

協調的達成力を育む 知的活動の場の構築

2005年度

市川 照久

目次

図表一覧

第1章 序論

1.1 背景と目的	1
1.2 従来研究の概観	4
1.3 研究の特徴	10
1.4 論文の構成	11

第2章 協調的達成力を育む学習活動の場の構築

2.1 提案の狙い	13
2.2 小学校の学習活動を活性化する場の構築(遠隔協同授業方式)	17
2.2.1 遠隔協同授業方式の狙い	17
2.2.2 海外との遠隔協同授業方式の特徴	18
2.2.3 実証実験	20
2.2.4 評価と考察	25
2.2.5 まとめ	35
2.3 高専の学習活動を活性化する場の構築(能動学習授業方式)	36
2.3.1 能動学習授業方式の狙い	36
2.3.2 能動学習授業方式の特徴	36
2.3.3 実証実験	44
2.3.4 評価と考察	44
2.3.5 まとめ	46
2.4 大学の学習活動を活性化する場の構築(グループ学習型講義方式)	48
2.4.1 グループ学習型講義方式の狙い	48
2.4.2 一般講義科目に対するグループ学習型講義方式	50
2.4.3 特別講義科目に対するグループ学習型講義方式	66

第3章 協調的達成力を高める研究活動の場の構築

3.1 提案の狙い	75
3.2 従来の研究管理の問題点	77

3.3 企業研究所における研究管理	80
3.3.1 知的生産性評価法による研究管理方式	80
3.3.2 実証実験	86
3.3.3 評価と考察	88
3.3.4 まとめ	91
第4章 結論	93
謝辞	97
参考文献	99
付録	
付録1 21世紀に産業界で活躍できる人材の要件	107
付録2 国立研究機関の外部評価	116

図表一覧

図一覧

図 1.1 家族の変化	3
図 2.1 育成する能力と提案する教授法の関係	16
図2.2.1 交信授業のパターン	18
図2.2.2 遠隔協同授業の教室環境	20
図2.2.3 実験授業のプロセス構成	21
図2.2.4 実験教室レイアウトとシステム構成	22
図2.2.5 ドイツ側教室の交信授業風景	23
図2.2.6 実験授業の展開	25
図2.2.7 ドイツ児童による評価結果	27
図2.2.8 日本児童による評価結果	28
図2.2.9 DL1 における児童の作品例	31
図2.2.10 DL4 における児童の作品例	31
図2.2.11 記述テストに使用した問題	32
図2.2.12 模様の運動に関する調査結果	33
図2.3.1 従来授業と能動学習授業との相違	36
図2.3.2 能動学習授業の各段階の概要	37
図2.3.3 2001 年度進捗と助言返信頻度	38
図2.3.4 4 年間(1998 ~ 2001 年度)の進捗評価	39
図2.3.5 履修学生へのアンケート結果	40
図2.3.6 能動学習授業進捗週報 E-mail 方式	41
図2.3.7 ユーザインタフェース例(履修学生用)	42
図2.3.8 Project Manager の概要	43
図2.3.9 進捗管理ソフトウェアの有効性	45
図2.3.10 進捗報告催促機能の有効性	46
図2.4.1 講義の準備と実施手順	51
図2.4.2 科目の構成	52
図2.4.3 講義形式に関する評価	60
図2.4.4 チーム編成に関する評価	60
図2.4.5 メンバー数に関する評価	61
図2.4.6 興味を持った分野	62

図2.4.7	成績の評価方法	62
図2.4.8	特別講義向けグループ学習講義方式における役割分担	67
図3.3.1	企業業績と知的成果物との相関関係	81
図3.3.2	一対比較行列 A の例	88
図3.3.3	知的生産性の推移	88
図3.3.4	知的生産性評価量と受託率との相関(部門別)	89
図3.3.5	知的生産性評価量と受託率との相関(部別)	90

表一覧

表 1.1	グループ学習・協調学習に関する研究件数の推移	5
表 1.2	学習環境に関する研究件数の推移	6
表 1.3	研究管理・研究環境に関する研究件数の推移	7
表 1.4	研究管理の実態調査	8
表 2.1	知的教育システムの基本形と知的な特徴	14
表2.2.1	実験授業の実施結果	23
表2.4.1	チーム登録票	53
表2.4.2	講義テーマ	54
表2.4.3	配点基準	54
表2.4.4	チーム編成結果	55
表2.4.5	チーム別課題一覧表	56
表2.4.6	小テスト結果の比較	58
表2.4.7	主な自由意見	63
表2.4.8	情報システム特論の実施内容	69
表2.4.9	学生による授業評価(1999-2001)	71
表2.4.10	学生による発表評価	72
表2.4.11	情報システム特論の採点基準	72
表2.4.12	発表担当の所属研究室と卒論テーマの関連	73
表3.2.1	企業での研究評価例(テルモ)	79
表3.3.1	研究開発の成果物評価指標の一覧表	82
表3.3.2	重要度重み係数算出のための一対比較用ワークシート	84
表3.3.3	重み付け係数 w_i の算出例	87

第1章 序論

1.1 背景と目的

筆者は、コンピュータメーカーにおいて 22 年間システムエンジニアとして活動した後、研究所に転勤となり、現場ニーズを知る研究管理者として 11 年間勤めた。その後、大学に移り、企業経験を生かした教育活動を心がけ 7 年目に入ったところである。

その間、日本経済は高度成長時代から低成長時代へと大きく変貌した。各企業の体力は低下し、各方面でリストラが急速に進み、従来のような活力が感じられなくなった。従来の欧米企業をお手本にしたキャッチアップ型経営は成り立たなくなり、新しい技術やサービスを自ら創造し、他社に先駆けて迅速に製品化して先行利潤を獲得するクリエイティブ型経営が求められるようになった。そのため、研究所の成果が厳しく問われるようになり、基礎研究は大学に任せ、事業に直結した応用研究を重視する風潮が強まっている。国の資金を活用した産学連携を除き、従来のような奨学寄附金による緩やかな産学連携ができなくなり、研究所のリストラが進み、研究者の活力も低下している。

大学も例外ではなく、少子化の影響で競争時代に入っている。学生の獲得のために、いろいろな施策が取られ、その施策遂行のための教員の負荷も大きくなっている。たとえば、高校への出張授業に駆り出され、入学試験の多様化により試験の実施に駆り出される回数が増え、社会貢献が要求され、定員削減と授業負担増など、教育準備や研究に割くことができる時間が減っている。また、研究費としての運営交付金は激減し、競争的資金なしには研究は遂行できない状況になっている。研究資金獲得のための負荷が増え、研究時間が減少している。一部の裕福な研究室を除いて全般的には教育も研究も活力が低下している。

一方、付録1に示すように人材育成に関する産学間のミスマッチに関する議論^[1]が盛んに行われている。

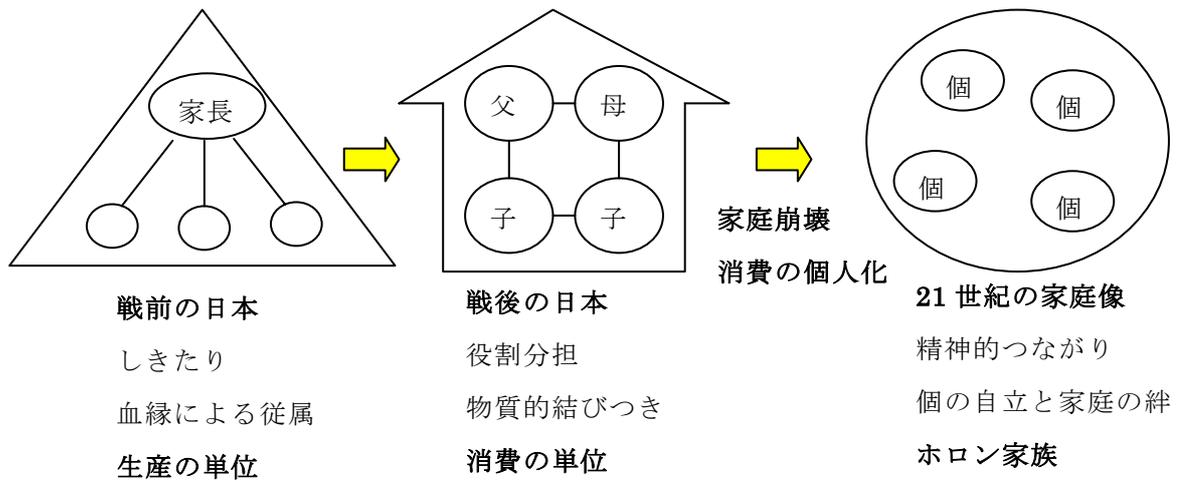
企業側は、不況を背景に実学重視、即戦力を求めており、大学側は、伝統的な教育理念である理論重視、人格形成を目標にしている。しかし、これは建前であ

り、企業は即戦力を求めているといいながら、新卒採用の現実には、専門性に優れた学生よりも、性格や外見がよく地頭のよい学生を好んで採用する傾向が相変わらず強い。一方、大学は、教育と研究を一体化した伝統的な教育法を採用しているところが相変わらず多く、結果として研究重視・教育軽視となっている。特に、理系では、ゼミの学生に研究のお手伝いをさせて育成している研究室が多く、研究の継続性のために学生の配属人数の上限のみならず下限を決めている学科も多い。すなわち、教師の専門性により人材の再生産が行われる現状では、社会のニーズの変化に臨機応変に対応することは困難である。

このような現実を少しでも変えるために、筆者は教育を重視し、自分ができるところから教育改革を心がけ、その成果を本論文にまとめたものである。

科学技術の歴史を紐解くと、ニュートンやエジソンのように一人の天才科学者や天才技術者が活躍した19世紀のスモールサイエンスの時代から、アポロ計画に代表されるような多くの資金を獲得し、多くの科学技術者が力を合わせて目標を達成する20世紀のビッグサイエンスの時代になっており、個人の能力よりは集団としての能力が問われる時代^[2]である。すなわち、個人の創造性だけでなく、仲間と力を合わせる協調性が重要な要素となっている。

これに対して、1.1に示すように戦後の日本は大家族主義が崩壊して核家族化が進み、兄弟も少なく、家庭の教育力が低下している。子供たちは自分のテレビと自分の携帯電話をもち、自分の部屋に閉じこもることが多くなっている。また、都市化の影響で地域としての行事が減り、地域としての教育力も低下している。このような環境下にあって、従来のようにほっておいても自然と身についた協調性が、意識して教育の中に取り込んで育てなければならない状況にある。



出典：三菱電機デザイン研究所，「社内報告書」^[3]

図1.1 家族の変化

以上のように、今、社会に必要なことは、

- 教育面からは、組織としての創造性を高めつつ協調性を養う教育に変革することであり、そのためには、力を合わせて何かを成し遂げる力（以下、本論文では協調的達成力と呼ぶ）を高める学習活動の場を構築すること。
- 研究面からは、組織としての知的生産性を高め、競争的研究資金を確保することであり、そのためには、協調的達成力を高める研究活動の場を構築すること。

であると考ええる。

本論文に記す**研究の目的は、協調的達成力を育む知的活動の場**を考案することであり、その有効性を検証することである。有効性を検証するために、小学校、高等専門学校、大学、企業研究所の4つの環境で実験を行った。

1.2 従来研究の概観

(1) 協調的達成力を育む学習活動の場

人材育成の基礎となる教育理論としては、教授に重点を置く「客観主義」と学習に重点を置く「構成主義」に大別される^[4]。

「客観主義」の教育理論は、「知識は客観的に把握することができる」という立場をとっている。すなわち、知識を客観的に把握できる実体として捉え、知識構造を解明して法則化することにより効率的な学習方法を見つけ出し、この成果を利用することにより誰が教えても同様の教育効果が期待できるというものである。事前に教師が目標を定め、教授内容を構造化し、教師から生徒への知識・技術の伝達を効率的に行う方法である。

これに対し、「構成主義」の教育理論は、「知識は客観的なものではなく、その社会を構成している人々の相互作用により構築されるものである」という立場をとっている。すなわち、知識は個人的な体験やその人が属する社会・文化などと密接な関係があり、学習者を取り巻く社会環境や日常生活、他人との相互作用などの実体験を通じて、学習者自身が問題を発見し、解決策を見つけ出すことができるメタ認知能力を養うことに重点が置かれている。

近年、社会的相互作用を重視する「社会的構成主義」の研究が盛んであり、ヴィゴツキーを始め様々な研究者が社会的構成主義の意義を述べている。たとえば、ヴィゴツキー^[5]は、発達の最近接領域の理論で、子供が成長していく過程において周りの大人や仲間の行動を観察し、発達の可能性がある領域において模倣を行うことにより知識を構成する。すなわち、いかに効率的に知識を伝達するかという個別学習的観点から、互いに学び合う協同学習の観点へ転換することの重要性を述べている。菅井^[6]は、知識は個人の頭の中だけにあるのではなく、他の人々やメディアなど種々の人工物に広く状況的にも分散されており、そのネットワークや関係性のもとに相互の協力によって意味やリアリティのある適切な知識が社会的に構成されると述べている。久保田^[4]は、知識の意味は学習者がモノや人との関わり合いとを通して思考し、他者とのコミュニケーションにより構成されるものであると述べている。また、学習とは、学習者が自律的かつ主体的に学習活動に参加し、学習過程を自分自身で点検しながら、知識を構成していく過程であると述べている。植野^[7]は、社会的構成主義は知的営みに関する規範モデルではなく、知的営みに対する記述モデルである。すなわち、従来教育理論と対立するものではなく、これまで理論的に正当化できなかった実践的な教授法の

体系化が期待できると述べている。ジョナセン^[8]は、客観主義と構成主義を対極に置き、その間にプログラム学習や発見学習などの学習指導法を位置付けている。

社会的構成主義の教育理論を学校教育の場に適用した例も数多く紹介されており、適用範囲も様々であり、小学校から大学まで、総合学習、理科、社会、倫理学、心理学、病理学、文学など多岐にわたっている。

本論文で取り上げるグループ学習に関する研究は、古くから行われており、数多くの論文が発表されている。表 1.1 に示すように、1950 年代からグループ学習の研究が初等中等教育や体育学^[9]などで盛んに行われるようになった。しかし、グループ学習の問題点も数多く指摘されるようになり、1960 年代から 1970 年代は下火になった。しかし、構成主義と共にグループ学習が見直されるようになり、再びグループ学習の研究が盛んになった。たとえば、佐々木^[10]は、社会的構成主義を指向した授業のデザインを取り上げ、グループ学習における教師の支援により協同学習を促した小学校 6 年生の総合学習の事例を紹介している。また、牧野^[11]は、外国人留学生を対象にしたスピーチ演習にグループ学習を取り入れ、その効果として論理構築力の向上が確認できたこと、学習者のメディア活用能力には必ずしも依存しなかったことを報告している。

同様に、協調学習に関する研究も 1990 年以降急増している。たとえば、埴生ら^[12]は、協調学習において、学習者の個性や潜在的能力傾向をもとにした最適なグループ形成の方法を提案している。すなわち、6 種類のグループ（創造性を重視した①補完型、②意見発散型、③アイディア型と、効率性を重視した④同質型、⑤意見収束型、⑥リーダ主導型）を編成し、創造的な活動に着目して比較検討することにより、意見交換の活性化に有効なグループの形態を発表している。永田ら^[13]は、情報リテラシ教育を対象にノービス 4 名とエキスパート 1 名でグループを編成して授業を行い、学習者間で各自の考えを比較することによる気づきの誘発を取り入れた授業を展開している。

表 1.1 グループ学習・協調学習に関する研究件数の推移

年度	1949 以前	1950～	1960～	1970～	1980～	1990～	2000～
グループ学習	5	42	15	16	36	216	212
協調学習	0	0	0	0	1	234	409

出典：CiNii データベース登録件数

一方、学習環境に関する研究が本格化したのも、表 1.2 に示すように 1990 年以降である。IT 技術の進歩と共に分散環境における学習支援システムの研究などが急増しており、適用範囲も多様化している。たとえば、佐々木ら^[14]は、ネットワーク環境における分散協調型知的グループ学習支援システムの構築結果を発表している。宮本ら^[15]は、分散環境におけるグループ学習の在り方を検討するために、人間のコミュニケーションをモデル化し、このモデルに基づいた授業設計を提案している。緒方ら^[16]は、ネットワークを利用した開放型グループ学習支援システムを構築し、協調学習の誘発を支援する knowledge awareness（知識の気づき）の有効性を示している。吉田^[17]は、大学授業における対面グループ指導と遠隔グループ指導について比較研究している。

表 1.2 学習環境に関する研究件数の推移

年度	1949 以前	1950～	1960～	1970～	1980～	1990～	2000～
学習環境	1	14	9	7	34	863	745
+ グループ 学習	0	0	0	0	0	35	6
+ 協調学習	0	0	0	0	0	65	73

出典：CiNii データベース登録件数

最近では、インターネットや携帯端末を利用した事例も紹介されている。たとえば、香山ら^[18]は、インターネットを学習場とする学習環境における学習情報の管理に関して述べている。牛田ら^[19]は、携帯端末や RFID タグを用いたユビキタス学習環境を発表している。

学習の進行状況を監視する研究例には、田らの学習状況ナビゲーションを添加した議論による Web 学習支援システムの研究^[20]がある。また、学習効果を会話内容から評価する研究例には、稲葉の協調学習におけるインタラクション分析支援システム^[21]がある。

学習活動を活性化する場の研究例としては、小谷の好意的発言影響度を取り入れた議論支援システムの開発^[22]などごく少数である。

以上のように、グループ学習・協調学習・研究環境というキーワードの研究は、近年大変盛んであり多くの方々が取り組んでおられるが、協調的達成力に着目した学習環境の研究例は見当たらない。

(2) 協調的達成力を高める研究活動の場

研究管理に関する研究は古くから行われており、表 1.3 に示すように現在までに 152 件の発表があるが、その内、研究所の研究管理を取り上げたものは 57 件である。1950～1960 年代にかけて企業における研究管理の実態調査が盛んに行われた。たとえば、石井^[23]は、1964 年から 2 カ年にわたり国立研究所、公立研究所、民間研究所の研究管理を調べて体系化している。その中で個別の管理技術から経営に直結した総合的管理へ移行し始めているが、研究評価については客観的基準の設定に苦心していると述べている。

研究環境に関する研究は、1970 年以降研究が急増しており、現在までに 1009 件に及ぶ。特に、1990 年以降は毎年 40 件を越す発表があるが、そのほとんどは環境工学関係の研究であり、本論文が対象とする協調的達成力に着目した研究環境の研究例は見当たらない。

表 1.3 研究管理・研究環境に関する研究件数の推移

年度	1949 以前	1950～	1960～	1970～	1980～	1990～	2000～
研究管理	0	3	18	31	32	45	23
研究環境	0	0	15	108	239	424	220

出典：CiNii データベース登録件数

研究・技術計画学会の分科会において、民間研究所を中心とする研究管理に関して大規模な実態調査^[24]が 1987 年に行われている。アンケート調査は、法人会員 108 社中 80 社の回答、その他 158 社中 83 社の回答を得ており、集計対象は組織全体 158 件、リーダ調査表および研究者調査表各 335 件である。また、民間企業 11 社と二つの国立研究機関に対して、アンケート調査結果に対するヒヤリングを行っている。集計結果の中で本論文に関係する項目を表 1.4 に示す。

表 1.4 研究管理の実態調査

項目	調査結果
研究者の採用	修士が多い。理由：学士より基礎がしっかりしており、自分である程度まとまった研究ができる点、博士ほど専門へのこだわりがないので、どのテーマにも弾力的に取り組む意欲をもっている点をあげている。
研究部門への配属	配属希望者が多いので、希望しない人を研究所に配属することはない。
研究者の育成	ほとんどはOJT中心50.5%であり、一部の分野で短期研修が行われているが、長期研修は少ない。研究向きの人は専門職として研究に従事させ、管理者向きの人は2~3年サイクルでいろいろな部門にローテーションする。
研究活動	専門にかかわらずニーズ中心48.5%が、専門重視26.2%を上回っており、弾力的で好奇心の強い人が成功している
研究者の評価基準	上司の採点・評価37.9%、会社への貢献37.4%が圧倒的に多い。また、直属上司の評価のみならず上司の上司が再評価する2段階評価システムをとっているところが多い。学会発表や学位取得などの外部評価10.8%、特許の数7.8%などについては、奨励して積極的に評価しているところと、企業の利益に貢献しない限りあまり評価しないところに分かれている。
成功要因と失敗要因	リーダーが企画の段階から関与した方が高い。開発研究は高いが、基礎研究は低い。ニーズ指向は高いがシーズ指向は低い。研究期間4年以上が高い。研究グループの人数6人以上が高く、5人以下が低い。研究費1億円以上が高い。メンバーをリーダーが決定する方が高い。研究者以外の構成としてマーケット部門の人が参加する方が高い。研究予算が十分あっても成功するとは限らない。グループの雰囲気非常に活気があると高く、比較的良好とかやや希薄であると低い。

出典：研究技術計画学会分科会報告^[24]

研究活動は多様であり、事業部門のように売上・利益・品質などの明確な目標がない。生産性に関するCiNiiデータベース登録件数は9千件に及び、その内、研究所に関するものが1663件を占める。しかし、そのほとんどが人事的な観点に立った発表であり、筆者が目指す協調的達成力に着目した研究は見当たらない。

矢作ら^[25]は、日本に適したR&Dパターンを提示し、企業における研究活動のあ

り方を述べている。すなわち、日本の R&D は、欧米のように基礎研究から応用研究を経て開発製品化へと進む線形的な R&D とは異なり、民間主導で進められており、技術革新の現場を補助する形で進める非線形的な R&D パターンであり、技術革新を担う現場との科学的・技術的知識のやりとりが重要であると述べている。

研究所の活動は、計画段階で研究の目標・内容・予算・市場規模などを審査し、年度末に研究成果報告書を提出し、研究所公開で成果物を展示するのが一般的である。事業貢献度の評価には、投資効果を評価する投入産出分析法が一般に利用されている。研究開発活動の重要性は、経営者にも十分認識されているが、生産設備投資と異なり、不確実性・遅効性・蓄積性が著しく大きいため、定性的で曖昧な位置付けとなっている。

二宮^[26]は、この曖昧さを解除するために、定量化を目指しシミュレーションモデルを構築している。すなわち、経験的事実を基礎にして組み立てたモデルと研究管理データの解析結果から求めたモデルから構成している。研究開発部門にとって曖昧な位置付けは、順風期には追い風となるが、逆風期には逆風を加速するように作用するため、このシミュレーションにより加速を断ち切る手段として有効であると述べている。この考え方は、本論文にも通ずるものである。

企業内研究所では、基礎研究から応用研究まで事業貢献が問われる。しかし、事業は様々な経営要素に左右され、成果が出るタイミングも様々である。研究開発の評価は最終的には、研究開発資源の投入量と売上や利益などの産出額とで導かれる経済的評価指標を用いて行う方法が一般的であるが、この方法は年度単位に行うものであり、日常の研究活動を管理し評価する指標には適していない。

国立研究機関や大学に関しては、数年に 1 回程度外部評価が行われているが、準備作業が大変である。外部評価委員がチェックリストに基づき主観的に評価する形式であるが、その妥当性・有効性の研究例は見当たらない。学生による授業評価や JABEE など教育に関する評価は行われているが、日常の研究活動を客観的評価指標により管理し評価する研究例は見当たらない。

1.3 研究の特徴

本論文に記す研究は、協調的達成力を育むための知的活動の場を考案し、その効果を検証するものである。

近年、個人の能力を持っていても集団の中では力を発揮できない人が増えている。この問題に対して、グループ学習などの試みがなされているが、実際には、集まるだけでは不十分である。本研究においては、その原因は自律的な協調関係の不足と継続的な取り組みの不足にあると考える。その解決のために、自己決定的な協調活動を促す目標設定と活動成果を評価してフィードバックする場を継続的に構築することを提案する点に特徴がある。

本提案の有効性を検証するために、小学校、高等専門学校、大学、企業研究所の4つの環境で実験を行った。

第1の対象は小学校である。算数の授業に、グループ学習を取り入れ、海外との遠隔協同授業における成果発表の場を与える。その結果、競争心を高め、相互に刺激し合うことにより、協調的達成力を育む場にすることを狙う。

第2の対象は高等専門学校である。知識工学の授業に、プロジェクト管理機能を備えたグループ学習を取り入れ、成果発表およびWebベースの質疑応答の場を与える。その結果、活発な議論を起し、能動的な学習を強化することにより、協調的達成力を育む場にすることを狙う。

第3の対象は大学である。大教室で行う講義に、事前・事後のグループ学習を取り入れ、公開授業における成果発表の場を与える。その結果、活発な質疑応答を起し、勉学意欲を高めることにより、協調的達成力を育む場にすることを狙う。

第4の対象は企業研究所である。日常の研究活動に、自部門の研究管理者が自ら設定したグループの評価指標による目標管理の場を与える。その結果、協調的達成力向上につなげ、グループの特許や論文の増加および受託研究の増加を狙う。通常の研究管理は、年度計画と年度末の実績報告という形で1年単位に行われ、投入産出分析がベースとなっている。すなわち、投入予算に対する産出した成果物を評価することが一般的であるが、研究組織に与える刺激は年1回に過ぎない。これに対して、本論文に記す研究は、組織としての知的生産性の向上を促す客観的指標（以下評価値）を考案し、日常の研究管理における目標設定の一つとして活用することが特徴である。この指標は毎月算定され研究組織にフィードバックする。多様な研究形態が混在する研究所において、画一的な指標で評価することは弊害をもたらすが、組織毎にその研究形態にあった指標とする点が特徴である。

1.4 論文の構成

本論文は、全4章と付録からなる。

第1章では、産業界を取り巻く経営環境の厳しさから、企業全体のリストラが進み、研究所も例外ではないことを述べた。また、大学も少子化の影響や委託研究費の削減、経常研究費の削減など活力が低下していることを述べた。このような逆風の中において、教育や研究の活力を高めるために主体的かつ協調的に活動することが必要であることを述べた。

教育に関する先行研究として、創造力と協調性の向上を目指したグループ学習や協調学習や学習環境に関する研究動向を述べ、本論文が目指す協調的達成力に着目した学習活動に関する研究が欠けていることを述べた。

研究に関する先行研究として、研究管理や研究環境に関する研究動向を述べ、本論文が目指す日常の研究管理に使える指標による目標管理による協調的達成力向上を狙った研究は、未知の分野であることを述べた。

第2章では協調的達成力を育む学習活動の場の構築について述べる。主体的且つ協調的な学習環境としてグループ学習を取り上げ、3種類の異なる授業の場に、それぞれの特徴に合わせた成果発表の場を与えることにより、学習活動が活性化し、協調的達成力を育む場になることを述べる。一つ目は、小学校の算数の授業に、グループ学習を取り入れ、海外との遠隔協同授業における成果発表の場を与える方式（遠隔協同授業方式と呼ぶ）を提案する。二つ目は、高専の知識工学の授業に、プロジェクト管理機能を備えたグループ学習を取り入れ、成果発表およびWebベースの質疑応答の場を与える方式（能動学習授業方式と呼ぶ）を提案する。三つ目は、大学の大教室で行う講義に、事前・事後のグループ学習を取り入れ、公開授業における成果発表の場を与える方式（グループ学習型講義方式と呼ぶ）を提案する。

第3章では協調的達成力を高める研究活動の場の構築について述べる。企業研究所の日常の研究活動に、自部門の研究管理者が自ら設定したグループの評価指標による目標管理の場を与える方式（知的生産性評価方式と呼ぶ）を提案する。

第4章では、結論と今後の課題を述べる。

第2章 協調的達成力を育む学習活動の場の構築

2.1 提案の狙い

本章では、協調的達成力を育む場として、自己決定的な協調活動を促す目標設定と活動成果を評価してフィードバックする場を考案し、実際の教育の場で実運用することにより、新たな知見と課題を明確にするものである。

大槻^[27]によれば、知的学習環境に関する様々な研究が世界的に行われ、多くの成果を上げたにも関わらず、いまだ実用化に至っていないと述べている。その原因の一つは学習機能を実現する要素技術の研究に主眼がおかれ、システムの構成論、すなわち、実用的な学習環境を構築する枠組みの研究が欠けていたと指摘している。そして表 2.1 に示すように知的学習環境を 3 種類の基本的なパラダイム（個別指導型、直接操作型、グループ学習型）に分類し、それぞれの特徴を 3 つの属性（環境、方法論、目的）によって明らかにしている。

個別指導型パラダイム（ITS: intelligent tutoring system）は、チュータが指導する個別学習環境を実現することであり、最も早くから提案され、その機能や構成方法は論じ尽くされている。直接操作型パラダイム（ILE: intelligent learning environment）は、画面の操作とそれに伴う状態遷移をナビゲーションするものであり、学習者主導で学習を進めることができるという特徴をもっている。この型は多くの教材で採用されており、語学の反復練習のように必ずしも知的な機能を使わなくても効果をあげている。グループ学習型パラダイム（CSCL: computer supported cooperative learning）は、複数の学習者がネットワークを介し、協調して学習することによって学習目的を達成するという特徴をもっており、学習の目的と支援の方法により様々なグループ学習支援の形態が発表されている。協調学習が順調に進行しているための条件として、①すべての学習者が討議に参加していること、②討議の内容が学習目的に合っていること、が挙げられる。討議への参加を促すソフトウェアエージェントなどの学習支援は、実用的な教育に利用できる可能性が十分であると述べている。

表 2.1 知的教育システムの基本形と知的な特徴

	個別指導型 (ITS)	直接操作型 (ILE)		グループ学習型 (CSCL)
		訓練・検索型	発見型	
知識表現	領域知識モデル タスクモデル 評価モデル 学習者モデル 教授専門知識	領域知識モデル 操作モデル 評価モデル 学習者モデル 教授専門知識	領域知識モデル 操作モデル 対話モデル 学習者モデル 支援方略モデル	領域知識モデル 交渉モデル 学習者モデル グループモデル 支援方略モデル
インタフェース エージェント	チュータ	道具, 部品, 仮想 環境, チュータ, 教育用ロボット	道具, 部品, 仮想 環境, マルチエー ジェント	共有ウインドウ, マルチエージェント
利用者	学習者	学習者	学習者	学習者達
領域構造	well-structured	well-structured ill-structured	well-structured	well-structured
インタラクシ ョンの方法と 主導権	モニタリング 双方主導	直接操作 学習者主導	直接操作 学習者主導	対話, 交渉 学習者主導
学習の方法	問題解決による知 識定着 誘導による発見	ドリル&トレーニ ング, 反復練習, バーチャルOJT	仮説・予測・操作・ 吟味のサイクル, 構成主義	対話・交渉過程の 認識, リフレクシ ョン
支援の方法	誤り原因同定に基づく適応指導, 反論, 反例, ヒント, 説明, 部分問題などの高 度に個別化された支援		仮説・操作候補の 生成, 候補の評価, 操作の評価	対話・交渉過程の 認識, 対話・交渉 過程の可視化
システム構成 法	オーサリングシス テム, モジュール 化, シミュレーシ ョン	オーサリングシス テム, アニメーシ ョン, ナビゲーシ ョン, マルチエー ジェント	オーサリングシス テム, アニメーシ ョン, シミュレー ション	マルチエージェント
学習目的	知識の習得・利用, 問題解決法の習得	知識・技能の習 得・利用, 情報の 検索	メタ認知の習得, 発見	協調学習, 知識の 共有, 多様性の認 識, グループ構成

出典：大槻「知的学習環境の構成論」^[27]

筆者が専門とする経営情報学や情報システム学に関連する職場においては、知的な自主性を持ちながら協調して作業のできる能力が期待されている^[28]。一方、最近の若者においては、ゲームマシン、携帯電話、電子メールなど顔が見えない相手とのコミュニケーションが主体になっている^[29]。その結果、協調性に欠けたまま成長する若者が増えている。そのため、優秀な成績を収めて卒業した学生であっても、企業の組織活動に馴染めず、落ちこぼれ、精神異常に陥る若者も少なくない^[30]。

このように協調性を身に付けずに成長して入学した大学生に対して、卒業研究や一部の少人数で行う演習科目を除くと、大教室に学生を詰め込み、教員が一方的に講義する伝統的な形式の教育が行なわれている。そのため、益々協調性に欠けた自己中心的な考えをもった多くの若者が世に送り出されている。

どの教員も、学生に知的な自主性を持たせ、同時に協調性を育てることの必要性は認識しているが、大教室で行う授業では学生との十分なコミュニケーションが難しいため、自分の研究室に所属する学生を育成するのに精一杯なのが現実である。

本論文は、これらの現状の改善を狙った研究であり、これからの世の中で特に必要とされる次の五つの能力に着目した（詳細は付録 1 参照）。小学校から大学までの教育を通じて、これらの能力を育成する必要があるが、各々の教育の場にあった教育目標と学習活動が必要である。本論文では、**図 2.1** に示すように、能力と教育目標と教授法を対応させ、様々な教育の場に合った新鮮な刺激を加えることにより、学習活動を活性化する場を構築し、実運用を通じてその効果を評価するものである。共通の枠組みとして、どのような環境においてもグループ学習をベースにし、各々の学習環境に合った成果発表の場を与えていることが特徴である。

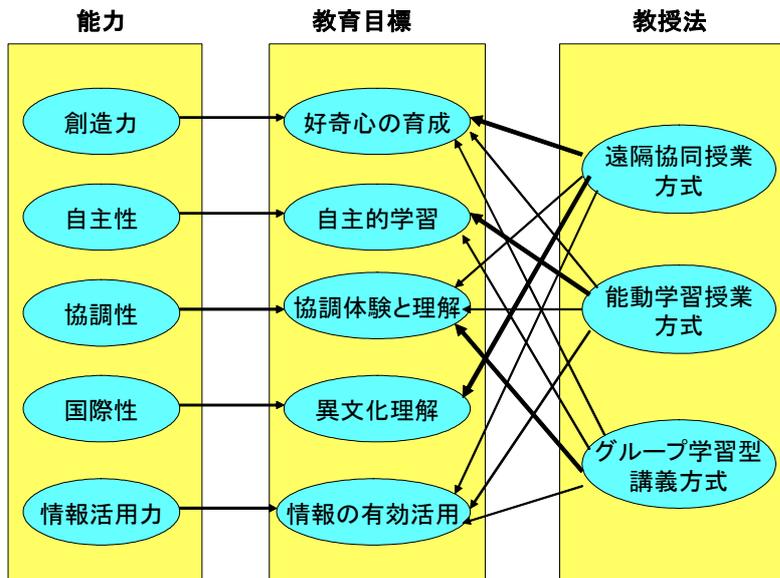


図 2.1 育成する能力と提案する教授法の関係^[31]

