を持つのみであるが，実際にゲームを行う際には，各参加者には 3～4 枚の同数の情報カードが与えられるため, 参加者は自分のもっている情報をその時々の議論に応じて選択する必要がある．

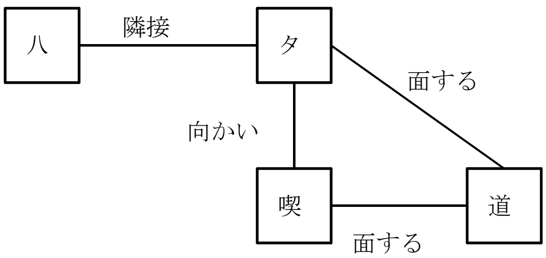

図 2　カード A,B,C のグラフによる整理例
Figure 2　A representation of card A,B and C in graph structure

次に整理した情報を使った目的達成過程について述べる．図 2 の情報を図 1 の地図上に配置する方法は，一般的には曖昧性があるように工夫されている．図 3 に示した 2 つの配置案は，曖昧な配置案の中の例であり，それぞれが具体的な情報の表現であり，ただそれだけではどれが正しいという種類の問題ではない．そのために，図 2 の情報整理が参加者全員で共有できていたとしても，地図上に表現した正解像が参加者ごとに異なる点を，会話を通じて解決しなくてはならない．つまり，参加者間の情報整理が完全であっても，地図に表現する上での調整を行う必要がある．

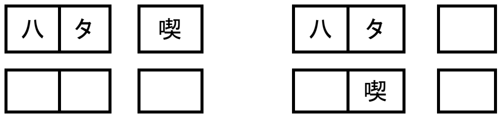

図 3　店舗配置の曖昧性の例
Figure 3　An example of ambiguity in store allocation

地図課題は以上のように，議論を 2 つの過程に分けて考えることができる．しかし，実際の議論では，この 2 つの過程を分けて計画的に議論がなされることはまれである．つまり，この議論過程が十分に整理されず混乱するため，議論の中のコミュニケーションによって様々な問題解決をする必要が出てくる．例えば，整理した情報を表現し，認識を共有する道具であるはずの地図シートに各自のカードに書かれた情報を各々が無計画に書き込んで試行錯誤をしてしまうと目的達成の効率が悪い，議論の積上げに問題のある議論になってしまう．また，非常にリーダシップの強い一人の参加者が，参加者の情報カード内容を収集・整理し，独善的に配置を決めて全員を説得する形の対等な関係性が崩れた目的達成になる可能性もある．しかし，そのような議論過程の場合，各参加者の課題理解が不完全さや，議論の自己評価により問題を気付かせることができる．

このように，適切に設計された地図課題は，情報を整理するために，他者から情報を聞き出し，他人の意見を自分で解釈しながらよく聞く技術・姿勢を学び，また整理した情報を共有して目的を達成するために，複数人への説明・説得，複数人の意見対立を調整する技術，さらには，議論内の動的な計画・実施といった議論遂行の実践的・能動的な教材となる．

3.2 提案課題

地図課題は良質な議論課題ではあるが，自然言語で記述された情報が地図を書く上で必要となる位置関係に限定されており，なんら専門的知識を前提せず，背景となる専門文脈も存在しない．この特徴は基本的な議論課題として決して欠点となるものではなく，むしろ各参加者に個別の誰でも理解可能な情報カードを持たせることで，自由議論で

ⓒ2015 Information Processing Society of Japan

はなかなか発生しない議論行動を促している．

本節では，地図課題の文脈を情報システムの専門文脈へと拡張することを考える．3.1 節で説明したグラフによる情報整理は，自然言語で書かれた情報から地図に配置する要素と，その要素の関係に分けることを見抜いて整理した例である. 他方, 地図への店舗配置である目的達成過程は，地図上の変数（店舗を入れる場所）の制約条件に従って調整を行う過程である．

