

# データ流れ図を利用した コミュニケーションゲーム教材の開発

北中 佑樹\* 竹内 和広\*\*

## Educational Game Design for Developing Communication Skills in System Engineering

Yuki KITANAKA\* Kazuhiro TAKEUCHI\*\*

### 要 約

本稿では、情報システム技術者にとって重要なコミュニケーション能力を講義形式の授業と連携して錬成に貢献する議論課題の開発について論じる。具体的には、企業の研修や採用活動で一般的に用いられている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に着眼し、それを情報システム分野での専門的な文脈に拡張した議論課題を提案する。提案のため、第一に、地図課題の議論過程の特徴を課題に対する自由議論との対照を行いながら分析し、次に、その分析を踏まえて、地図課題と情報システム設計におけるデータ流れ図に関する議論過程と親和性が高いことを示す。左記の知見に基づいて試験的な議論課題を設計し、実際に100人を超える大学生を対象に実施を行なった。最後に、その結果を分析するとともに紹介する。

### 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を要求され、その訓練にはインターンシップやOJTなどの実践的・経験的な方法が有効であるとされている。

一方で、そのような業務・技術の基本となる情報システムの開発技術に関して一定の体系化がなされ、大学の講義科目として知識中心の教育がなされていることも事実である。しかし、情報

---

\* 大阪電気通信大学総合情報学部（非常勤講師）

\*\* 大阪電気通信大学情報通信工学部

システム開発の上記のような実際と、講義で学んだ知識とを有機的に結び付けることが、複数企業に渡るコミュニケーションによる協働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。そのため、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。

このような状況を受けて、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において、実務との関連性の強い課題を作成し、大学生に課したとしても、実務に関する個別性の強い背景知識を、受動的な彼ら、彼女らに伝えることは困難であることが実情である。特に、専門的コミュニケーションの重要性を伝えるために、実務的な課題を提示し、解決案を出させるような自由議論の課題を課しても、表層上の議論に終わりがちである。すなわち、適切に背景知識を調整せずに、問題解決型の自由議論をさせても、大学生がもっている背景知識では、何をどのように議論してよいのか分からず、活動意欲がわかず、おざりな議論に終わってしまう可能性が高い。

このように、授業内で、単純な自由議論を通して、授業内容と現実の実務における諸事象とを、自律的に結び付けることは困難であると考えられる。実際、自由議論の適切なやり方を大学生に教育する数々のプログラムが提案されていることは、その証左であるとも言える。

以上を背景として、本稿で紹介する研究は、専門知識を情報システム開発の場でどのように生かすのか、特に、どのようにコミュニケーション技術を使って情報システム開発を進めるのか、教室内活動を通して端的な体験をすることができる教材の開発を目的とする。具体的には、企業の新人研修や採用活動で頻繁に使われているコミュニケーションゲームの一つである地図課題の考え方を、専門教育の補助となる議論課題の運用方法として導入する。地図課題は、シートとカードを使った会話ゲームであるため、発話行動を制約する。そのため、自由議論で得られるはずの知見に及ばないのではないか、という懸念が浮かぶが、以上の目的においては、むしろ大学生の知識と実務とを自律的に関係付けることに有効に作用することを論じる。また、コミュニケーションゲームであれ、一種の遊びから、専門的な内容を学ぶことにつなげることは可能なのか、という疑念に対しても、情報システムに携わる技術者のコミュニケーション能力錬成を目的とした議論教材の観点から論じたい。