創造力の源である好奇心を高めるためには、異なる文化や環境や経験を持った人々が交わり、刺激しあう場を提供することが有効であると考え、主として「遠隔協同授業方式」を提案する。また、自主的に学習する機会を増やすことにより自立性を高めることができると考え、主として電子メールエージェント活用の「能動学習授業方式」を提案する。協同作業をする機会を増やすことにより協調性を高めることができると考え、演習科目のみならず、大教室で行う講義科目に対してもグループ学習を適用した「グループ学習型講義方式」を提案する。真の国際性を養うには、単に外国語が話せるようになるだけではなく、相手の文化を理解する必要がある。そのため、幼い頃から異文化と交流するチャンスを与える必要があると考え、小学校に適用できる海外との「遠隔協同授業方式」を提案する。

これら3種類の授業方式を実施するためには、情報技術の活用が不可欠である。情報技術を活用した環境の中で授業を行うことにより、情報を収集し活用する力を育てることができる。これらの授業方式をいろいろな学習活動の場に適用し、数年間の実運用を重ね、改良を加えた結果から得られた知見と問題点を以下に示す。

2.2 小学校の学習活動を活性化する場の構築（遠隔協同授業方式）^[32]

2.2.1 遠隔協同授業方式の狙い

近年、マルチメディア、ネットワークなどの技術の進展に伴い、これらの技術を生かした遠隔教育システムの研究が盛んに行われている。遠隔教育システムにおける教室間の交信方法には、映像交信を主体とした方法が多く発表されている^{[33][34]}。この方式は、臨場感が得られるとともに、リアルタイムな交信が可能であるが、高速回線や衛星通信等の特別な通信環境が具備された拠点間でのみ実現が可能である。

一方、通信回線に ISDN 低速回線やインターネットを使用し、映像交信の対象を限定して、コンピュータ画面や書画カメラと組み合わせたコンテンツ（教材）交信を主体とした方法も発表されている^{[35][36][37][38]}。この方式は、遠隔教育のテーマを特定させ、それに対応したコンテンツを作成して授業を行うことにより、低周波帯域での交信を可能とすることを狙っている。学校現場では、通信環境を準備しやすく、通信コストも安く運営されるため、遠隔教育普及のための一つの方式として有意義と考えられる。

このような流れを踏まえ、我々は ISDN128kbps 回線を使用して、遠隔地の見知らぬ生徒同士のリアルタイム、双方向での交流を可能とし、相互の考え方や作品作りの成果を発表し合うことによって学習意欲を刺激し、創造的な思考力を高めることを目的とした遠隔協同授業システムを研究してきた。国内の小学校間でこの考えのもとに、遠隔協同授業システムの実証実験を実施してきた結果、本方式による遠隔協同授業の有効性が確認された。それと同時に遠隔協同授業システムの洗練化、授業効果の定量的測定方法などの課題も確認された^{[39][40]}。

以上のような遠隔協同授業を海外の学校と行うことは、異文化交流の観点から興味あるテーマであるが、時差、言語、授業方式、コンテンツなどの問題があるために、実現例は少ない。なかでも時差および言語は、国際間の交信に特有の問題であり、双方の教室間の意思疎通の妨げとならないように、種々の工夫と配慮が欠かせない。

筆者らは、海外との遠隔協同授業の新しい可能性を探究するために、日本とドイツの小学校間で交信授業の実験を行うことにした。そのために上記の問題点を克服するシステム方式を研究し、実験システムを構築した。実証実験の狙いとして、次の3点に重点をおいた。

- 日本と外国との小学生同士の遠隔協同授業の実現
- 子どもの学力や創造性の育成の効果
- 映像と音声の安定した供給

2.2.2 海外との遠隔協同授業方式の特徴

(1) 交信パターン

海外との交信授業における特有の問題として時差があり、我々が指向するリアルタイム、双方向性授業の妨げとなる。この克服策を検討した結果、図 2.2.1 に示すように、交信授業の形態に X、Y の 2 種類のパターンを設けた。

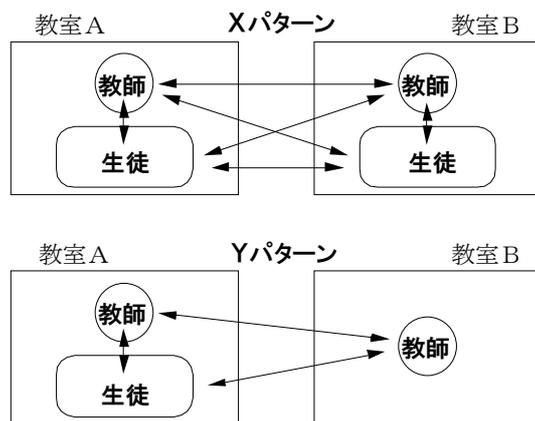


図 2.2.1 交信授業のパターン

Xパターンは、双方の教室に教師と生徒が入り、リアルタイム、双方向型で交信授業を行う通常のパターンである。それに対してYパターンは、海外の教室との時差が大きく、片方が夜間、あるいは早朝になってしまうような場合、教師のみの参画によって交信授業を行うパターンである。

(2) 言語

もう一つの問題である言語については、当初、英語を共通語とする案が出されたが、限られた交信時間の中で、的確な翻訳が困難と考えられることから、専門の通訳を双方に1人ずつ置く方式とする。

通訳方式として、同時通訳方式と逐次通訳方式を検討した。前者は限られた交

信時間の中で教師や生徒の発言を効率的に伝えることができる。その反面、教師や生徒の肉声が聞こえないので、臨場感や一体感が出ない。また通訳の方でも、予想していなかった発言や専門用語などが出た場合、同時通訳では的確な訳出ができないという意見もあり、逐次通訳方式を採用することにする。

(3) 通信システム

(a) 通信回線としては、コストと国際間での利用可能性の点から ISDN の 128kbps を採用したが、128kbps の中には各種のカメラ映像、音声、パソコン(PC) データ情報を含める。現在ではインターネットが安価に手軽に利用できるようになったので、この問題は解決されている。

(b) 映像情報に関しては、コンテンツ中心の考えから、各種カメラ/PC/VTR の間で役割を分担し、それぞれが最も得意とする対象を映し出すことで、総合的に必要な品質の映像を実現する。

教師や生徒のカメラ映像として、電動カメラのほかに、ハイブリッド方式（背景静止面にクローズアップ動画を重畳する方式）を使用する。すなわち図 2.2.2 において、全景カメラにフレームメモリを取付け、教室全体の映像を十数秒に 1 回の周期で取り込む。一方、発言者など、動きの速いクローズアップ映像を電動カメラで取り込み、画面合成器に入力して前者を親画面、後者を子画面として合成する。これにより、限られた通信容量の割には品質の良い映像を得る。

各種コンテンツの映像としては、アニメーション等 PC コンテンツは PC を通じて、手作りの生徒作品は書画カメラ、あるいは電動カメラを通じて伝送・表示される。ビデオ作品も VTR を通じて再生・表示される。

(c) 長時間の音声聴取に疲労しないためには音声の品質確保が重要である。そのために音声伝送には 16kbps を割り当て、さらに発言内容を明瞭に捉えるために、マイクを教室の天井に設置する。

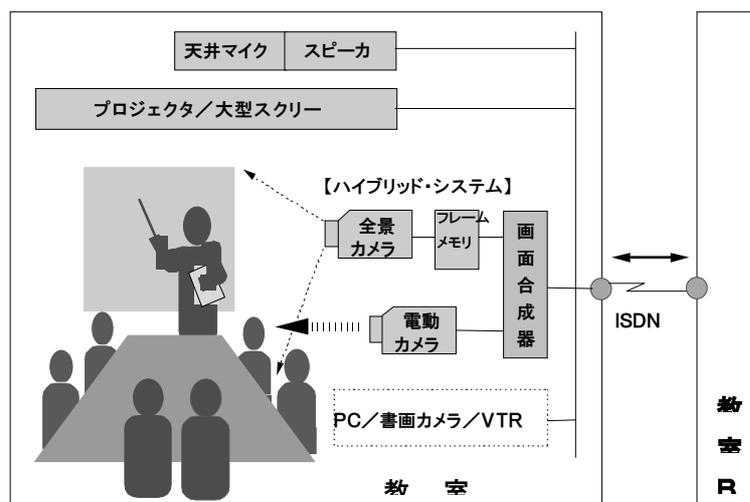


図 2.2.2 遠隔協同授業の教室環境

(4) コンテンツ制作方式

コンテンツの種類には、授業開始以前に準備しておくアニメーション、授業進行の中で生徒が制作する作品、ビデオ収録された授業風景などがある。アニメーションは専門業者が制作するが、その他は主として交信をしない単独授業の中で制作される。アニメーションや、PC を使用して制作された生徒作品は、あらかじめ教材データベースに格納しておかれ、交信授業時に検索して使用される。この方式により、コンテンツに関する単独授業と交信授業間の連携、および海外との間の連携が円滑化される。

2.2.3 実証実験

(1) 実験授業のプロセス構成

テーマとしては、算数を通じての協同授業を基本としつつ、画像としての映りが良く、相互の国柄や文化など、その特徴が出やすくかつ捉えやすいもの、という理由から「模様」を選択した。数学的に違ったアプローチをするために、日本側は「帯模様」を、ドイツ側は「長方形模様」を学習することにした。

言語については前述のごとく、逐次翻訳方式とし、双方に日独、および独日通訳を配置した。

時差については、日本とドイツの時差は夏時間では 7 時間、冬時間は 8 時間あり、たとえば夏時間では、ドイツの朝 8 時が、日本時間の午後 3 時となる。子ど

もの登下校の事情を勘案して、ドイツ時間朝 8 時、日本時間午後 3 時から 60 分間の交信授業を行うことにした。さらに Y パターンの試験のために、X パターン、Y パターンそれぞれ 2 回ずつ合計 4 回で構成した。実施する交信授業を順番に DL1, DL2, DL3, DL4 とし、その関係を図 2.2.3 に示す。

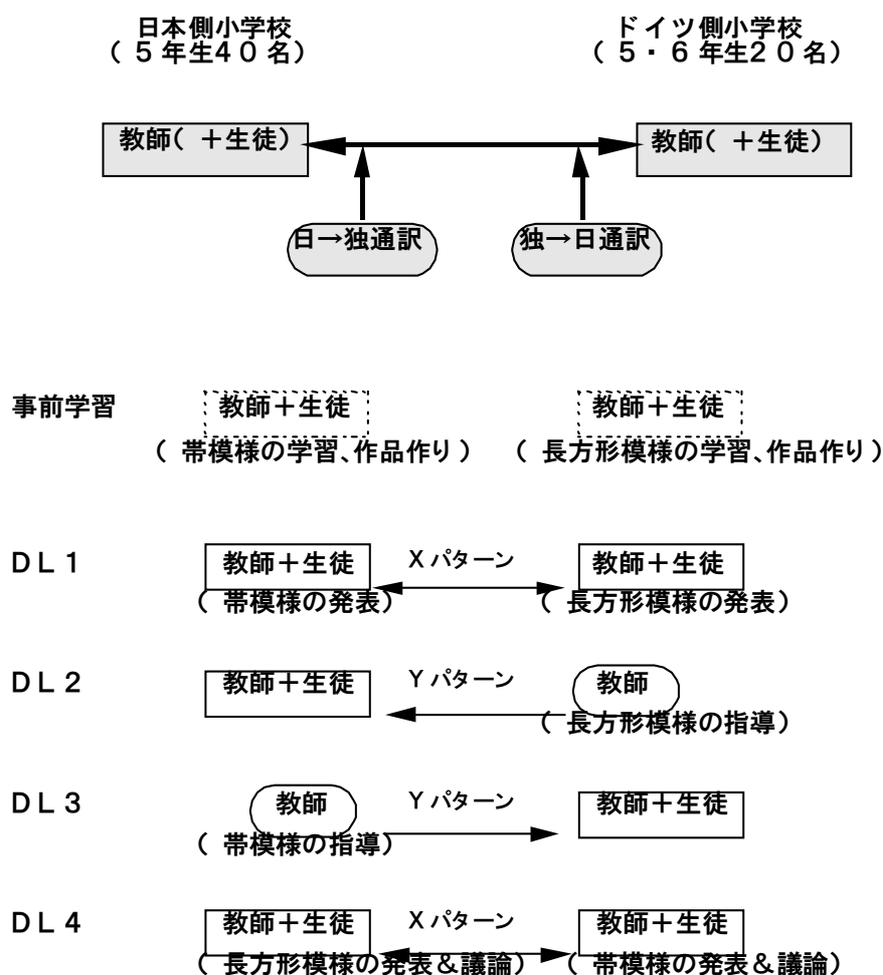


図 2.2.3 実験授業のプロセス構成

(2) 実験教室レイアウトとシステム構成

実証実験に使用した教室のレイアウトと実験システムの機器構成を図 2.2.4 に示す。交信授業は、1 教室あたり、授業、システム操作の 2 名の教師によって担当される。映像情報は、日本側小学校では 80 インチの大画面スクリーンに、ドイツ側小学校では 42 インチのモニタに映し出した。テレビ会議システムの画像伝送方式には、H261 仕様を採用した。

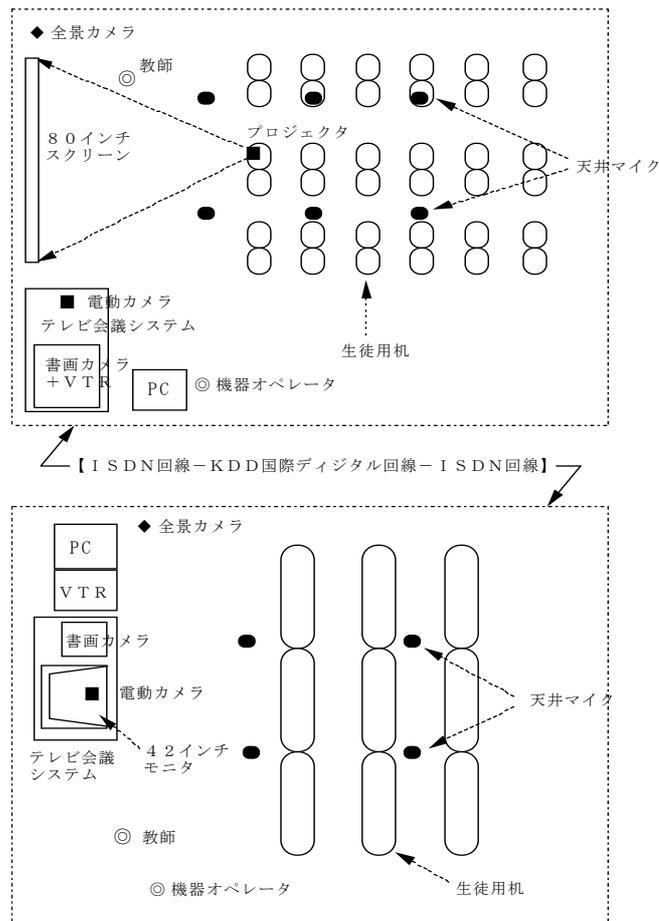


図 2.2.4 実験教室レイアウトとシステム構成

(3) 実験授業の実施経過

(a) 実験授業の実施結果

実験授業は、ドイツ・ベルリン市の小学校の5・6年生20名と山梨県の小学校5年生40名の間で実施された。その結果を表2.2.1に示す。

交信授業の前には必ず事前打合せを持ち、授業進行上の準備事項や留意点、役割分担などについて相互に確認し、手拔かりがないように努めた。また事後にも必ず反省会議を持ち、実験参加者の意見を聴取するとともに、授業中に生じた問題点の解消などについて協議し、以後の進行方法の改善に努力した。なお、単独授業は交信授業の合間に、それぞれの学校のスケジュールに従って実施した。

図2.2.5は、ドイツ側教室の様子を伝えたものである。

表 2.2.1 実験授業の実施結果

a. 交信授業
(1)DL1 : 1997年9月25日 15時～16時 (日本時間)
(2)DL2 : ” 9月30日 ”
(3)DL3 : ” 10月21日 ”
(4)DL4 : ” 11月10日 15時30分～16時45分
b. 事前打合せ
(1)DL1 : 1997年9月24日 17時～21時 (同上)
(2)DL2 : ” 9月29日 ”
(3)DL3 : ” 10月20日 18時～20時
(4)DL4 : ” 11月7日 17時～21時
c. 反省会議
(1)DL1 : 1997年9月25日 16時30分～17時30分 (同上)
(2)DL2 : ” 9月30日 16時30分～18時45分
(3)DL3 : ” 10月21日 16時30分～18時30分
(4)DL4 : ” 11月10日 17時～18時



図 2.2.5 ドイツ側教室の交信授業風景

(b) 実験授業の展開

実験授業の展開過程を図 2.2.6 に示した。事前学習として、日本側は「帯模様」を使って平行移動・線対称・点対称の性質や作図方法など幾何的内容を学習した。また、日本的で具体的な絵柄を生かした帯模様を PC のドロー系ソフトを使って作成し、カラープリンタに出力して扇や凧などの作品を制作した。一方、ドイツ側は PC を使って「長方形模様」を利用して線対称・点対称といった幾何的内容を学習し、タイルやグリーティングカードに塗料を使って長方形模様を描く作品作りを行った。このように、日本側とドイツとでは同じ「模様」に対して、数学的に違ったアプローチを行った。

DL1 では、事前学習で制作してきた作品を相互に発表し合い、作品から受けた印象や特徴について議論した。全体的に、日本側は扇や凧といった伝統的な素材を題材にしたため具体的伝統的模様が多かったのに対し、ドイツ側は幾何的内容を題材にしたため抽象的幾何学模様が多かった。これがきっかけで、ドイツの伝統的模様とは何かが問題になり、それぞれの国に存在する特徴的な模様を町中から探し出し、次に制作する作品に反映させることが宿題になった。

DL2 はドイツ側が教師のみの Y パターンによる授業で、日本の子どもたちは、長方形（正方形）模様の性質について学習し、次の作品作りに応用することが課された。

DL3 も同じく Y パターンによる授業で、ドイツ側児童は、日本の教師から帯模様の性質について学習し、次の作品作りに応用することが課せられた。

DL4 では、宿題として制作した作品を相互に発表し合い、批評し合った。その結果、ドイツ側は帯模様の中にドイツ的絵柄を盛り込んだ作品、日本側は長方形（正方形）模様の中に日本的絵柄を盛り込んだ作品が紹介された。

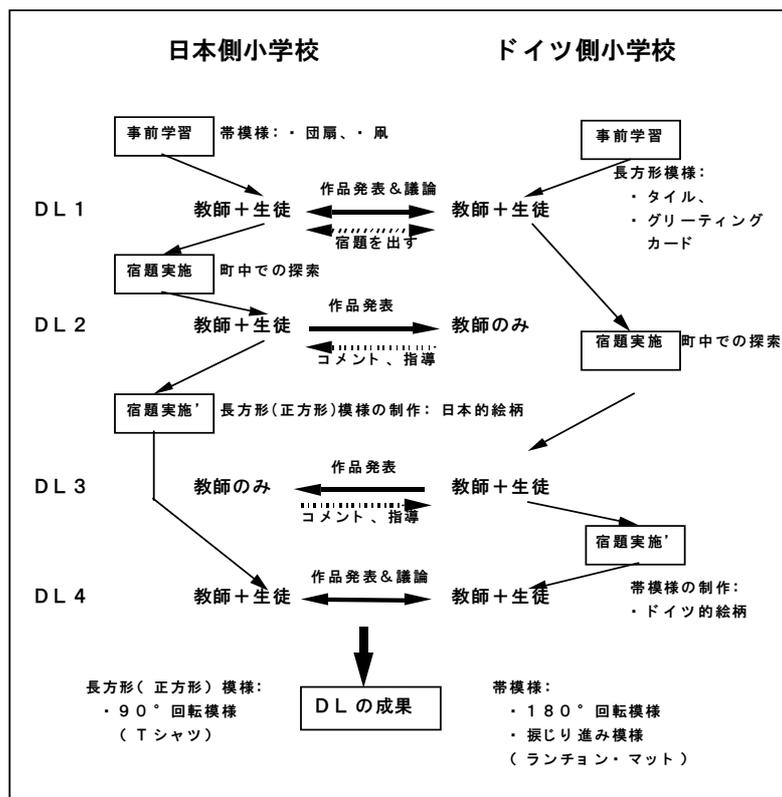


図 2.2.6 実験授業の展開

2.2.4 評価と考察

日本およびドイツの児童が、交信授業において、学習意欲・態度、授業方法、機器の性能等をどのように捉えたかを知るために、アンケート用紙を用意し、各交信授業後に児童に記入させた。「全くそのとおり」に+2, 「そのとおり」に+1, 「部分的にはそうだ」には±0, 「あまり当たっていない」に-1, 「全く当たっていない」に-2を与えて、項目毎に平均値を算出した。その結果を図 2.2.7, 図 2.2.8 に示す。

ドイツ側の質問事項が、学習意欲や授業方法に関するものが多いのに対し、日本側はシステム機器の性能に関するものが多いなど、多少不揃いではあるが、この結果を中心として、以下に示す各項目について評価と考察を行う。

(1) 機能改良項目について

(a) 交信パターン

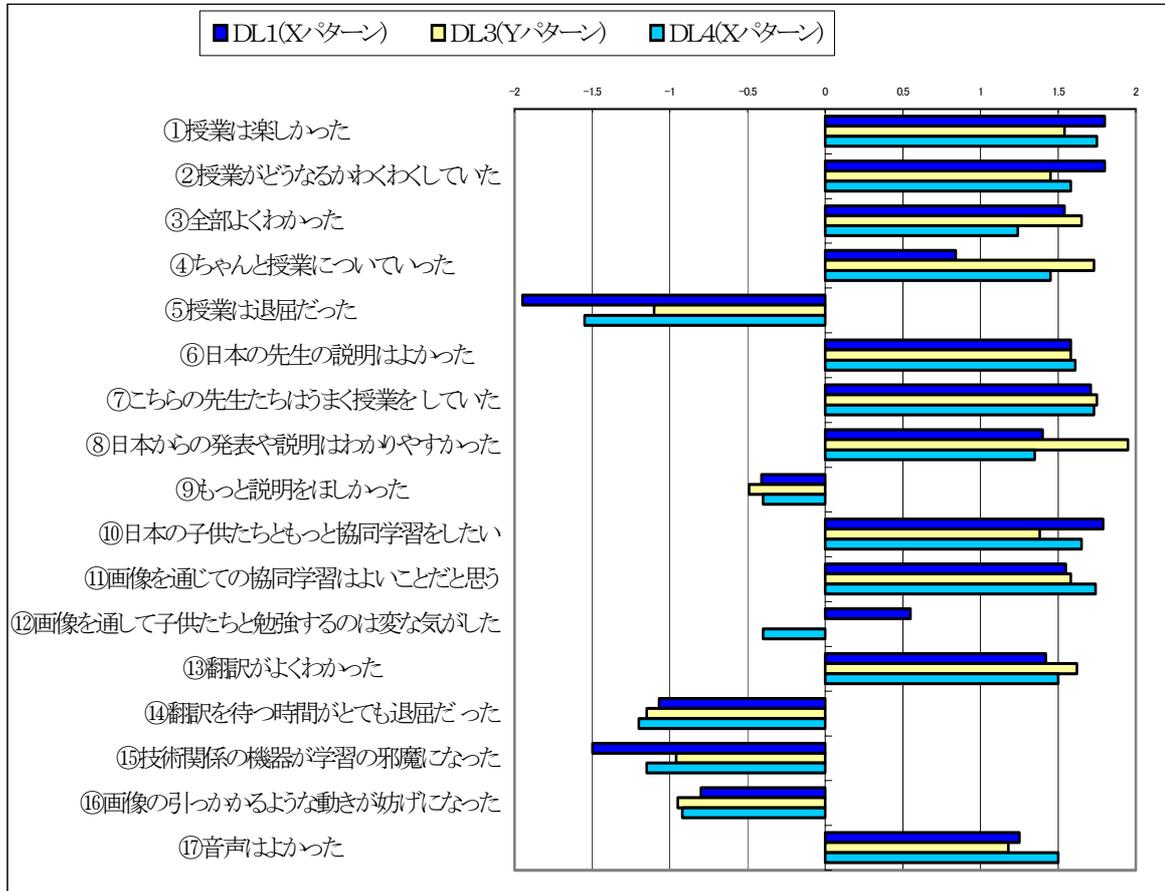
X, Yパターンを組み合わせ、各2回ずつ実施した。Xパターンは、国内実験^[39]

でも経験済みの通常パターンであるが、ドイツ側とは時差が 7～8 時間もあるため、リアルタイムな双方向学習を実施することが可能なぎりぎりの線であった。幸いドイツ側は習慣的に朝の活動開始時間が早いため、日本側が午後の遅い時間帯に合わせて実施することができたが、双方共に通常よりは負担が大きかった。一方、Yパターンは、生徒がいる側に合わせて最適な時間帯にずらす案もあったが、教師側の負担も考えて、Xパターンと同じ枠内で実施した。

アンケート結果からYパターン実施の効果を見ると、ドイツ児童は、**図 2.2.7** に示すように、③、④、⑦、⑧、⑨、⑬、⑯の項目でXパターンよりYパターンの授業に高い評点を与えている。特に⑧の評点が高く、ドイツ側児童にとって日本からの発表や説明がわかりやすいのはYパターンであることを示している。一方、日本の児童は、**図 2.2.8** に示すように、③、④、⑦、⑧、⑨、⑮の項目でYパターンの授業に高い評点を与えている。特に⑦～⑨は顕著である。このことは、教師のみの場合は、動きが少ないため人物の姿が明瞭、かつ安定して見えるためと考えられる。

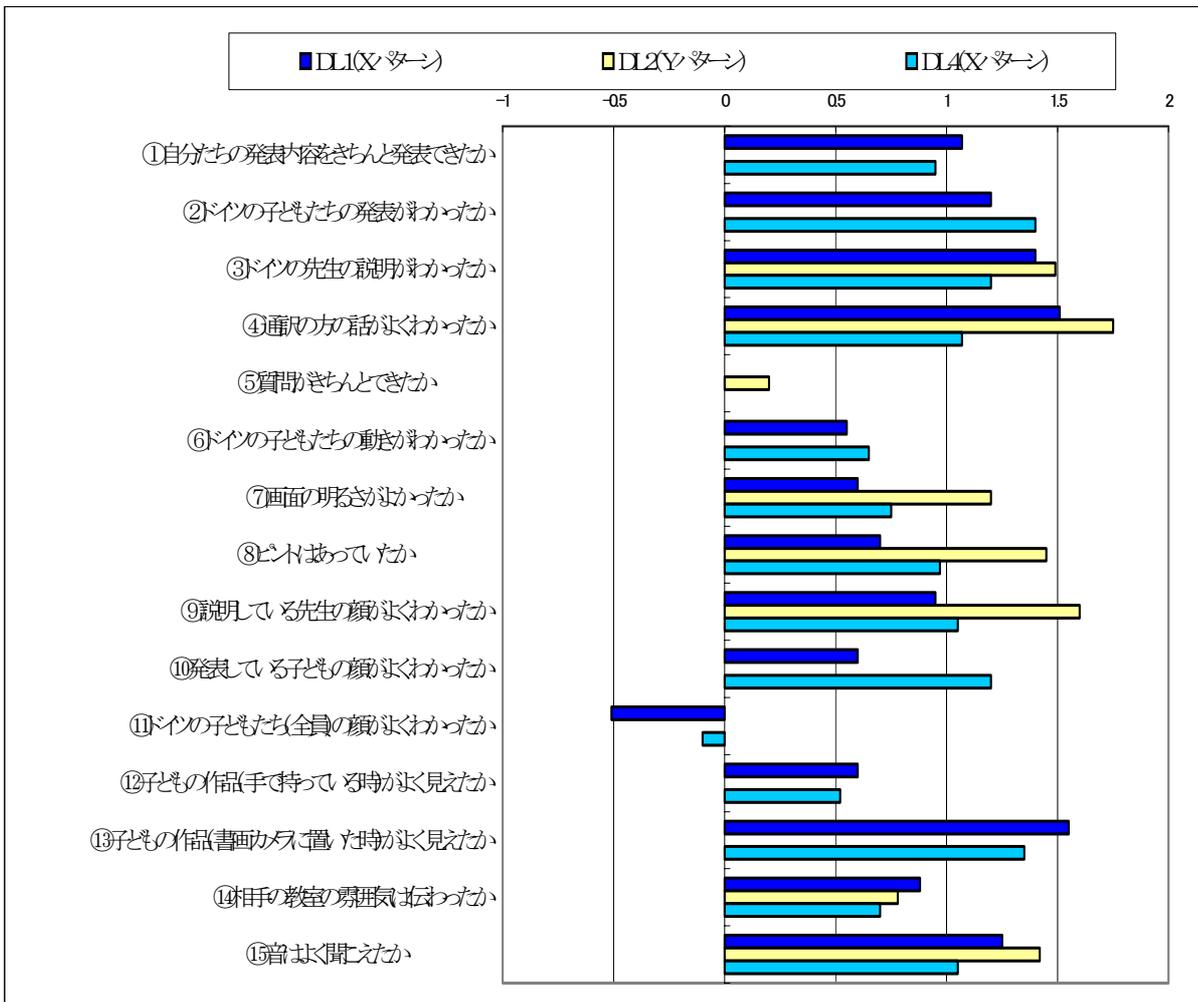
これとは反対に、**図 2.2.7** の①、②、⑤、⑩、⑮、⑰ではYパターンの評価が低くなっている。これは、日本側に児童がいなかった上、説明・指導の多い授業だったため、若干退屈したことが原因と思われる。このことは、相手側にも児童がいることが学習意欲を高める上で重要なことを示唆している。⑮、⑰については、ハードウェア的なトラブルがなかったにも係わらず低い評価となっているので、授業内容の単調さが機器への低めの評価となって現れたものと考えられる。

しかし、いずれにしても全体としてはプラスの評価であることから、子どもたちはYパターンに対して違和感を抱いてはおらず、Xパターンと同様に協同授業に取り入れていけることが判った



※①-⑤学習意欲・態度，⑥-⑭授業方法，⑮-⑰機器の性能
 ⑫の DL3 が無いのは平均値="0"のため

図 2.2.7 ドイツ児童による評価結果



※①-⑤学習内容の理解，⑥-⑮機器の性能，⑤のDL1, DL4がないのは平均値="0"のため
 ※①, ②, ⑥, ⑩, ⑪, ⑫, ⑬のDL2がないのはドイツ側に子どもがいなかったため

図 2.2.8 日本児童による評価結果

(b) 言語

逐次通訳方式に関するアンケート結果は、ドイツ側は図 2.2.7 の⑬、⑭、日本側は図 2.2.8 の④に出ているが、いずれも高い評点であり、発信授業の進行上、障害になっていないことが判る。このことは、海外との発信授業など通訳を介して行う授業において、逐次通訳方式が有効な意思疎通の手段の一つであることを示している。なお、授業内容如何によっては、同時通訳方式や、より高学年では英語を共通言語とした直接対話方式なども実験・評価していく必要があると思われる。

その一方で、DL4において、図 2.2.7 の③、④、⑧、⑬がDL3より、図 2.2.8 の③、④がDL2より評価が低下しているのが注目される。これは最後の授業で、

児童が創意工夫して作り上げた作品について説明や議論をする際、内容が複雑になったことと関係している。これと関連して図 2.2.8 の④は、児童に正しく理解させようとして、訳出が若干くどくなったためと思われる。また図 2.2.8 の①、②、⑤、⑩なども含めて考えた場合、初期の感動が回を重ねるにしたがって薄れていく傾向が認められる。授業内容の深まりに対しては、理解促進のための努力が欠かせず、また毎回の授業の新鮮さを維持するためには、授業間隔の調節、授業方式や授業環境の適度な更新など種々の工夫が必要になると考えられる。

また、図 2.2.7 の⑥、⑦、⑧、図 2.2.8 の②、③の肯定的評価は、教師や子どもたちの説明・発表内容が正しく理解されていたことを意味し、言語による意思疎通が良好だったことを示している。反面、図 2.2.7 の⑨のマイナス評価、図 2.2.8 の⑤のプラスだが低い評価は、解らなかつたら手を挙げて質問をするという、通常の授業では当り前の行為が、遠隔授業では少なくなる傾向を示している。スクリーンの中の教師に対して、気兼ねなく質問や応答ができるようになるまでには、ある程度、経験を積み重ねる必要があると考えられる。

(c) 通信システム

システムや回線関係の動作状況は極めて良好で、一度の故障も起きずに終了することができた。ドイツ側は図 2.2.7 の⑮～⑯、日本側は図 2.2.8 の⑥～⑭が映像関係の項目であるが、図 2.2.8 の⑪を除きすべて肯定的反応であり、各種カメラの役割分担がうまく行ったことを示している。特に図 2.2.8 の⑬で評点が高いのは、書画カメラ使用の有効性を示すもので、コンテンツ中心の授業を行う上では好ましい結果である。なお、同じ作品の映像に関する質問でも、電動カメラを使った⑫の評価が⑬より劣るのは、⑬では対象が静止しているのに対し、⑫では対象がどうしても動いてしまい、電動カメラの追従性に限界があるためである。この点からも、書画カメラの積極利用が勧められる。

一方、図 2.2.8 の⑩は全景カメラで教室を映した場合、ドイツ側児童全員の顔までは識別できなかったことを示している。しかしながら、発言者は電動カメラのズームアップで捉えており、その評価は⑨、⑩などに肯定的に示されている。また DL1 より DL4 で評価が向上しており、慣れの効果も窺われる。慣れの効果は⑥、⑨、⑩などにも見られ、後ほど良くなっている。これらのことから、128kbps 映像の解像度には限界があるものの、各種カメラの使い分けによって必要な映像は十分確保されており、両教室間の交流に支障はなかったと考えられる。