現在，情報システムの設計の記法には UML（Unified Modeling Language）が標準的な存在となっているが，情報システムの導入・初期教育にはデータ流れ図（以下 DFD）が根強く用いられている．DFD は，システム化される対象の情報の入出力源，処理，データベースや帳簿といった記録という 3 種類の要素とその要素間の関係付けにより，システムを定義しようというものである．一般に，DFD は，システム開発の初期段階の要求定義の工程等で，システム設計関係者で設計対象のシステムに関する情報共有のよく用いられることから，議論において，地図課題の地図シートに相当する役割を果たすことができるのではないかと考えたことが, 我々の DFD を使った議論課題作成の着想である[11].

ここで，単純な DFD の例を図 4 に示し，それを描くための議論が，3 節で述べた地図課題を専門文脈へと拡張できる可能性について説明する．DFD のグラフのノード間関係は，処理順や処理者のことを意図的に考慮せずに，どのようなデータ／情報が流れるのかを示す有向の矢印である．

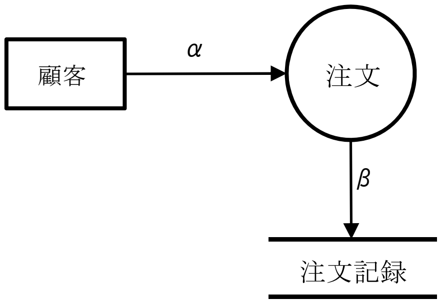

図 4　単純な DFD の例
Figure 4　An example of simple DFD

地図課題の情報整理と DFD のそれとの何が異なるのかを説明する．地図課題では，図 3 のように要素間の関係を無向関係で表現することができたが，DFD では関係が有向となる．グラフのノードにあたる要素は，先に述べたような機能の違いにより，入出力源，処理，記録という分類ができる．地図課題のバリエーションにも，店舗を飲食店や商品小売といった機能的な分類をして課題の目的を拡張したものが存在し，DFD も同様の地図課題の拡張として見ることができる．

提案課題における要素間の関係は，地図課題のようなランドマークを地図シートに配置するための位置関係ではなく，何のためにその関係を定義するかという理由と，2 つのノード間にどのような情報が流れるかという 2 点から規定しなくてはならない．例えば，図 4 の例であれば，顧客から受注処理への関係は,「注文」という顧客行動であると考えられるが，一般的な DFD ではこの抽象的な関係名「注文」という関係付けにおいて,「顧客名，注文した商品，商品単価，納期・・・」といった具体的に関係を特徴づける情報（あるいはデータ）によって規定する．具体的には,「顧客が注文処理をするためには商品を選ばなければいけない，つまり α には少なくとも商品名が入る」「注文処理で記録される情報 β には，システムとして何時に注文を受けたかを記録する必要があるはず」といった 2 点の規定が必要となる．

想定する提案課題の基本的な流れは次の通りである．まず，議論対象となるシステム設計について自然言語で書かれたシナリオを読み，それを複数人の参加者が，情報を整理しながら DFD を地図課題のように議論しながら完成させる．ただし，地図シートのように DFD を書くためのシートを作成し，そのシートにはノード（図 4 ならば，顧客，受注処理，注文処理）だけを記す．すなわち，話し合いの中で矢印とその矢印の関係付けを定義していく．この時，DFD を完成させるだけではなく, DFD に書かれた業務やシステムの問題点や機構を理解するという目的をもって議論する．

日常の経験から議論の課題が，ある程度共通認識できる可能性が高い地図課題とは違い，提案課題では，システム設計に関わる情報をすべて情報カードにして分割してしまっては，議論対象とするシステムについて議論を行うための共通認識が少なすぎる問題がある．そこで，地図課題とは違い, 対象とする議論対象を参加者に想定をさせるため，文章で書かれたシナリオを相互に相談させることなく読ませる．例えば，図 4 の DFD に対応する自然言語のシナリオは以下のようなものである．