## 2. 議論課題の教材的意義

### 2.1 大学生に対する議論課題

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非常に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錬成対象が、そのようなコミュニケーション能力を形成する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<sup>[1]</sup>は、適切なArgumentを支える諸要素として、Claim, Data, Warrant, Backing, Rebuttal, 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、その主張の理由付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、社会学、人工知能学等の工学といった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<sup>[2]</sup>。そのような背景から、議論活動の教育における位置付けに関しても、Kuhn<sup>[3]</sup>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、大学授業では、どのような形式で大学生主体の議論活動を取り入れるかが問題となる。中野<sup>[4]</sup>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、大学生の直感的な経験に任せて自由な形で行っている議論のもつ有益な効果が得られないことに着目した研究に森本らの研究<sup>[5]</sup>がある。彼女らは、大学生の対話・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、大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) うまくいっていないことがわかる
- ・ 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、以上に挙げた要件のうち、最初の2件である議論が「うまくいっていないことがわかる」ことと、その理由を分析できることを、具体的に参加者に評価することを訓練させる点にある。具体的には、参加者

が自己評価する以下の評価項目を導入している（各評価項目の記述とは本稿の著者らが要約し、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、大学生の大規模な議論収録を評価分析する研究<sup>[6][7]</sup>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」等々の大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。

それに対して、本稿では、情報システム開発に関連する専門授業の中で学んだこと、学ぶべきことを有機的に取り入れることのできる教材開発を目的とするが、教材開発の指針として、自律型対話プログラムの考え方を踏襲し、多様なコミュニケーション能力のうち大学生の一般的な言語行動および議論過程の類型を表現する上で適切な形に整理した上記の評価項目を利用する。

## 2.2 本稿が想定する専門文脈の議論課題

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。本節では、本稿での課題となる議論を通じた専門教育を行う意義を説明する。

4年間の大学生活を見たときに、段階的に社会人として巣立っていく意識を育む必要性が認識されてきている。例えば、数多くの大学がカリキュラムの中に企業へのインターンシップ活動を奨励する要素を導入し、企業側もインターンシップの受け入れに協力的になっている。そのような中で、著者らの勤務する大阪電気通信大学でも、大学生に対する情報産業へのインターンシップを奨励している。第二著者は、例年、大学生をインターンシップに送り出してきたが、インターンシップを経験した大学生は、口をそろえて、コミュニケーションの重要性をインターンシップで強く感じた点として挙げている。受け入れ企業も、コミュニケーション力錬成を重視してか、インターンシップ生同士、あるいは、社員とグループを組ませて実習を行わせることが多い。それは企業側が、大学での情報システム開発に関する教育が、知識に偏重していると考えており、インターンシップ期間内に、大学で学んだ知識を人とのコミュニケーションを通して仕事に活かすことを学ばせたいという意識があると思われる。

そのような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、竹内ら<sup>[8]</sup>は、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、単に技術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ーフォールモデルを標準的なモデルとして採用していることを裏付けるものである。また、ウォーター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。

新入社員や経験の少ない社員が、いきなりウォーター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ないにも関わらず、企業実務で利用される実際の仕様書および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<sup>[9]</sup>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、インターンシップやプロジェクトベース演習経験前、（あるいは経験後のふりかえりとして）、具体的な工程の背景となる技術の学修、専門的コミュニケーション技術の習得と連携することを前提として、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授業内アクティビティ教材開発の試みを以降で紹介する。

### 3. コミュニケーションゲーム内会話の特徴

#### 3.1 コミュニケーションゲーム教材—地図課題を例に

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<sup>[10]</sup>。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<sup>[11]</sup>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、各々がも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。

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、各々がも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」

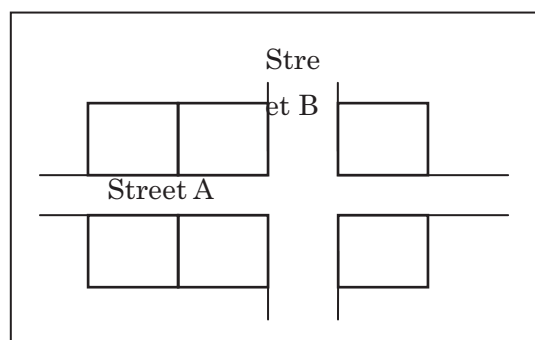


図1. 地図シート

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、他方は地図シートに整理した情報を、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、情報カードが上のA、Bのもつ情報のみの場合を考えてみる。2つのカードの情報は**表1**のように整理することができるが、自然言語で書かれた情報カードから、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**表1**のような単純な表で情報整理することを伝えず、議論中にそのような表を作ることを参加者で共有せずに自然言語だけで議論を進めなくてはいけない点が、この課題の難しさとなる。また、上記の例においては、各参加者は、1つの情報をもつのみであるが、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議論に応じて選択する必要がある。

