

電気装置設計製作実習におけるグループディスカッションの思考分析 Analysis on Thought of Group Discussion in Electrical Equipment Designing Production Training

篠崎 健太郎, 和田 浩一

Kentaro Shinozaki and Koichi Wada

A training curriculum of Kinki polytechnic college application course production electric system technology department is doing a working group learning system. When I observed the group discussion in practice, the brainstorming session did not proceed well. Therefore, in this study, we collected the thought contents before group discussion and analyzed the characteristics and connection of thought elements. As a result, four characteristics were found by analysis. ①A group with high work evaluation has a large number of thought elements per person, and is considering a wide range of contents. ②Students are divided in thoughts within the group, and group leaders and members are not communicating. ③A group with high work evaluation has multiple key words and has a complex content. ④The group with higher work evaluation was promoting discussion while linking what the group members are thinking.

Based on these results, we developed an educational tool to promote discussion.

Keyword: group discussion, thought element, teaching materials, language connection

1. はじめに

ものづくりのプロジェクトでは、複数のスタッフが関わりミーティングが幾度となく開催されて様々なことを考え巡らせながら進められている。グループでプロジェクトを進める際は、相乗効果を上げることが望まれ、特にグループディスカッション（以下、ディスカッション）の内容が完成品の評価に大きく影響する。波頭^[1]は、「思考は、思考者が思考対象に関して何らかの意味合いを得るために新しく入手した情報と現在持っている知識を頭の中で加工することである」と述べている。ディスカッションは、学生のものづくりにおけるコンセプトスキルとしても重要な要素である。ディスカッションには、思考を発散させる場面と、発散した思考を収束させる場面があり、それを繰り返しながら結論へと向かってゆくことが望ましいと考えられる。

職業能力開発大学校応用課程生産電気システム技術科のカリキュラムでは、専攻実技にワーキンググループ学習方式を採用しており、実習中にディスカッションを行っている。応用課程1年次の専攻実技において、ディスカッションを観察したところ、積極的な発言が少なく、初歩的な思考を発散する場面がうまく機能しておらず、思考の収束まで至っていない様子が見られた。その結果、完成品に意思疎通の不完全が要因であると

思われる部分が見られた。それらの原因として、各グループのメンバーがメモ・資料を参照せずに会話だけに頼って意見を伝えられない、あるいは上手くリーダーシップが取れていないことが推察された。これらの問題を解決するために、とりわけ初歩的な思考を発散するためのツール（以下、ディスカッションツール）の開発が必要である。ものづくり教育現場において教育実験を行った近年の研究に和田らの研究^{[2][3]}がある。建築設計演習において学生に開発した教育ツールを提示し、その教育効果を検証している。設計中に思考していることを発話してもらい、その言葉の内容を文章化し分析することで、設計者の連続した思考の特徴を明らかにしている。また、益子ら^[4]は学生を対象とし、エスキスを行う前にイメージした内容をシートに記入させ、思考内容を分析して空間生成の特徴を明らかにしている。国外の言葉の内容分析研究では、Omer Akin^[5]が、学生に対して図面を描く課題を与え、その様子をビデオに撮って言葉の内容分析を行っている。その結果、設計者の図面の認知できる単位を明らかにしている。

本研究は、建築設計分野における思考内容分析を電気装置設計製作実習に適用するものである。学生のディスカッションにおける思考の現状を把握するため、ディスカッション前に考えたことを学生に自由に記述してもらおうアイディアシート（以下、アイディアシー

ト)を用意し、そこへ記述してもらい、それを分析して電気装置設計製作実習における学生のディスカッションの特徴を明らかにする。その後、分析結果を基に電気装置設計製作実習で利用できる初学者のためのディスカッションツールとその運用方法を考察する。

2. 研究方法

2.1. 調査対象

教育調査は、近畿職業能力開発大学校・生産電子システム技術科2年生(以下、学生)を対象に電気装置設計製作実習で行った(表1)。調査対象の学生は22名で、1年次の創造的開発技法においてディスカッションの手法について学び、電動車両走行システム設計製作課題実習(標準課題)においてグループによる実験・実習を体験している。