図 2.2.8 の⑭の評価が後になるほど低下しているのは、供給される映像が、授

業の進展にしたがって教室や発言者中心から作品中心になり、教室の雰囲気が伝わりにくくなったためであり、⑫、⑬で DL4 の評価が低下しているのは、児童作品の映像が複雑化したためと考えられる。

音声関係は、日本とドイツで逆の評価結果がでていますが、聞こえ方の個人差が大きかったのだろうという以外、原因のようなものは考えられない。いずれにしても全般に良好との反応であった。

なお、ハイブリッド方式に関しては、システム操作者が初めの頃、意識して発言者を捉えるよう努力したが、今回の仕様は、子画面と親画面の面積比が約 1:9 の固定サイズだったため、期待された効果を挙げることはできなかった。より柔軟な仕様に改良して試験する必要がある。

(d) コンテンツ制作方式

単独授業時にコンテンツ作成を行い、それを蓄積するといった、バックグラウンドでの利用が主だったので、特に大きな問題はなかった。ただし今後、発信授業の際に、生徒の作品が増えてきた場合、限られた時間内にすべて紹介することは難しくなる。そのような場合、事前に生徒作品をデジタルカメラで撮影しておき、インターネットのホームページに載せることによって、他の時間にも見ることができるようにする、などの機能拡張が必要になると考えられる。

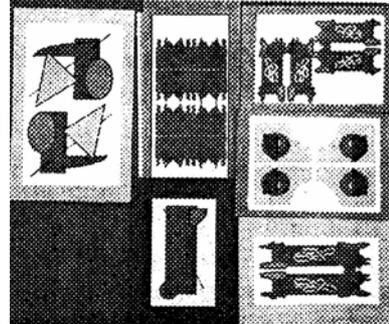
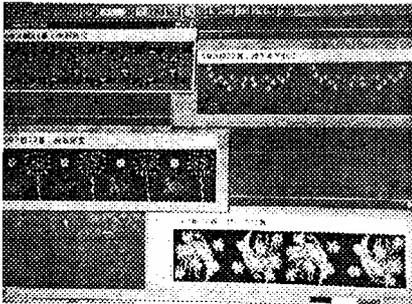
(2) 児童作品による学習効果

次に、児童の作成した模様の作品から、発信授業によって相手側から受けた影響、およびそれによって引き起こされた学習意欲、創意工夫の発展について考察する。

(a) 日本側児童の作品による評価

まず、ドイツの子どもたちが事前学習の際に制作した長方形模様の作品は、**図 2.2.9(2)**に示すように、抽象的幾何学的な絵柄がほとんどであった。DL1 の際、ドイツ的な絵柄、伝統的な絵柄は何かという問題に子どもたちの関心が集まり、お互いの国に特徴的な絵柄を探そうということになった。日本の子どもたちは、ドイツ側から紹介された長方形模様の学習をもとにして、長方形（正方形を含む）の中に日本的な絵柄を反映させた模様の制作を考えた。DL4 では、日本の子どもたちの作品は、大部分**図 2.2.10(1)**に示されたような正方形模様で、長方形模様はわずか 2 例のみであった。正方形模様に特徴的な 90° 回転模様が多く描かれ、T シャツに描いた子どももいた。この結果から、ドイツ側の長方形模様に含まれる

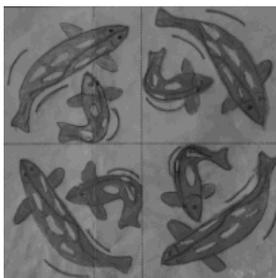
絵柄からの応用・発展はあまり見られなかったものの、運動の種類に関しては、 90° 回転が引き継がれて好んで応用されているということが出来る。作品の仕上げの点でも、格段の進歩が見られた。



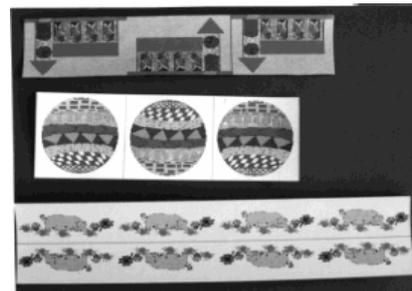
(1) 日本側：帯模様
〈伝統的具体的〉

(2) ドイツ側：長方形模様
〈抽象的〉

図 2.2.9 DL1 における児童の作品例



(1) 日本側：正方形模様
〈 90° 回転〉



(2) ドイツ側：帯模様
〈振り進み〉

図 2.2.10 DL4 における児童の作品例

(b) ドイツ側児童の作品による評価

一方、ドイツ側児童は、DL1 で紹介された日本側からの伝統的具体的な絵柄を使った帯模様を見て、ドイツに固有の身の回りの絵柄に注意するようになった。図 2.2.9(1)は、DL1 における日本側児童の作品例である。そのため、ドイツ側児童は DL4 に向けて町中の教会や、ブランデンブルク門から題材を見だし、それを応用した帯模様の制作を行った。その際、長方形模様で勉強した回転運動や、日本側から紹介された作品の中の対称運動や回転運動に着目して応用を試みた。その結果、DL4 では図 2.2.10(2)に示すランチョンマット用の帯模様などが多数紹介された。この作品は、抽象模様の単位を 180° ずつ回転させながら帯模様化した「振り進み」と呼ばれる模様の例である。このように、ドイツ側児童は、自分

たちの作品に日本側の作品から学んだ成果を取り入れて、かなり複雑で高度な絵柄を制作できるまでになった。

以上、日本、ドイツ双方の結果から、DL1 から DL4 までの間に、子どもたちには交流によって相手との違いを出そう、相手より良いものを作ろうとしたことで学習意欲が刺激され、作品の向上に繋がっていったと考えられる。この点で、意図したとおりの結果を得ることができた。

(3) 記述テストによる学習効果の調査

遠隔協同授業による学習効果を知るために、日本側では、今回実験に参加した日本側の児童全員に対して「模様」に関する記述式のテストを実施した。テスト内容は、正方形模様（正方形の枠内に描かれた模様）を運動の種類（対称運動と回転運動）によって分類するもので、遠隔協同授業の開始前と終了後に実施した。

図 2.2.11 は、正方形模様の運動の分類テストに使用した問題である。テストの結果を図 2.2.12 に示す。

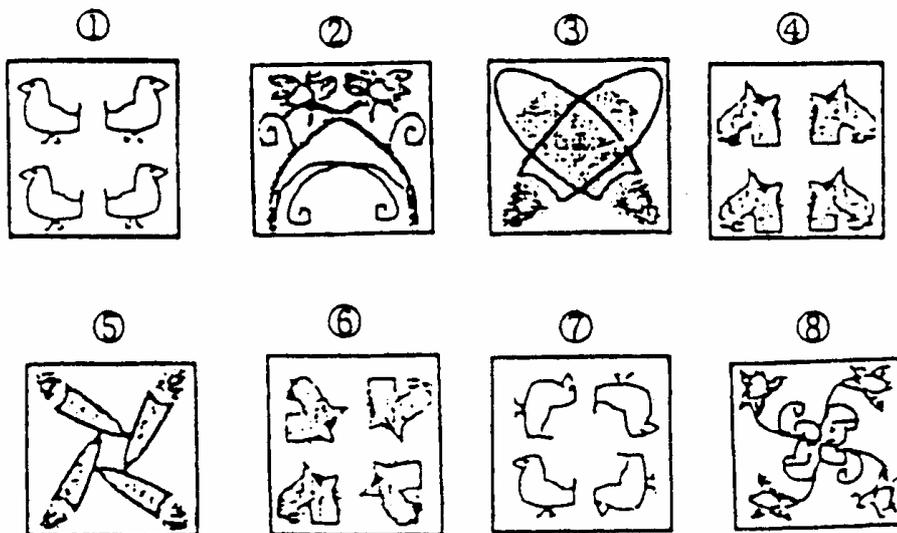


図 2.2.11 記述テストに使用した問題

この結果から、事前調査では①④、②③、⑥⑦、⑤⑧といった分類を同じ種類の模様だと解答した児童が多い。運動の種類というよりは、絵柄の類似性によって分類しようとしたことが窺える。

それが事後調査では、①②③④、⑤⑥⑦⑧という分類がそれぞれ 80% を越えるようになり、この選択肢に集中するようになった。①④、②③、⑥⑦、⑤⑧とい

う分類は、それぞれ 10%程度に減少した。このことは、今回の授業を経験することによって、子どもたちは、模様を絵柄の類似性を超えて、運動の種類によって分類するようになったことを意味しており、学習効果があったことがわかる。

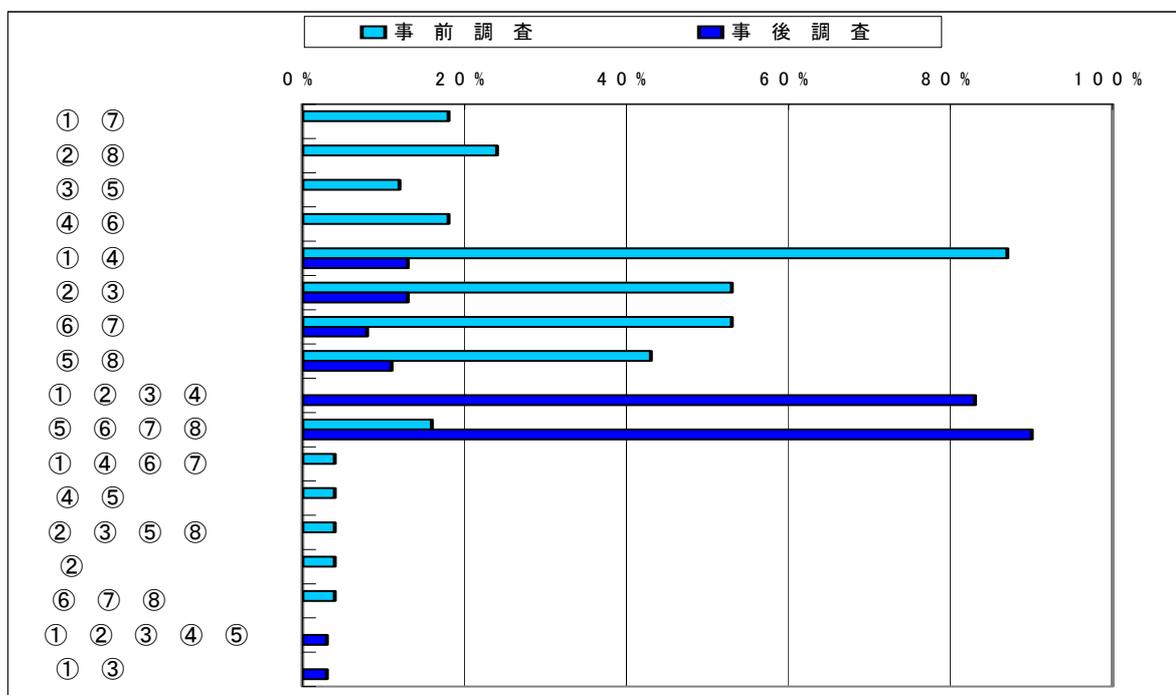


図 2.2.12 模様の運動に関する調査結果

(4) 遠隔協同授業の実施環境に関する考察

(a) 日独児童および教師の印象の違い

教師・生徒ともに、日本側は国内での遠隔協同授業の経験があるが、ドイツ側はすべて初めての経験のため、強い印象を受けた様子だった。とりわけ印象的だったのは図 2.2.7 の⑫で、画像を通じての協同授業に初めは変だとしていた子どもたちが、最後には違和感がなくなっている。⑪の評点も後ほど良くなっており、本方式がドイツ側の生徒にも受け入れられたことを示している。日本の児童に比して、Yes/No.がはっきり出ているのも印象の鮮烈さを示している。

一方、ドイツ側教師にとって、このようなタイプの授業方式は初めてだったため、全体の授業設計は日本側が行い、具体的展開作業は日独双方が行った。その中でも特に、多大な時間を掛けての綿密な授業シナリオの設計に驚くとともに、生徒の自由度を縛ることを危惧する意見も出たが、結果的に本方式の有効性について納得が得られた。また最初、映像の品質に対する違和感が強く、授業への適

用に対する不安の声があったが、授業が進むにつれて慣れてきた。限られた通信容量の中でも、いろいろな種類のカメラを使い分けることにより、授業に必要な品質の映像を得られることが判り、これで十分と納得していた。

文化的な観点から日本、ドイツの違いを挙げれば、まず児童では、日本の児童の作品は概して具象的であったのに対し、ドイツの児童の作品は抽象的であった。ドイツ側は日本側の作品に触発されて具象的な絵柄を選ぶようになったが、それでも細部には抽象的な発想が豊富であり、やはり抽象的なものに対する好みが強いように感じられた。反対に、日本の児童の作品は、絵柄の点ではあまりドイツ側の影響が感じられず、具象的なものに対する根強い嗜好があると思われた。

教師に関して印象的だったのは、日本の教師が授業の中で必要な事柄を手短に生徒に伝えるのに対し、ドイツの教師は長々と説明することが多かった点である。この違いは、個人差というよりは発想法の違いが背景にあると思われ、興味深い発見であった。

交信授業時間の設定に際し、難しさがあった。すなわち、ドイツの小学校は授業が午前中だけであり、更に、日本と比べて休みが多いためである。この年の10月前半も秋休みのために学校は閉鎖となった。また、いろいろな学校行事があり、当初考えていた等間隔の理想的なスケジュールが設定できなかった。国際間でこのような共同作業をする場合、文化や習慣の違いが背景で大きな影響力を及ぼしており、無視できないことをこの授業を通じて体験させられた。

(b) 通信コストの問題

回線費用は日本-ドイツ間の場合、ISDN128kbps 使用で1時間当たり 35,000 円であった。今回の遠隔協同授業では、交信授業は1回平均 70 分で 41,400 円、事前打合せは 210 分で 122,500 円、反省会議は 95 分で 54,800 円であった。すなわち1回の実施当たり 218,700 円かかったことになる。この数字が大きいか否かは一概にはいえないが、万全を期すあまり、事前打合せに多大の時間をかけ過ぎたきらいはある。初めての実験であることに加え、両国間に文化や習慣の違いがあるために、これだけ長時間の打合せが必要となった。今後、交信授業を重ねて習熟することにより、事前打合せおよび反省会議の時間を短縮することは可能と思われる。また、必要な事項以外は電子メールや通常の郵便を利用するとか、交信授業の間でも通信を切って、考え事や工作をする時間を設けるなどの工夫をすることにより、通信コスト削減が可能になる。

インターネットが普及し、高速な回線が時間に影響されることなく低価格で利

用できる現在では、この問題は解決されており、国際間の遠隔協同授業を行う上での障害にはならなくなっている。

2.2.5 まとめ

- 1) 算数の授業にグループ学習を取り入れ、海外との遠隔協同授業における成果発表の場を与えることにより、線対称・点对称という概念を実践的に学ぶことができた。
 - 言語の違いや時差を小学生でも克服できる。
 - 日本教師は綿密な計画を立てて実施するが、当日の説明は簡潔である。
 - ドイツ教師は自由度を重視して粗い計画であるが、当日の説明は懇切丁寧である。
- 2) 海外との競争心が高まりグループ内の協調活動が促された。また、お互いの文化に刺激され発想が広がった。すなわち、協調的達成力を育む場となった。
 - 子供達の発想力を高める教育として大変効果的である。
 - 日本児童の絵柄は具体的であり、ドイツ児童の絵柄は抽象的である。協同授業の影響をお互いに受け、発想が広がり格段に良い作品に仕上がった。

2.3 高専の学習活動を活性化する場の構築（能動学習授業方式）^[41]

2.3.1 能動学習授業方式の狙い

学育論^[42]では創造性を originality(知恵の創造, 独創性) と creativity(智慧の創造, 生きる力)に区分しているが, 本論文で扱う創造性教育は後者の creativity を対象としたものである。学育論や構成主義の教授・学習理論^[43]によれば, creativity の原点は自然・社会との触れ合いによる感動体験であるといわれている。市村ら^{[44][45][46][47][48]}は, この感動体験をごく当たり前の授業の中で育む方法を模索してきたが, その答えの一つが能動学習授業である。従来授業とこの授業形態との相違を図 2.3.1 に示す。

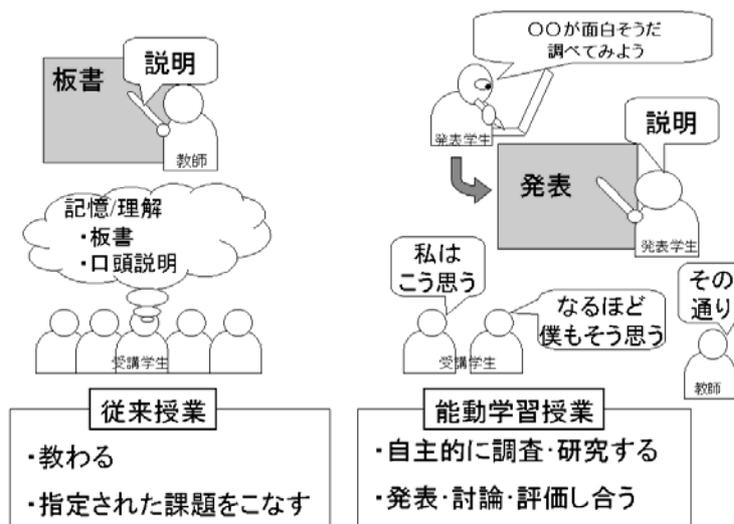


図 2.3.1 従来授業と能動学習授業との相違

2.3.2 能動学習授業方式の特徴

能動学習授業は, 図 2.3.2 に示すように Plan・Do・Check の各段階に分け, その各段階にマルチメディアの有効活用を図っている。能動学習授業では, 一連の段階を螺旋的に繰り返し行うことを想定しており, この繰り返し過程が Action に相当する。

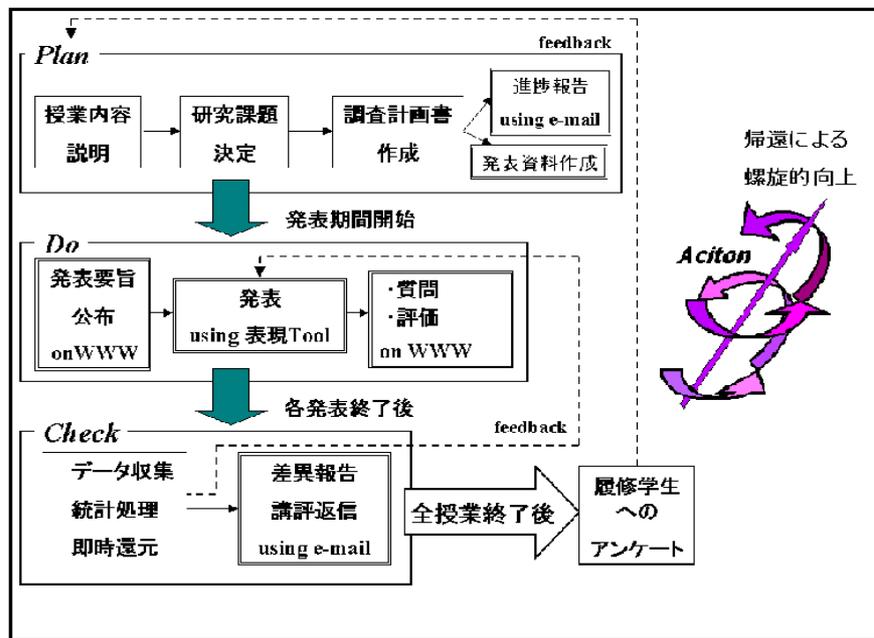


図 2.3.2 能動学習授業の各段階の概要

能動学習授業の Plan 段階においては、e-mail による週報により計画進捗報告を義務付けている。Do・Check 段階においては、マルチメディア表現ツールや、WWW 上の匿名質問機能、e-mail など活用している。その結果、次のような成果が得られた。

履修学生

- 1) 表現ツールが、稚拙・不慣れを支援する。
- 2) 匿名質問機能が、活発な討論を支援する。
- 3) 2～3 倍の学習時間を費やしている
- 4) 試験合格型ではなく、予習中心型になる。
- 5) 第三者評価(同僚)の即時還元により、感動体験が倍加する。

教師

第三者評価時の

- 1) コンテンツの出来映え：受講生の理解度
 - 2) コンテンツの中身と発表工夫の態度：受講生の理解度
- に関する相関関係は、教師の客観的學生評価や講評に有効である。

高等専門学校のコンピュータアーキテクチャの授業に能動学習授業方式を適用

し3年間運用した結果、次の問題点が明らかになった。

- 1) 計画提出後発表までの間(Plan 段階)の計画遂行が不十分
- 2) 意欲喚起と維持が困難
- 3) 教師の負担増

これらの問題点に対し、筆者らは以下の解決策を考案し、半年間の運用実験からその効果を検証した。

能動学習授業の Plan 段階の問題点

能動学習授業は、図 2.3.2 に示したように次のように進めている。

- 1) 学期始めの授業説明後課題と発表時期の選択
- 2) 計画書の提出
- 3) 計画書に従い進捗状況と相談事項を E-mail で週報
- 4) 相談事項への E-mail 返信

この PLAN 段階の 2001 年度の E-mail 進捗報告と助言返信の頻度の実績を図 2.3.3 に示す。

項番	日時	授業内容
1	4/16	ガイダンス
2	4/23	課題選択
3	連休	休み
4	5/7	計画書提出
5	5/14	発表 1
6	5/21	発表 2
7	5/28	発表 3
8	6/4	中間テスト
9	6/11	発表 4
10	6/18	発表 5
11	6/25	発表 6,7
12	7/2	発表 8,9
13	7/9	発表 10,11
14	7/16	発表
15	夏休	休み
16	9/3	発表 11,12
17	9/10	発表 13,14
18	9/17	発表 15

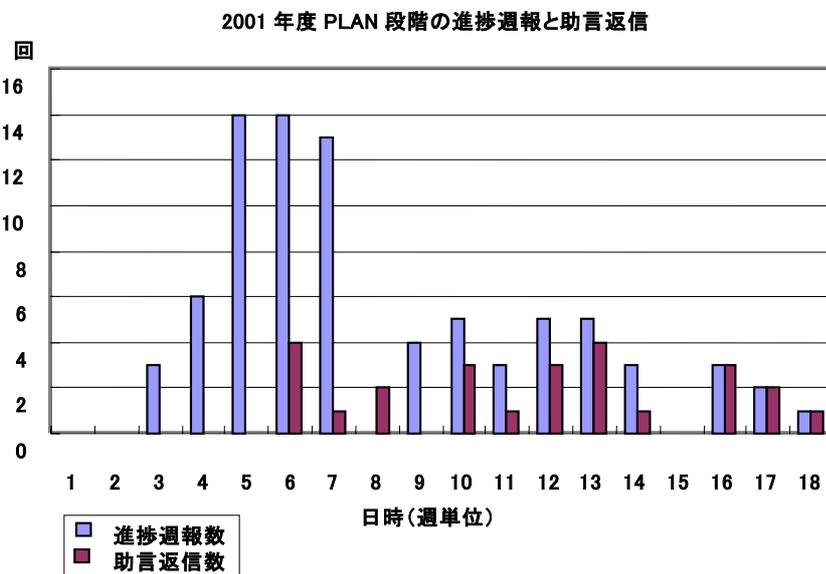


図 2.3.3 2001 年度進捗と助言返信頻度

図 2.3.3 から次のことがいえる。

- 1) 学期開始から第 1 回発表までの期間 (図 2.3.3 の項番 1-5) は、進捗報告も

真面目になされている(休みの間でも報告一項目 3)。

- 2) 第 1 回目の発表後、学生自身の課題としての意識が高まったためか、質問も多くなり、教師はそれに対する助言返信に気を遣っている。
- 3) 発表が進むにつれ当然進捗報告が減ってゆく(項目 6-18)はずであるが、実際には、報告件数は乱数的に上下している。これは既発表の観察・学習の効果と考えられる(教師へ相談せずともやれる自信と受け取れるが、教師としては報告が欲しいところである)。

過去 4 年間の進捗報告を "A は殆ど毎週報告", "B は忘れなければ報告", "C は 3 割以下の報告" としてまとめた結果を図 2.3.4 に示す。

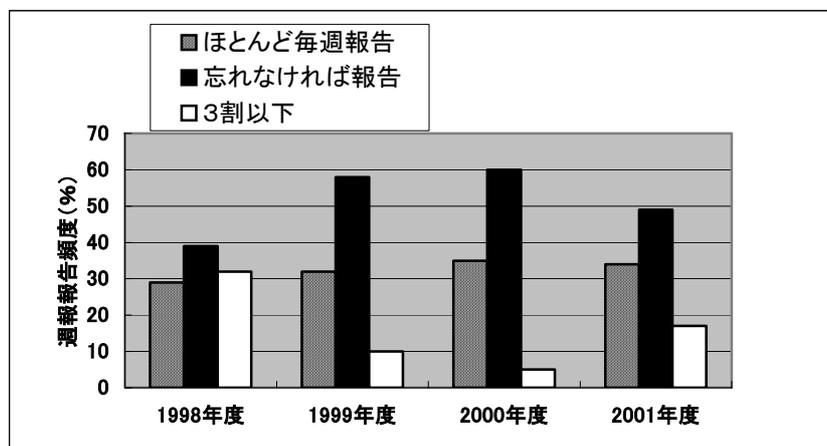


図 2.3.4 4 年間(1998~2001 年度)の進捗評価

図 2.3.4 から次のことがいえる。

- 1) 特に指導しなくとも毎年 3 割の学生は義務を果たしている。
- 2) 教師の指導によって義務を怠る学生は減少している。

全授業終了後(図 2.3.3 の項目 18), 履修者全員へアンケート(図 2.3.2)を行った。被験者は図 2.3.3 と同一であり、その結果を図 2.3.5 に示す。

彼らの反省点も反映されおり、次のことがいえる。

- 1) 週報を提出したとの回答者は 36%(A)おり 2001 年度の実績(図 2.3.4)とほぼ一致しており、正直に答えていることが分かる。
- 2) 計画の重要性は認める(C. 24%+76%=100%)が、うまく実行できなかった(B. 41%+6%=47%)との回答が注目に値する。

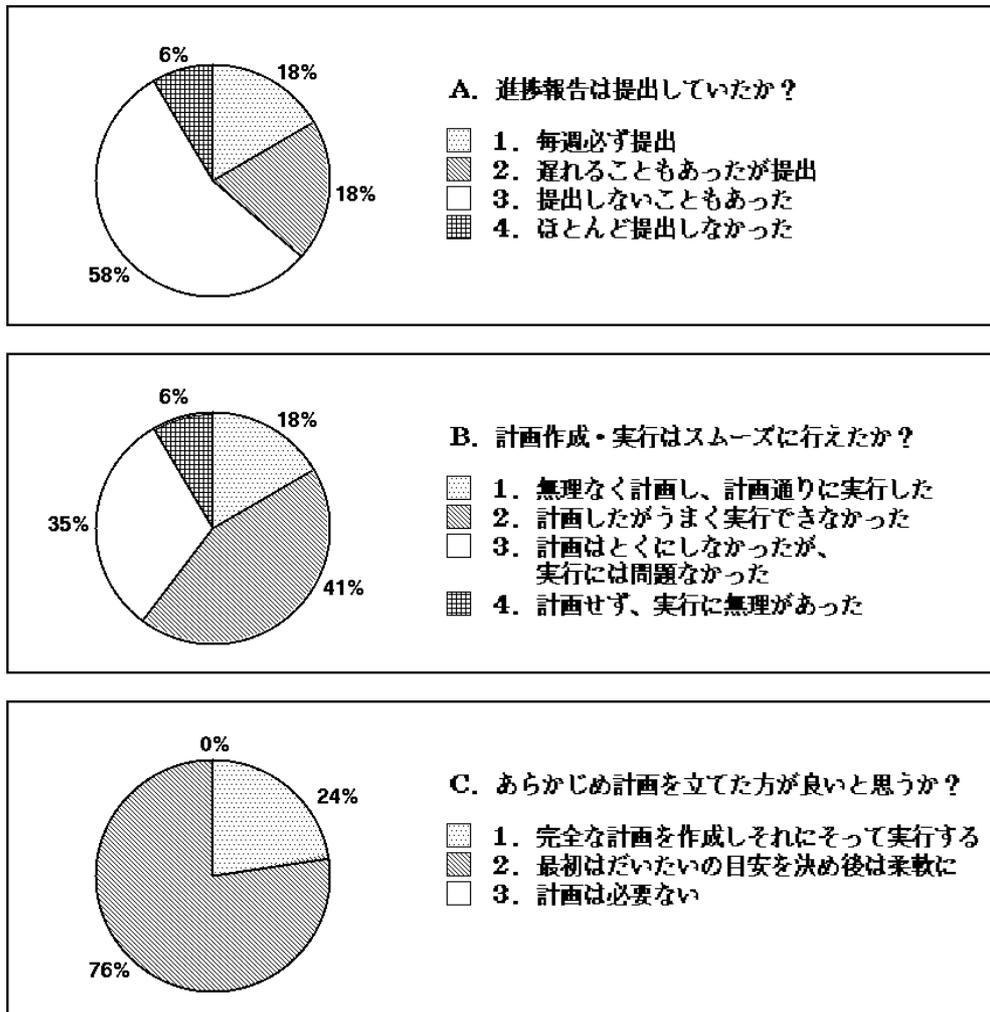


図 2.3.5 履修学生へのアンケート結果

以上の実績とアンケート調査から、この Plan 期間中の履修学生の意欲維持をさらに促進するために、次の機能をコンピュータ支援機能として提案し、設計方式を述べる。

- 1) 計画立案支援手段の提供。
- 2) 進捗週報が滞る学生を催促指導。
- 3) 問題なしの進捗報告の場合でも必ず返信。

Project Manager システムの提案

WBT(Web Base Training)による企業内教育の意欲喚起と維持には、e-mailによる学習進捗のきめの細かいエージェント代行が有効であることを吉田ら^[48]が示

した。この成果を学校教育の場である能動学習授業の Plan 段階に適応する試みを以下述べる。

(1) 提案 e-mail 方式

図 2.3.6 のように、従来の e-mail 方式から、自動メール受け取り機構(Mail Agent)が代行する新しい e-mail 方式に変更した。この Mail Agent により、多数の進捗報告 e-mail は整理され、その一覧が教師に提供されるので、教師の e-mail に対する負荷を大幅に削減することができる。すなわち、

- 1) 急ぐ質問 e-mail を選択し、即返信することが容易に行える。
- 2) 履修学生の個別報告状況に応じた自動返信が可能となる。
 - 几帳面に報告する学生への褒め言葉メッセージ
 - 忘れがちな学生への激励メッセージ
 - 滞っている学生への催促・警告メッセージ

また履修学生側も教師とのコミュニケーションが常に得られたため、学習意欲の喚起と維持に有用と考えられる。

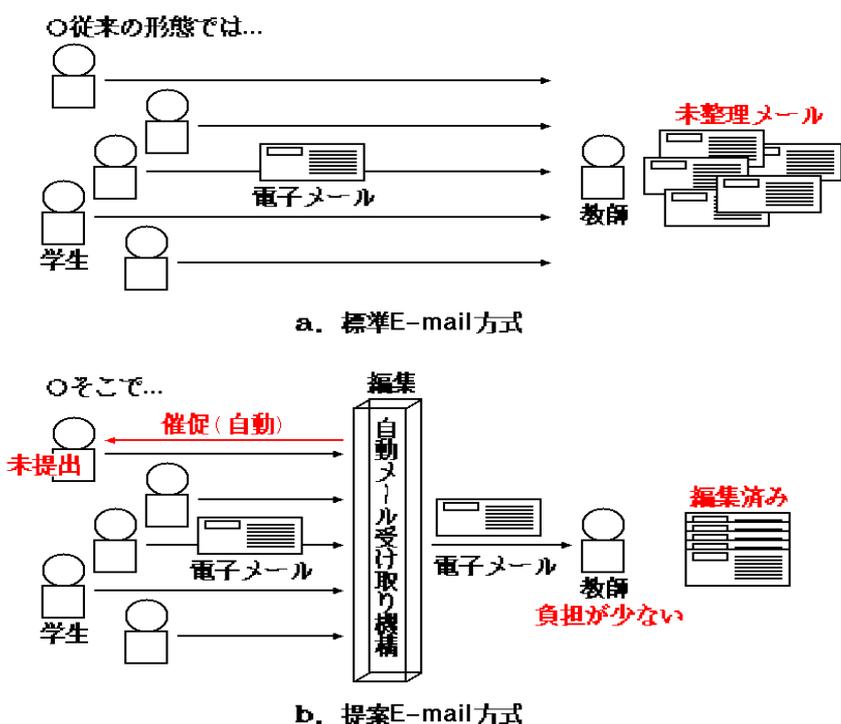


図 2.3.6 能動学習授業進捗週報 E-mail 方式

(2) ユーザインタフェース(履修学生用)