表 1. 情報を表に整理した例

	八百屋	タバコ屋	喫茶店	道
八百屋		隣同士		
タバコ屋			向かい	面している
喫茶店				面している
道				

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。表 1 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作られている。その例を示したのが図 2 である。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。

図 2 に示した 2 つの配置案は、多様な配置案の中の一例である。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、表 1 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認識の相違を克服しなくてはならない。

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が、実際の議論では、この 2 つの過程を分けて議論が計画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、混乱するために、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になってしまう。また、非常にリーダー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で目的を達成する可能性もある。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であり、目的達成の満足度が低いといった問題が生じる。

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、他者からの情報を聞き出し、他者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・能動的な技術の教材となる。



図 2. 表 1 の関係による店舗配置の曖昧性（他の可能性も存在する）

### 3.2 自由議論との比較実験

本節では、自律的対話プログラムにおける一般的な議論とコミュニケーションゲーム遂行のための議論との差異を、2.1 節で説明した自律型対話プログラムの自己評価のために提案した評価項目を用いた。

自由議論の題材は、「大学は学生のSNS利用を規制すべきか否か」といった自律型対話プログラムに沿った題材を用い、コミュニケーションゲームには、前節で述べたコミュニケーションゲームである地図課題を用いた。

実施は、両課題とも大阪電気通信大学情報通信工学部3年生のうち、この実施をした実験科目を履修している128名を4名から6名グループに分け、議論した。自由議論の議論時間は25分、地図課題の議論時間は40分とした。実験前には、就職活動に向けてコミュニケーション能力を意識することの重要性を説明し、自律型対話プログラムの各評価項目について、説明を約30分のスライドや大学生の議論例の動画を交えて説明した。

議論過程の違いを見るため、128名の参加者一人一人に自分が参加した議論グループでの議論に対しての評価を自律型対話プログラムの評価に則してアンケート調査した。その際、7つの評価項目の一つである場の活発性は、地図課題の場の環境を地図シートや情報カードによって設定してしまうため、この評価項目を自己評価させることはアンケート記述者に混乱を招く可能性がある。このため、この評価項目はアンケートから除外し、代わりに自由記述の感想欄を設けることで代替した。

アンケートで参加者が6つの評価項目について、それぞれを1から5までの5段階評価（1が最も評価が低い）で評価を行った。これらのアンケート結果と検定の結果を表2に示す。

表2. 2つの課題の実施におけるアンケート結果と検定結果

	自由議論		地図課題		検定結果
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	
参加態度	3.71	0.94	3.73	0.89	0.20
対等な関係性	3.57	1.05	3.98	0.96	3.23 **
意見の多様さ	3.60	0.93	4.09	0.83	4.18 **
議論の深まり	3.56	0.97	3.60	0.98	0.38
議論の管理	3.26	0.98	3.24	0.99	0.13
議論の積上げ	3.64	1.03	2.94	1.12	5.45 **

\*\*  $p < 0.01$

表2から、自由議論と地図課題の対照から地図課題の設計が、大学生のコミュニケーション意識にどのような変化を与えるのかを検討したい。

まず、対等な関係性を見ると、地図課題において、有意に評価値が高くなっている。これは、自由議論においてグループ内で積極的に発言できなかった参加者も、情報カードにより発話が促され、参加者全員が議論に参加しないといったことを防ぐ機能をもつことを察することができる。