2.2. グループ編成

電気装置設計製作実習では、グループ学習方式を取っているため学生を5グループに分けた。各グループの人数は、グループ1及び2(以下、G1、G2)を5名、グループ3、4、および5(以下、G3、G4、G5)を4名とした。グループのメンバーの構成は、専門課程・電気エネルギー制御科2年次に行われたFAメカトロ実習の成績を基に、学生の成績が均等になるよう調整した。次に、専門課程・電子情報技術科出身の学生がシーケンス制御についての知識が少ないことから、各グループに電子情報技術科出身の学生を1人ずつ振り分けた。電子情報技術科出身学生の不足した知識や技術をグループ内でフォローアップするように促した。グループリーダーの選定は、各グループで互選により決定した。

実習の最終日に教員2名が、グループ毎の総合的な作品評価を行った。評価の視点は、電気回路図面などの提出資料や発表内容、作品の完成度である。その結果、上位から順にG3、G2、G5、G1、G4となった。グループメンバーの人数と評価が一致しない結果となった。G3、G2、G5を上位グループ(以下、上位グループ)、G1、G4を下位グループ(以下、下位グループ)とした。

2.3. 研究全体のプロセス

電気装置設計製作実習は半年間で18回実施され、そのうち10回の授業において学生がディスカッションする機会があった。ディスカッションする内容は、グループにより製作の進度が異なっていたためグループリーダーに任せ、学生がディスカッションする際は、アイデアシートを学生に利用することを促し、学生のディスカッションにおける内容を記録するため、毎回の授業後にアイデアシートのコピーを採った。さらに、中間発表、および最終発表の際に発表の様子をビデオに収録した。

表1 調査対象

項目	内容
調査対象教科	電気装置設計製作実習
実習期間	2015年4月～2015年9月
調査対象	近畿職業能力開発大学校 応用課程 生産電気システム技術科 2年生 22名 1年次にグループワークを体験
グループ	5グループ FAメカトロ実習の成績により評価が均等になるよう編成。 G1: 5名 G2: 5名 G3: 4名 G4: 4名 G5: 4名

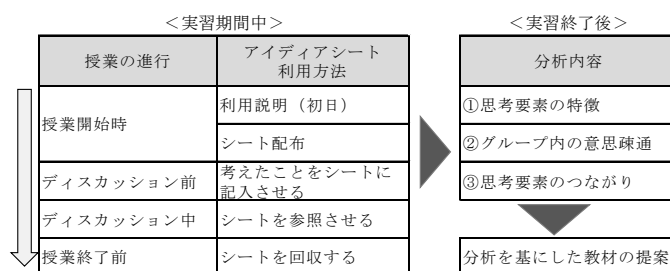


図1 研究全体のプロセス

表2 思考要素の分類

大分類	中分類	小分類	定義
装置	設計	環境	装置を設置する場所に関する思考要素
		製図	装置の製図に関する思考要素
		ハードウェア	使用機器およびその機構に関する思考要素
	要求	ソフトウェア	機器を動作させるためのプログラムに関する思考要素
		使用	装置の操作に関する思考要素
		時間	装置の動作にかかる時間に関する思考要素
グループワーク	管理	安全	使用者の安全に関する思考要素
		役割	作業者の役割分担に関する思考要素
		工程	作業工程に関する思考要素
	プレゼンテーション	製作	製作を行う行動に関する思考要素
		発表	発表会に関する思考要素

本研究では、学生が書いたアイデアシートの文章をテキスト電子データにして思考内容の分析を行った。その際、収録したビデオを分析の参考にした。分析結果を考察し、新たにディスカッションを促進するシート(以下、ディスカッションシート)とその運用方法を考察する(図1)。

2.4. アイデアシートの利用方法

アイデアシートには、学生の氏名とディスカッションを行った日時に加え、考えたことを妨げないよう自由に記述できるスペースを設けた。利用方法は、初日にアイデアシートの利用方法を説明し、ディスカッション前に考えたことをアイデアシートに記入させ、ディスカッション中は、アイデアシートに記入した内容を参照しながらディスカッションを進めさせた。授業終了の際にアイデアシートを提出させ、コピーを採った後に