ユーザインタフェースは、図 2.3.7 に示すように期限切れ警告・実行報告・予定の追加編集等の一覧が表示され、容易に状況が掴めるようにした。

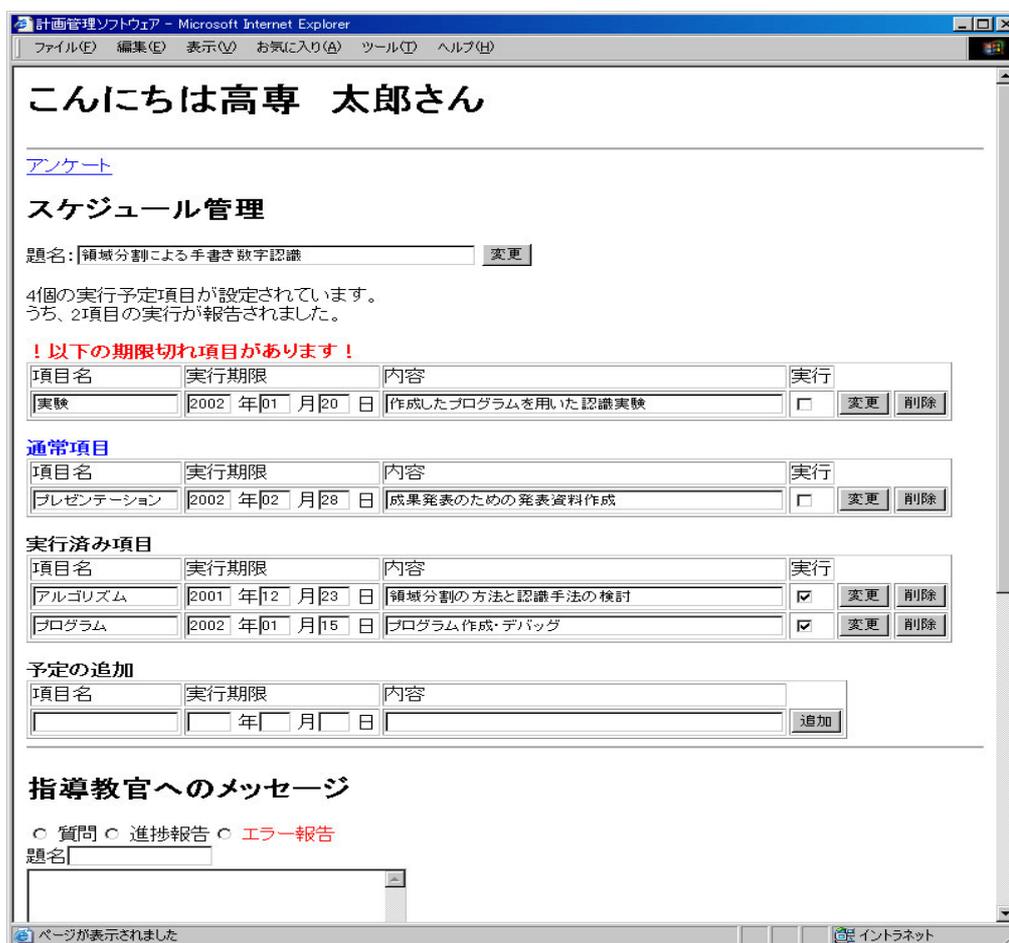


図 2.3.7 ユーザインタフェース例 (履修学生用)

(3) 実現方式

Project Manager は、図 2.3.8 に示すように実現した。前述の機能を持った環境を提供する場合、WWW 上でブラウザを介して使用する CGI(Common Gateway Interface)と電子メール送信プログラムの使用されている WWW ブラウザとメール送受信環境があればよく、データはサーバ側で保存されるため、クライアントとの組合せが容易であり、利用者である学生と教師が使用する端末を限定していない。

この CGI 作成については一般的に普及しているスクリプト言語である Perl を用いている。開発の際の利便性から CGI 以外のプログラムについてもすべて Perl

を用いている。このシステムを“Project Manager”と称し、以下のプログラム群から構成している。

- 1) ユーザインタフェース CGI
- 2) 管理者 CGI
- 3) 進捗管理 Agent
- 4) Mail Agent
- 5) ユーザデータベース

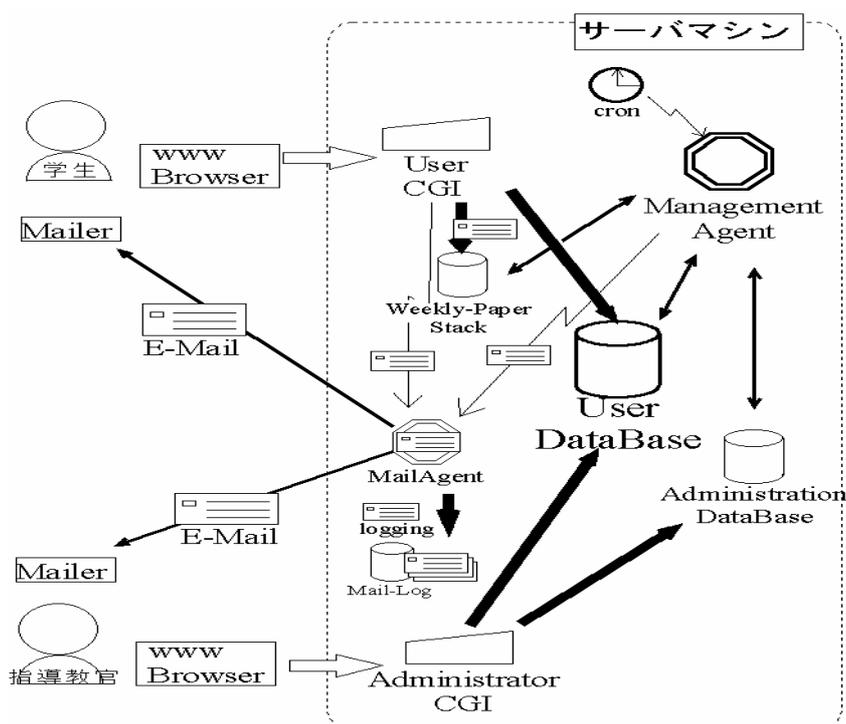


図 2.3.8 Project Manager の概要

これら機能仕様の概要は、次の通りである。

- 1) 履修学生は毎週 1 回、図 2.3.7 のインタフェースを使い、現段階で完了した作業項目に実行済みのチェックを入れる。また、次週までの作業計画も入力する。これらのデータはユーザデータベースで一括管理される。
- 2) また、履修学生は作業計画の入力と一緒に、教師に現在の進捗状況を E-mail で把握する。このメールは教師に直接配信されるのではなく、一度、ユーザデータベースに記録される。
- 3) 進捗管理 Agent はタイマーにより定期的に起動される。このソフトは、履修

学生が進捗報告を行っているかどうか、また作業期限が切れている作業項目がないかどうかをチェックし、該当する学生を一覧表にまとめ、教師に e-mail で報告する。また、それと同時に、過去の履歴データと現時点の報告の有無を参照し、各種メッセージを該当履修学生に対して自動発信する。

- 4) 教師は、進捗管理 Agent から送られてきた e-mail の内容を参考にして、個別履修学生の指導にあたる。その際、教師はユーザデータベースで一括管理された情報をブラウザを介して見ることができる。このデータベースでは、各々の履修学生が取り組んでいる課題の内容と、作業計画・進捗状況、進捗メールの提出状況などが管理されているので、このデータベースを用いて各々の履修学生の詳しい状況を調べ、細かな指導を行うことが可能である。

2.3.3 実証実験

Project Manager の効果を検証するため、高専 4 年生 46 名を対象としたプログラミング演習を主体とした授業「知識工学 I」に Project Manager を適用し、半年間の試用結果から評価を行った。本演習では、2~3 名の学生がグループを編成し、手書き数字認識という共通の課題に取り組むものであり、認識手法の検討から作業分担、プログラム開発・デバッグ、認識実験、成果発表、報告書作成までの一連の作業を共同で行う授業である。本演習では、第 2 回目の授業までに、各グループ内の作業分担を明確に決めさせる。個々の学生には、自分の分担を計画的に進めるために Project Manager を使用することを義務付けた。

2.3.4 評価と考察

実証実験の結果、質疑応答が非常に多くなっていることが確認できた。

- 従来方式：1 回の発表に対して平均 2 件
- 提案方式（Web ベースの質疑応答）：1 回の発表に対して平均 25 件

また、学習時間に関しては、予習中心型の学習形態になっていることが確認できた。

- 従来授業：予習 13.2%，復習 19.7%，試験前 67.1%
- 能動授業：予習 95.0%，復習 4.9%，その他 0.1%

Project Manager に関する学生アンケートによれば、計画管理に関しては図 2.3.9 に示す結果が得られた。

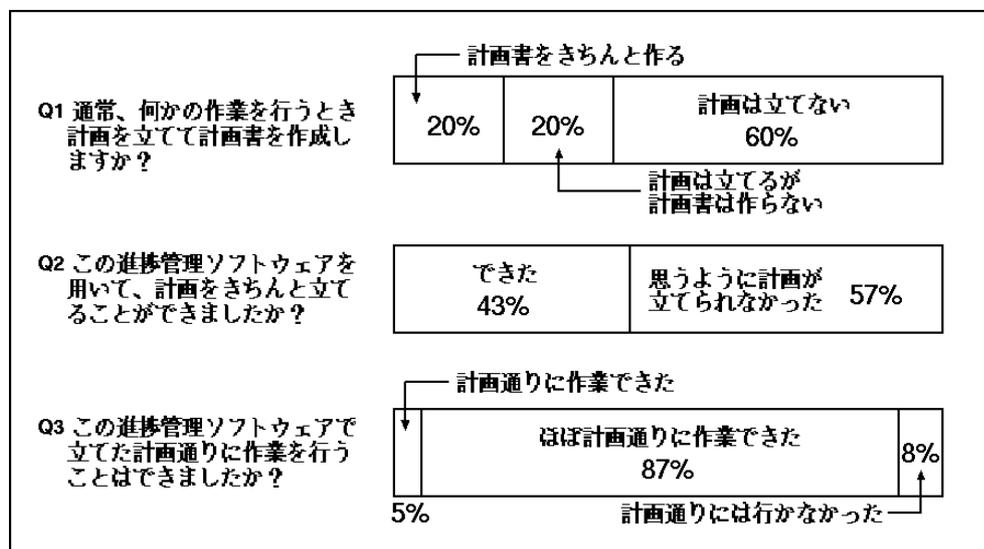


図 2.3.9 進捗管理ソフトウェアの有効性

この結果によると、普段まとまった学習を行うときに、計画を立てて行う学生は4割程度（Q1）であり、その4割の学生のほとんどは、Q2において、進捗管理ソフトウェアを使って同様に計画を立てることができたと回答している。また、Q1で、普段から計画を立てないと答えた6割程度の学生のほとんどは、Q2において、進捗管理ソフトウェアを用いても、思ったようにうまく計画を立てることができなかったと回答している。しかし、そのうちの8割以上の学生は、計画は思うように立てられなかったけれども、その計画に従って作業することができたと回答している。思うように計画が立てられないのは、普段から計画を立てることに慣れていないためと考えられるが、それでも立てた計画に従って作業を進められる学生は非常に多い。ことから、計画立案に不慣れな学生をどのように支援してゆくかを検討する余地は残されているが、立てた計画に沿って学生に作業を進めさせるという点に関しては、本システムは非常に有効であるといえる。

このことは、図 2.3.10 に示す進捗メールに関するアンケート結果によっても裏付けられる。この図によると、約4割の学生が、進捗メールを提出せず、催促メールを受け取った経験をもっている。

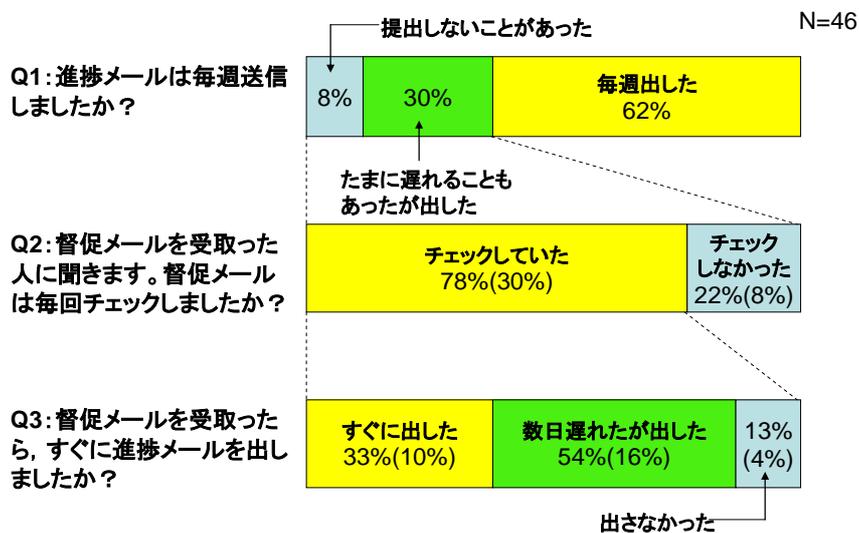


図 2.3.10 進捗報告催促機能の有効性

このような学生の内訳を見ると、約 8 割の学生は催促メールを読んでおり、そのほとんどが数日中に進捗メールを出していることがわかる。催促メールをチェックしている学生の割合が多いのは、催促メールの送信先を携帯電話に設定している学生が多いためであるが、いずれにしても催促メール機能は、従来教師が行っていた学生への催促を十分に代行しており、その分教師は中身の濃い指導に時間を割くことが可能となる。以上のことから、Project Manager は、学生が思うように計画を立てることを支援するという意味では、まだ課題が残されているものの、学生に、計画を立てさせ、その計画に従って作業を進めさせることを支援するソフトとして、非常に有効であることが検証できた。

2.3.5 まとめ

5 年次選択科目「計算機システム」の授業にグループ学習を取り入れ、その成果発表および Web ベースの質疑応答や第三者評価の場を与えた。その結果、学習時間比から予習中心型の学習形態になることが確認され、また、Web 上での議論が活発になり通常の 10 倍以上の質疑応答が観測された。すなわち、能動的な学習

が強化され、協調的達成力を育む場となった。ただし、進捗報告の徹底と教員負荷の増大が問題となった。

そこで、プロジェクト管理機能を追加して4年次選択科目「知識工学」の授業に適用した。その結果、進捗報告の徹底と教員負荷の低減に有効であることが立証できた。すなわち、Mail Agentにより、多数の進捗報告 e-mail が整理され、その一覧が教師に提供されるので、教師の e-mail に対する負荷を大幅に削減することができた。

- 1) 急ぐ質問 e-mail を選択し、即返信することが容易に行えた。
- 2) 履修学生の個別報告状況に応じた自動返信が可能となった。
 - 几帳面に報告する学生への褒め言葉メッセージ
 - 忘れがちな学生への激励メッセージ
 - 滞っている学生への催促・警告メッセージ

また、履修学生側も教師とのコミュニケーションが常に得られたため、学習意欲の喚起と維持に有用であることが明らかになった。

2.4 大学の学習活動を活性化する場の構築（グループ学習型講義方式）

2.4.1 グループ学習型講義方式の狙い

従来の大教室における授業は、マイクを用いた一方的な講義が中心である。黒板やOHPから明るい大画面のプロジェクタを装備した大教室も増えており、ビデオやパソコンを用いた講義も可能になっているが講義形式の本質は変わっていない。

一方、卒業研究は、5名から10名前後の学生を対象に、研究室単位に行われる。各学生は、自分自身で興味のあるテーマを選び、そのテーマに関する資料を収集し、分析し、問題点を洗い出す。その問題点の解決策を考え出し、その解決策の妥当性を何等かの方法で立証し、論文にまとめるという作業を1年間（学部）または2年間（大学院）で行うのが一般的である。その間、研究室の教員や学生の前で中間成果を報告し、不足点や問題点を指摘されながら徐々に完成度を高めていく。このように学生が主体的に行う作業を通じて得るものは大きく、社会に出ても役に立つ経験である。どの教員も、このような指導方法の有効性は認識しているものの、教員に対する負担が大きく、5名から10名程度の学生の指導が精一杯である。

従来から協調性を高める教育法の一つとしてグループ学習が提案されている^{[49][50][51]}。グループ学習の試みは古くから行われており、1950年代は小中学校の体育におけるグループ学習の事例報告が見られる^[52]。1960年代以降、数学の課題学習にグループ学習を適用した事例が数多く報告されている^{[53][54]}。思考力の向上に効果があったとか、数学の授業を楽しいものにすることができたという報告が見られる。反面、実施上のさまざまな問題、たとえば、グループのリーダーに頼り、リーダーの考えに引きずられ、やる人間とやらない人間の格差が広がるなどの問題が指摘されている。

高等教育におけるグループ学習の適用例としては、語学^[55]や情報リテラシ教育^[56]など技能研修的な色彩の強い科目において効果をあげていることが報告されている。

最近5年間のグループ学習に関する研究は、ネットワークを利用した分散環境におけるグループ学習支援システムの考案および試作・実施に関する研究がほとんどである^{[57][58]}。情報分野では、情報リテラシ教育を対象にしたものが多く、グループ学習を効果的に成立させるための条件に関する研究もある^[59]。また、ソフトウェア設計・開発の演習を支援するグループ学習支援システムも報告されている^[60]。

多くの演習科目は、40名以下の少人数を対象に、講義→演習→講義→演習・・・

のサイクルで構成されており、部分的にグループ演習を取り入れている。しかし、講義科目においては、講義内容が多様であり、履修者も数名から数100名までばらつき、グループ学習を導入することが難しかった。大教室で行う講義形式の授業改善の試みとしては、経営学の講義に視聴覚教育、事例研究、バズ学習を組み合わせ改善した実践報告^[61]があるが、多人数講義における双方向コミュニケーションの改善が課題として残っている。

一般に、グループ学習は、次のような利点を持っている。

- 1) 仲間と一緒に楽しく学習できる。
- 2) お互いの意見を交換することにより、発想が広がる。
- 3) お互いに教えあい、誤りを指摘しあうことにより、理解が深まる。
- 4) 分担して力を合わせるにより、大きな課題に対処できる。

逆に、次のような欠点を持っている。

- 1) リーダに頼り、やる人とやらない人の格差が広がる。
- 2) 声の大きい人の考えに引きずられる。
- 3) リーダ不在の場合は、何も進まない。
- 4) きめの細かいチェックとアドバイスが不可欠であり、手がかかる。

以上のことからグループ学習にふさわしい講義科目は、単元の順に積み重ねるものではなく、グループ毎に独立性の高いテーマを設定でき、分担して調べることができる科目である。たとえば、毎年発行される白書などを調べ、最新の情報を用いて発表するような分野を対象とした科目へ適用するとより効果的である。また、きめ細かな指導をするためには、履修者は40名程度が望ましい。逆に、グループ学習にふさわしくない講義科目は、積み重ね的に学習しなければ理解できない基礎的理論的科目である。また、履修者が多すぎると教員の目が行き届かない恐れがあり、極端に履修者が少ないとグループに分ける効果が減少する。

本論文は、100人以上の学生を対象とした大教室で行う応用的講義科目にグループ学習を取り入れ、公開授業における成果発表の場を与える方式（以下、グループ学習型講義方式とよぶ）を考案し、筆者が担当した「情報産業」という1年後期の一般講義科目と、産業界の講師を招いて行う「情報システム特論」という3年後期の特別講義科目に適用したものである。

2.4.2 一般講義科目に対するグループ学習型講義方式^[62]

(1) 特徴

(a) 本提案のフレームワーク

従来のグループ学習は、比較的少人数の学生を対象とした演習科目に適用されているが、筆者が目指すものは、比較的人数の多い学生を対象とした講義科目に適用範囲を広げるものである。ただし、単元の順に積み重ねる基礎的理論的科目ではなく、グループ毎に独立性の高いテーマを設定でき、分担して調べることができる応用的科目を対象としている。理学や伝統的な工学などと異なり、応用的で時代の変化が反映する経営情報学や情報システム学では、こうした特徴を持つ科目が多い。

本提案は、教員が一方向的に講義を行う従来方式を改め、シラバスに従って課題を与え、その調査結果を学生に発表させて、質疑応答および教師の補足説明により授業を進める方式である。

また、人数が多くなると90分15回という枠の中で全員に発表させることは不可能である。そこで筆者らは、発表を担当するチームとレポートを担当するチームに役割を分けた。すなわち、発表担当チームは、予習段階でグループ学習を行い、その成果を発表する。レポート担当チームは、発表を聞いた後、復習段階でグループ学習を行い、その成果をレポートにまとめて提出する。このようにして人数の壁を克服する方式である。

このようなグループ学習を併用した講義方式の教育効果を評価するために、最初の数回の授業は教師が担当し、その範囲の試験を行う。次に学生が発表しながら授業を進め、その範囲の試験を数回行う。これらの試験結果から、発表担当とレポート担当との差、試験の範囲を発表したチームと他の範囲を発表したチームの差を検定して、教育効果を明らかにするものである。

(b) グループ学習型講義方式の進め方

講義科目は、1回90分の講義を15回実施し、予習復習を含めて2単位を与えるのが標準である。通常、祭日や講義の遅れを考慮して12回分程度の講義内容を準備し実施している。

3名から5名を1チームとして全員をチーム分けする。仮に、120名が履修すると1チーム平均4名で30チームとなる。ここでは1回の講義を1チームが担当する形式にして、約10チームを発表担当とし、残りのチームをレポート担当とする。

各講義は、図2.4.1に示す流れで準備し、実施する。

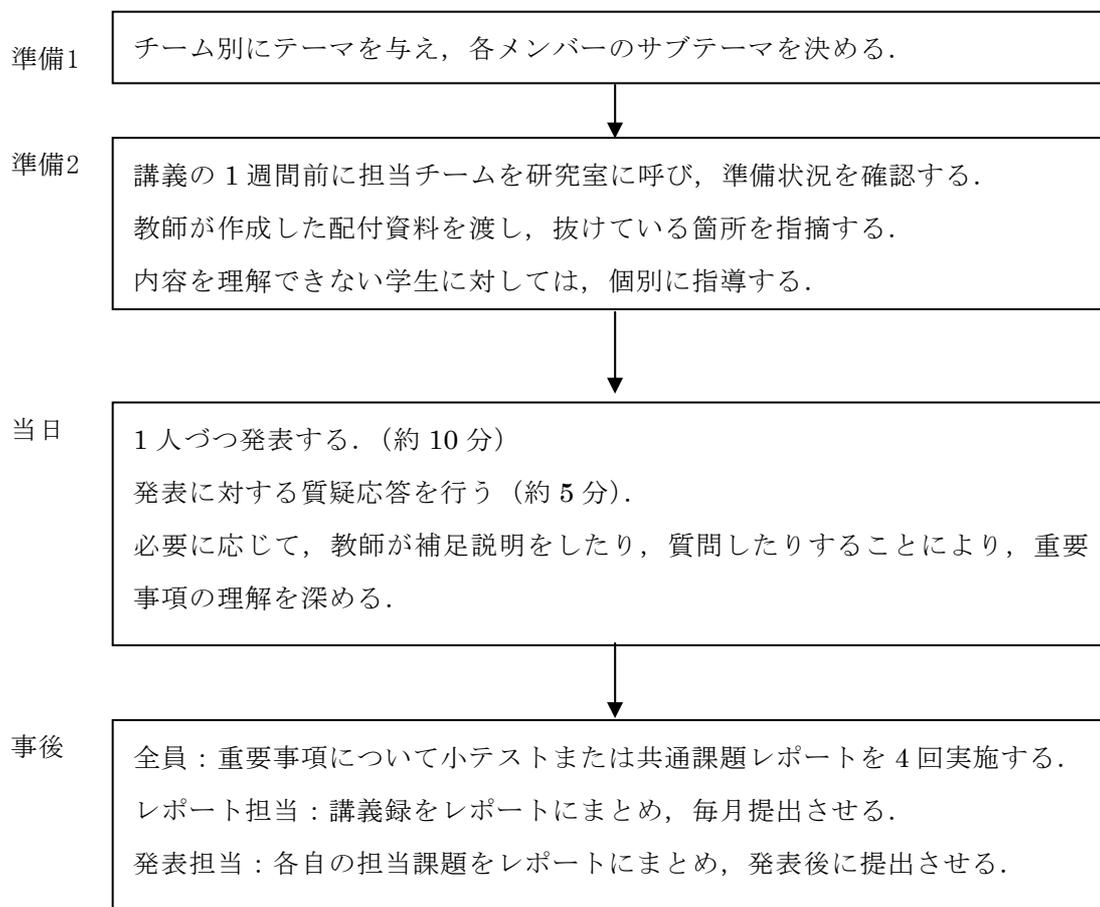


図2.4.1 講義の準備と実施手順

発表担当チーム毎にテーマを与えて発表準備をさせる。テーマ毎に発表に盛り込むべきサブテーマを示し、各メンバーの分担を決めさせて、メンバー全員が発表するようにする。発表準備に際しては、中間段階で前年度に使用した講義資料や参考文献を貸し出し、最新の白書やWebなどで最新のデータを集めさせ、発表資料を作成させる。疑問点に関しては研究室で個別指導する。このようにして、講義内容の漏れや粗密を減少させ、個人評価も可能にする。

各発表担当者は、10分程度の発表を行い、5分程度の質疑応答を行う。質問に答えられない場合は、教員が助け船を出す。質問がでない場合は、教員が質問したり、補足説明したりして双方向の講義になるように心掛ける。活発な質疑応答になるように質問点を与える。レポート担当チームには、毎月1回受講レポートを提出させる。個人別にレポートを作成して提出させるためにチーム編成する意義は少ないが、教え合ったり、分担してまとめたり、それなりに活用できる。発表担当チームは、

自分の担当以外の講義をさぼる可能性があるので、全員に毎月1回の小テストまたは共通課題レポートを提出させる。

シラバスに従った課題をグループ毎に割当て、学生の発表を中心に授業を進めることが、本提案の特徴であり、講義内容の品質保証をするために次のような工夫を行っている。

- 1) チーム編成を行い、チーム単位で1回の講義を担当させることにより、チームとしての責任感、連帯感を高める。
- 2) 前年度に使用した講義資料を事前に渡し、事前準備、事前指導を行うことにより、講義内容の漏れを防止する。
- 3) 最新のデータを最新の白書で調べさせ、発表資料を最新のものに更新させる。
- 4) 発表中の質疑応答および補足説明を行うことにより、学生の説明不足を補い、重要ポイントの理解を深める。
- 5) 講義の受講レポートを書かせることにより、発表担当の学生以外にも学習の動機付けを行う。
- 6) 参考文献を、図書館と担当教員の研究室の両方で利用できるように準備する。その上で、テーマ毎の参考文献を全員に示し、発表準備やレポート作成ができるように配慮する。

(2) 実証実験

グループ学習型講義方式を1年後期に行う情報システム学科向けの選択科目である「情報産業」に適用した。図2.4.2に示すように、企業の仕組みを概観することにより、各専門科目の概論的知識を与えることを狙っている。副次的には、基本情報処理技術者試験「産業社会と情報化」の範囲もカバーしている。

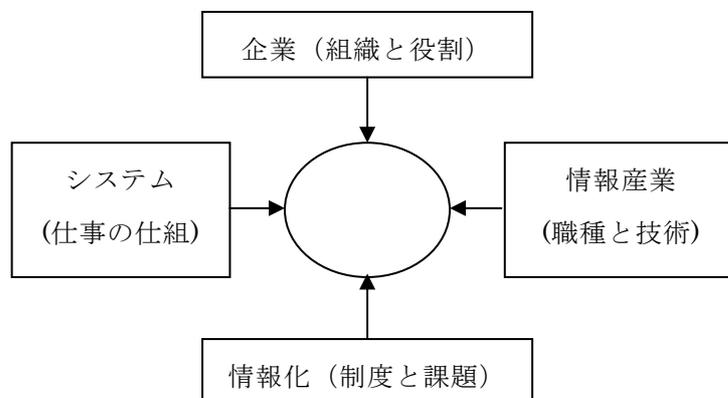


図2.4.2 科目の構成

(a) チーム編成と担当テーマ

表2.4.1の用紙を用いて学生の希望を聴取し，チーム編成をした。発表担当チームに対しては，担当テーマを設定した。

第1週目の講義で表2.4.1の用紙を配付し，第2週目の講義で回収した。第3週目の講義でチーム編成と担当テーマを発表し，第4週目から学生による発表を開始した。ただし，最初の発表担当チームだけは，第2週目に確定し，準備期間を確保した。

表2.4.1 チーム登録票

チーム登録票		チーム番号	
	(3~5名)		
代表者	学籍番号	氏名	
○			
担当(希望番号を○で囲むこと)			
1	発表担当 チーム	発表1回+小テスト4回 希望テーマ()	
2	レポート担当 チーム	レポート3回(講義概要, 疑問に感じた 点, 感想などA4×2頁)+小テスト4回	

(b) 講義の構成

本科目は、企業や仕事のしくみおよび情報化について概観することにより、各専門科目の位置付けを理解しやすくすることを狙っており、表 2.4.2 に示すように 12 テーマを 4 つに分類している。

表2.4.2 講義テーマ

テーマ分類	テーマ名
企業	・ 授業の概要 ・ 企業組織と情報化
システム	・ ビジネスシステム ・ エンジニアリングシステム ・ 社会システム
産業	・ コンピュータ産業 ・ ネットワーク産業 ・ 情報サービス産業 ・ コンテンツビジネス
情報化	・ ネットワーク化と産業社会 ・ 法制度と標準化 ・ 情報化の諸問題

各テーマは、発表担当者数に合わせてサブテーマを設定した。最初の企業に関する 2 テーマの講義は教員が担当し、学生の準備期間とした。

(c) 成績評価方法

表 2.4.3 に示す配点基準で学生の成績を評価した。時間切れで発表できなかった学生は、例外的に担当課題のレポートのみで評価した。

表2.4.3 配点基準

	発表	レポート	小テスト	質問
発表担当	40点	20点×1回	10点×4回	+ α
レポート担当	—	20点×3回	10点×4回	+ α

(3) 評価と考察

全く新しい講義形式のため、最初は学生も戸惑っていたが、新鮮な刺激となり、勉強の意欲が高まり、教育効果が高いことが立証できた。以下、実施結果とその効果および課題を明らかにする。

(a) 実施結果

1) チーム編成結果

学生の希望にもとづくチーム編成は、表2.4.4に示す結果となった。

表2.4.4 チーム編成結果

実施年度	1999年度
履修者数	合計：125→103名 内訳：1年(81→75名)，2年(27→16名)，3年(9→9名)，4年(8→3名) 注：履修申告者→実質履修者
発表担当 60名	A：発表：36名(10チーム) B：未発表：24名(5チーム)
レポート担当 43名	C：チーム編成：19名(5チーム) D：チーム未編成：24名

履修申告した125名の学生は、発表担当60名とレポート担当43名と履修放棄22名に分かれた。発表担当は、発表した学生A（10チーム36名）と時間切れおよび病欠などの理由で発表できなかった学生B（5チーム24名）からなる。レポート担当は、チーム登録した学生C（5チーム19名）と第1週の講義に欠席したためにチーム登録できなかった学生D（24名）からなる。チーム編成は、履修申告の締め切り後にすべきであるが、講義時期の関係から申告前に編成した。

2) チーム別課題の割当

原則として各チームが希望するテーマを表2.4.5のように割り当てた。システムに関する3テーマは4チームが担当，産業に関する4テーマは7チームが担当，情報化に関する3テーマは4チームが担当した。また，メンバー数に応じてサブテーマを増減した。しかし，結果的には増やした分だけ時間が足りなくなり，結局5チームが発表できなくなってしまった。

表 2.4.5 チーム別課題一覧表

分類	テーマ	担当チーム	内容
企業	授業の概要	教師	①授業の狙い ②授業の構成 ③用語の定義 ④産業分類
	企業組織と情報化	教師	①企業組織 ②経営活動 ③経営環境 ④情報システム
システム	ビジネスシステム	1 (5名)	①会計活動と会計情報 ②財務会計と管理会計 ③OA システム ④流通情報システム ⑤流通関連基礎知識
	エンジニアリングシステム	2 (4名)	①生産の自動化 ②CAD/CAM ③CAE ④FA システム
	社会システム	3 (3名)	①予約システム ②情報提供システム ③高度道路交通システム
4 (4名)		④金融情報システム ⑤金融機関のネットワーク化 ⑥顧客とのネットワーク化 ⑦カードシステム	
産業	コンピュータ産業	5 (4名)	①コンピュータ産業とは ②汎用コンピュータ ③パソコン④周辺機器
		6 (4名)	⑤ソフトウェア ⑥半導体 ⑦情報家電 ⑧携帯端末
	ネットワーク産業	7 (3名)	①ネットワーク産業とは ②国内通信, 国際通信 ③移動体通信, CATV
		8 (3名)	④通信系サービス ⑤放送系サービス ⑥モバイル系サービス
	情報サービス産業	9 (4名)	①情報サービス産業とは ②パッケージビジネス ③受託ソフトウェアビジネス ④システムインテグレーションビジネス
		10 (2名)	⑤データベースサービス ⑥アウトソーシング
コンテンツビジネス	11 (4名)	①コンテンツビジネスとは ②映像系ビジネス ③音楽系ビジネス ④ゲーム系ビジネス	
情報化	ネットワーク化と産業社会	12 (4名)	①インターネット/イントラネット ②生産システムと流通システムの統合 ③電子商取引 ④企業システムと社会システムとの接続
	法制度と標準化	13 (4名)	①知的財産権の保護 ②電気通信事業者に対する法制度 ③情報処理技術者と労働者派遣法 ④情報化に関する基準・ガイドライン
		14 (5名)	①国際標準化組織と標準化動向 ②日本の標準化組織 ③EDIと標準化 ④ソフトウェアの標準化 ⑤通信の標準化
	情報化の諸問題	15 (4名)	①セキュリティとプライバシーの保護 ②EUC/ダウンサイジング ③情報リテラシ ④情報化と生活

3) 事前準備と発表

1週間前に研究室に出頭した段階での準備のレベルは、チームによってさまざまであったが、本講義方式を導入する前の講義で教員が作成したPowerPoint画面の縮刷り資料を渡すことによりある程度のレベル合わせを行った。

教員の資料で発表した学生、教員の資料+補足資料で発表した学生、独自の資料で発表した学生など、学生の対応はさまざまであったが、その都度、発表に対する評価を全員の前で行ったので、授業の後半は独自資料で発表する学生が増えた。

発表の仕方についても、準備した原稿を棒読みにする学生や教員以上に旨い説明をする学生とさまざまであった。聴衆が理解していないと感じた項目は、教員が特定の学生に質問し、その学生から質問させるように仕向けた。発表者の答えが不十分の場合は教員が補足説明した。このように全員参加の双方向の授業になるように心掛けた。

発表に対する質疑応答を活発化するため、質問点（普通の質問：5点、良い質問：15点）を与えたが、質問者が特定の学生に偏る傾向は是正できなかった。

大教室の講義であるため、パソコンのプレゼンテーションツール(Power Point)を用いて資料を用意し、毎回、2頁24画面（6画面/枚の縮小版を両面印刷）の資料を配付し、大画面プロジェクタに写して補足説明を行った。授業の前半はOHPを用いて発表する学生が多かったが、後半は独力でPower Pointを勉強して資料を作り、パソコンを用いて発表する学生も増えた。