また、情報カードを配布したにも関わらず、意見の多様さに対する評価値が高くなっている。これは、各グループが書いた地図を見ると、何度も地図を書き直している点が目立つことと関連しているように思われる。つまり、3.1節の図2で説明したように、地図課題にはカードに書かれた情報をグループで整理した上で、それを地図上に表現する上での多様性があるため、それが意見の多様さにつながっていることを察することができる。つまり、地図課題では、自由議論



よりも情報カードがある分だけ議論内容が制約されているにもかかわらず、意見の多様さを失わない設計がなされているといえる。

他の参加態度、議論の深まり、議論の管理は有意な差は見られないが、議論の積上げの評価値は、大きく自由議論を下回っている。これは、自由議論では、「是か否」で結論を出すために説得的要素が必要であり、グループの統一見解を出すことできたと考える参加者はこの評価項目を高く評価し、一般的にそのグループとしての判断に不満をもつものが低い評価をする。地図課題では、地図が完成しなかった場合に積上げがうまくいかなかったと、この評価項目を低く評価する傾向があることを察することができる。

以上のように自律型対話プログラムの評価項目による参加者の議論の自己評価は、3.1節で説明した地図課題の設計が、議論活動で何が起こったかを評価することに有益であることを確認した。

## 4. 専門分野における議論教材

### 4.1 一般的議論から専門的議論へ

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とはしない。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もたせることで、自由議論では自律的にはなかなか発生しない議論行動を促していることを見て取れた。

本節では、本研究の目的である、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。この問題を形式的に考えるために、地図課題の情報の整理過程をまず形式化しておきたい。3.1節で説明した表1の情報整理は、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。この表1の要素間関係は図3のように無向グラフで表現することができる。図3中の「八、タ、喫」の文字は図2の表記と同じである。

グラフ表現を用いて、3.1節で説明した情報整理の過程を言い換えるならば、自然言語の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、無向の2要素間関係に整理した、と言える。また、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、図3の関係をもつ要素を代入することと考えることができる。

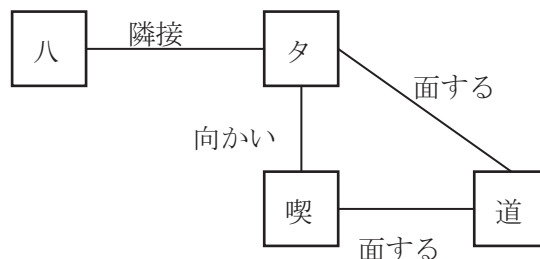


図3. 表1の関係をグラフ表現したもの

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、システム開発の初期段階では、要求定義が行われる。我々の着想<sup>[12]</sup>は、DFDはその段階でのシステム設計関係者で情報共有する目的でよく使われる。つまり、DFDが情報の表現形態の一種であり、地図課題の地図シートに相当する役割をはたすことができるのではないかというものである。

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。

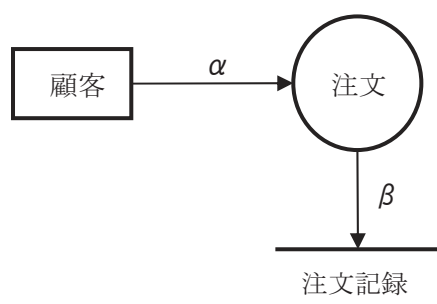


図4. DFDの例

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。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、先に述べたように機能の違いにより、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で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の例でいえば、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の特徴付ける情報 (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、次節に述べるような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。

#### 4.2 議論の場の設計

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えば、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情報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、参加者ごとが異なる情報カードをもつことに相当する、参加者ごとの自然言語に対する解釈・理解の違いが生じるが、より議論行動を積極的に行うための工夫も行った。具体的には、地図課題とは異なるシナリオによる議論目的の共有化の他に、提案課題では、地図課題における情報カードに相当する役割カードも作成した。

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もたせるため、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全員に顧客あるいは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、指示を与えるものであり、情報システム開発の議論において典型的な調整・検討・摺合せ等の機能的なコミュニケーション技術が必要となるように工夫を行った。