学生に返却した。2 回目以降も同様に繰り返した。

2.5. 思考内容の分析方法

思考内容を分析するために、学生全員のアイデアシートに書かれた手書きの文章をデジタルテキストデータにした。これらの文章を文節ごとに区切り、一つ一つの言葉を思考要素（以下、思考要素）として分析を行った。中間発表、および最終発表の際に録画したビデオは、分析の参考とした。

2.6. 思考要素の分類

学生が思考内容を分析するために、学生全員のアイデアシートに書かれた言葉を整理して分類した。その結果、制御装置設計製作で求められる要素を「装置」、グループワークに求められる要素を「グループワーク」として大別した。さらに「装置」の内容を中分類として「設計」「要求」に、小分類として「環境」「製図」「ハードウェア」「ソフトウェア」「使用」「時間」「安全」の 7 項目に分類した。また、「グループワーク」の内容を中分類として「管理」「プレゼンテーション」、小分類として「役割」「工程」「製作」「発表」の 4 項目に分類した。分析は、これら 11 項目の分類を基に行った（表 2）。

3. 思考要素分析

学生がディスカッションを通して電気装置設計製作を行う過程で思考していた内容を捉えるために、アイデアシートに書かれた言葉の内容を分析することで思考内容の特徴を捉える。次にグループディスカッションにおけるメンバー間の意思疎通がディスカッションの活発化に影響を与えていると考え、グループごとに思考内容の比較を行う。さらに、ディスカッションで発散を増やすためには、話す内容の連鎖が必要だと考え、思考内容のつながりについて分析を行う。