「乙社では，缶入りの飲料を商品として販売している．顧客は乙社のインターネットページを通じて注文し，乙社の社員は注文があると受注処理を行う．受注処理の基本は顧客からの注文内容の明細を注文記録に記入し保存することである」

提案課題では，地図課題の情報カードのように参加者ごとに人為的に情報を割り振らなくとも，シナリオに対する参加者ごとの認識・解釈・理解の相違が，参加者ごとにランドマークの位置情報を記した情報カードを持つことに相当するが，参加者に自分の考えをより積極的に表明させる

ⓒ2015 Information Processing Society of Japan

ための工夫として役割カードを作成した．

役割カードには，DFD の要素間の関係付けと，そこにどのような情報を流すかを定義する理由を意識させ，業務やシステム上の問題点やメリットを探すという専門的な目的を持たせるため，議論で参加者が果たさなければいけない役割を与える．例えば,「集計処理を行う明確な目的を引き出せ」,「業務に関わるコストがどのように削減できるか確認せよ」といったものである．このように, 役割カードは, 参加者に顧客あるいは SE の役割に応じて，特定の目的をもったコミュニケーションを工夫するよう, 指示を与える．

なお，提案課題は，情報システム設計の初学者を対象とするため, DFD 中の関係付けを考える上でのヒントも用意した．具体的には，経験を積んだ技術者であれば DFD からデータベースの構造設計ができることに着眼し，当該 DFD から設計できるデータベースのテーブル情報の一部抜粋を, シナリオと同時に配布するという配慮も考えた．

以上のように，地図課題が地図上のランドマークの位置情報がカードから与えられることに対して, 提案課題では, 参加者それぞれが自分のシステム設計を想定する. そして，提案課題の議論では，参加者が自分の想定を表明し，参加者間の想定の違いを認識・整理しつつ，専門文脈の中で意見を調整しながら DFD を完成させることにより, 対象システムの目的に対する処理・データベース・関与者の役割の妥当性や整合性を議論し，理解する．それぞれの課題の構造を図 5 および図 6 に示す．

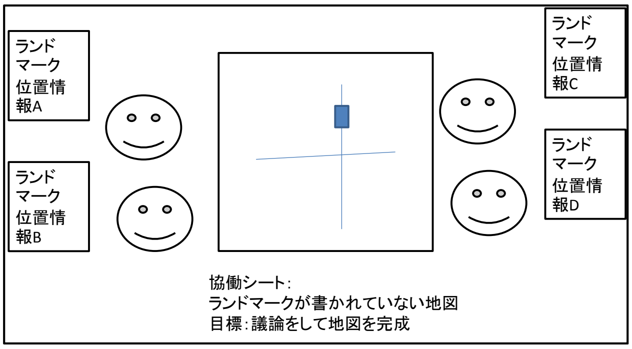

図 5　地図課題の構造

Figure 5　The structure of MapTask

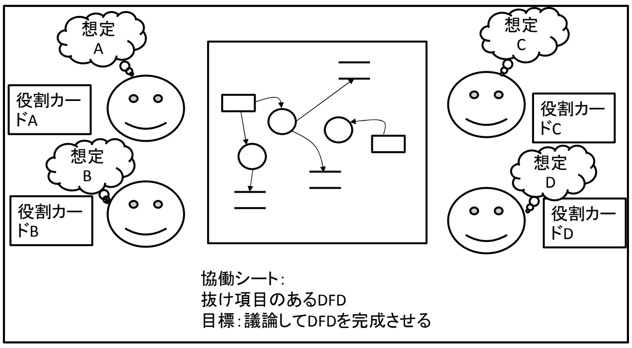

図 6　提案課題の構造

Figure 6　The Structure of our proposed task

4. 実施例と検討

4.1 提案課題実施例の概要

紹介する実施例は，工学系 3 年次の大学生 129 人を 1 グループ 4 名から 6 名になるようにグループ分けて提案課題を実施した例である．

実施において，DFD そのものに関する説明と DFD を使った設計議論の意義を説明し，まずはグループ内で相談を行わず, 個人で基礎的な DFD の矢印に適切な情報を記入する課題を行う．次に，3.2 節で説明した提案課題の説明を行い，40 分間で提案課題の DFD を完成させる議論を行わせた．