(b) 小テストによる評価

理想的には、学生を2つのグループに分け、従来の講義形式で実施したグループと提案方式で実施したグループの違いを評価すべきであるが、実際の教育現場で実現することは難しい。そこで、次善の策として小テストとテスト範囲を担当したチームに着目し、その成績を比較した。比較結果を表2.4.6に示す。

小テスト1は、教員が講義した範囲から出題したものであり、「250名の会社において、ピラミッド組織とした場合、各階層の人数を求めよ。但し、スパンオブコントロールは5人とする」という問題である。小テスト2は、チーム1が担当した範囲から出題したものであり、「裏ページにコピーした会社四季報のデータを利用して、日産自動車といすゞ自動車の収益性と安全性を比較しなさい。」という問題である。小テスト3は、チーム4が担当した範囲から出題したものであり、「クレジットカードとデビットカードを比較しなさい（消費者からみた利点と欠点、小売業からみた利点と欠点）」という問題である。各々10点満点で採点した。

表 2.4.6 小テスト結果の比較

	テスト1	テスト 2	テスト 3	テスト2- テスト1	有意水準5% の信頼区間	テスト3- テスト1	有意水準5% の信頼区間
チーム1 (5名)	8.0 1.0	9.6 0.8	7.9 0.8	1.6 1.1	3.0 0.2	-0.1 1.4	1.7 -1.9
チーム4 (4名)	7.5 0.0	6.4 3.9	9.3 1.0	-1.1 3.9	4.3 -6.5	1.8 1.0	3.2 0.3
発表担当 (56名)	6.5 3.2	8.9 2.3	7.4 2.9	2.4 3.4	3.2 1.7	0.9 3.9	1.8 0.1
レポート担当 (43名)	6.9 2.3	7.2 3.8	6.4 2.9	0.3 4.5	1.4 -0.9	-0.5 3.7	0.4 -1.4
全員 (99名)	6.7 2.9	8.2 3.2	7.0 2.9	1.5 4.1	2.2 0.8	0.3 3.9	1.0 -0.3

注：上段は平均点，下段は標準偏差を示す。（信頼区間の上段は上限値，下段は下限値を示す）

小テスト1に関しては、全員の平均が6.7点に対し、チーム1の平均点は8.0、チーム4の平均点は7.5と優れているが、チーム1とチーム4の差はそれほど大きくない。また、発表を担当する学生のグループ（以下発表担当とよぶ）の平均点とレポートを担当する学生のグループ（以下レポート担当とよぶ）の平均点もあまり変わらない。これに対し、小テスト2と小テスト3に関しては、条件により有意な差が認められる。

個人の能力差を排除するために、各個人ごとに小テスト2と小テスト1の得点差および小テスト3と小テスト1の得点差を求め、この得点差に対するグループ毎の信頼区間を求めることによって、小テスト間の平均点に差がないかどうかの検定を行う。

サンプル数が少ないチーム1とチーム4に対しては、*t*-分布表を用いた小テスト間での平均値に差がないかどうかの検定を行う。サンプル数が多い発表担当とレポート担当に対しては、標準正規分布を用いた小テスト間での平均値に差がないかどうかの検定を行う。

- 仮説1a：小テスト*i*の範囲の発表を担当したチームの小テスト*i*と小テスト1の平均点に差がない。
- 仮説1b：他の範囲の発表を担当したチームの小テスト*i*と小テスト1の平均点に差がない。
- 仮説2a：発表担当において、小テスト*i*と小テスト1の平均点に差がない。

- 仮説2b：レポート担当において、小テストiと小テスト1の平均点に差がない。

上記の仮説を有意水準5パーセントで検定した。結果は以下のとおりである。

チーム1については、発表を担当した小テスト2と小テスト1の得点差の信頼区間が3.0から0.2であり仮説1aは棄却され、担当していない小テスト3と小テスト1の得点差の信頼区間が1.7から-1.9であり仮説1bは棄却されない。このことから、発表を担当した小テスト2の成績はよくなっているが、担当していない小テスト3の成績はよくなっていないといえる。

同様にチーム4についても、発表を担当した小テスト3と小テスト1の得点差の信頼区間が3.2から0.3であり仮説1aは棄却され、担当していない小テスト2と小テスト1の得点差の信頼区間が4.3から-6.5であり仮説1bは棄却されない。このことから、発表を担当した小テスト3の成績はよくなっているが、担当していない小テスト2の成績はよくなっていないといえる。

また、発表担当56名については、小テスト2と小テスト1の得点差の信頼区間が3.2から1.7、小テスト3と小テスト1の得点差の信頼区間が1.8から0.1であり、いずれも仮説2aが棄却される。これに対して、レポート担当43名については、小テスト2と小テスト1の得点差の信頼区間が1.4から-0.9、小テスト3と小テスト1の得点差の信頼区間が0.4から-1.4であり、いずれも仮説2bは棄却できない。このことから、発表を担当することが他のチームが担当した発表に対しても関心が高まり、波及効果が期待できるといえる。

(c) 学生による評価

学生を次の4つのグループに分け、最終講義時のアンケート調査結果を比較した。

- A：実際に発表した学生（発表A）
- B：時間切れや欠席などで発表できなかった学生（発表B）
- C：チーム編成したレポート担当の学生（レポートA）
- D：その他レポート担当の学生（レポートB）

期末試験直前のため欠席者が多く、実質履修者103名中、回答者は77名であった。その結果を以下に述べる。

1) 講義形式に関する評価

学生が発表し、教員が補足説明する形式について、**図2.4.3**のとおり、良いという答えが、A 68%、B 78%、C 42%、D 57%と発表担当に多い。

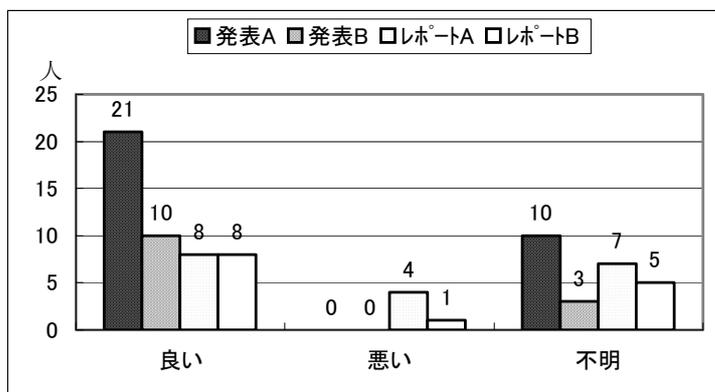


図2.4.3 講義形式に関する評価

良い理由としては、「貴重な経験」（A 66%, B 43%, C 13%, D 31%）, 「理解が深まる」（A 31%, B 57%, C 50%, D 54%）との意見である。悪い理由としては、「時間の無駄」との意見が、A 3%, B 0%, C 38%, D 15%とレポート担当に多い。

チーム編成（Dを除く）については、図2.4.4のとおり、役に立つという答えが、A 81%, B 62%, C 33%と発表担当に多いが、逆に、レポート担当からはチーム編成の意味が分からないとの意見も出た。

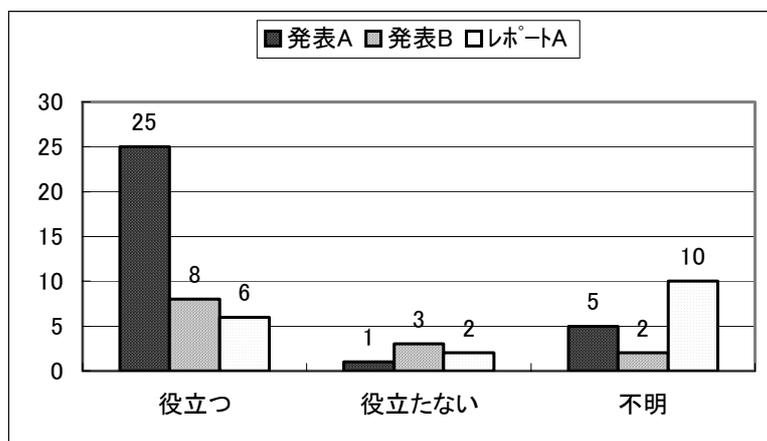


図2.4.4 チーム編成に関する評価

チームの活用内容は、発表準備（A 72%, B 17%）, レポート作成（A 16%, B 33%, C 50%）である。逆に、活用しなかった学生が、A 4%, B 50%, C 50%と発表した学生以外の中に多数いる。

メンバー数は、図2.4.5のとおり、ほぼ全員3～5名がよいと答えた（A 100%、B 100%、C 95%、D 83%）。

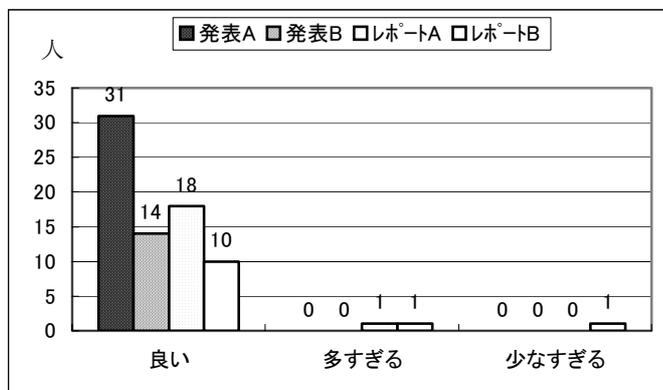


図2.4.5 メンバー数に関する評価

メンバーの選定方法は、多くの学生が好きな仲間とチームを組む申告制を望んだ（A 97%、B 85%、C 68%、D 43%）。

2) 興味を持った分野

興味を持った分野としては、図2.4.6のとおり、レポート担当より発表担当の方がばらついた回答であった。これは発表を担当した分野に興味をもった学生が多かったためであり、表面的興味から具体的興味へと深化している。

3) 成績の評価方法に関する評価

成績は各項目の加重和で評価したが、その配点に関しては、図2.4.7に示すとおり、A 61%、B 29%、C 79%、D 62%がよいと答えた。Bが低いのは時間切れで発表できず発表点がつかなかったためである。また、34%が不明と答えたが、これは先生が決めることだという意見や発表点が大きすぎるという意見である。

質問点を加点したことに関しては、A 33%、B 67%、C 32%、D 57%がよいと答えた。よい理由として、授業が活発になるという意見が多い。不明と答えた学生が多いが、これは無条件に質問点を5点（良い質問に15点）与えたことに対する批判であり、質問の質を問うべきだという意見が多数出された。

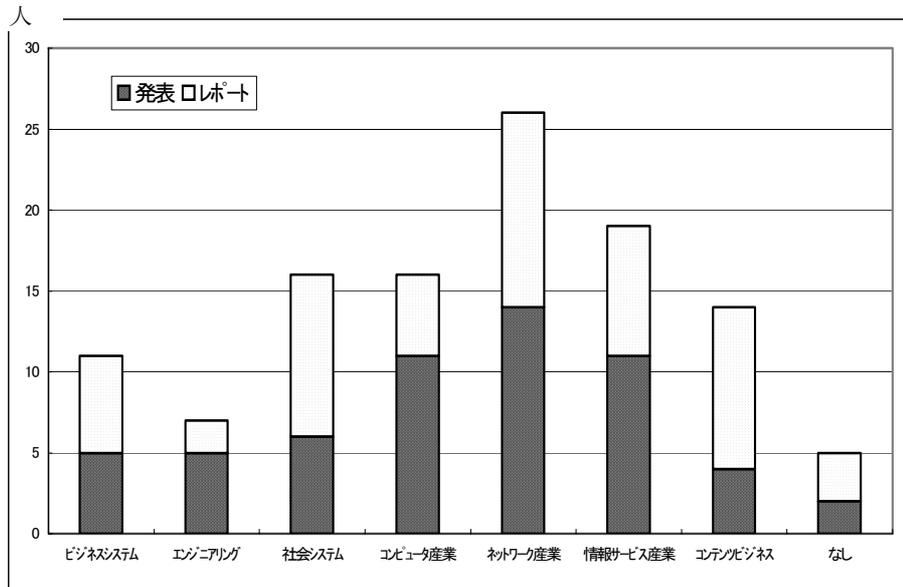


図2.4.6 興味を持った分野

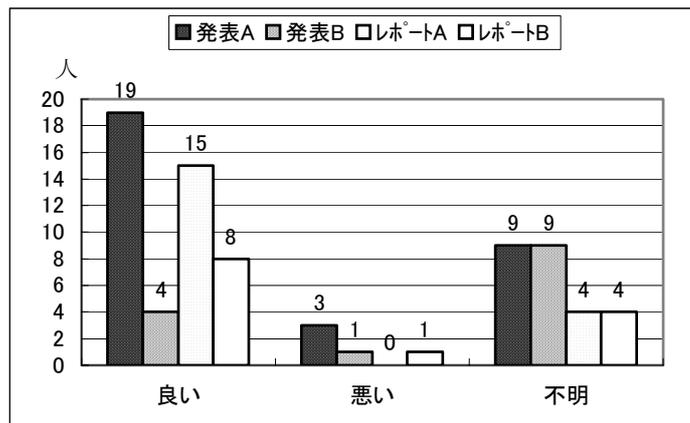


図2.4.7 成績の評価方法

4) 自由意見

非常にたくさんの意見が寄せられたが、その中から講義形式に関する主な意見を表 2.4.7 にまとめた。

Aの学生からは本方式の効果が顕著に現れた意見を得ることができた。Bの学生からも好意的な意見が得られたが、発表できなかった不満もでていいる。Cの学生とDの学生はほぼ同じ意見であり、好意的な意見と発表担当チームに対する不満がでていいる。

以上のとおり、発表担当チームの人数枠や発表担当チームの出席率などまだまだ課題は多いが、講義形式の授業に比較して、活発な意見が集まっている。

表 2.4.7 主な自由意見

グループ	良い意見	悪い意見
A：発表担当	<ul style="list-style-type: none"> ・すごく緊張したが、この経験は社会に出て役に立つと思った。 ・発表準備は大変だったが、担当分野は詳しくなった。 ・始めは戸惑ったが楽しかった。 ・発表準備の時に先生が丁寧に教えてくれて、身についたと思う。 ・皆の説明はよかった。 ・新鮮で面白い授業であった。 ・とてもよい授業だった。 ・貴重な体験できた。 ・受身の授業よりよい。 ・説明の上手な人を見て感心し、自分の力不足を痛感した。 	<ul style="list-style-type: none"> ・本当に理解して発表しているか疑問だった。 ・インターネットを活用したが、なかなか見つからず苦労した。 ・学生の教室からの出入りが多く気になった。 ・私語が多い学生がいて迷惑した。
B：発表担当	<ul style="list-style-type: none"> ・学生が発表する形式は積極性が高まりよかった。 ・興味を持って聞くことができた。 	<ul style="list-style-type: none"> ・発表できないチームができたのは悪い。 ・発表したかった。 ・資料なしでレポートをまとめるのが大変だった。
C：レポート担当	<ul style="list-style-type: none"> ・生徒が積極的に授業に参加できる方式はよい。 ・講義内容を毎回レポートにまとめさせる方式は理解を深める。 ・自分でまとめることは自分のためになる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・学生が発表する形式はよいが、時間がかかりすぎ予定した講義が残ってしまったことは問題である。 ・発表担当チームの学生がよく調べて発表し、発表後も出席するような仕組みを作ってほしい。 ・先生が説明したらもっと深くカバーできたのではないか。 ・新鮮な方式であったが改良の余地がある。 ・レポートの課題は参考書に載っていないものが多く苦労した。
D：レポート担当	<ul style="list-style-type: none"> ・今までにない講義形式でよかった。 	<ul style="list-style-type: none"> ・学生の発表の中に分からないものがあつた。 ・発表点が40点と大きすぎるため、発表担当チームの出席率が悪い。 ・出席しないで友達のレポートを写して仕上げる人が多かつた。

(4) まとめ

100人以上の学生を対象とした大教室で行う経営情報系講義科目のうちで応用的な色彩の濃い科目にグループ学習型講義方式を導入する方法を提案し、この提案にもとづく試みを1999年度の「情報産業」という講義科目で行った。その結果、以下の事項が確認された。

1) 大教室で実施する講義にも、図2.4.1に示すように履修者を4名前後のチームに分

- けて役割分担させることによりグループ学習方式を導入することが可能である。
- 2) 座学に慣れ親しんだ学生にとって、学生の発表を中心としたグループ学習型講義方式は、新鮮な刺激となり、勉学意欲が高まり、教育効果が大きいことが、表6の小テスト結果および図3の学生による評価結果から立証できた。
 - 3) 講義は表5の分担で実施したが、1回の授業を複数のチームが担当する講義では時間不足となることが多かった。1回1グループ4名程度に限定することが改善点である。
 - 4) 40名程度の授業なら全員に発表を担当させることができるが、100名前後の授業でも、履修者を発表担当とレポート担当に分けてグループ学習型講義方式を導入することが可能であることを実証した。
 - 5) ただし、発表担当とレポート担当との間に意識の差が生じるため、表6の小テスト結果に示すように両者に教育効果の差が生じる。この差を埋める工夫が今後の課題である。

これらの反省に立ち、2年目も同様の試みを行った。すなわち、90分で実施するのは1テーマ1チーム4名程度に限定することにより、講義の遅れを防止した。教員の負荷は相変わらず大きい、講義資料が蓄積され、複数の学生の手で改良され、分かりやすくなるという効果が認められた。今後も同様の試みを続け、グループ学習型講義方式を確立するつもりである。

教育効果をどのように測り評価するかは、古くて新しい課題である。いろいろの視点から多面的に教育効果を評価する必要がある、たとえば、社会で活躍する人材をいかに輩出したかで評価すべきであるが、時間遅れが問題となる。すなわち、30年後によい教授法であったと評価できたとしても、社会環境や、学生の意識、教育内容、教育ツールなど環境変化が大きく、新しい時代にあった教授法であるとは必ずしもいえない。

今回の評価は、小テストの点数による統計学的な検討とアンケート調査による学生の反応から評価した。しかし、前期に教えたことが後期にはほとんど忘れ去られている実態をみると、試験結果を比較して評価する方法は必ずしもよい評価方法とはいえない。大学においては学生による授業評価が広く採用されており、岡林は教授法と学生の満足度との間の因果モデル^[63]を示しているが、学生の満足度が高ければ、教育効果も高いという仮説は証明していない。

このように教授法の評価は大変難しく、教員個人の工夫にとどまっており、共通の知見として蓄積されにくい。教育効果を計る先行指標を見出し、教育の評価法を

確立することにより、各教員の工夫を共通の尺度で評価して蓄積し、共通の財産にすることが最大の課題である。

今回提案の教授法を実施する際の問題点は、教員が発表担当者の指導に多くの時間を取られることである。今後、電子メールなどの活用により、教員の負荷増大を少しでも押さえる方法を研究する予定である。

2.4.3 特別講義科目に対するグループ学習型講義方式^[64]

(1) 特徴

先生の使命は、知識を与える前に、学生が自ら学ぶように動機付けることである。筆者が専門とする情報システム学のような実学分野における動機付けのための有効な手段として、従来から「××特別講義」とか「××特論」という名前の授業で、成功体験を持つ人々を講師として招聘し、経験談や人生観を聞かせる講義は各大学で行われている。しかし、それらの効果については十分な検討が行われていない。

本研究では、こうした特別講義の中にもグループ学習を取り入れることにより、学生たちの参加意識を高め、一層の動機付けを狙ったものである。すなわち、グループ単位に講義の進行を学生自身に行わせること、講義内容の事前調査・事後調査を行わせること、最後に調査結果の発表会を行うことが本方式の特徴であり、学生達の参加意識を高め、目標を与え、動機付けを行う。動機付けられた学生は、自ら勉強するようになり、そこで修得したものは、血となり肉となることが期待される。また、理論と実践の両面から学ぶことの重要性を自覚させることも本授業方式の狙いである。

筆者が考案した特別講義向けグループ学習型講義方式は、次のような特徴を持っている。

1) 第一線で活躍している複数の企業人の話を聞く。

従来の非常勤講師は負荷が大きく、担当いただける方も限られていた。これに対し、本方式は毎回異なる講師に1回2コマを担当いただくもので、第一線で活躍している経営者をお願いしやすくしたのが特徴である。1コマでは経験談を聞くには短すぎる。3コマ以上では学生の緊張が持続できない。複数の週にまたがると遠隔地からお呼びする講師の負担が大きい。毎回異なる講師とすることにより、視点の違い、共通する事柄と個別の事柄などを認識させることができる。また、変化の激しい分野であり、その時代にあった講師をタイムリーにお願いすることも可能となる。

2) 専任教員および一般聴講生を参加させる。

複数の教員および社会人を参加させることにより、講義を活発化したのが特徴である。社会人同士の質疑応答により、学生とは異なる着眼点を示す効果もある。ただし、学生達が理解できない質疑応答に陥りやすいので、必要に応じて専任教員が補足説明をすることが肝要である。また、学生の理解度を高めるために、担当教員が事前に講義資料を入手し、必要に応じて内容に注文を付けたり、配布資料に手を入れるなどの支援を行うのが特徴である。

3) 学生自身に司会進行をさせる。

学生をグループ分けし、講義ごとに担当グループを決めるのが特徴である。担当グループには、事前に講義資料を渡して準備させ、当日の司会進行を担当する。この方式は、学生の参加意識を高め、初対面の講師と学生との壁を低くする効果がある。また、講義終了後の講師との会食、事後調査、発表とフォローアップ学習させることにより学習効果を高めている。

4) 毎回の受講レポート提出および最後の発表会を行う。

外部講師はいろいろな事例を示しながら講義をすることが多く、本質が事例の中に埋もれる場合も多い。そのため、ただ面白い話であったと思うだけで終わってしまう危険性がある。その事例の中から何を学び取ったかを考えさせ、まとめさせる作業は不可欠である。また、学生達はレポート作成を通してある程度の理解と疑問をもっており、最後に発表会を行うことにより、この疑問に答える場を作っている。活発な学生同士の質疑応答が実現でき、発表者が立ち往生することも度々あるが、適宜専任教員が助け舟を出し、誤りを訂正する。このような全員参加の能動的な双方向授業が特徴である。

特別講義向けグループ学習型講義方式の構成

提案する特別講義向けグループ学習型講義方式は、外部講師による講義とグループ学習を組み合わせたものであり、図2.4.8に示す役割分担で実施する。

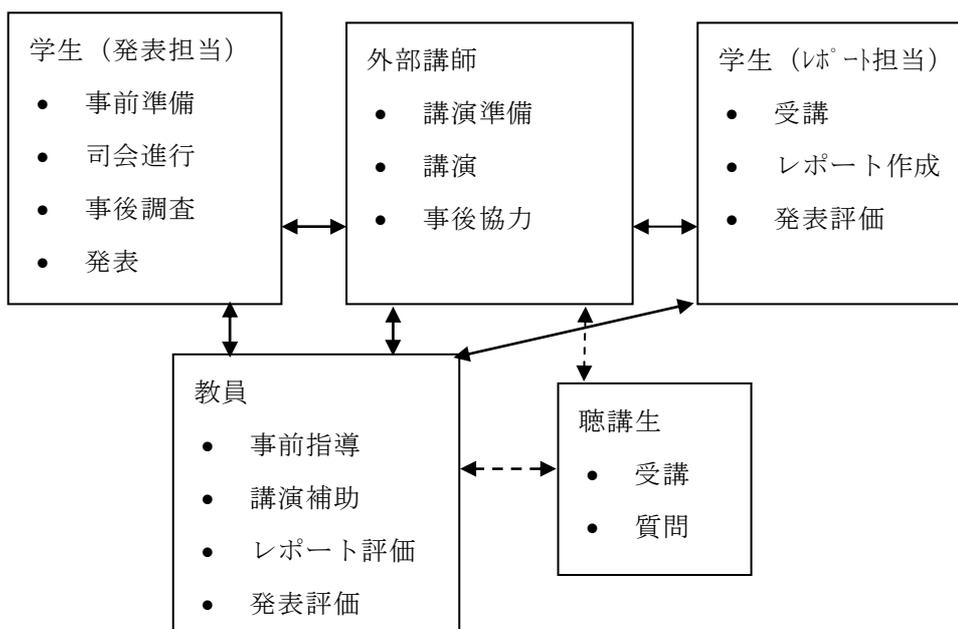


図 2.4.8 特別講義向けグループ学習型講義方式における役割分担

すなわち、次のような授業の進め方である。

1) 授業準備段階

- 常にホットな話題を提供いただくため、実業界から毎回異なる外部講師を招いて講義いただく。非常勤講師の任用手続きのような形式的で面倒な作業は省き、専任教員の授業に一線で活躍している実務家をお招きしてお話いただく形式としている。なお、毎年聴講する一般社会人の常連の聴講生もいるため、同じ講師を避けるためでもある。
- 担当教員は外部講師から講義内容を事前に入手し、必要に応じてアドバイスおよび修正依頼を行う。教育に不慣れな講師は、多くのことを盛り込みすぎる傾向があり、学生が消化不良にならないように事前のアドバイスは不可欠である。
- 学生中心の授業運営とするため、履修者をチーム編成し、1回の講義を1チームに担当させ、司会進行させる。これは初対面の講師と学生の距離をちぢめる効果がある。
- 質疑応答を活発化させるために、担当チームには講義内容を事前に渡し、質問を用意しておく。

2) 授業実施段階

- 一般社会人が聴講できる公開授業とする。社会人を加えることにより質疑応答が活発になる。社会人がどのような点に関心をもっているかを学生に聞かせるのも新鮮な刺激となる。
- 講義には担当教員が同席しフォローする。学生が理解できない社会人同士の質疑応答に対し、割り込んで補足説明することにより学生不在の講義になることを防止することも必要である。
- 講義終了後、外部講師と担当チームの学生で昼食会を行う。これは、講義に対する感想を外部講師にフィードバックする場でもあり、また、発表準備のために追加質問しやすい環境作りにもなる。

3) 事後フォロー

- レポート担当の学生は、次回の講義までに受講レポートを作成し提出する。採点は担当教員が行うが、外部講師にお願いすることもある。
- 担当チームは、講義内容に関連した調査を行い、最後の授業で発表する。聞いたことを鵜呑みにしないで、必ず自分で確かめる習慣をつけさせるため、講義に登場した事例を自分で調査し、発表し、学生同士の質疑応答により理解を深めることを狙っている。

(2) 実証実験

筆者が担当する「情報システム特論」に本方式を適用した。本授業は、3年後期に行う情報システム学科向けの選択科目であり、各組織体の現実の姿をいろいろな角度から知り、広く情報システムを学ぶことを狙いとしている。表2.4.8は、1999年度から3年間にわたって実施した内容である。

外部講師および一般社会人が参加しやすいように隔週土曜日の1限と2限に実施した。第1回の授業ではオリエンテーションとチーム編成、および第2回から第6回のテーマに関連する予備知識を与える。第2回から第6回は5名の外部講師（地元と東京の講師で編成）による講義であり、一般にも公開する。最終回は学生による発表会という構成とした。

外部講師が担当する5回分に対し、各々担当チームを割り当てるので、5チームを発表担当、残りをレポート担当とした。

表2.4.8 情報システム特論の実施内容

		1999	2000	2001
参加者		履修135名→実質101名	履修89名→実質75名	履修58名→実質40名
		聴講生10～20名	聴講生7～13名前後	聴講生4～12名前後
チーム編成		発表担当22名(5チーム)	発表担当15名(5チーム)	発表担当17名(5チーム)
		レポート担当79名	レポート担当60名	レポート担当23名
実施日		隔週土曜日1, 2限	同左	同左
講義内容	第1回	オリエンテーション	オリエンテーション	オリエンテーション
	第2回	情報収集の現状と課題 (調査会社常務)	経営を支える情報システムの構造と意義(コンサルタント社長)	SIビジネスの現状と競争力強化に向けた変革(SI会社常務)
	第3回	プロジェクト管理の体験的方法論(コンサルタント)	大変革時代における情報システムの動向(ソフトウェアハウス社長)	コンサルタント事業の実態と古町商店街活性化プロジェクト(コンサルタント社長)
	第4回	電子商取引の現状と将来(実証推進協議会主席研究員)	サプライチェーンマネジメントの現状と将来(製菓会社取締役)	インターネットビジネスの現状, EC, プロバイダ事業など(ネットワーク会社社長)

	第5回	銀行の情報システム 昨日・今日・明日（銀行系研究所常務）	インターネットの仕組みとプロバイダについて（サービスプロバイダ常務）	企業情報システムの過去・現在・未来（コンサルタント社長）
	第6回	県の情報化の現状と施策（県庁参与），県の情報産業の現状と振興策（県庁課長）	無線通信システムビジネスの現状と将来（通信機会社社長）	当社の歴史を通して見たベンチャービジネスの実態（ソフトウェアハウス社長）
	第7回	チーム発表	同左	同左
役割分担	発表担当	担当授業の進行（司会，質問誘導），授業終了後に外部講師と会食，最終回に担当授業に関して調査した内容を発表する。		
	レポート担当	毎回，講義内容の要約と感想をレポートにまとめて提出する。		

(3) 評価と考察

従来の非常勤講師による特別講義のような受身の講義から脱却し，教育効果が高い双方向の講義が実現できた。

毎回出席票を兼ねて各講師および講義内容，配付資料に対する3段階評価（良い，普通，悪い）および自由意見を書かせた。講義形式に関する意見としては，発表担当の全員が「良い」との回答であり，レポート担当の6割が「良い」，2割が「悪い」，2割が「不明」との回答であった。社会人の参加に対しては，発表担当もレポート担当も9割が「良い」，1割が「不明」との回答であった。

各講義に対する学生による評価と専任教員による特徴分析結果を比較すると，表2.4.9に示すように，講師の良し悪しと講義内容の良し悪しとの学生評価点の相関係数は0.88を示し，講師に対する学生評価点と話術の上手/下手の相関係数は0.76，講義内容に対する学生評価点と話術の上手/下手の相関係数は0.63といずれも高い値を示している。このことから，ある程度の話術を備えた外部講師を選ばなければ，いくらよい内容の講義であっても教育効果は低いといえる。

表2.4.9 学生による授業評価（1999-2001）

学生による評価点			教員による特徴分析			
講師	講義内容	配布資料	話術	テーマ	量	質
9.7	9.6	8.6	上手	専門的	適量	普通
9.6	8.8	8.3	普通	ホット	多い	普通
9.5	9.2	9.4	上手	専門的	多い	高度
9.1	8.8	5.7	上手	身近	多い	普通
8.8	8.9	7.2	普通	身近	適量	平易
8.8	7.7	5.1	上手	身近	少ない	高度
8.2	8.6	9.1	普通	身近	多い	平易
8.2	8.2	9.3	普通	専門的	多い	普通
7.8	7.4	9.1	普通	ホット	適量	普通
7.2	7.2	6.6	普通	専門的	適量	普通
7.0	6.3	6.6	普通	専門的	多い	高度
6.9	7.3	6.7	普通	ホット	多い	平易
6.7	6.2	8.0	下手	ホット	少ない	平易
6.3	6.5	6.1	普通	身近	多い	平易
5.9	7.2	9.1	下手	専門的	少ない	高度

注：評価点は、良い10、普通5、悪い0として加重平均値を示す。

テーマの特徴は、「ホットで身近な話題」というように重複するが、最も目立った特長を1つ示す。

相関分析	講師	講義内容	配布資料	話術	テーマ	量	質
講師	1						
講義内容	0.88	1					
配布資料	0.11	0.32	1				
話術	-0.76	-0.63	0.28	1			
テーマ	-0.11	-0.03	0.49	0.14	1		
量	0.25	0.27	0.04	-0.32	-0.03	1	
質	-0.16	-0.08	-0.05	0.30	-0.51	0.18	1

同様の傾向は最終回の発表会に対する学生評価にも認められ、表2.4.10に示すように発表内容の良し悪しと説明の良し悪しとの評価点の相関係数が0.81を示した。

表2.4.10 学生による発表評価

年度	チーム	発表人数	発表内容	説明	合計点	コメント
2000	1	2	7.1	5.8	12.9	がんばったが空回り気味
	2	4	7.8	7.6	15.4	チームワークがよい
	3	2	7.5	6.4	14.0	空回り
	4	5	7.4	6.2	13.5	独自性なし
	5	2	7.8	7.5	15.3	がんばった
2001	1	3	8.0	7.1	15.1	チームワークが悪い
	2	4	8.1	7.0	15.0	チームワークが悪い
	3	3	7.1	6.3	13.5	準備不足
	4	3	7.4	7.2	14.7	独自性なし
	5	1	8.5	8.0	16.6	1人でがんばった

個人別の成績は、発表担当は最終回の発表点で評価し、レポート担当は毎回提出するレポート評価の合計点で評価した。発表担当とレポート担当の不公平感をなくすために、表2.4.11に示すように毎年採点基準を変えて評価したが、まじめで積極的な学生が発表担当を選ぶ傾向にあるため、発表担当の優位は変わらなかった。

表2.4.11 情報システム特論の採点基準

	人数		成績				評価基準				
	発表担当	レポート担当	発表担当		レポート担当		発表担当			レポート担当	
			平均	標準偏差	平均	標準偏差	発表点	レポート点	出席点	レポート点	出席点
1999	22人	79人	89.5	10.0	70.8	22.2	60	40×1回	0	20×5回	0
2000	15人	60人	80.9	6.2	68.8	22.6	45	30×1回	5×5回	15×5回	5×5回
2001	17人	23人	79.5	18.5	44.8	35.9	30	15×3回	5×5回	15×5回	5×5回

本講義の最大の狙いは動機付けであり、外部講師の講義に触発され実務的な卒論テーマを採用する学生が増えることを期待したが、そのような事実は認められなかった。これは、本講義を履修する前に研究室が決まっていることに起因しており、研究室の指導教員の専門分野によって卒論テーマが左右されるため、卒論テーマから影響度を見ることは困難であった。ただし、情報システム系の学生が本講義を履修する比率が初年度の1999年度は17%であったが、次年度の2000年度は53%に急増した。その結果、卒論テーマと講義内容との関連があった学生の割合も17%から40%へと高くなった。その内訳を表2.4.12に示す。

表2.4.12 発表担当の所属研究室と卒論テーマの関連

(I S : 情報システム, C S : コンピュータサイエンス)