なお、情報システム設計の初学者を対象とするため、関係付けの特質を主体的に考える上でのヒントも用意した。具体的には、経験のある技術者であれば、業務やシステム中の主体や事物、処理の関係付けを見通してデータベースの構造設計ができることに関連して、実際のシステムのデータベース仕様に着眼し、データベースのフィールド情報の一部だけを抜粋したものを、シナリオと同時に配布するという配慮も考えた。

以上をまとめると、地図課題の拡張として最も発展的な部分は、地図課題が地図上のランドマークの具体的な位置情報をすべてカードとして与えていることに対して、提案課題では、一通りでないシステム設計の結果を各参加者が想定し、その違いを調整しながらDFDを完成させる点にある。この違いを図5に示す。

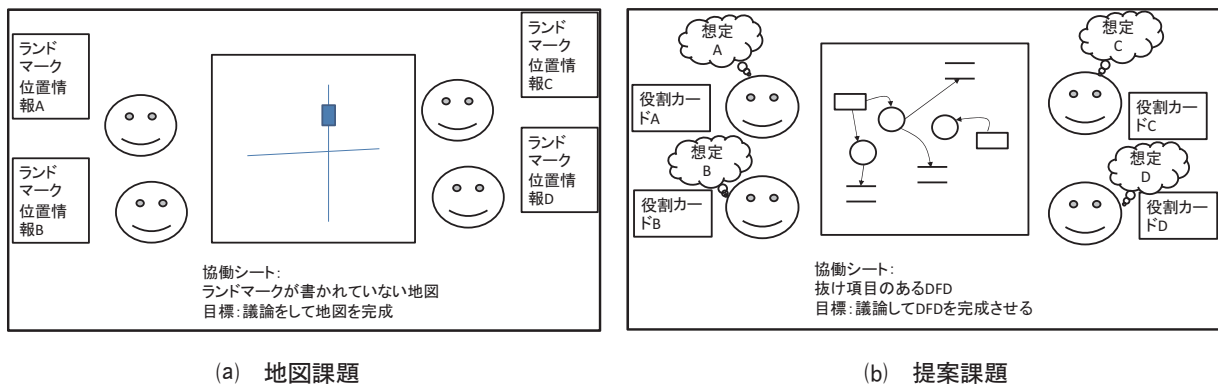


図 5. 地図課題からDFDを使った専門課題へ

## 5. 提案課題の実験的实施と結果

前節で説明した提案課題を 3.2 節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同一期、ほぼ同質な前提知識をもつ大学生に実施したものである。グループ分けは129人の大学生をやはり 3.2 節と同様に 4 名から 6 名グループ分けを行い実施した。

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 節と同様な説明を行い、40分間で提案課題を実施した。

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中央に置いた。

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ものであり、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 6 に示す。