3.1. 思考要素の特徴

各グループの思考内容の特徴を把握するために、グル

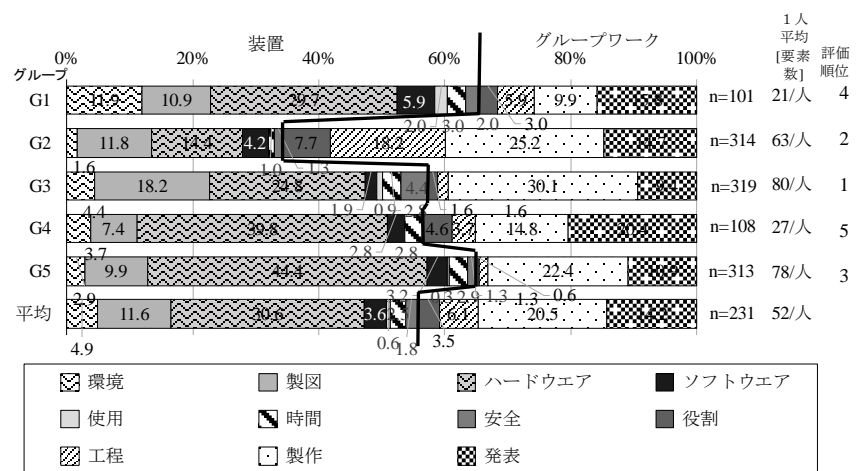


図 2 思考要素の割合

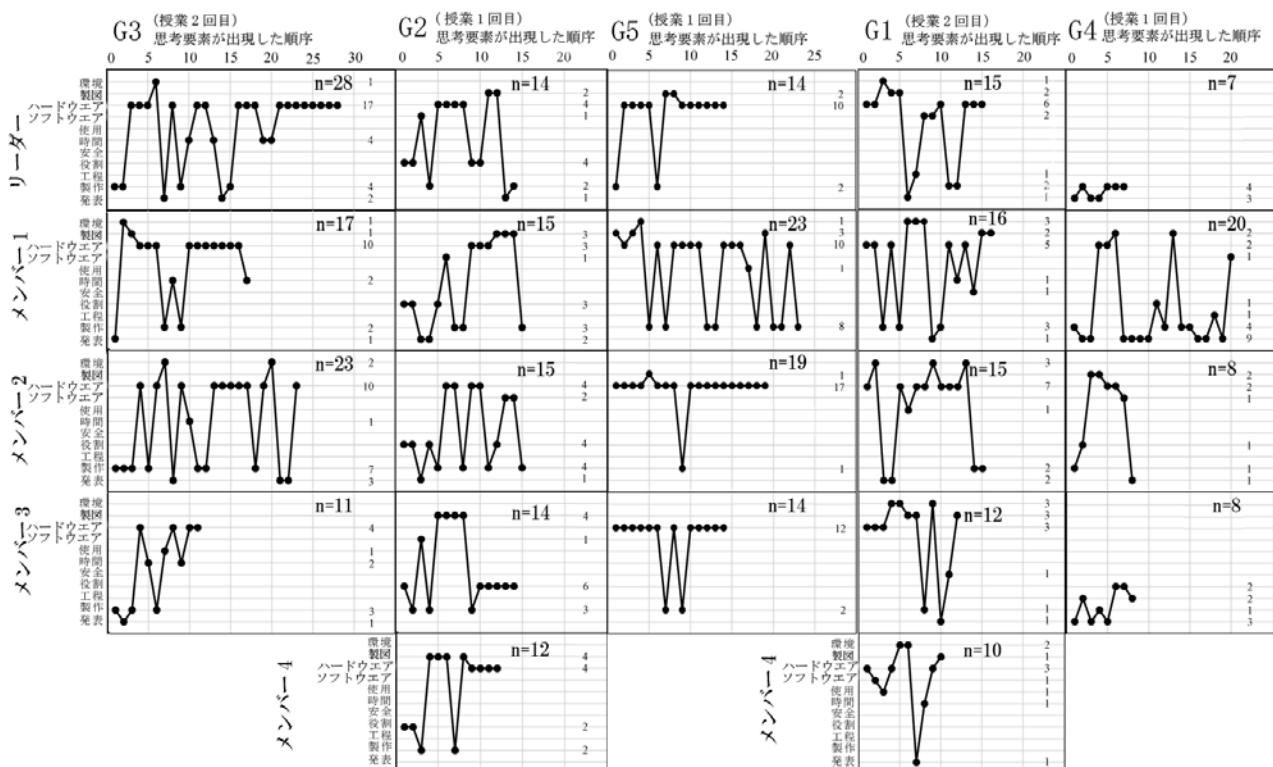


図 3 活発にディスカッションが行われた際の思考内容

一組ごとの思考要素の割合を示したのが、図2である。思考要素の総数は、G3が最も多く、次にG2, G5, G4, G1 となった。ここでも、各グループのメンバー数と思

考要素の総数は、比例していない。一人当たりの思考要素数が多い順に並べると、G3, G5, G2, G4, G1 となった。G3, G5, G2 と G4, G1 の数に大きな差がある。