年度	所属研究室の人数				卒論テーマと関連があった学生数			
	I S系	C S系	その他	不明	あり	若干あり	なし	不明
1999	3	6	11	2	3	5	12	2
2000	8	5	1	1	6	2	6	1

(4) まとめ

大教室で行う講義に、事前・事後のグループ学習を取り入れ、学生の視点で授業を運営する公開授業と最終授業における成果発表の場を与えた。その結果、学生の授業への参加意識が高まり、活発な質疑応答が起り、勉学意欲が高まった。すなわち、協調的達成力を育む場となった。

具体的には、以下の効果と今後の課題が明らかになった。

- 1) 従来の受身の授業からの脱却でき、双方向の授業が実現できた。特に、講義内容の裏付け調査をさせて、話と実態の差を分析させ発表させることにより、多面的な見方の重要性を認識させることができた。
- 2) 内容面だけではなく、ある程度の話術を備えた外部講師を選定しないと学生への刺激が半減することが分かった。このことは常勤講師についてもいえることではあるが、教育に不慣れな産業人をお願いするため顕著な差となって現れる。
- 3) 所属研究室の影響が大きいこともあり、卒業研究テーマや就職先の選定への動機付けへの効果は認められなかった。研究室が決まる前に、外部の刺激を与えて広い視野から自分の将来を考えられるようにする必要性を感じた。

- 4) 発表担当の評価点が高くなったが、真面目な学生が発表担当を希望する傾向にあるため、必ずしも教育効果の差を示すものではない。また、同じ授業の中で教育効果の差がある役割分担をさせることは問題であり、この点の改善も課題である。
- 5) 履修生が年々減少したことが問題である。本授業方式のような通常授業以上に学生の負荷が大きい科目は敬遠される傾向にある。通常、非常勤講師による集中講義は楽勝科目と考える学生が多く、本授業の噂が浸透した結果と思われる。
- 6) 地方大学の場合、東京から外部講師を招くことが多いので、予算確保が課題である。通常の非常勤講師の交通費、宿泊費に加え、学生との会食費や調査費が必要となる。特に、国立大学法人に認めさせるのは大変である。

第3章 協調的達成力を高める研究活動の場の構築

3.1 提案の狙い

企業経営は近年の国際的競争環境のもとで厳しさを増し、新しい市場への迅速な対応や、企業間連携などによる戦略的経営が要求されている。企業経営においては、戦略的研究開発が必要となり、研究開発の位置付けや評価がますます重要となっている。また、企業の研究所における研究開発に対して、その経済効果や投資効果がますます大きく期待されている。そのため研究開発への短期的な投資効果を求める傾向があるが、差別化できる技術というものは、一朝一夕に確立できるものではなく、長い年月をかけて蓄積する必要がある。このような経営からの要求と技術の特質を両立するためには、的確な研究評価法を確立し、これにもとづく研究管理を実施していくことが大変重要である。

研究とは、事物・機能・現象などについて新知識を得るために、あるいは、既存の知識の新しい活用の道を開くために行う創造的な努力および探求をいう[65]。研究は、大学などで行う学術研究と、企業などで行う企業研究に大別される。また、研究開発は、基礎研究、応用研究、開発に大別されるが、近年、各領域の融合が進んでおり、基礎研究、応用研究、開発という分類は、実態に合っていない。企業における研究開発は、基礎研究も応用研究も企業の事業貢献を目的としたものである。事業は、研究開発以外の経営要因に左右されることが多く、また、研究開発の成果が事業に反映され評価されるのは、相当の時間的遅れがある。そのため、研究開発活動を直接的に評価することは大変困難であり、研究管理現場で運用し易い現実的な評価指標を考案することが必要である。従来の研究開発の評価法として、研究開発資源の投入量と売上や利益などの産出額から導かれる経済的評価指標を用いる方法がある^[66]。また、企業や国立研究所などでは、複数の評価者がいくつかの評価項目について主観的に評価し、これを集計して最終的な評価を行う方法が採用されている。しかしながら、これらの評価結果は、経営トップや管理部門向けの資料として使われることが多く、この評価結果のみでは企業

の研究活動や研究開発テーマの良否の判断はできない。現実には、いろいろな要因を総合的に考慮して判断している。また、従来の評価方法はプロジェクトや製品を評価対象としており、個別の研究部門の生産性を評価したり、毎月評価したりして、その結果を翌月の研究管理にフィードバックするような利用の仕方には不向きである。

本章においては、日常の研究活動に、自部門の研究管理者が自ら設定したグループの評価指標による目標管理の場を与えることにより、協調的達成力向上を目指す方法を提案する。すなわち、日常の研究活動の中から得られる客観的で定量的なデータから算出できる評価指標にもとづいて、企業研究所における研究部や研究室の知的生産性を評価する方法を提案する。さらに、筆者が所属していた研究所において本提案の評価法を適用し、その有効性を確認したので、その実証結果についても述べる。

3.2 従来の研究管理の問題点

(1) 企業における研究開発の位置付け

研究管理の歴史を分析すると、1970年以前の研究管理は、直観的で事業戦略との結び付きも弱く自由放任主義であった。これを第1世代と呼ぶ。1970年代から1980年代は、バブル経済の時期であり、大きな資源が研究開発に投入され、基礎研究から目的指向型の研究開発まで幅広く実施された。特に、事業戦略と開発戦略との連携が強まり、新事業創造型の研究開発に重点がおかれた。また、研究開発に対する投資効果にも関心が強まった時期である。これを第2世代と呼ぶ。1990年代に入りバブル経済の崩壊とともに研究開発自身の効率化が求められるようになった。異業種連携など経営戦略とも密接な関係を持ち、戦略的研究開発に重点が置かれるようになり、研究開発の位置付けや評価が重要視されるようになった。これを第3世代と呼ぶ。特に第3世代においては、新しい市場への迅速な対応や、企業間連携などによる戦略的経営が必要となっており、企業経営における戦略的研究開発としての位置付けや評価がますます重要となっている。

これまでにいくつかの研究開発を位置付ける概念モデルが提案されている。その一つとして技術革新モデルがあり、線形モデルと連鎖モデルに大別される。線形モデルでは、研究、開発、生産、流通販売という流れで技術革新をとらえている^[67]。連鎖モデルでは、科学における研究と技術における市場洞察、発明または解析、設計とテスト、生産と再設計、流通と販売という流れのおのおのに対して、知識を媒介とした連鎖が起こるととらえている^[65]。このように多様な位置付けにある研究開発を、ある一側面だけで評価することは避けねばならない。

(2) 研究開発の評価に関する諸要因

研究開発の成果は、最終的には製品に反映されて市場に流通し、企業の売上や利益に貢献するものであるので、研究開発の評価は最終的には、研究開発資源の投入量と売上や利益などの産出額とで導かれる経済的評価指標を用いて行う。

研究開発の経済的効果については、研究開発投資と利益との関係で表す考え方が出されている^[68]。この考え方では、式(1)に示すように研究開発の経済的効果を研究開発の収率と研究開発の生産性に分解し、研究開発の収率を利益と技術進歩の比で、研究開発の生産性を技術進歩と研究開発投資との比で表す。

研究開発の経済的効果

＝利益／研究開発投資

＝（利益／技術進歩）×（技術進歩／研究開発投資）

＝ 研究開発の収率 × 研究開発の生産性 (1)

(3) 研究開発の評価法に関する事例

投資効果を指標とした定量的な研究開発の評価法として、ティール法や、ROR(return on research index)法、ヘルツ法などが提案されている^[69]。しかしながら、これらの指標は、いずれも研究開発投資に対する売上や利益の割合で評価する方法であり、研究開発活動を評価するには不十分である。すなわち、計画段階で売上や利益を客観的に予測することは困難であり、単なる期待値で評価することになる。

各企業では、これらの手法と類似の評価方法で経済的評価を行っているが、この評価結果は、重点テーマ設定の際に用いる経営トップ向け資料に記載しているだけである。この評価指標は、各研究者に事業を意識させる効果はあるものの、この評価結果によりテーマの採択可否を決めることはほとんどない。研究管理者としては、このような指標を研究所自身の努力目標に採用することは難しい。

69 大学の電気電子系分野の研究および研究者を対象に、その能力評価指標に関する相関関係を定量的に分析した事例が報告されている^[70]。この報告によれば、教授数、論文数、学会評価教員数、企業着目教員数、企業採用者数、企業研究所での研究考課上位者数などの評価指標を上げているが、いずれの評価指標も他の評価指標と高い相関を示している。特に、論文数、企業着目教員数、企業採用者数の相関が高い。

研究所自身のテーマ、組織、体制の評価を行うための評価法として、郵政省通信総合研究所、通産省工業技術院大阪工業技術研究所、機械技術研究所、電子総合研究所など国立研究所の外部評価に用いられた方法がある。この評価には、筆者自身が参画して行ったが、いずれも類似の手順で評価を行った。まず膨大な資料にもとづき書面上の事前評価を行い、評価票を作成した。その後、研究現場に出向き、各階層の研究者に対しヒヤリングを行い、研究成果を見学した後、外部評価委員相互の意見交換を行って評価報告書をまとめた。外国人の外部評価委員も複数参加して行ったが、ほぼ同様な評価結果であった。

各企業でも独自の評価票を作成しており、研究開発評価の定量化の努力をしている。たとえば、表 3.2.1 はテルモの評価票^[71]であり、独創性、技術蓄積、技術

の発展性、貢献度などの評価項目について、評価ランクとこれに対応する点数を決めている。評価者は、この評価ランクを選択して総合評価点を決める。このように、どの企業でも研究テーマの評価は、大変重要な問題であり、いろいろな工夫がなされている。

以上のように、研究機関の研究開発評価については、選定された複数の評価者が、事前に整理・準備された評価表の個別評価項目について評価レベルを判定し、数値化し、これらを合計したものを総合評価結果とする方式が用いられている。しかし、これらの評価方法は、プロジェクトや製品を評価対象としており、企業における各研究部門の生産性評価や、日常の研究管理、すなわち、今月の評価結果を来月の研究活動に反映できる方法ではない。

表 3.2.1 企業での研究評価例（テルモ）

評価項目	基礎・基盤技術用	点数	製品開発用	点数
独創性	<ul style="list-style-type: none"> ・ 画期的で他に類似のものがない ・ 他に類似のものがあるが勝っている ・ 他の類似のものと同等である ・ 他の類似のものと比較して同等以下である 	30	<ul style="list-style-type: none"> ・ 画期的で他に類似のものがない ・ 他に類似のものがあるが勝っている ・ 他の類似のものと同等である ・ 他の類似のものと比較して同等以下である 	30
		25		25
		20		20
		15		15
技術蓄積	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高い技術レベルで多くの技術蓄積がある ・ 多くの技術蓄積がある ・ 一般(普通)レベルである ・ 技術蓄積が少ない 	20	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高いレベルで多くの技術蓄積がある ・ 多くの技術蓄積がある ・ 一般(普通)レベルである ・ 技術蓄積が少ない 	15
		15		12
		10		8
		5		3
...	
経済的指標(2)	研究開発指標(2) = 新製品の該当期間の売上予想額 × 利益率 - 研究開発総費用予想額		<ul style="list-style-type: none"> ・ 10 億円 以上 ・ 5~10 億円 以内 ・ 2~5 億円 以内 ・ 0~2 億円 以内 ・ 0 以下 	10 8 6 4 2
合計点数		32~100		31~100

出典：阿部衛，「研究開発マネージメント」アーバンプロジェクトス(1993)

3.3 企業研究所における研究管理^[72]

3.3.1 知的生産性評価法による研究管理方式

企業における研究所の研究管理のために、日常の研究活動の中から得られる客観的で定量的なデータを用いて、当事者が行う知的生産性の評価法を提案する。

(1) 知的生産性評価指標の選定

企業における研究開発は、「技術完成度」、「事業貢献度」、「独創度」の3側面から総合的に評価する必要がある。また、研究開発の具体的な成果物には、「社外論文」、「社外発表」、「社内技術資料」、「特許」の4種類がある。「社外論文」と「社外発表」は、研究成果の「技術完成度」を世に問うものである。「社内技術資料」は研究開発成果を個別にまとめたものであり、「技術完成度」を示す成果物の一つである。また、研究成果を事業部門へ移管する際に、この資料を用いており、「事業貢献度」との関連も大きい。「特許」は、「独創度」を示す成果物の一つである。また、「売上高」や「利益」と直接結びつくものであり、「事業貢献度」との関連も大きい。

日常活動から得られる上記4種類の成果物に関するデータから客観的な評価指標を算出するために、各成果物の妥当性およびこれらの成果物を客観的なデータに置き換えて評価指標とする方法について以下に考察した。

企業業績と知的成果物との関連を調べるために、電機メーカー6社の企業業績(売上, 利益)と知的成果物(特許, 論文)に関し、1990年から1996年の7年間にわたる公表データを用いて相関分析を行い、**図 3.3.1** に示す分析結果を得た。公表データから従業員一人当たりの売上, 利益, 特許(出願件数), 論文(発表件数)を算出し、それらの値から相関係数を求めた。その結果、特許/人と売上/人との相関計数が0.6~0.97と非常に高い値を示した。また特許/人と利益/人との相関も年度によるばらつきはあるものの、高い値を示している。逆に、論文/人と売上/人や利益/人との相関は非常に低い。

(a) 社外論文

社外論文は、**図 3.3.1** に示すように売上や利益との相関はないが、技術完成度を客観的に示す重要な指標であり、研究開発を評価するための成果物の一つとして採用した。社外論文は、社内の技術資料から企業秘密部分を取り除き、論文形

式にまとめ直せば容易に作成できるものであり、一連の研究の締め括りとして社外論文を位置付けることができる。また、学位取得のための必要条件であり、研究者個人の将来にもつながるものである。

社外論文は、「査読付き論文」と「査読なし論文」に区別し、各々の件数を評価指標とした。なお、論文の質を表す一つの指標である論文引用数は、データが得られる時点と評価する時点が大きくずれるため、日常の研究管理には使い難い指標であるため除外した。

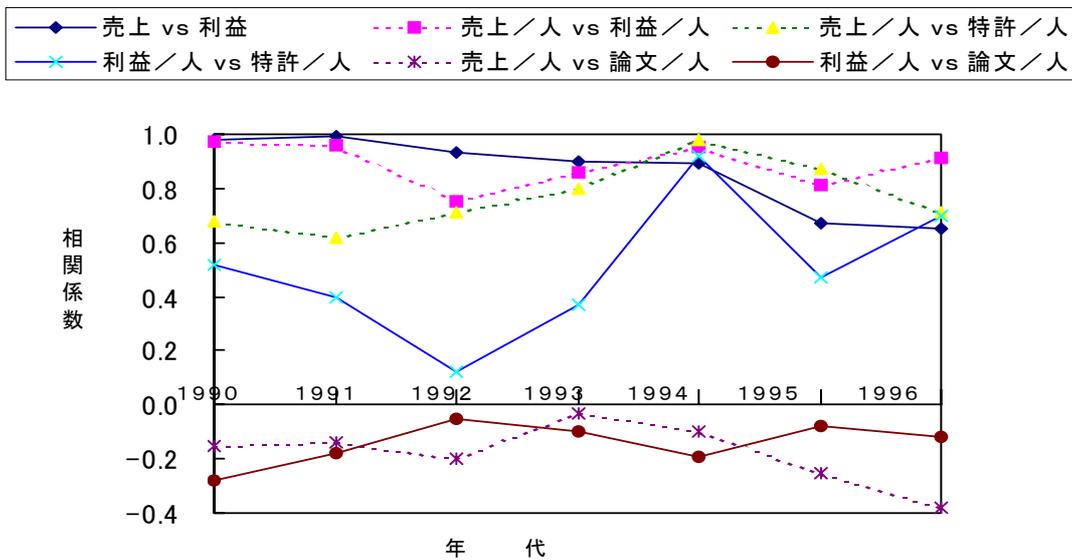


図 3.3.1 企業業績と知的成果物との相関関係

(b) 社外発表

社外発表は、企業秘密から制限される部分もあるが、特許申請した後に社外発表することは可能である。研究者の特性として自己満足的研究に陥る危険性があり、企業秘密の名の下に世の中で通用しない研究を続けている可能性がある。そのため、常に社外との接点を持ち、社外の評価に耐え得る研究レベルを維持するために社外発表を奨励している。社外発表を、学会の研究会での発表、全国大会での発表、国際会議での発表に分類し、各々の発表件数を評価指標とした。

(c) 社内技術資料

筆者が所属する研究所では、研究の中間過程で「技術ノート」として個々の研究成果をまとめ、これを積み重ねて、最終的に「研究報告」として研究成果を集

大成する研究スタイルが定着している。そのため、「技術ノート」と「研究報告」の件数を評価指標とした。

(d) 特許

特許には、基本特許と応用特許があり、また、出願件数と項数、公開件数と項数、公告件数と項数などのデータがある。我々は、今月の結果を見て来月の活動にフィードバックできることを重視し、出願件数と項数を評価指標とした。前述の図 3.3.1 で示したように、その年の特許の出願件数と売上、利益との間には非常に高い相関があり、出願件数と項数だけで事業貢献度が十分評価できると判断した。

上記の(a)～(d)の検討結果をまとめると、4種類の成果物を表 3.3.1 に示すように、社外論文-1 (査読付き論文の件数)、社外論文-2 (査読なし論文の件数)、社外発表-1 (国内学会の全国大会での発表件数)、社外発表-2 (国内学会の研究会での発表件数)、社外発表-3 (国際会議での発表件数)、社内技術資料-1 (研究報告の件数)、社内技術資料-2 (技術ノートの件数)、特許の出願件数と請求範囲の項目数、の8種類の指標で評価することにした。

表 3.3.1 研究開発の成果物評価指標の一覧表

成果物の種類	評価指標	内容
社外論文	社外論文-1	査読付き論文の件数
	社外論文-2	査読なし論文の件数
社外発表	社外発表-1	国内学会の全国大会での発表件数
	社外発表-2	国内学会の研究会での発表件数
	社外発表-3	国際会議での発表件数
社内技術資料	社内技術資料-1	研究のひとまとまりの成果としての「研究報告」の件数
	社内技術資料-2	個別研究のその都度の中間成果としての「技術ノート」の件数
特許	特許	特許の出願件数と請求範囲の項目数

(2) 知的生産性評価量の定義

従来は、式(1)に示すように技術進歩を研究開発投資で割った値を研究開発の生産性としている。これに対して、筆者らは、式(2)に示すように研究開発産出量

(P)を研究開発費(C)で割った値を知的生産性の評価量(E)とした。

$$E = P / C \quad (2)$$

従来は、表 3.3.1 の評価表のように個別評価項目について評価レベルを判定し、数値化している。これに対して、筆者らは、研究開発産出量(P)が、評価項目 q_i と線形関係にあると仮定し、式(3)に示すように重み係数 w_i と評価項目 q_i の線形式で表した。

$$P = \sum_{i=1}^n w_i q_i \quad (3)$$

評価項目数 n は 8 であり、各評価項目の q_1, q_2, \dots, q_8 は、それぞれ、社外論文-1, 社外論文-2, 社外発表-1, 社外発表-2, 社外発表-3, 社内技術資料-1, 社内技術資料-2, 特許に対応し、その評価量 q_i ($i=1, 2, \dots, 8$) は、各評価項目の成果件数である。また、研究開発費(C)は、研究者数に比例した人工費と直接研究費に使用する材料費等の合計値である。

(3) 知的生産性評価量の導出手順

評価項目に対する価値判断は、研究管理者の感覚に頼らざるを得ない。そのため、式(3)で用いる重み係数 w_i ($i=1, 2, \dots, 8$)は、ピッツバーグ大学の Saaty 教授が開発した人間の感覚による曖昧な部分を数量化することができるという特徴を持った AHP(analytical hierarchy process)法^[73]を用い、最も単純な一対比較データから機械的に重み係数を求めた。すなわち、以下の手順で、評価項目毎に 1 対 1 の相対的重要度の相互比較を行い、その比較結果から重み計数 w_i を導出する。

(a) ワークシートへの一対比較の記入

まず始めに、表 3.3.2 に示すワークシートを複数の研究管理者に配布し、項目 A と項目 B の二つの評価項目を比較して、どちらがどの程度重要かを判断し、数値 1~9 で表した欄に○印を記入してもらおう。表 3.3.2 の数値 1, 3, 5, 7, 9 には、それぞれ「同等」、「若干重要」、「重要」、「明らかに重要」、「絶対に重要」の説明を付けている。たとえば、「社外論文-1」と「特許」との重要性を比較して、「特許」の方が「明らかに重要」と研究管理者が判断した場合には、ワークシートの表中の「社外論文-1」と「特許」とを結ぶ行と、「特許」側(項目 B 側)の数値 7 (「絶対に重要」)の列との欄に○印を記入する。

表 3.3.2 重要度重み係数算出のための一対比較用ワークシート

左右の項目AとBとを比較し、該当する数値の欄に○印をご記入願います。

項目A	絶対に重要		明らかに重要		重要		若干重要		同等		若干重要		重要		明らかに重要		絶対に重要		項目B
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
社外論文-1																			社外論文-2
社外論文-1																			社外発表-1
社外論文-1																			社外発表-2
社外論文-1																			社外発表-3
社外論文-1																			社内技術資料-1
社外論文-1																			社内技術資料-2
社外論文-1																			特許
社外論文-2																			社外発表-1
社外論文-2																			社外発表-2
社外論文-2																			社外発表-3

(b) 重み係数 w_i の算出

ワークシートの記入結果から、項目 i と項目 j の重要度の比較値 a_{ij} を式(4)のように定める。

$$a_{ij} = w_i / w_j \quad (4)$$

たとえば、ワークシートの項目A側の数値 7 に○印を記入した場合は、 $a_{ij} = 7$ とし、項目B側の数値 7 に○印を記入した場合は、 $a_{ij} = 1/7$ とする。ここで、 $a_{ij} = 1/a_{ji}$ である。

重み係数 w_i は、この比較値 a_{ij} を用いて、式(5)～(8)に示すように算出する。

一対比較行列を $A = [a_{ij}]$ とし、行列 A の固有ベクトルを \mathbf{v} とする。

$$A = \begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \dots & \dots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \dots & \dots & \frac{w_2}{w_n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \dots & \dots & \vdots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \dots & \dots & \frac{w_n}{w_n} \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$v = \begin{bmatrix} v_1 \\ \vdots \\ v_n \end{bmatrix} \quad (6)$$

この時、一対比較行列 A の固有値は n 個存在するが、その最大固有値を λ_{max} とすると次の式が成り立つ。

$$A v = \lambda_{max} \times v \quad (7)$$

このときの固有ベクトル v が重み係数ベクトル w に対応し、固有ベクトル v を算出することにより、重み係数 w_i を求めることができる。

$$w = (w_1, w_2, \dots, w_n) = (v_1, v_2, \dots, v_n) \quad (8)$$

(c) 整合度評価パラメータによる w_i の検定

ワークシートデータから決まる一対比較行列 A の中に、矛盾した要素データ a_{ij} が含まれている場合がある。たとえば、項目 1 (社外論文-1)、項目 6 (社内技術資料-1)、項目 8 (特許) において、その重要度の関係が、項目 1 > 項目 6 かつ項目 6 > 項目 8 であれば、項目 1 > 項目 8 となるはずである。すなわち、 $a_{16} > 1$ かつ $a_{68} > 1$ で、 $a_{18} > 1$ となるべきところ、 $a_{18} \leq 1$ となる場合がある。この矛盾を取り除くため、一対比較行列 A の整合度 $C.I.$ (consistency index) を、次の式で求めて評価する。

$$C.I. = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (9)$$

一対比較行列においては、 $\lambda_{max} \geq n$ という性質がある。 $\lambda_{max} = n$ が成り立つのは、 $a_{ik} = a_{ij} \times a_{jk}$ がすべての i, j, k で成り立つ (整合性がある) 場合である。この性質を利用したのが式 (9) であり、 $C.I.$ は、最大固有値のずれの程度 ($\lambda_{max} - n$) を行列の大きさ ($n - 1$) で割った値を表す。この $C.I.$ の値が、ある一定値以上のデータを整合性のないデータと判断して棄却する。研究管理者の価値判断は、往々にして矛盾する場合があるが、AHP 法では整合度評価により矛盾を取り除くことができる。

(d) 複数個の w_i の平均化

上記の (2) と (3) の手順により、一人の研究管理者のワークシートデータから重

み係数 w_i を算出する。同様の手順で他の研究管理者のワークシートデータから順次重み係数 w_i を算出する。次に、算出した複数の重み係数の幾何平均をとる。さらに、最も重要度の低い評価項目の重み係数の値を 1 として、規格化したものを最終的な重み係数 w_i ($i=1, 2, \dots, 8$) とする。

3.3.2 実証実験

本提案の知的生産性評価方法を、筆者が所属した総合研究所に適用し有効性を実証した。また、いくつかの今後の課題についても考察した。

(1) 実証対象と環境

筆者が所属した総合研究所は、従業員 860 名（内、研究者 650 名）の研究所であり、複数の研究部門、各研究部門は複数の研究部、さらに各研究部は複数の研究チームからなっている。

最初に、一つの研究部門 D1 に本提案方式を適用した。研究部門 D1 に所属する 18 名の研究管理者に、表 3.3.3 に示すワークシートを用いて、評価項目に対する重要度の相対評価を記入してもらい、このデータをもとに、評価項目の重要度重み係数 w_i を算出した。この値を研究部門 D1 の共通の重要度重み係数 w_i と定め、研究部門 D1 に所属するすべての研究部および研究チーム単位に、研究開発算出量 P および知的生産性の評価量 E を算出し、6 年間の年度毎の推移を比較した。

つぎに、この評価指標を 5 つの研究部門 (D1, D2, D3, D4, D5) すべてに適用した。適用済みの研究部門 D1 と同様に、部門毎にその部門の研究管理者による一対比較データから、その研究部門の重要度重み係数を算出し、研究部門毎の重要度重み係数 w_i を設定した。すなわち、研究部門毎の性格の違い（要素研究中心の部門と製品開発に近い部門、ハードウェア中心の部門とソフトウェア中心の部門など）を考慮し、かつ、各部門の納得性を高めるために、各部門の研究管理者自身に自部門の重み係数を決めさせ、あえて総合研究所共通の重み係数とはしなかった。研究部門、研究部、研究チーム単位に、年度毎の研究開発算出量 P および知的生産性の評価量 E を算出し、3 年間にわたる年度毎の評価量 E の推移を比較した。

(2) 実証評価

(a) 研究部門 D1 への導入

研究部門 D1 に所属する 18 名の研究管理者が記入した一対比較ワークシートデ

一タから一対比較行列 A を求め、この行列から重み係数 w_i ($i=1, 2, \dots, 8$) を算出した。その計算結果を表 3.3.3 に示す。表において、R1, R2, \dots , R18 は各研究管理者に対応し、それぞれの研究管理者が記入したデータ毎に、固有値 λ_{max} , w_1 , w_2, \dots, w_8 , 整合度 $C.I.$ を算出した結果である。一対比較行列 A の例として研究管理者 R1 のワークシートデータから作成したものを図 3.3.2 に示す。整合度 $C.I.$ の大きい (0.15 以上) データを削除するのが AHP 法の基本であるが、この実証導入では、整合度 $C.I.$ が極端に大きい R8 ($C.I. = 0.323$) と R9 ($C.I. = 0.577$) のデータを削除することにより、 $C.I.$ の平均値 (幾何平均) を 0.15 以下 (0.13) を確保する形とした。次に残り 16 件のデータより w_i それぞれの幾何平均を求め、規格化した後、一番小さい規格化係数である w_7 を 1 としたときの重み係数 (規格化重み) w_1, w_2, \dots, w_8 を計算した結果、それぞれ 19, 3, 3, 5, 9, 4, 1, 6 の値となった。

表 3.3.3 重み付け係数 w_i の算出例

氏名	固有値 λ_{max}	w_1 社外論文-1	w_2 社外論文-2	w_3 社外発表-1	w_4 社外発表-2	w_5 社外発表-3	w_6 社内技術資料-1	w_7 社内技術資料-2	w_8 特許	整合度 $C.I.$
R1	8.640	0.401	0.034	0.041	0.084	0.110	0.201	0.028	0.102	0.091
R2	8.554	0.443	0.099	0.045	0.054	0.201	0.053	0.021	0.083	0.079
R3	9.494	0.318	0.060	0.035	0.085	0.138	0.044	0.014	0.306	0.213
R4	8.617	0.218	0.023	0.031	0.062	0.166	0.219	0.023	0.257	0.088
R5	9.096	0.368	0.055	0.047	0.089	0.104	0.060	0.016	0.262	0.157
R6	9.012	0.371	0.028	0.038	0.084	0.284	0.072	0.016	0.108	0.145
R7	8.845	0.446	0.072	0.058	0.058	0.233	0.053	0.016	0.063	0.121
R8	10.260	0.493	0.253	0.020	0.036	0.084	0.048	0.014	0.053	0.323
R9	12.039	0.187	0.028	0.032	0.114	0.088	0.283	0.145	0.122	0.577
R10	9.166	0.358	0.079	0.077	0.072	0.290	0.078	0.017	0.029	0.167
R11	8.563	0.310	0.065	0.038	0.080	0.247	0.192	0.023	0.044	0.080
R12	8.921	0.424	0.126	0.046	0.144	0.162	0.054	0.017	0.026	0.132
R13	9.407	0.410	0.041	0.051	0.182	0.111	0.034	0.013	0.158	0.201
R14	8.722	0.339	0.082	0.051	0.090	0.227	0.144	0.030	0.036	0.103
R15	9.483	0.343	0.196	0.046	0.120	0.091	0.039	0.014	0.150	0.212
R16	9.076	0.337	0.017	0.039	0.070	0.150	0.156	0.019	0.212	0.154
R17	8.649	0.320	0.023	0.095	0.093	0.100	0.053	0.020	0.295	0.093
R18	8.816	0.454	0.050	0.045	0.072	0.118	0.159	0.019	0.083	0.117
[集計]										
幾何平均	8.94	0.36	0.05	0.05	0.09	0.16	0.08	0.02	0.10	0.13
規格化		0.40	0.06	0.05	0.09	0.17	0.09	0.02	0.11	
規格化重み		19	3	3	5	9	4	1	6	

$$A = [a_{ij}] = \begin{bmatrix} 1 & 8 & 6 & 4 & 4 & 5 & 9 & 5 \\ 1/8 & 1 & 1 & 1/3 & 1/4 & 1/5 & 2 & 1/5 \\ 1/6 & 1 & 1 & 1/3 & 1/3 & 1/7 & 3 & 1/3 \\ 1/4 & 3 & 3 & 1 & 1/2 & 1/3 & 5 & 1/2 \\ 1/4 & 4 & 3 & 2 & 1 & 1/3 & 5 & 1 \\ 1/5 & 5 & 7 & 3 & 3 & 1 & 4 & 3 \\ 1/9 & 1/2 & 1/3 & 1/5 & 1/5 & 1/4 & 1 & 1/2 \\ 1/5 & 5 & 3 & 2 & 1 & 1/3 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

図 3.3.2 一対比較行列 A の例

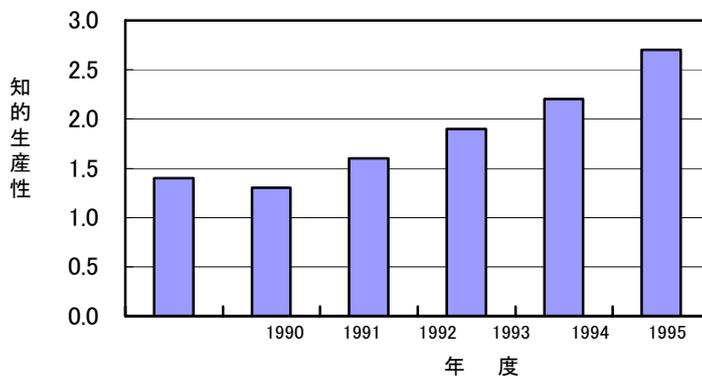


図 3.3.3 知的生産性の推移

研究部門 D1 における，1990 年度から 1995 年度まで 6 年間の年度毎の知的生産性評価量 E を，上記で求められた w_i ($i=1, 2, \dots, 8$) と各年度の成果評価量 q_i ($i=1, 2, \dots, 8$) とを用いて，式 (2), (3) により算出し，図 3.3.3 に示した。図に示された知的生産性評価量の推に見られるように，本評価法の導入前の知的生産性評価量は 1.3 程度であったが，導入後は年々向上し，5 年間で約 2 倍の値を示した。

3.3.3 評価と考察

(1) 評価

1996 年度から 1998 年度の 3 年間にわたり，D1, D2, D3, D4, D5 のすべての研究部門について，その成果データより知的生産性評価量を算出した。つぎに，全ての

研究部門への導入の妥当性を評価するため、事業部門から研究所への委託研究の全研究に占める割合である受託率を導入した。受託率は、事業部門がどの程度研究所を信頼しているかを示す指標の一つであり、企業の研究所の技術競争力を表す指標でもある。具体的には、全研究開発費に占める委託研究開発費の割合を示す受託率の年度毎の値とこの知的生産性評価量との相関関係を、研究部門毎に3年間にわたり計算し、図3.3.4に示した。