(a) グループの様子



(b) 手元の様子

図 6. 提案課題による議論の様子

提案課題の議論を、3.2節と同様のアンケートを用いて自己評価を行わせたものの結果を図7のグラフに示す。

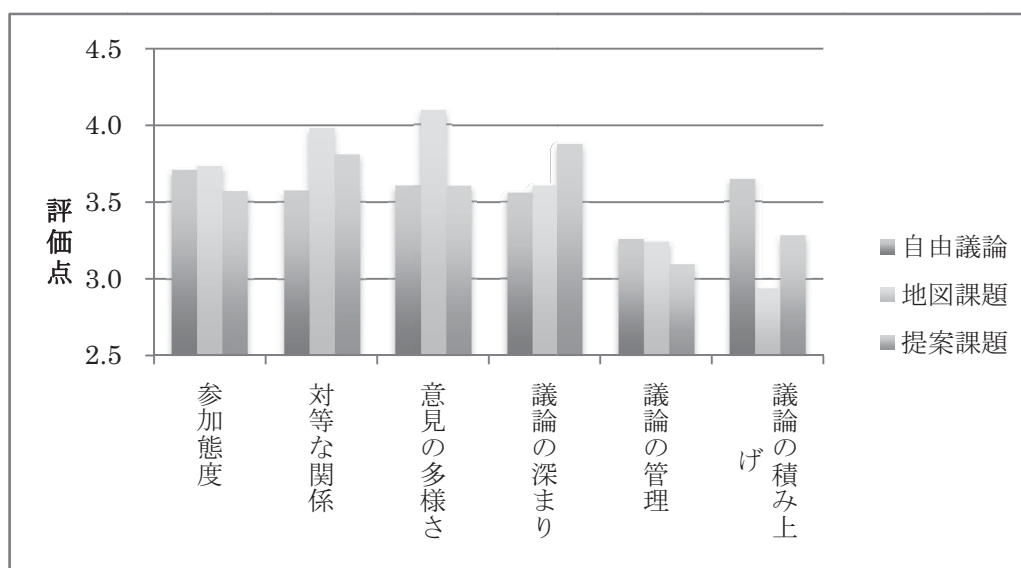


図7. アンケート結果のグラフ

この結果を基に「自由議論-地図課題」の組と「自由議論-提案課題」の組を対照させることにより、提案課題と地図課題の議論との類似点、相違点の検討を行う。そのために、統計的な検定により、これらの結果にどの程度有意な差があるかを確認した。この「自由議論-提案課題」の組の結果を表3に示す。

表3. 自由議論と提案課題の平均値と標準偏差および検定の結果

	自由議論		提案課題		検定結果
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	
参加態度	3.71	0.94	3.57	1.04	1.10
対等な関係性	3.57	1.05	3.81	1.07	1.83
意見の多様さ	3.60	0.93	3.60	1.08	0.02
議論の深まり	3.56	0.97	3.88	1.10	2.52 *
議論の管理	3.26	0.98	3.09	0.99	1.33
議論の積み上げ	3.64	1.03	3.28	1.15	2.80 **

\*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$

3.2節で述べた、地図課題との類似点では、議論の積み上げにおいて、協働作業により完成したシートの出来により、議論の積み上げの結果が客観視できることから、自由議論に比べ評価値が低くなっている。また、対等な関係性は、地図課題では自由議論と比較して有意に高くなっており、同様に提案課題でも、 $p < 0.05$ の検定では有意ではないにしても、高い傾向がみられる ( $p = 0.07$ )。



これは、地図課題と同様に、自由議論においてグループ内で積極的に発言できなかった参加者も、情報カードにより発話が促され、参加者全員が議論に参加しないといったことを防ぐ作用が提案課題でもはたらいたものと考えられる。

次に、相違点としては、地図課題が自由議論に対して意見の多様さで高評価であったにも拘わらず、提案課題では自由議論とほぼ変わらない結果になっている。これは、地図課題における情報カードに比べて、提案課題の役割カードとシナリオが特定の業務・システムに特化したものであり、このような議論を初めて経験する参加者にとっては、自由議論と変わらない程度に、議論すべき観点が多様になりすぎたためと考えられる。それに対応する形で、議論の深まりは、提案課題では、地図課題と比較して、自由議論よりも高い自己評価値を得ている。この2つの評価値の変化は、今後、役割カードをより緻密に設計する上で重要な情報となり得ると考えている。

他の評価項目における地図課題との相違点としては、地図課題と自由議論では、参加態度と議論の管理の評価値がそれほど変わらなかったことに対して、提案課題はそれらよりも自己評価が低下している。この自己評価の低下が専門的な文脈で議論を行う上での意欲の低下と考えられる。具体的には、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」、「積極的な意見の伝達が困難であった」といった感想もあった。