1 グループは 1 つのテーブルに座り，議論を行う．1 グループで 1 つの DFD を完成させ, その内容を理解することを目的とする．DFD を書き込む A3 サイズのシートは，参加者の中心となるようにテーブルの真ん中に置いた．

シナリオと DFD シートは, IPA の高度情報技術者試験のシステムアーキテクト試験に出題されたシステム例から作成した「自動販売機の販売管理と補充処理システム」を題材とし，シナリオ，ヒントのデータベース表はグループ内全員に同じものを，役割カードはグループ内で内容が重複しないように配布した. 提案課題の実施風景を図 7 に示す. また，協働でシートに記入している様子を図 8 に示す．

図 7　提案課題実施の様子

Figure 7　Performing our proposed task

4.2 提案課題実施例の総括

提案課題のコミュニケーション一般の観点評価から，総括する．2.1 節で述べた，森本らの自己評価指標（それぞれの評価において 1 が最低評価、5 が最高評価）を用い，提案課題の参加者たちに，自分たちの議論を自己評価した結果の平均値を示したものが図 9 である. 比較対照のため, 前節で説明した提案課題の参加者とは大部分が重複しない, 入学年度だけが異なる同一学科同一学年の実験科目の時間に，ほぼ同質な前提知識をもつ大学生に実施した自由議論および地図課題の結果も示した．なお，2.1 節で紹介した

自己評価項目のうち，場の活発性は，地図課題や提案課題が，人工的な場を提供しているため図 9 の比較対照項目から除外した．

対等な関係性は，地図課題のカードが持つ，参加者に特別な知識がなくとも議論に参加できる性質をうまく示しているものと考えられる．すなわち，グラフから，提案課題が地図課題のカードによる参加役割の与え方を有効に継承できているものと評価できる．

意見の多様性と議論の深まりについては，自由議論に比べて，提案課題では高い自己評価を得た．特に議論の深まりについては有意差（$p<0.05$）が見られた．議論の深まりは，地図課題の場合とは逆に，皆が共有した問題を「地図」以上に深く議論できるたたことを反映しているものと評価できる．

議論の積上げは，自由議論よりは提案課題の自己評価は有意差（$p<0.01$）が見られ，低下するが，地図課題に比べると，提案課題は，より自由議論に近い積上げ型の議論が出来ているものと判断できる．

参加態度，意見の多様性，議論の管理について，提案課題は自由議論と比較して有意な差は認められなかった．すなわち，十分な知識をもたない参加者が，専門的な議論を行えたといえる．実際，専門文脈で議論を行うことで，一部の参加者からアンケート内に設けた自由記述での感想の中には,「分からないことが多く難しい」といった課題の困難さを指摘した感想もあった．つまり，参加者にとっては単純な遊びとは思えない難しい議論を「させられた」「させられている」という一部の受け身的意見が関係したものと思われる．それにも拘わらず，自由議論と比べて，参加態度，意見の多様性，議論の管理の自己評価が低下していない点は，提案課題が，システム設計実務の初学者である参加者に対して，専門文脈における科学技術コミュニケーションを体験させる上で有益であったことを示唆すると考える．