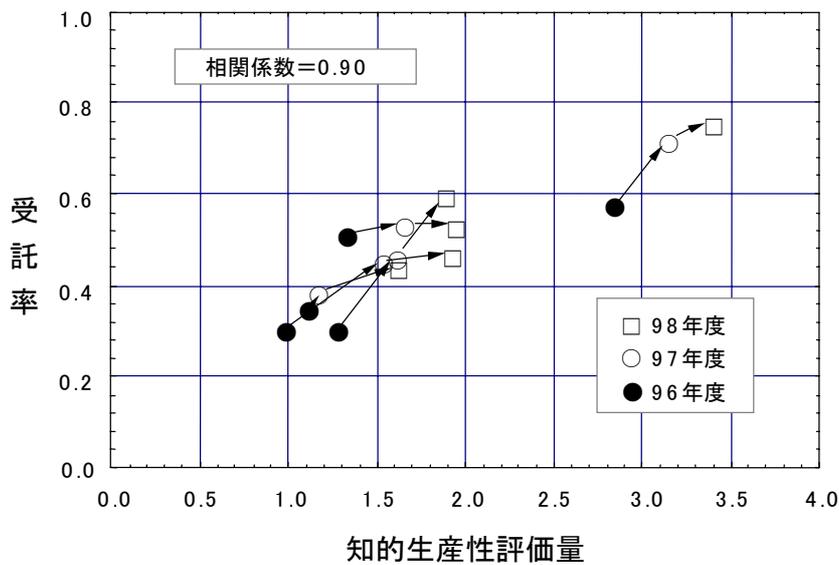


図 3.3.4 知的生産性評価量と受託率との相関（部門別）

図3.3.4のグラフに示すように、受託率と知的生産性評価量との相関係数を求めると、0.90と大きな値となり、この二つの指標間には大きな相関があることが明らかになった。この受託率は、事業部門から研究所へ直接出される研究依頼の比率を示すもので、依頼研究開発費は、依頼した事業部門の損益に直接影響するため、受託率が大きい研究部門は、事業貢献度も高いと判断できる。このことから、本提案の評価方式は、社外論文、社外発表、社内技術資料、特許といった研究現場ではごくありふれた日常活動の指標の組合せであるが、事業貢献度の評価指標として用いることも可能であることを示すことができた。図3.3.4のグラフにおいて、受託率を y 、知的生産性評価量を x とすると、これら二つの指標の間に、式(10)の関係が成り立つことがわかった。

$$y = 0.18 + 0.18x \quad (10)$$

また、図中の矢印で各研究部門の年度毎の変化状況を示したが、すべての部門において知的生産性評価量が、 $0.98 \rightarrow 1.55 \rightarrow 1.93$, $1.27 \rightarrow 1.59 \rightarrow 1.88$, $2.85 \rightarrow 3.14 \rightarrow 3.38$ と伸びている。このことから、研究部門 D1 での実証導入の場合と同様に、技術や研究対象が異なる総合研究所の全部門に拡大しても、本提案方式の研究管理により知的生産性向上が実現可能であることを示すことができた。

さらに「研究部門」の下部組織である 17 の「研究部」すべてに対する 1997 年度における受託率と知的生産性評価量との相関関係を図 3.3.5 に示した。受託率と知的生産性評価量との相関係数は、 0.83 となり、研究部レベルでも比較的大きな相関があることが明らかになった。このことより、研究部に対しても本提案方式が有効性であることを示した。ただし、研究部門に比較してやや小さい相関となっている。

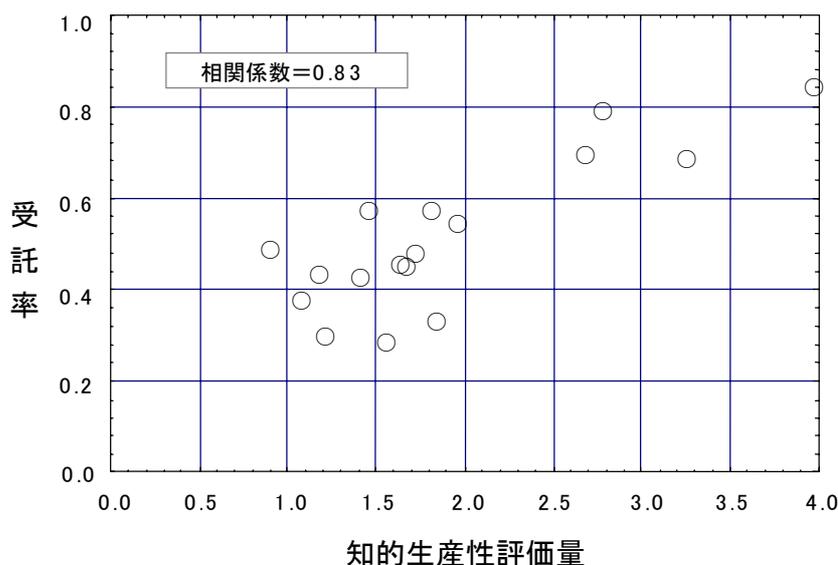


図 3.3.5 知的生産性評価量と受託率との相関（部別）

(3) 考察

研究現場において定量的評価指標による研究管理を実施することが可能であることを実証した。また、本研究管理により、部門によりバラツキがあるものの何等かの知的生産性が向上したことが認められた。以上のことから、本提案方式の有効性を示すことができた。

ただし、提案方式には次の課題が残されている。

- (a) 評価式は、算出量 P と評価項目 q_i の間の線形性を仮定した。また、一対比較の際に数値 1, 3, 5, 7, 9 という重み付けをし、一対比較結果からモデルの残差を考慮せずに、固有方程式に持ち込んだ。これらの仮定が妥当であることを理論的に検証することが今後の課題である。
- (b) 今回の実証評価では、5 つの研究部門と 17 の研究部について導入を行い、知的生産性評価量の年度毎の伸びや、受託率と知的生産性評価量との相関関係を評価したが、さらに多数の研究組織に本方式を適用して評価することにより、本方式の信頼性が高いことを実証する必要がある。
- (c) 今回の実証では、電子、情報、通信の分野を担当する総合研究所に適用したが、さらにエネルギー、材料、機械、半導体などの分野に適用対象を広げ、本提案方式の知的生産性評価法がより広く適用可能であることを実証することが残された課題である。
- (d) 図 3.3.4 において知的生産性評価量が 2.85~3.38 と非常に大きな値を示している部門は、5 年先行して本評価法を導入した D1 である。他の部門の値は、0.98 から 1.96 の間にあるが、この値は図 3.3.3 に示す導入当初の D1 の値と類似している。このように、技術や研究対象に関係なく導入当初の知的生産性評価量は 1.5 前後と類似しており、5 年程度で 3.0 前後に伸びていく変化パターンが推測されるが、継続して実証評価する必要がある。
- (e) 受託率と知的生産性評価量との相関係数が、研究部門では 0.90、研究部では 0.83 というように組織の規模が小さくなるにしたがい、ばらつきが大きくなり相関係数が小さくなっている。この原因は、小さな規模の研究組織では、「基礎研究」だけとか、「分析」だけというように役割が偏るため、受託率と知的生産性の関係のばらつきが大きくなり、逆に、大きな規模の研究組織では、多種類の研究が混在し、平均化され、ばらつきが小さくなるためと推測できる。しかしながら、おのこの研究組織が定量的評価指標により目標をもって研究管理を行うことにより、研究活動の向上を狙うという本提案方式の趣旨からすると、本方式は、小さな研究組織にも適用できる。

3.3.4 まとめ

本節では、企業内研究所における日常の研究活動に、自部門の研究管理者が自ら設定したグループの評価指標による目標管理の場を与えることにより、協調的達成

力向上につながったことが、筆者が所属した総合研究所における8年間にわたる運用により検証できた。

考案した評価指標は、企業内研究所の役割である「技術完成度」、「事業貢献度」、「独創度」を反映したものである。この評価指標は、受託率と高い相関があり、事業貢献度の評価指標としても用いることが可能であることを示した。すなわち、グループの特許や論文が年々増加し、比例して依頼研究も増えることが確認できた。主観的な要素、たとえば特許や論文の質的要素を考慮しなくても件数だけの指標で日常の研究活動の活性化に寄与することが確認できた。

さらに、本提案方式の信頼性の高さや適用範囲の広さを実証することなどの、今後に残されたいくつかの課題について考察した。

本節では、知的生産性を企業の側面から定義してその評価指標を考案したが、さらに研究活動に関するより広く深い考察の上、知的生産性を定義しなおすことにより、他の研究機関への適用可能性を検討することが今後の課題である。

第4章 結論

本論文に記す研究は、協調的達成力を育む知的活動の場を考案することを目的とし、その効果を検証したものである。近年、個人の能力を持っていても集団の中では力を発揮できない人が増えている。この問題に対して、グループ学習などの試みがなされているが、実際には、集まるだけでは不十分である。

本研究においては、その原因は自律的な協調関係の不足と継続的な取組みの不足にあると考えた。その解決のために、自己決定的な協調活動を促す目標設定と活動成果を評価してフィードバックする場を継続的に構築することを提案した。本提案の有効性を検証するために、小学校、高等専門学校、大学、企業研究所の4つの環境で実験を行った。いずれにおいても、グループ内の協力関係が強化され、グループの知的活動が活性化され、協調的達成力を育む場となった。教育環境においては勉学意欲が高まり、発想の拡大につながることで、研究環境においては知的生産性の向上や受託研究の増加につながることを確認できた。

第1の対象の小学校では、高学年の算数の授業に、グループ学習を取り入れ、海外との遠隔協同授業における成果発表の場を与えた。その結果、言葉の違いや時差を乗り越えて、線対称・点对称という概念を実践的に学ぶことができた。海外との競争心が高まるとともにグループ内の協調活動が促され、お互いの文化に刺激され発想が広がり、協調的達成力を育む場となった。

第2の対象の高等専門学校では、知識工学の授業に、プロジェクト管理機能を備えたグループ学習を取り入れ、成果発表およびWebベースの質疑応答の場を与えた。その結果、活発な議論が起これ、能動的な学習が強化され、協調的達成力を育む場となった。学習時間比から予習中心型の学習形態になることが確認され、学習時間が大幅に増加し、お互いの発表に対する意見交換も活発になった。さらに、電子メールによる進捗報告や教師からの応答や督促などの作業に関し、電子メールの自動管理機能を利用することにより教師の負荷を低減できた。

第3の対象の大学では、大教室で行う講義に、事前・事後のグループ学習を取り入れ、公開授業における成果発表の場を与え、学生の視点で授業を運営した。その結果、学生の参加意識が高まり、活発な議論が起これ、勉学意欲が高まり、協調的達成力を育む場となった。100名以上が履修する一般の講義科目である1年次選択科

目「情報産業論」の授業に提案方式を適用した結果、従来の教師による講義に欠けている新鮮な刺激を与えることにより活発な質疑応答が行われ、試験の結果も優れていることが確認できた。また、非常勤講師による特別講義である3年次選択科目「情報システム特論」の授業にも提案方式を適用した結果、従来の一方通行の講演とは異なる新鮮な刺激を与えることにより活発な質疑応答が行われ、講演内容を鵜呑みにせず自分の目で確かめることの重要性を認識させることができた。特に、経営情報系講義科目のうちで單元ごとの独立性が高く、單元ごとにグループを編成して最新のデータを収集したうえで考察をくわえられるといった特徴を持つ科目にグループ学習形式を導入することは可能であり、教育効果が大きい方法であることが確認できた。

第4の対象の企業研究所では、日常の研究活動に、自部門の研究管理者が自ら設定したグループの評価指標による目標管理の場を与えた。その結果、グループの特許や論文が年々増加し、比例して受託研究も増え、協調的達成度向上につながった。主観的な要素、たとえば特許や論文の質的要素を考慮しなくても件数だけの指標で日常の研究活動の活性化に寄与することが確認できた。この研究管理システムの第1の特徴は、その組織に所属する複数の研究管理者自身によって指標が作られ、従って、当事者の納得が得られている点である。第2の特徴は、主観的要素を極力排除した点である。第3の特徴は、事業への貢献度を評価する要因を含んでいないが、結果として貢献度が向上した点である。

以上、本論文では、自己決定的な協調活動を促す目標設定と活動成果を評価してフィードバックする場を与えることにより、グループの知的活動が活性化し、協調的達成力を育む場となった。その結果、教育環境においては勉強意欲が高まり、発想の拡大につながることで、研究環境においては知的生産性の向上や受託研究の増加につながることを確認できた。

今後の課題は、常に新鮮な目標を与え、知的活動を継続することである。また、教育においては教員の負荷低減のための支援ツールを整備すること、研究においては他の研究機関への適用可能性を検討することである。

また、以下の課題についても研究を深める必要がある。

(1) 協調的達成力を向上するための知的活動の場を構築する方法論の確立

本研究においては、各々の知的活動に合わせて場を設計したが、共通する設計基準を確立するまでには至っていない。更なる試行を繰り返し、方法論として確立して、広く普及させることが今後の課題である。本研究で明らかになった教育の場の設計要件としては、次のものが挙げられる。

- ① グループ学習を基本とする。グループの人数は3～5名が望ましい。グループ編成は学生の自主性に任せることが望ましいが、ある程度教師による調整が不可欠である。
- ② 学習目標を与え、その範囲内でテーマ選択を自主的に行わせる。ただし、教師による事前チェックを行い、学習目標にそぐわないテーマやグループ間で重複するテーマなどの調整を行う。
- ③ グループ内の活動を活性化する仕掛けを与える。グループ学習でよく見かけるのは、リーダ任せの独裁グループ、分担を決めるだけの効率グループ、誰もリーダーシップを発揮しない無責任グループなどである。そのため、進捗管理技法などを活用して、適度のタイミングで介入することが必要である。グループ内の意見交換をチャットのような形態で行わせることを義務付け、グループの活動内容をエビデンスとして残し評価するのも効果的な方法である。
- ④ グループ学習の成果を発表する場を与える。履修者のみならず、広く参加者を募り、多くの聴衆の前で発表させることにより緊張感を高める。グループ間の競争心をかき立たせ、グループの結束を強めることが協調的達成力の向上には不可欠である。
- ⑤ 発表に対する評価結果をフィードバックする。発表して終わりという授業形態が多いが、同じ過ちを繰り返す可能性が高く、必ずしも達成力向上にはつながらない。発表に対する質疑応答や、いろいろな視点からのコメント、評価などを広く集めて発表グループにフィードバックし、他の優れたグループの発表も参考にして成果物を完成させるプロセスが重要である。

(2) 協調的達成力を測る尺度の確立

本研究においては、グループ活動が活性化し、グループ活動の成果を評価することにより、個人の協調的達成力の向上につながるとしている。しかしながら、この論理には若干の飛躍があり、グループと個人関係を解明する必要がある。

また、授業以外の学習時間が大幅に増加し、学習活動が活性化されたことは明らかになったが、ある意味で学習効率は低下している。学習効率をどのように捉えるべきかは今後の課題である。

(3) 知的生産性評価指標と受託率の関係の普遍性

本研究においては、企業の研究所における知的生産性評価指標と受託率（研究開発費に占める競争的資金の割合）の相関が高いことを証明したが、受託率は経済環境により影響を受ける。一般に、好況期においては事業部からの委託研究費が増加し、不況期には減少する。本研究は、1990年から1998年間の適用実験から相関が

高いことを証明したものであり、不況期のデータである。しかしながら、好況期においても同様のことがいえるかは不明である。

(4) 知的生産性評価指標の継続的適用

筆者が退職した1999年以降の適用状況について追加調査した。その結果、本研究で確立した知的生産性評価指標は現在でも日常の研究管理に活用されていることが確認できた。しかしながら、その中身は大きく変貌し、研究部門間の比較評価に利用されていた。その結果、次のような改悪が行われ筆者の狙いとは全く異なるものとして引き継がれていた。

- ① 指標に対する部門間の公平性が問題になり、研究所全体で一律のウェイトパラメータが採用されていた。その原因は、一対比較法によりウェイトパラメータを求める手間を省略して直接いじり、合計値が50になるように規格化された数値がバラバラな合計値になってしまったので、これを是正するために一律な数値にしたということである。
- ② 知的生産性評価指標は研究開発費100万円に対する評価量として産出するものであるが、研究者1人あたりの評価量として産出するようになっていた。すなわち、要素研究中心の研究部門では研究開発費が少なく、試作費や外注費が大きな比率を占める開発中心の研究部門では研究開発費が大きい。そのため、前者が後者より常に知的生産性が高いと評価される。この不公平感を是正するために人工ベースで評価するように改めたということである。

その結果、要素研究部門の知的生産性評価量は下がり、開発研究部門の値は上がって、ほぼ同じ値に収斂しており、意味のない公平感を与える結果となっていた。

研究部門の協調的達成力を高めるために、研究管理者が自らの目標として設定する知的生産性評価指標を考案し、ほぼ10年間日常の研究管理に適用して定着させたつもりであったが、思想を継承することの難しさを痛感した。継承するために必要な人の心のつながりという観点からの研究が不足しており、今後の課題である。

(5) 協調的達成力という言葉の定着

中村善太郎教授によれば、「管理工学の本質は、人の心をつなげることである。すなわち、良いものは人の心がつながって出来上がっている。目標達成のためにいかに人の心を統合するかを研究することが管理工学が目指す研究である」と述べられている。本研究は、微力ながらこの言葉に通ずるものであり、筆者の造語である協調的達成力(CGA: cooperative goal achievement)という言葉が認知され、広く一般用語として使われるようになることを願うものである。

謝辞

本研究の過程において終始客観的な立場から適切なお助言と親身なお鞭撻を賜り、研究をまとめるにあたり懇切なお指導と励ましをいただいた、慶應義塾大学理工学部管理工学科 櫻井彰人教授に深くお礼を申し上げます。

本研究をまとめる課程で種々のご指導とご鞭撻をいただいた、慶應義塾大学理工学部管理工学科 中村善太郎教授、福川忠昭教授、故永田守男教授、山口高平教授、慶應義塾大学理工学部情報工学科 山本喜一助教授に心からお礼を申し上げます。

特に、故永田守男教授には、病床の身でありながら懇切丁寧な指導をいただいた。永田守男教授との共著論文をご霊前にお供えすることができたのが、せめてもの慰めである。永田守男教授の奥様から市川さんの学位について最後まで気にしていたとお聞きし、ここに深く感謝するとともにご冥福をお祈りする。

本研究の一部は、著者が三菱電機(株)の本社開発部および情報技術総合研究所に所属していたときに実施した研究を含む。共同研究者である小泉寿男教授（元三菱電機(株)，東京電機大学）、太細孝氏（元三菱電機(株)）、守屋誠司教授（元山形大学、京都教育大学）、片木孝至教授（元三菱電機(株)、金沢工業大学）、笠原久美雄教授（元三菱電機(株)、名古屋大学）、辻秀一教授（元三菱電機(株)、東海大学）の皆様感謝する。

特に、小泉寿男教授と辻秀一教授には、最初の段階で学位取得までのマイルストーンを描いていただいた。また、論文投稿前に両先生のチェックをいただいたお陰で、投稿論文はすべて採録となった。心よりお礼を申し上げます。

大学に移ってから実施した研究は、著者が所属した新潟国際情報大学で実施した研究と共同研究者である市村洋教授が所属する東京工業高等専門学校で実施した研究を含む。新潟国際情報大学の教職員の皆様、共同研究者の市村洋教授、静岡大学情報学部の水野忠則教授、酒井三四郎教授に感謝する。

本研究をまとめるきっかけを作っていただき、常に励ましていただいた恩師である浦昭二慶應義塾大学名誉教授に厚くお礼を申し上げます。浦昭二教授のご尽力により母校である慶應義塾大学で学位取得を目指すことになり、途中で学位取得をあきらめようという時期もあったが、会合でお会いする度に気にかけていただき、お蔭で挫折せずに今日を迎えることができた。

最後に人生の総まとめとして、この研究を影から支援してくれた妻明子に深く感謝する。

また、論文作成の側で常に横たわり、適度なタイミングで邪魔をして気分転換してくれた愛犬POPPYにも感謝したい。

参考文献

第1章の参考文献

- [1] 産学官連携ビジネス交流会, 「人材育成における産学間のミスマッチをいかに解消するか<IT分野における人材育成>」 (2004)
- [2] 伊藤利朗, 坂利磨, 市川照久, 片岡信弘 (編著), 「ネットワークコンピューティングで会社を集合天才に変える本」, オーム社 (1999)
- [3] 三菱電機デザイン研究所, 「社内報告書」 (1998)
- [4] 久保田賢一, 「構成主義パラダイムと学習環境デザイン」, 関西大学出版部, pp.13-71 (2002)
- [5] ヴィゴツキー (土井捷三, 神谷栄司訳), 「発達の最近接領域の理論」, 三学出版 (2003)
- [6] 菅井勝雄, 「社会的構成主義」, in 日本教育工学会編, 教育工学事典, 実業出版, pp. 263-264 (2000)
- [7] 植野真臣, 「社会的構成主義アプローチとは何か～その実践と教育工学的研究方法論を問う～」, 日本教育工学会研究報告集, JET02-1, pp. 79-82 (2002)
- [8] Jonassen, D.H., “Evaluating Constructivistic Learning”, Educational Technology, Vol. 31, No. 9, pp. 28-33 (1991)
- [9] 竹之下休蔵, 松延博, 松本千代栄, 岩田岩男, 宇土正彦, 「グループ学習の指導に関する実証的研究(1)～(3)」, 体育学研究, Vol. 3, No. 1, pp. 135-137 (1958)
- [10] 佐々木弘記, 「社会的構成主義を指向した授業のデザイン」日本教育工学会研究報告集, Vol. 2003, No. 3, pp. 1-4 (2003)
- [11] 牧野由香里, 「論理構築力とメディア活用能力の分析に基づくグループ学習の効果」, 日本教育工学雑誌, Vol. 28, No. 2, pp. 89-98 (2004)
- [12] 埴生加奈子, 井上久祥, 「遠隔学習環境での集団の意思決定を効果的にするグループ形成支援システムの開発研究」電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 103, No. 467, pp. 7-12 (2003)
- [13] 永田奈央美, 香山瑞恵, 魚田勝臣, 「構成主義に基づいた情報リテラシ授業の展開」, 情報処理学会研究報告, 2005-IS-91, pp. 25-30 (2005)
- [14] 佐々木宏, 榎場泰孝, 稲葉昌子, 岡本敏雄, 「ネットワーク環境における分散協調型知的グループ学習支援システムの構築」, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 94, No. 359, pp. 31-46 (1994)

- [15] 宮本俊光, 佐藤究, 宮崎正俊, 「分散環境におけるグループ学習のモデルとその授業設計への応用」, 電子情報通信学会研究報告, Vol. ET97-95, pp. 107-112 (1997)
- [16] 緒方広明, 矢野米雄, 「ウェアネスを指向した開放型グループ学習支援システムShalokの構築」 電子情報通信学会論文誌, Vol. J80-D-2, No. 4, pp. 874-883 (1997)
- [17] 吉田雅巳, 「大学授業における対面グループ指導と遠隔グループ指導における交流の比較研究」 日本教育工学会誌, Vol. 23, Suppl, pp. 29-32 (1999)
- [18] 香山瑞恵, 岡本敏雄, 「インターネット学習場での協調学習におけるナレッジ・マネジメント」 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 101, No. 308, pp. 9-16 (2001)
- [19] 牛田貴之, 折田憲治, 松本達也, 緒方広明, 矢野米雄, 「ワイヤレス・モバイル端末を用いたユビキタス協調学習環境」 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 102, No. 697, pp. 43-48 (2003)
- [20] 田辰元, 渡辺成良, 「学習状況ナビゲーションを添加した議論によるWeb学習支援システムの提案」 教育システム情報学会研究報告, Vol. 19, No. 5, pp. 3-9 (2005)
- [21] 稲葉晶子, 大久保亮二, 池田満, 溝口理一郎, 「協調学習におけるインタラクション分析支援システム」 情報処理学会論文誌, Vol. 44, No. 11, pp. 2617-2627 (2003)
- [22] 小谷哲郎, 「好意的発言影響度を取り入れた議論支援システムの開発」 人工知能学会論文誌, Vol. 19, No. 2, pp. 95-104 (2004)
- [23] 石井武俊, 「研究管理体系の研究」 日本機械学会誌, Vol. 69, No. 565, pp. 43-48 (1966)
- [24] 板倉省吾, 「民間研究所を中心とする研究管理の実態調査報告」 研究技術計画学会誌, Vol. 2, No. 3, pp. 264-291 (1987)
- [25] 矢作嘉章, 森本英武, 「日本のR&Dマネジメントの現状」 研究・技術計画学会, Vol. 5, No. 1, pp. 87-93 (1990)
- [26] 二宮和彦, 「企業経営と研究開発の関係に関するシミュレーションの試み」 研究・技術計画学会, Vol. 6, No. 1, pp. 53-62 (1991)

第2章の参考文献

- [27] 大槻説乎, 「知的学習環境の構成論」 電子情報通信学会論文誌, Vol. J83-D-1,

- No. 6, pp. 515-522 (2000)
- [28] 情報処理学会情報処理教育委員会情報システム小委員会, 「大学の情報系専門学科のための情報システム教育カリキュラム」, 情報処理学会 (2001)
- [29] 松岡正剛監修, 「情報文化の学校」, NTT出版, pp. 182-196 (1998)
- [30] 山田浩, 「現代大学生に見られる個人主義と日本的集団主義の諸相」, 現代の社会病理, 日本社会病理学会, Vol. 13, pp. 59-73 (1998)
- [31] 市川照久, 横山繁盛, 永田守男, 桜井彰人, 「企業が求める人材の要件とその育成法」, 研究技術計画学会誌, Vol. 1/2, pp. 93 (2002)
- [32] 市川照久, 太細孝, 小泉寿男, 守屋誠司, 「日独間遠隔協同授業の実証実験」, 教育システム情報学会誌, Vol. 17, No. 2(夏号), pp. 181-191 (2000)
- [33] 浅井紀久夫, 田中健二, 近藤喜美夫, 結城皖曠, 「スペース・コラボレーション・システムの利用拡張ー遠隔教室化ー」, 信学技報, Vol. 98, No. 156, pp. 69-75 (1998)
- [34] 黄星斉, 岡永陽治, 三好一賢, 近藤進, 「衛星インターネットによる遠隔授業実験」, 信学技報, Vol. 98, No. 310, pp. 17-21 (1998)
- [35] 丹野和美, 榊原征二, 中井克彦, 山本洋雄, 中山実, 清水康敬, 「ISDNとインターネットを併用した双方向遠隔教育システムの構築」, 信学技報, Vol. 98, No. 156, pp. 63-68 (1998)
- [36] 柴田周明, 内田吉宣, 河野真也, 相馬孝行, 後藤貴裕, 中村直人, 宮寺庸造, 横山節雄, 「遠隔教育実習指導の改善と評価」, 信学技報, Vol. 98, No. 563, pp. 9-16 (1999)
- [37] 小林靖雄, 「遠隔高等教育における放送とニューメディア: 日本放送大学の授業番組制作システム」, MME 研究ノート, Vol. 38, pp. 62-74 (1987)
- [38] 竹本賢太郎, 下左近多喜男, 「Web を活用した遠隔教育システムに関する研究」, 日本セキュリティマネジメント学会誌, Vol. 14, pp. 57-69 (2001)
- [39] 太細孝, 小泉寿男, 横地清, 守屋誠司, 奥山賢一, 黒田恭史, 白鳥則郎, 「双方向型遠隔協同授業方式の提案とその実証実験」, 教育システム情報学会論文誌, Vol. 14, No. 3, pp. 75-83 (1997)
- [40] Koizumi, H., Dasai, T., and Moriya, S., "Proposal of an Interactive Distance Learning of CCV Educational System and Verification Experiments", Proceedings of the International Conference for Computer Communications (ICCC'97), Vol. 19, No. 21, pp. 107-114 (1997)
- [41] 市村洋, 鈴木雅人, 吉田幸二, 市川照久, 水野忠則, 酒井三四郎, 「能動学習

- 授業の自己管理指導を支援するマルチメディア活用法」, 工学教育, Vol. 50, No. 3 (2002)
- [42] 島田 彌, 「創造的人材育成のための自律意欲喚起の条件と方策」, 工業教育, Vol. 43, No. 2, pp. 6-10 (1995)
- [43] Jonassen, D.H., “Objectivism versus Constructivism: Do we need a new philosophical paradigm?”, *Educational Technology, Research & Development*, Vol. 39, No. 3, pp. 5-14 (1991)
- [44] 市村 洋, 鈴木雅人, 堤 俊介, 「学習意欲の喚起を目指したマルチメディア・システムの設計」, 平成 10 年度工学・工業教育研究講演会論文集, pp. 277-280 (1998)
- [45] 市村 洋, 鈴木雅人, 村井三千男, 小畑征二郎, 糸永智之, 鮫島正英, 「標準 LAN 敷設一般室(複数)でのマルチメディア活用による能動学習授業について」, 平成 11 年度工学・工業教育研究講演会論文集, pp. 259-262 (1999)
- [46] 市村 洋, 鈴木雅人, 小畑征二郎, 吉田幸二, 酒井三四郎, 水野忠則, 「学習意欲の喚起を目指したマルチメディア授業支援システム」, 日本工学教育協会, Vol. 48, No .2, pp. 2-8 (2000)
- [47] 市村 洋, 鈴木雅人, 吉田幸二, 水野忠則, 酒井三四郎, 「マルチメディア活用能動学習授業の客観的成績評価・講評法の一考察」, 平成 12 年度工学・工業教育研究講演会論文集, pp. 175-177 (2000)
- [48] 吉田幸二, 古市昌一, 黒田正博, 市村 洋, 水野忠則, 酒井三四郎, 「企業教育におけるモチベーションを高める遠隔教育の実践と評価」, 教育システム情報学会誌, Vol. 18, No. 2 (夏号), pp. 189-199 (2001)
- [49] Maher, F. (和智綏子訳), 「教室授業の教授法と新しい女性学」, 日米ジャーナル, pp. 3-24 (1999)
- [50] 山川信晃, 「自己学習・グループ学習を取り入れた授業とその評価」, 関西外国語大学研究論集, pp. 413-429 (1997)
- [51] Hendrey, J.A. (西之園晴夫訳), “Towards self-instruction in teacher education”, 京都教育大学教育実践研究指導センター (1979)
- [52] 竹之下休蔵, 松延博, 松本千代栄, 岩田岩男, 宇土正彦, 「グループ学習の指導に関する実証的研究(1)~(3)」, 体育学研究, Vol. 3, No. 1, pp. 135-137 (1958)
- [53] 古川貞夫, 「思考力をつけるためのグループ学習」, 日本数学教育教育学会誌, 臨時増刊総会特集号, No. 51, pp. 152-153 (1969)

- [54] 田辺章子, 「問題理解を重視した楽しい数学の授業の創造」, 日本数学教育学会誌, Vol. 82, No. 1, pp. 2-9 (2000)
- [55] 深山昌子, 「グループ学習法を用いた時事英語教授法」, 時事英語学研究, pp. 89-103 (1997)
- [56] 土屋富雄他, 「コンピュータリテラシー教育の教授法に関する考察」, オフィスオートメーション, pp. 96-99 (1996)
- [57] 緒方広明, 矢野米雄, 「アウェアネスを指向した開放型グループ学習支援システム Sharlok の構築」, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J80-D-2, No. 4, pp. 874-883 (1997)
- [58] 大林史明, 山本専, 伊藤京子, 下田宏, 吉川榮和, 「コンピュータを利用した総合学習支援システムの設計・試作および主観評価と活用法の考察」, 情報処理学会論文誌, Vol. 43, No. 8, pp. 2764-2773 (2002)
- [59] 石桁正士, 西野和典, 「情報教育においてグループ学習の実践」, 大阪電気通信大学研究論集, Vol. 30, pp. 95-107 (1995)
- [60] 樫山淳雄, 長田圭史, 宮寺庸造, 横山節雄, 「情報システム設計・開発演習教育支援システムとその適用評価」, 情報処理学会研究報告, Vol. 2000, No. 45, pp. 73-79 (2000)
- [61] 百海正一, 「経営学における教授法の改善」, 商経論叢, Vol. 34, No. 2, pp. 83-138 (1999)
- [62] 市川照久, 永田守男, 「経営情報系講義課目向けグループ学習型講義方式の提案」, 経営情報学会誌, Vol.12, No.1, pp.1-14(2003)
- [63] 岡林秀樹, 「大学の授業における教授法と学生の満足度の因果モデル<学生による授業評価表のパス解析を通じて>」, 教育研究国際基督教大学学報, pp. 169-185 (1995)
- [64] 市川照久, 横山繁盛, 永田守男, 桜井彰人, 「企業が求める人材の要件とその育成法」, 研究技術計画学会誌, Vol. 1/2, pp. 94-96 (2002)

第3章の参考文献

- [65] 総務庁統計局編, 「科学技術研究調査報告」, 日本統計協会 (1985)
- [66] Foster, R.N., Linden, L.H., Whitley, R.L., and Kantrow, A.M., “Improving the Return on R&D - I”, Research Management, Vol. 28, No. 1, pp. 12-17 (1985)
- [67] 社会経済生産性本部, 「知識生産性測定」 (1995)

- [68] Kline, S., "Innovation is not a Linear Process", *Research Management*, Vol. 28, No. 4 (1985)
- [69] 西澤修, 「研究開発費の会計と管理[五訂版]」, 白桃書房 (1988)
- [70] 市川惇信, 槇之原道行, 根岸正光, 「大学の研究および研究者養成能力を評価する」, *電子情報通信学会誌*, Vol. 78, No. 6, pp. 552-559 (1995)
- [71] 阿部衛, 「研究開発マネジメント」, アーバンプロジェクトス (1993)
- [72] 市川照久, 辻秀一, 笠原久美雄, 片木孝至, 「企業内研究所の知的生産性評価法に関する提案と実証」, *経営情報学会誌*, Vol. 9, No. 4, pp. 19-32 (2001)
- [73] 刀根薫, 「ゲーム感覚意思決定法－AHP入門－」, 日科技連出版社 (1992)

付 録

付録の目次

付録1	21世紀に産業界で活躍できる人材の要件	
付1.1	産業を取り巻く環境の変化	107
付1.2	期待される人材の要件	111
付録2	国立研究機関の外部評価	
付2.1	外部評価に参加した国立研究機関	117
付2.2	外部評価の手順	119
付2.3	国立研究機関の研究評価の考察	129
付2.4	まとめ	130
付録の参考文献		131

付録の図表一覧

図一覧

付図1.1	人材の採用と育成の状況	111
付図1.2	人材の創造性の育成方法	114
付図1.3	創造性の発揮を促すモチベーション	115
付図1.4	創造的研究開発に効果のある方策	115

表一覧

付表1.1	期待される人物像	111
付表1.2	望まれていた人材・望まれる人材	112
付表2.1	全体スケジュール（電子技術総合研究所の例）	120
付表2.2	事務局準備スケジュール（電子技術総合研究所の例）	120
付表2.3	委員会構成	121
付表2.4	委員会スケジュール（電子技術総合研究所の例）	122
付表2.5	評価用参考資料一覧（電子技術総合研究所の例）	123
付表2.6	事前評価項目一覧（電子技術総合研究所の例）	123