しかし、この議論課題を通して、本実施の議論の前には、簡単なDFD上に矢印を結び抽象的な関係付けを書けたものが、130人中約17%だけだったことに対して、グループワーク時では、何らかのDFDが書けなかったグループは存在しなかったという結果が得られている。このことから、参加態度と議論の管理の評価値が低下しているにもかかわらず、コミュニケーションゲームを行うことによって、DFDという専門的な表現方法を議論の中で身につけることができたのではないかと考えられる。図8に提案課題の議論によって得られたDFDシートの例を示す。図8のような出来のよいシートを完成できなかったグループもなかには存在するが、この結果は専門的な現場経験のない参加者の議論課題であっても、コミュニケーションゲーム要素を導入したことによって専門文脈での議論を経験させることができたものと考えられる。

以上のように、教室で個人の簡単なDFDを書く作業をした後に、提案課題を使った議論をしながらDFDを書く作業をすることによって、より実践的な議論をしながら設計をするという情報システム開発の仕事の意義を参加者に感じさせることができ、専門文脈での自律的な議論参加が促進できる可能性があるものと考えられる。

また、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、自律的に議論アクティビティを参加者が実践できていることに注目すると、コミュニケーションゲーム教材の導入は、講義補助に対する有益な手法であると考えられる。

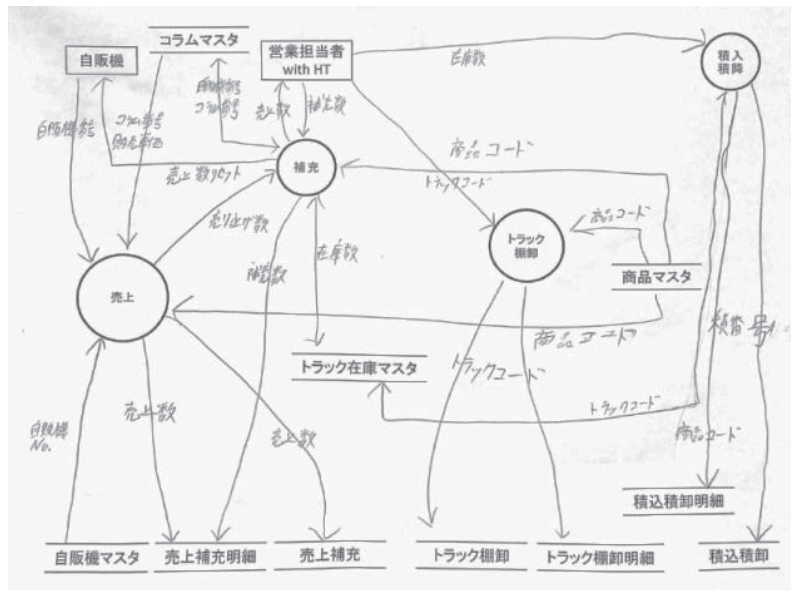


図 8.提案課題の整理過程で作成されたDFDシート

## 6. 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の特質を分析し、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、提案した議論課題の実施例を紹介した。

5節で示したように、ほとんどの参加者がDFDを初めて学ぶ場面において、地図課題の要素を取り入れた議論の場を設計することにより、そこで必要なコミュニケーション能力である議論の積上げを自律的に行い、DFDの概念を体験的に学ばせることに成功した。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を促す教材を開発していきたいと考える。

## 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。また、2節の調査に協力してくださった情報システム開発の経験者の方々に感謝する。

## 参考文献

- [ 1 ] Stephen E. Toulmin: The uses of argument, Cambridge University Press, (1958)
- [ 2 ] Philippe Besnard and Anthony Hunter: Elements of Argumentation, MIT Press, (2008)
- [ 3 ] Deanna Kuhn: The Skills of Arguments, Cambridge University Press, (1991)
- [ 4 ] 中野民雄：『ワークショップー新しい学びと創造の場』, 岩波新書, (2001)
- [ 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 ] 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)
- [ 7 ] 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」するー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)
- [ 8 ] 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)
- [ 9 ] 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)
- [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] 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)
- [12] 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)