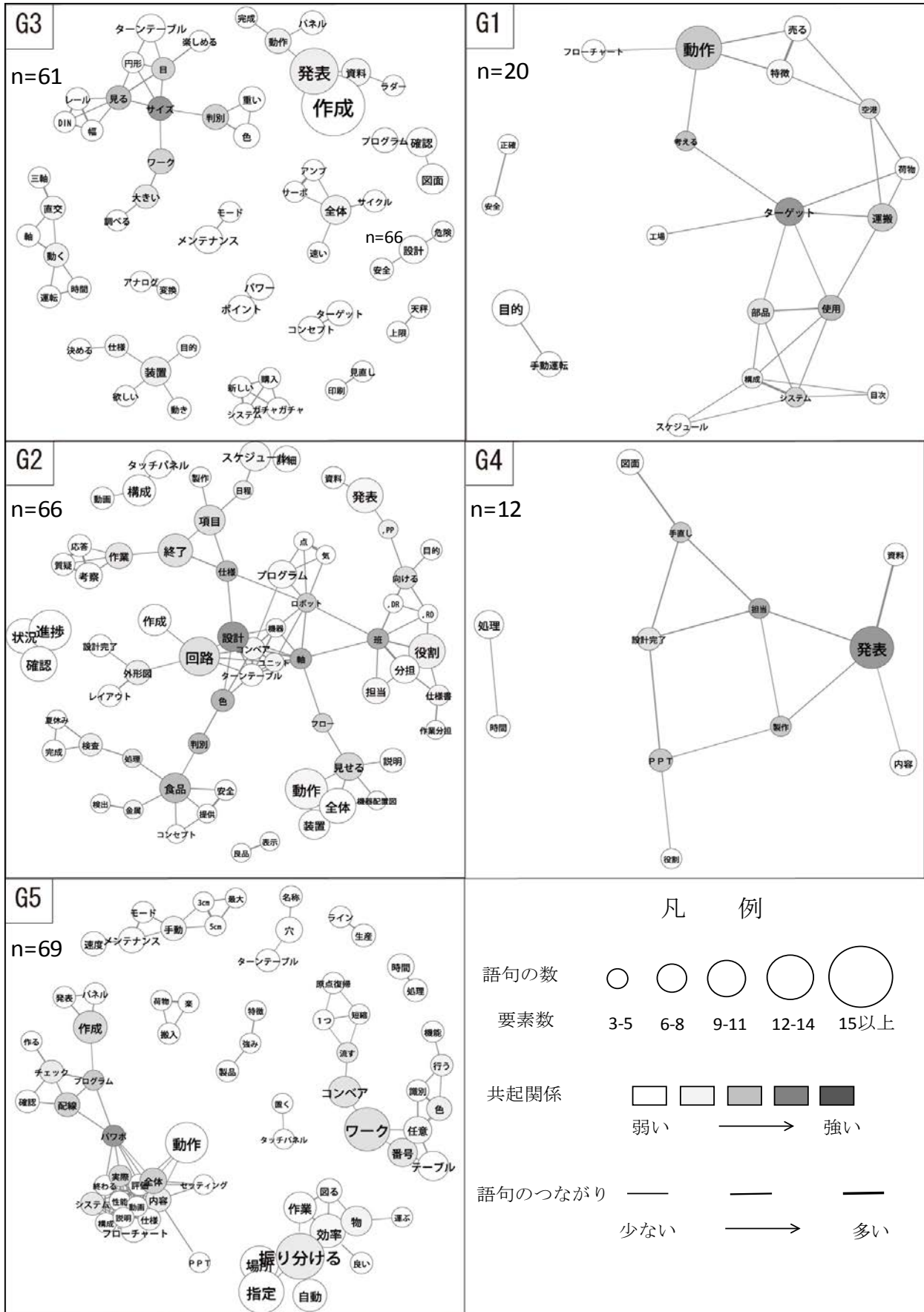


図4 共起ネットワークによる思考要素のつながり

グループの評価と比較すると、上位グループは一人当たりの思考要素数が多いが、下位グループは思考要素数が少ない傾向にある。このことから、思考要素数と作品評価が関係していることが考えられる。

思考要素の平均では、「ハードウェア」「製作」の割合が高く、「使用」「安全」が少なく、思考が偏っている。また、最も評価が高かった G3 は、「グループワーク」である「製作」の割合が他の班に比べて高かった。このことからグループディスカッションでは、思考要素を増やし幅広い内容の思考ができるように気づかせ、グループ内でのリーダーシップが必要な「製作」

を増やすツールが必要であると考えられる。

3.2. グループ内の意思疎通

各グループ内の意思疎通を明らかにするため、思考要素数が多い時に活発にディスカッションが行われていると考え、グループ全員の思考要素数が最も多い授業の回に着目した。各グループの思考内容を比較したのが、図 3 である。リーダーとメンバー全員の思考要素が最も多い項目に着目すると G3, G5, G1 は、リーダーとメンバーの最も多い思考要素が「ハードウェア」で同一であるのに対し、G2 はリーダーとメンバーの思考が類似して