なお，議論の管理に対する自己評価の低さについては，自由議論および地図課題と同様に，参加者が一般的にもつコミュニケーションスキルの弱点と考えている．

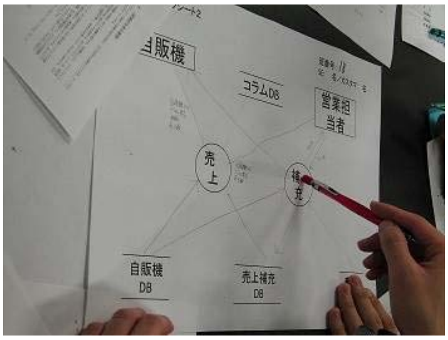

図 8　DFD への記入協力

Figure 8　Collaboration on completing the DFD sheet

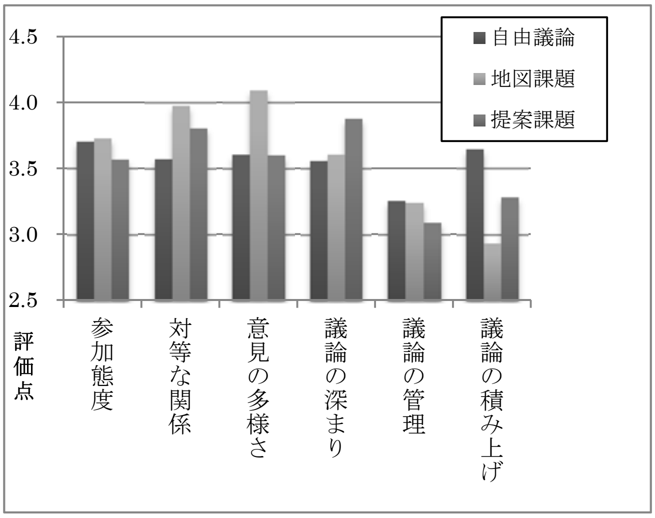

図 9　他タスクとの自己評価比較

Figure 9　The comparison of self-evaluation of our proposed task with that of other tasks

4.3 提案課題の教育効果

提案課題の教育的効果を，技術コミュニケーション能力錬成の観点からと，専門教科教育につながる協働・協調学習の観点から評価したい．

前述の通り，提案課題の実施において，アンケートには自由記述欄を設けた．その自由記述欄のうち，感想欄に書かれた内容を，参加者がどのような気付きを促されたかを観点に整理したものが表 1 である．

感想の自由記述に何も書かれていなかったものや，単に「つまらなかった」あるいは逆に「楽しかった」といったコミュニケーションスキルに関する気付きに全く関係のなかった回答は 129 の回答のうち, 表 1 に示した通り 12 回答しかなかった．多くの回答は，例えば,「自分の意見を言うだけではなく、多人数の意見をまとめられるようにしていきたい」,「DFD を書くことにより、どこのデータが複雑なのか分かり、このような考え方は良いと思った」といったように，何らかの気付きを交えた記述がなされていた．

このような気付きを，表 1 では，2.1 節で紹介した自律型対話プログラムの観点を参考に，気付いたコミュニケーションスキルとしてまとめられるものを整理した。なお,気付きは,「皆の意見が多くまとめるのが難しかった」「無言の人がいてつらかった」というように，体験を通じて難しさや，不満をもったことによる気付きも多く，図 9 の自由議論に対する，参加態度，議論の管理についての自己評価の低下があったこととも整合性がある．

他方，協働学習の観点からは，今回の提案課題の実施では，DFD に要素間の関係が何も書けなかったグループは存在しなかった．ここで，要素間の関係付けとは，要素間に線を引くだけではなく，その関係間に流れるデータについての記述も書かれているもののみを認めた．

これは，本実施のグループによる議論の前に，個人課題

ⓒ2015 Information Processing Society of Japan

として実施した，簡単なDFD上に矢印を結び抽象的な関係付けを書く課題において，何らかの記述ができたものが，129人中22人（約17%）だけだったことに対して，協働学習の効果があったものと判断できる．

協働学習の効果については，提案課題の 40 分の議論実施後に，個別に課題で得られたシステムにおける問題点，気付いた点，改善案，そのような改善をしなくてはいけない理由を自由記述で行わせた次のような例を収集した．