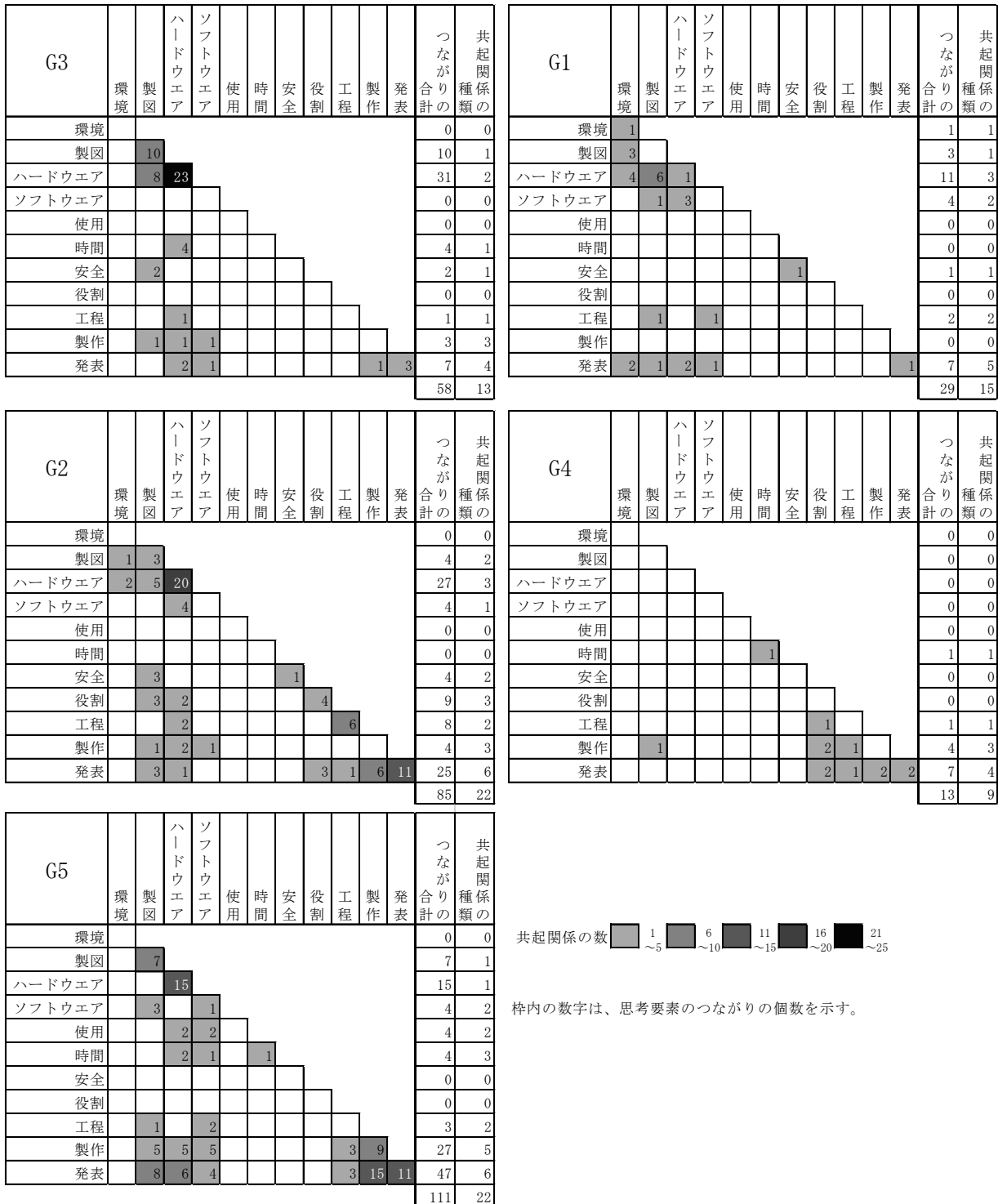


図 5 思考要素のつながり

いるが「製図」「ハードウェア」「役割」「製作」など分散している。一方 G4 は、リーダーが「製作」を中心に思考しているのに対してメンバーは、「ハードウェア」「ソフトウェア」「発表」を中心に思考しており、思考要素が少ないことに加え異なった要素を思考している。このことから、上位のグループは、下位グループよりも意思疎通をしている傾向があると考えられる。しかし、上位グループである G2 でも思考が分散しており、リーダーとグループメンバーの意思疎通を図るツールが必要であると考えられる。

3.3. 思考要素のつながり

ディスカッションにおける思考内容の連鎖の状況を把握するために、共起ネットワークにより分析を行った。分析は、KH Coder^[註1]を用いた。共起ネットワークとは、文章中で使われている語句の状態を円の大きさとそれを結ぶ線の太さで視覚的に表現したものである。本研究では、共起ネットワークに次の条件を適応した。①3 回以上出現した語句のみ表示させ、語句の出現数が多いほど大きな円とする。②語句と語句に共起関係があると線で結ぶ。③媒介中心性が高いほど色が濃い。

グループメンバー全員のアイディアシートを1つにまとめ、共起ネットワークを使い分析した結果、図 4 となった。上位グループと下位グループを比較すると、語句の出現数を表す円の数において上位の G3, G2, G5

が、下位の G1, G4 よりも多い。最も評価が高い G3 の語句の数が 61, 最下位の G4 が 12 となり、5 倍の差となった。上位グループは、ディスカッションと作業を繰り返しながら広い内容を思考していたと考えられる。また、全てのグループにおいて 9 回以上出現する中心的な語句があるが、上位グループはそれが複数あるのに対して下位グループは一つしかない。上位グループは、下位グループに比べてキーワードとなる言葉がいくつかあり、複合的な内容になっているが、下位グループは単一の内容になってディスカッションが進められていたと考えられる。次に、思考要素の共起関係に着目すると、共起関係が強いのは、G3 の「サイズ」、G2 の「設計」、G5 の「パワポ」、G1 の「ターゲット」、G4 の「発表」となった。上位グループと下位グループ共に、設計の際に出現する「装置」ではなく、「グループワーク」・「発表」の共起関係が強いグループがあった。

さらに、思考要素間のつながりを示す線に着目すると、全ての上位グループの数は、下位グループの 2 倍以上となった。最も数が多かったグループは G5 の 111 で最も少ない G4 の 13 と比較すると 8 倍の差があった(図 5)。全ての上位グループは「ハードウェア」を中心に思考しているが、下位グループは「ハードウェア」を思考していなかった。言葉のつながりにおいても上位グループは、下位グループに比べて内容を連鎖しながらディスカッションを進めていたと推察される。

ディスカッションシート (気付き)			ディスカッションシート (ディスカッション内容の整理)	
グループ名:	1/2		2/2	
授業科目名:	学籍番号:	氏名:	ディスカッション内容の整理 (次の要素を意識しましょう)	
年 月 日	時間:	時 分	設計 (環境, 製図, ハードウェア, ソフトウェア)	要求 (操作性, 処理時間, 安全性)
ディスカッション中の気付き				
リーダーのキーワード:				
作業中の気付き			管理 (役割分担, 工程管理, 製作)	プレゼンテーション

図 6 開発したディスカッションシート

これらの結果より、ディスカッション中に一つのことに固執せず、「装置」の「ハードウェア」を中心に幅広い内容を連鎖的に思考させるツールが必要であると考えられる。

4. 今後の展開

4.1. ディスカッション補助教材の提案

分析結果と考察よりディスカッション中に思考を発散させて思考要素を増やし、内容のつながりをつくる必要があると考え、ディスカッションシートを作成した(図6)。ディスカッションシートは、初学者でも判りやすくするために、ディスカッション中や作業中のメモとして使える「気づき」とそれを自己分析させるための「整理」にした。また、思考内容の分類についても迷わないように類似の項目をできるだけまとめ、4項目とした。さらに、リーダーを意識させるために「リーダーのキーワード」を設けた。

4.2. ディスカッションシートの運用方法

ディスカッションシートの運用方法は、図7である。ディスカッション中は、メンバー全員が気付いたことをディスカッションシートの「ディスカッション中の気づき」欄に記録する。ディスカッション後、グループリーダーはグループ内の意思疎通を図るために「リーダーのキーワード」欄に「ディスカッション中の気づき」欄から製作中に考えて欲しいことをキーワードとして挙げる。その後、メンバーはキーワードを意識しながら分担の設計製作作業を行い、気づいたことをディスカッションシートの「作業中の気づき」欄に記入する。授業終了前にディスカッションシート(気づき)のページを参考にし、思考内容を中分類である「設計」「要求」「管理」「プレゼンテーション」に整理して次のディスカッションに備える。中分類にしたのは、小分類にすると内容が細か過ぎるため、思考の自由度がなくなり、ディスカッションを阻害してしまうと考えたためである。これを繰り返しながら電気装置設計製作実習を進める。

授業の進行	ディスカッションシートに記入させる欄
ディスカッション中	ディスカッション中の気づき
ディスカッション後	リーダーのキーワード
設計製作作業中	作業中の気づき
授業終了前	ディスカッション内容の整理