発見点：「よく売れる商品が売り切れる可能性」
改善案：「各商品のコラム数を増やす」
理由：「売り切れを回避するため」

より詳細な分析は今後の課題となるが，発見点および改善案を記述していない参加者は129人の回答中4件であり，125 件の発見点・改善点記述のうち，理由まで記述できていたものは118件であった．このように大部分の参加者が，システムの改善案の理由を検討し，記述ができるためには，DFD を使った専門文脈での議論を通して当該のシステムを理解している必要があり，協働学習の効果は表面上に留まっていないものと判断できる．

また、提案課題が，100 名を超える大人数の実践であっても，本稿の提案課題を，教員1名，TA4名の人員で実施できたことも記しておきたい．特に，教員の目がすみずみまで届かない100名を超える大学生に対する実施において，一定の品質を保ったまま，参加者が自律的な議論を実践できていることに注目すると，提案課題は講義科目の動機付けに使う補助教材としても有益であると考える．

表 1　提案課題に対する自由記述の感想
Table 1　Free described comments for the proposed task

気付いた点	回答数
多様な意見から結論を出す／調整するスキル	39
多様な意見を認めるスキル	23
自分の意見を伝達するスキル	11
上記以外の技術で難しかった点	26
技術とは関係なく気付いた点	22
気付きとは無関係な記述	12

5. おわりに

本稿では，コミュニケーション能力養成の議論課題の一つである地図課題をモデルに，それに基づいて，DFDを地図課題の地図と見立てて議論する課題が，地図課題の専門文脈への拡張となっていることを説明し，提案課題の背景や内容を紹介した．

4節で示したように，初めてDFDを学ぶ参加者が多数を占める提案課題の実践例であっても，専門文脈での議論の積上げを自律的に行えることを確認した．また，その過程において，多くの参加者が，専門文脈に必要な様々なコミュニケーションスキルに気付くことができ，また，DFDの概念を体験的にかつ，協働的に学ぶことに成功した．

今後は，例えば，使いやすいユーザインタフェース設計といった，他の情報システム開発の場面で必要なコミュニケーション能力についても，体験的に錬成することを志向した議論の場の設計によって，参加者の主体的な学びや気付きを促す教材を開発していきたい．

謝辞　この論文は科研費（基盤（C）課題番号：24501158）の支援を受けて行った研究成果の一部である．

参考文献

1) Besnard,P. and Hunter, A.: Elements of Argumentation, MIT Press (2008).
2) 堀内靖雄,中野有紀子他:日本語地図課題対話コーパスの設計と特徴，人工知能学会誌, 14(2), pp.261-272 (1999).
3) Kuhn, Anthony: The Skills of Arguments, Cambridge University Press (1991).
4) 水上悦雄，森本郁代他: 話し合いにおけるコミュニケーションプロセスの評価法について，言語処理学会第14回年次大会発表論文集, pp.181-184 (2008).
5) 森本郁代，大塚裕子編：自律型対話プログラムの開発と実践，ナカニシヤ出版 (2012).
6) 中野民雄： ワークショップ―新しい学びと創造の場，岩波新書 (2001).
7) 大森久美子，岡崎義勝 (宇治則孝監修): ずっと受けたかった要求分析の基礎研修，翔泳社 (2011).
8) 鈴木佳奈，水上悦雄他: グループディスカッションを相互行為として「評価」する―７つの評価項目の提案，人工知能学会研究会資料, SIG-SLUD-A801-05, pp.29-34 (2008).
9) 竹内和広，中村民明，橋本喜代太: 「議論を通じたシステム設計」におけるSEの問題発見力に対する調査,情報システム研究会, IS-12-055, pp.77-82 (2012).
10) 田中久夫：すぐできる・すぐ効く新選教育研修ゲーム，日本経団連出版 (2003).
11) 田仲遼也，北中佑樹，竹内和広: 情報システム技術者教育のための議論教材開発，教育システム情報学会研究報告, Vol.28, no.6, pp.97-102 (2014).
12) Toulmin, Stephen E.: The uses of argument, Cambridge University Press (1958).

ⓒ2015 Information Processing Society of Japan