← 次回のディスカッションで参考にさせる

図7 ディスカッションシートの利用方法

5. まとめ

電気装置設計製作実習で行われたディスカッションを観察し、学生全員のアイディアシートに書かれた言葉を整理して11項目に分類して分析を行った結果、次の特徴

を明らかにし、ディスカッションを進めるためのツールとしてディスカッションシートを作成した。

- (1) 上位グループは、下位グループよりも一人当たりの思考要素が多く、思考要素の数が作品評価に影響している。しかしながら、上位グループの学生でも思考要素は、「ハードウェア」と「製作」に偏っているため、思考要素を増やし幅広い内容の思考ができるように気づかせるツールが必要である。
- (2) 学生の製作課題を進める際に、グループ内の思考が分散しており、グループリーダーとメンバーの意思疎通ができていない。グループリーダーとメンバーの意思疎通を図るツールが必要である。
- (3) 上位グループは、下位グループに比べてキーワードとなる言葉が複数あり、複合的な内容になっている。ディスカッションシートを用いてディスカッションの内容を複合的にすることは難しいと考えられ、複合的な内容を図るツールは次の段階のツールだと考えられる。
- (4) 思考内容の共起関係を分析した結果、上位グループは、下位グループに比べて思考内容を連鎖しながらディスカッションを進めていた。これらの結果より、ディスカッション中に一つのことに固執せず、「装置」の「ハードウェア」中心に広い内容を連鎖的に思考させるツールが必要であると考えられる。本研究は、ディスカッションの一部を分析しているため、今後は電気装置設計製作実習全体の思考連鎖の分析が必要である。
- (5) 明らかになった特徴を基にディスカッションを促進するためのツールを考察した。本ツールを用いて次回の電気装置設計製作実習でディスカッション中の思考の発散状況を確認する予定である。

参考文献

- [1] 波頭亮著:『思考・論理・分析・『正しく考え、正しく分ること』の理論と実践』産業能率大学出版部, pp.16-pp.20
- [2] 和田浩一, 斎藤孝晴, 種村俊昭, 棒田恵, 西村伸也: 建築プロセスにおける空間創造の思考法に関する研究 -空間で展開される場面を用いたエスキースの教育的試行-, 日本建築学会計画系論文集, 第80巻, 第713号, pp.1535-pp.1545, 2015年7月
- [3] 和田浩一, 府川直人, 西村伸也, 高橋鷹志: 建築設計者の思考の連続--エスキースにおける設計プロセスに関する研究, 日本建築学会計画系論文集 74(645), 2379-2387, 2009年11月
- [4] 益子光徳, 西村伸也, 高橋鷹志, 和田浩一, 小林信子「思考過程における行動の想定を用いた空間生成に関する研究」日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.537-pp.538, 1999年9月
Omer Akin: An exploration of the Design process, Development in Design Methodology, Edited by Nigel Cross, John Wiley & Sons Ltd.

pp.189-207,1984
樋口耕一作：KH coder_manual,
<http://khc.sourceforge.net/>,pp.57-pp.58,2015年12月
12日

(原稿受付 2017/01/10, 受理 2017/03/31)

*篠崎 健太郎
近畿職業能力開発大学校, 生産電気システム技術科
〒596-0817 大阪府岸和田市岸の丘町3丁目1番1号
email:Shinozaki.Kentaro@jeed.or.jp
Kentaro Shinozaki, Kinki Polytechnic College of Japan,3-1-1,
Kishinooka-Machi, Kishiwada, Osaka 596-0817

*和田 浩一, 博士(工学)
職業能力開発総合大学校, 能力開発院 〒187-0035 東京都小平市小川西町2-32-1
email:wada@uitek.ac.jp
Koichi Wada, Polytechnic University of Japan, 2-32-1
Ogawa-Nishi-Machi, Kodaira, Tokyo 187-0035

注

[注1] KH Coderとは, 樋口耕一氏¹⁾により開発されたテキストデータを計量的に内容分析することができるフリーソフトウェアである. 多く出現していた語の確認や語と語の結びつき(共起ネットワーク)を分析できる.