付録1 21世紀に産業界で活躍できる 人材の要件

付1.1 産業を取り巻く環境の変化

従来の日本企業は、米国企業というお手本があり、彼らに追いつき追い越すためのキャッチアップ型経営が行われた。その結果、どの日本企業も同じような目標を持ち、横並び的経営と2番手商法と呼ばれる経営が行われた。このような企業においては、個性的な人材よりは、欧米の技術をいち早く導入できる理解力の高い人材が望まれた。「平均的に質の高い人材を育成する」という日本の教育により、理解力に優れたキャッチアップ型人材が社会に大量に送り出され、今日の日本経済の発展に寄与した。

近年、産業界は厳しい経済環境の下、国際的競争力強化のため思い切った改革を行っている。すなわち、欧米に追いついた日本企業は、逆に、中国や韓国の企業に急速に追い上げられる立場になり、従来のキャッチアップ型経営では成り立ち得なくなった。お手本のない社会であり、1番手しか旨みのある商売ができないクリエイティブ型社会である。世界に先駆け新製品・新サービスを創造し、特許で武装して他社の追従を許さない体制を確立することが、企業が生き残るために不可欠になっている。

このようにキャッチアップ型企業からクリエイティブ型企業への変革を目指す企業が増えたことにより、理解力に優れたキャッチアップ型人材よりは、創造力に優れたクリエイティブ型人材を望む声が高まっている^[1]。

経団連（現在の（社）日本経済団体連合会）の人材育成委員会では、経団連会員各社の意見を取りまとめ、政府その他関連機関にいろいろな提言を行ってきた^{[2][3][4][5][6]}。筆者らは、経団連の産業技術委員会のメンバーとして会員各社の意見を取りまとめ、旧通産省、旧科学技術庁、旧文部省の担当部門の課長および課長補佐の方々と意見交換して提言書^[2]を作成した。この提言書が第1次科学技術基本計画の骨格を形成し、緊縮財政の中で大きな国家予算が科学技術振興のために投入された。この方針は、第2次科学技術基本計画、第3次科学技術基本計画へとつながった。この提言書は、創造的な人材育成のための5つの（政府への）提言と7つの（企

業自らの) アクションからなっている。

5つの提言

- 教育にかかわる規制緩和を進める。(画一的な教育システムからは創造的な人材は生まれない。各教育機関がその特色を発揮できるように、カリキュラム編成、教材選択、教員資格、学校選択、飛び級、大学入学年齢、大学の自由裁量、各種学校からの大学入学資格などの弾力化が必要である。)
- 教育機関の多様化・個性化を進め、多くの峰を持つ教育体系を構築する。(学生が目的・意欲・能力に相応しい教育機関を主体的に選択できるように、従来のピラミッド型序列を改め、多様化・個性化を推進する。また、編入枠や単位互換制度の拡大を図る。)
- 複眼的評価の大学入試を行う。(ピラミッド型序列を助長し、教育を歪める最大の要因である受験戦争を是正するため、知識の量だけを評価する形態を改める。)
- 思考力と体験を重視しつつ、ゆとりのある学校教育を行う。(討論やフィールドワークなど、思考力や体験を重視する教育を行ない、主体的に行動できる子供を育てる。)
- 家庭の教育力を回復する。(学校任せの教育にせず、家庭や地域も役割分担と相互連携を行う。特に、社会経験豊富な父親が家庭教育に参加することが必要である。)

7つのアクション

- ◆ 採用時に学校名を聞かない⇒開かれた採用の推進と求める人材の明確化
- ◆ 入社式がなくなる⇒通年採用への移行
- ◆ 新卒にこだわらない⇒経験者採用(中途採用)の拡大
- ◆ 個人のやる気と能力を引き出す⇒柔軟な処遇・評価制度の構築
- ◆ 教育支援ネットワークを構築する。
- ◆ 教員の海外派遣研修プロジェクトなど教育への支援活動に取り組む。
- ◆ フォローアップ協議会を設置する。

これらの提言に関しては、文部省が実践に移したのものもあるが、必ずしも成功しているとはいえない。たとえば、ゆとり教育については見直しが始まっている。アクションに関しては、経団連をはじめ各企業が実践に移したが、必ずしも成功しているとはいえない。たとえば、採用時に学校名を聞かないようにした結果、逆に特定大学に採用が集中してしまったという会社もある。

このように人材育成に関しての施策は大変難しく、各方面の地道な努力の積み重ねが不可欠であることを痛感した。このような反省から自らが実践できる範囲の改善策を実践している。

2004年12月に開催された産学官連携ビジネス交流会^[7]においても、「人材育成における産学間のミスマッチをいかに解消するか」＜IT分野における人材育成＞というテーマでパネルディスカッションが行われた。筆者は座長として次のように議論をまとめた。

a) 企業が求める人材：実学重視，即戦力

b) 大学が育てる人材：理論重視，人格形成の場

c) 改善策

- A氏の提案：教員の意識改革が必要である。そのためには、競争原理を導入し、教員のスキルアップを図るべきである。
- B氏の提案：実践的なインターンシップを実施する。そのために産学コンソーシアムを形成することが有効である。
- C氏の提案：ソフトウェア工学への戦略的取組みを強化する必要がある。先端教育・実務知識を取り込んだIT基盤技術教育と、研究室を核としたチームベースリサーチが車の両輪である。
- D氏の提案：IT企業競争力の指標となっている企業資格認定制度を活用する。
- E氏の提案：柔らかな頭脳と確かな技量を目指した実践教育により、基礎学問と創造力の重要性を再認識させる。
- F氏の提案：ITトップガン候補を生み出す教育メニューとして、実践教育、一流技術者から学ぶ、広い視野とアンテナ、最後まで追及、じっくり考えまとめる、などの施策を行う。

d) 筆者からの指摘

- 指摘1：企業が要求する矛盾，すなわち，企業は即戦力を期待しているが，新卒採用では能力（技術教育）より人格重視（人間教育）の傾向が強い。
- 指摘2：大学が目指す矛盾，すなわち，「陳腐化しないストックの知識」を教育するという目標に対し，IT分野でフローの知識とストックの知識の必ずしも明確でなく，「陳腐化したフローの知識」を教えている危険性がある。また，「親の背を見て子は育つ」という教育と研究を一体化した伝統的な教育法が現代の子供にも通用するのか疑問がある。
- 指摘3：年功序列の崩壊がミスマッチの解決につながる可能性がある。すなわち，年功序列が崩れれば，ほとんどの親は学費を負担できなくなり，欧米並

みに自分で稼いだお金で大学に通う学生が増える。社会人学生が増えれば大学は変わる。

このような議論は古くから行われており、その時代背景から議論の争点は変化しているように見えるが、産学間の人材育成に関するミスマッチの本質はそれほど変化していない。

付1.2 期待される人材の要件^[8]

産業界が求める人材像に関しては、経団連の報告書^{[2][3][4][5][6]}や講演会^[7]などで紹介されている。たとえば、付表 1.1 は経団連の報告書^[4]に示されている期待される人物像である。こんな人物がいれば素晴らしいことであるが、いわずもがなの能力を列記したに過ぎない。

産業側の需要と大学側の供給との間のミスマッチを明らかにするためには、従来の教育が目指した教育目標と今後の教育が目指すべき教育目標の違いを明確にすべきである。

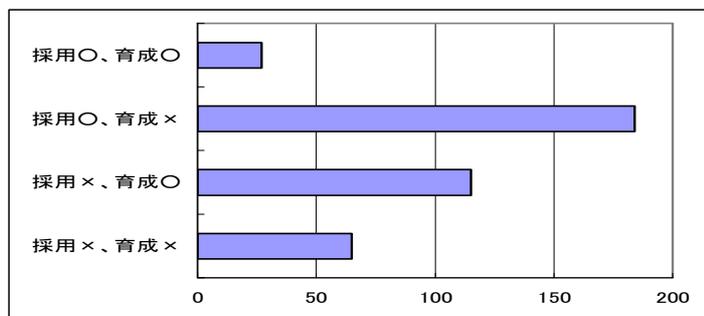
付表1.1 期待される人物像

基礎的能力	主体性（問題発見，設定，解決能力）
	プロ意識（職業観，責任感，倫理観）
	知力（基本知識，基礎学力，コミュニケーション能力，英語力，情報活用能力）
国際的能力	将来ビジョンの提示，社会変革の実現
	起業家精神，リーダーシップ
	高度な専門知識・最先端知識

出典：産業技術実態調査報告書，経団連（1998）

(1) 人材の採用と育成状況

付図1.1に示すように、「採用も育成も期待通りできている」という意見は非常に少なく、「採用も育成も期待通りできていない」という意見も少数派である。「採用はできているが、思うように育成ができていない」という意見が最も多く、「期待通りの採用はできていないが、育成でカバーしている」という意見も多い。



出典：産業技術実態調査報告書，経団連（1998）

付図1.1 人材の採用と育成の状況

期待通りの採用ができていないという意見の多くは、量的な確保ができており、質的なレベルアップは企業内で行うというものであり、必ずしも質的な確保ができていないという意味ではない。しかし、最近では企業の余力が減少し、即戦力となる質の高い人材を望む企業が増えている。そのため、新卒採用が減少し、中途採用（他の企業で育成された人の採用）、外国人採用、嘱託社員などに活路を見出している。根本的には、初等中等教育からしっかりと学習の動機付けを行い、高等教育では質の高い人材育成を期待するものである。

(2) 今後増やしたい人材

今後増やしたい人材と減らしたい人材について、多くの意見が寄せられている。たとえば、柔軟な発想力、創造力、企画力を持ち、構想力・分析力・洞察力に優れ、国際感覚のある人で、起業家としての行動力・自立性・チャレンジ精神などの資質があり、マルチタレント的なゼネラリストが望まれている。逆に、頭が固く、視野が狭く、協調性に欠け、受身で、自分の意志がなく、指示待ちタイプ、覇気がなく、安定志向で、事なかれ主義の人、単なるゼネラリスト、外国語嫌い、評論家タイプなどが嫌われている。

これらの要件は今も昔も変わらないものが多いので、今まで望まれていた人材とこれから望まれる人材という観点で整理し直すと付表1.2のように集約できる。これらの要件を満たす人材となるための必要条件と十分条件について考察する。

付表 1.2 望まれていた人材と望まれる人材

今まで望まれていた人材	これから望まれる人材	期待される人材要件
安定的な人	挑戦的な人	⇒創造力
命令を着実に遂行できる人	自ら行動できる人	⇒自立性
組織の中で協調できる人	組織の枠を越えて協調できる人	⇒協調性
海外でも活躍できる日本人	国際感覚を持った国際人	⇒国際性
分析・改善型	収集・発信型	⇒情報活用力

1) 創造力

既成概念にとらわれず、自ら好奇心に従って考える姿勢が重要である。創造性の必要条件は好奇心を持つことであり、実学分野での十分条件はニーズを見つけて既成概念にとらわれずに応えることである。特に、専門分野の壁を作ることなく幅広

く交流することが創造性を高める鍵を握っている。

2) 自立性

自ら課題を形成し、その課題に挑戦する姿勢が重要である。自立性の必要条件は自ら行動できることであり、十分条件は結果に自ら責任を持つことである。どのような環境（組織や制度や予算などの制約）下でも力が発揮でき、また、自ら働きやすい環境を作り出す工夫をする態度が望まれる。

3) 協調性

創造性や自立性を重視しているが、個人主義を奨励している訳ではない。従来と同様に社会人としての協調性は不可欠であるが、組織の中での協調性から組織の枠を越えた協調性が問われるようになってきている。必要条件は誰とでも力を合わせて仕事ができることであり、十分条件はその集団の中でリーダーシップが発揮できることである。

4) 国際性

ネットワークの発達により、急速にグローバル化が進展しており、今後ますます海外の人々との接点が増える。従来は日本から見た海外であったが、今後は日本という枠を越えて真の国際人が望まれている。すなわち、従来は数年の海外勤務の後、最後は日本に戻るという形態が多く、海外勤務は単身または家族を連れて行っても子供は日本人学校に入れ、日本人同士で集まる人が多かった。今後は現地に溶け込み、海外で骨を埋める覚悟で仕事をする人が望まれる。必要条件は英語で仕事ができることであり、十分条件は相手の価値観・文化・発想の違いを理解し尊重し大いに議論できることである。

5) 情報活用力

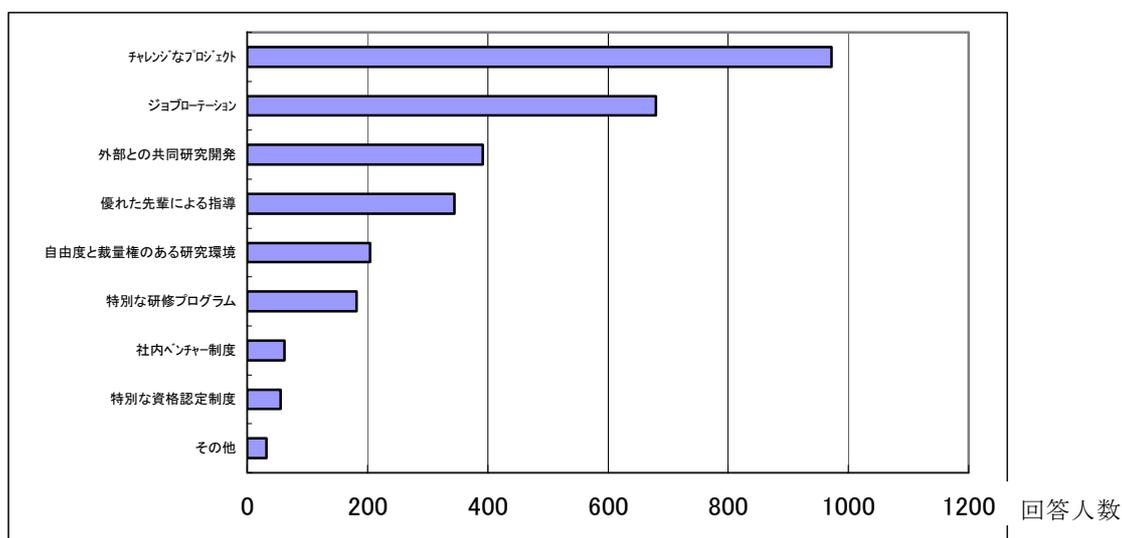
情報化社会において、情報の活用能力の差が、その人の仕事遂行能力の差となって表れる傾向が強まる。必要条件は世界の情報を活用できることであり、十分条件は世界に情報を発信できることである。

以上、企業トップは、厳しい経済環境の中で生き残り、豊かで魅力ある会社に変革するため、英語や情報技術を駆使して国際人として自立的に活躍できる人材を求めている。特に、創造力豊かな人材をいかに育成するかという点に関心が集まっている。

(3) 創造性の育成

創造性の育成法という観点からのアンケートによれば、**付図1.2**に示すとおり、「チャレンジングなプロジェクトに投入する」、「複数のジョブを経験させる」、

「外部との共同研究を行わせる」といった方策が上位を占める。すなわち、定型的な育成プログラムでは育成できない、実務経験なくして創造的人材は生まれないと考える経営者が多い。



出典：産業技術実態調査報告書，経団連(1998)

付図1.2 人材の創造性の育成方法

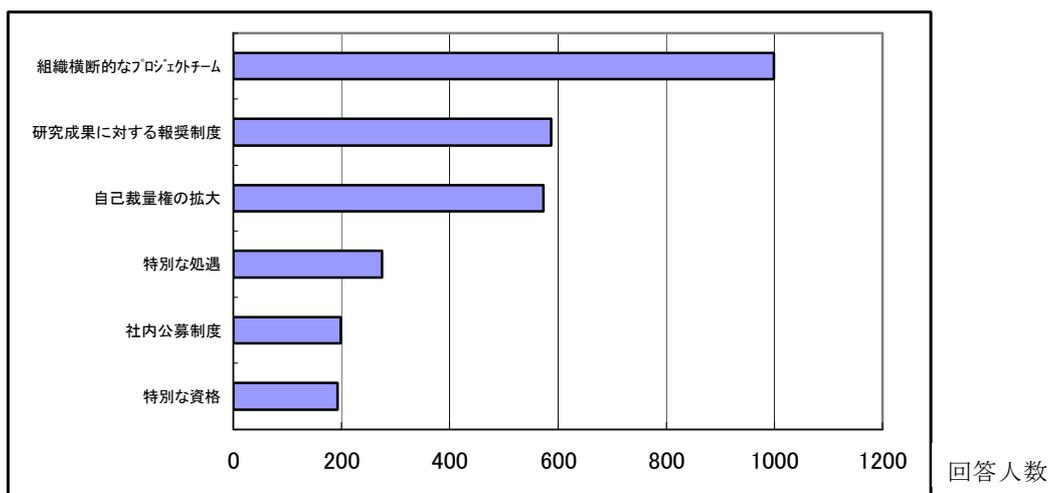
(4) 創造性の評価

資質評価の着眼点としては、各社いろいろな評価項目、たとえば、基礎技術力、応用行動力、創造的革新能力といった観点から評価しているが、創造性の評価は難しい。

評価方法としては、外部評価、上長評価、実績主義、プロセス評価、資質評価などが上げられるが、大きく成果主義と資質評価に分かれる。成果主義の場合は、評価期間が問題であり、1年間では早すぎる、3年間が適当、5年間では遅すぎるという意見が多い。

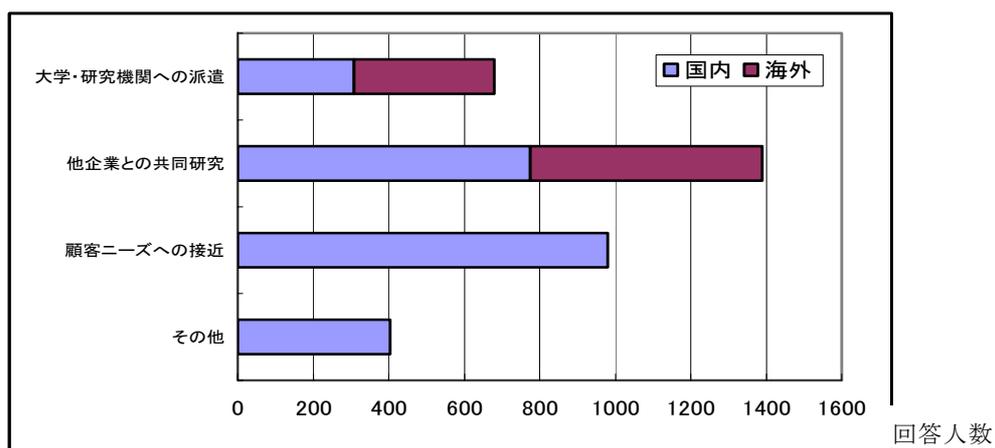
(5) 創造的開発に効果がある方策

創造性の発揮を促すモチベーションとして有効な方策は、付図1.3に示すように「報奨制度」や「自己裁量権の拡大」よりも「組織横断的なプロジェクトチーム」の方が有効と考えられており、創造的な研究開発に効果がある方策は、付図1.4に示すように「他企業との共同開発」が最も有効と考えられており、「大学・研究機関への派遣」については、それほど有効とは考えられていない。



出典：産業技術実態調査報告書，経団連(1998)

付図1.3 創造性の発揮を促すモチベーション



注：国内とは、日本の大学・研究機関・企業との連携を示す。

海外とは、欧米の大学・研究機関・企業との連携を示す。

出典：産業技術実態調査報告書，経団連(1998)

付図1.4 創造的研究開発に効果のある方策

付録2 国立研究機関の外部評価

付2.1 外部評価に参加した国立研究機関

筆者は、国立研究機関の外部評価委員として、4つの国立研究所の外部評価に携わった。その経験から、現在の評価方法とその問題点および筆者が提案する評価方法の適用可能性を探るものである。

(1) 旧郵政省傘下の通信総合研究所^[9]

旧郵政省傘下の通信総合研究所（以下、通総研と略す）は、情報通信分野における唯一の国立研究機関として情報、通信、電波の各分野にわたり、基礎から応用までの幅広い研究開発を行っている。通総研の研究開発は次の3つの分野に大別される。

- ① 情報通信系：ネットワーク技術、衛星通信技術、移動体通信技術、視聴覚機構の解明なで情報通信に関する研究開発
- ② 環境科学系：太陽と地球の間の宇宙空間物理の研究、電磁波による地球環境計測の研究開発、超精密時間空間計測など環境と計測に関する研究開発
- ③ 材料物性系：新しいレーザ技術、超伝導現象を利用した素子技術など通信・計測用の新しい材料・素材に関する研究開発

この他、次の定常業務を実施している。

- ④ 無線機器の型式検定および校正
- ⑤ 標準時の維持および標準周波数の供給
- ⑥ 電離層の定常観測
- ⑦ 電離圏世界資料センター
- ⑧ 宇宙環境情報サービス

このように多岐にわたる研究開発内容を外部評価するために、次の7つの研究部門に分類し、それぞれに対応する研究評価委員会を設けて個別の評価を行った。

- 光部門：10名（日本6名、アメリカ2名、カナダ1名、ドイツ1名）
- 基礎部門：10名（日本8名、アメリカ2名）
- マルチメディアネットワーク部門：6名（日本5名、アメリカ1名）

- 無線通信部門：6名（日本5名，アメリカ1名）
- 宇宙科学部門：4名（日本3名，ドイツ1名）
- 地球環境計測部門：4名（日本3名，アメリカ1名）
- 時空計測部門：5名（日本4名，フランス1名）

11月下旬に研究評価用資料が配布され，各委員が個別に書面審査を行って回答書を作成し，12月上旬から中旬にかけて各研究部門毎に研究評価委員会を開き，1月下旬に各研究部門毎の報告書を作成した。

運営評価委員会は，8名の運営評価委員と7名の研究評価委員会の各委員長で編成して総合的に評価を行った。

- 運営評価委員会：15名 {運営評価委員8名（日本6名，アメリカ1名，カナダ1名）＋研究評価委員長7名}

運営評価委員は，当時理化学研究所理事長の有馬先生を委員長として，NTT研究開発本部長，毎日新聞社ジャーナリスト，経団連産業技術懇談会主査（筆者），科学技術庁科学審議官，明治学院大学教授，米国NOAA ETL所長，カナダCRC所長の各委員である。

1月上旬に運営評価用資料が配布され，各委員が個別に書面審査を行って回答書を作成し，2月上旬に運営評価委員会を開き，報告書を作成して所長に答申した。その結果は，外部評価委員会報告書^[9]として印刷し，3月下旬に外部に公表した。

(2) 旧工業技術院傘下の国立研究所（電子総合研究所^[10]，機械技術研究所^[11]，大阪工業研究所^[12]）

旧工業技術院（以下，工技院と略す）傘下の国立研究所（現在は産業技術総合研究所に統合されているが，以下，旧名称で示す）に対しては，工技院作成の評価マニュアルに沿って準備が行われ評価が実施されるので，実施内容はほぼ同じである。評価者は，主として技術面から評価を行う委員と経営面から評価を行う委員から編成された。前者は研究所毎に異なる専門家が選定されたが，後者は研究所を横断的に比較評価することも狙って共通の委員が担当した。後者の委員として選ばれたのは，東京電力の最高顧問，日経の技術ジャーナリスト，経団連の産業技術懇談会主査（筆者）の3名であり，筆者は三つの研究所の外部評価を担当した。

付2.2 外部評価の手順

研究所により外部評価の方法は若干異なるものの、ほぼ次の手順で行われる。

- 外部評価は、研究所単位に3年に一度程度実施する。
- 外部評価委員会は、委員長、運営評価委員（企業のCTO、技術ジャーナリスト、経団連代表など）、研究評価委員（大学研究者、海外研究所の所長）から構成されている。筆者は経団連代表として前記4研究所の運営評価を担当したが、通常は研究所ごとに外部評価委員は異なる。
- 受診側では、10月から準備に入り、2月中旬まで合計16回の会合が行われている。また、2月または3月に2日間の審査が実施されるが、その間は研究所の機能はストップするといっても過言ではない。すなわち、分野別および幹部、中堅研究者、若手研究者の各階層別にヒヤリングおよび現場見学が行われる。
- 委員側では、11月下旬に委任状を受け取り、12月から1月にかけて膨大な資料が送られてくるので、約1ヶ月間で資料調査して所定の事前評価票を作成しなければならない。2月から3月の2日間で現地調査を実施し、事前評価票の集計結果を参考にしながら、委員の間で意見交換して3月末までに評価報告書を作成する。

以下、電子総合研究所を例にとって説明することにする。

(1) 全体スケジュール

研究所の外部評価のための準備および実施は、**付表 2.1** に示すように約半年間にわたる。短期間に効率的に準備作業が行われていることが、**付表 2.2** に示す事務局会議開催状況から分かる。同時に、外部評価を受けるための準備負荷は大変なものであり、毎年3研究所程度が順番に外部評価を受けることにより、ある研究所にとっては3~4年に1回程度としていることはうなずける。

外部評価委員にとっても、膨大な資料を元に1ヶ月間で事前評価を行い、2日間の現地調査を行って、評価報告書を作成する負荷も大変である。特に、筆者のように3研究所の外部評価を同時に行った委員にとっては3倍の負荷になった。そのため、1月から3月までの3ヶ月間は、土日はもとより平日も本業を犠牲にして評価作業を行った。

付表 2.1 全体スケジュール（電子技術総合研究所の例）

日程	研究所側	委員側
平成9年11月28日までに	委員および開催日の決定	委任状入手
平成9年12月26日までに	資料原稿の作成	
平成10年1月14日までに	委員に資料送付	資料入手
平成10年1月20日までに	資料をホームページに掲載	
平成10年2月10日までに		視察希望個所を提出
平成10年2月20日までに		事前評価票を作成し提出
平成10年2月25日までに	事前評価票をとりまとめ、全委員にフィードバック	
平成10年3月6日 平成10年3月9-10日	委員会*を開催 委員会を開催	委員会に出席
平成10年3月27日		評価報告書を作成し提出

付表 2.2 事務局準備スケジュール（電子技術総合研究所の例）

	開催日	主な議事
第1回	平成9年10月2日	全体スケジュール検討，評価項目検討，委員会資料構成検討，事務局役割分担の決定
第2回	平成9年10月8日	資料目次の検討，原稿依頼方法の検討，委員委嘱手続きの検討
第3回	平成9年10月15日	資料目次の検討，資料原稿の検討，研究部への依頼原稿の執筆要領の検討，委員会規定の検討
第4回	平成9年10月22日	資料目次の検討，資料原稿の検討，研究部への依頼原稿の執筆要領の検討，委員会規定の検討，参考資料の検討，
第5回	平成9年10月28日	資料内容と評価項目の対応の検討，研究部への依頼原稿の執筆要領の決定
第6回	平成9年11月5日	研究部原稿の検討，計画室へ資料作成依頼の検討
第7回	平成9年11月11日	委員選任状況の把握，委員委嘱手続の確認，委員会開催日の検討，研究部原稿の検討，予算状況の把握
第8回	平成9年11月18日	委員選任状況の把握，委員会開催日の検討，資料構成の検討

第9回	平成9年11月25日	委員選任状況の把握，委員会開催日に関する委員の希望聴取，委員委嘱手続の検討
第10回	平成9年12月2日	全体スケジュールの確認，委員会次第の検討，会場の検討，委員への送付資料の検討
第11回	平成9年12月9日	委員会次第の検討，委員確定状況の把握，資料原稿の検討，評価項目の検討，資料作成作業の所内透明性確保の検討，評価報告書取りまとめ方の検討
第12回	平成9年12月16日	資料の検討，電子版資料の検討，作業スケジュールの確認
第13回	平成9年12月24日	全体スケジュールの確認
第14回	平成10年1月6日	資料の最終点検，委員視察個別候補の検討
第15回	平成10年1月20日	研究評価委員会の運営に関する留意点の検討，電子版資料状況の把握，委員送付資料の検討，委員会当日の諸準備の検討
第16回	平成10年2月18日	資料配布状況の把握，視察個所についての委員希望状況の把握，委員会当日の進行の検討，委員会当日の諸準備の検討

注：英文資料作成等外国委員対応の議事は省略

(2) 委員会の構成

付表 2.3 に示す委員構成で実施した。主として経営面から評価する筆者を含む3名の共通委員は，工業技術院により人選され，任命された。主として技術面から評価する専門委員は，各研究所により人選され，工業技術院により任命された。

付表 2.3 委員会構成

	電子総合研究所
委員長	東大教授
共通委員	3名（東大名誉教授，技術ジャーナリスト，経団連主査（筆者））
専門委員（国内）	5名（慶応大教授，東大教授，東大名誉教授2名，通信会社社長）
専門委員（海外）	2名（米国，ノルウェーの大学教授）

(3) 委員会当日の日程

電子総合研究所向けの委員会は1泊2日で付表 2.4 に示すスケジュールにした

がい実施した。委員会に都合で参加できない国内委員 1 名と海外委員 2 名は委員会に先立って実施し、その評価結果は委員会に渡された。機械技術研究所も大阪工業技術研究所もほぼ同様の形態である。

付表 2.4 委員会スケジュール（電子技術総合研究所の例）

3 月 9 日午前	<ul style="list-style-type: none"> ● 受付 ● 所長挨拶 ● 出席者紹介 ● 日程・会場の説明 ● 委員長選出・委員長挨拶
	<ul style="list-style-type: none"> ● 電総研概要説明（所長） ● 組織・体制・研究分野概要説明（企画室長）
	<ul style="list-style-type: none"> ● 研究内容・成果等説明，及び質疑応答（研究リーダー 4 名）
3 月 9 日午後	<ul style="list-style-type: none"> ● 現場視察
	<ul style="list-style-type: none"> ● 研究リーダーとの懇談
	<ul style="list-style-type: none"> ● 電総研の管理・運営に関する説明および質疑応答 ● 電総研幹部・研究部長への質疑応答
3 月 10 日午前	<ul style="list-style-type: none"> ● 各委員の意見提出準備
	<ul style="list-style-type: none"> ● 委員のみの会議
	<ul style="list-style-type: none"> ● 質問への回答，追加質問，確認など
3 月 10 日午後	<ul style="list-style-type: none"> ● 委員のみの会議（意見概要のとりまとめ）
	<ul style="list-style-type: none"> ● 意見概要の提示（委員長）および総合討論
	<ul style="list-style-type: none"> ● 所長挨拶 ● 今後の予定の説明（事務局）

（4） 事前評価

付表 2.5 に示す大量の資料が事前に送られ、その資料を元に付表 2.6 に示す評価項目について事前評価表を作成した。1 ヶ月という短期間で、ほとんど予備知識がない筆者が、多岐にわたる評価項目について膨大な資料から読み取り判断する作業は、大変な重労働であった。しかし、専門委員の評価結果と比較するとほぼ類似の指摘をしており、このことから専門外であってもある程度の妥当な評価はできることが分かる。

付表 2.5 評価用参考資料一覧（電子技術総合研究所の例）

(1) 電子技術総合研究所外部評価委員会資料
(2) Data book of ETL (for External Review Committee)
(3) Summaries of Reports of the ETL (最近3年分)
(4) 視察個所候補リスト
(5) 電子技術総合研究所年鑑 (最新号)
(6) 新聞報道の例 (最近1年分の中から抜粋)
(7) 電子技術総合研究所紹介用リーフレット
(8) 電総研ニュース (最新号からの一例)
(9) 電子技術総合研究所彙報 (最新号からの一例)
(10) 電子技術総合研究所研究報告 (最新号からの一例)

付表 2.6 事前評価項目一覧

1. 重点研究分野の選定に関する評価	1) 現在, 重点を置いている研究分野が, 内外の科学技術の動向, 産業界のニーズ, 社会ニーズ, 研究所の研究ポテンシャル等に照らして適切であるか
	2) 重点研究領域の決定に際にして, その体制およびプロセスについて (決定までの検討方法・内容等) 適切であるか
	3) 今後, 重点を置くべき分野, あるいは縮小すべき分野等具体的にあれば, ご記入ください。
2. 研究テーマの選定に関する評価	1) 具体的に選定された研究テーマは, 内外の科学技術動向に照らして, また新規性, 独創性の点から妥当であるか
	2) 具体的に選定された研究テーマは, 産業・社会ニーズに照らして, 妥当であるか
	3) 具体的に選定された研究テーマは, 研究ポテンシャルに照らして, また他の研究所等の類似研究に照らして, 適切なレベルにあるか
	4) 研究テーマを選定するための体制およびプロセスは, 競争原理, 透明性等の観点から妥当であるか
	5) 今後, 力を入れるべきテーマ, 中止すべきテーマ等があれば, ご記入ください。

3. 研究体制に関する評価	1) 現行の組織および研究者の組織内の配置は、効率的・効果的な研究を行う上で妥当であるか
	2) 新規分野、部をまたがるような境際的な分野等に柔軟に対応するような体制・仕組みになっているか
	3) 研究管理体制（進捗状況の管理の在り方、中間評価、これらに基づく方針変更、最終評価等）は、妥当であるか
4. 研究者の確保・育成・評価に関する評価	1) 優秀な研究者を確保するための方策は、妥当であるか
	2) 若手研究者を育成するための方策または優れた能力を有する場合の処遇（研究費配分、役割分担、給与等）は、妥当であるか
	3) 研究者の業績の評価（評価項目が特定の項目に偏っていないか、特定の項目、例えば特許等が軽視されていないか等を含む）およびその処遇（研究費配分、役割分担、給与等）への反映は、妥当であるか
5. 交流（共同研究等）による研究内容の充実にに関する評価	1) 産学官の連携・交流、およびそれによる研究内容の充実が図られているか
	2) 国際的な交流、およびそれによる研究内容の充実が図られているか
6. 研究成果に関する評価	1) 客観的指標等による評価 ④ 論文数および質について ⑤ 学会等での発表、講演等の件数および質について ⑥ 特許等の数および実施度合について ⑦ 表彰、受賞について
	2) 産業・社会のニーズに対応した成果（技術シーズを含む）
	3) 成果普及（特許実施・譲渡等、技術指導、兼業の活用等） ① 成果普及のための体制 ② 普及実績
7. 総括的評価	1) 業務全般に関し、所長他執行部のイニシアティブは発揮されているか
	2) 国立研究所として、産業・社会ニーズに対応するという明確な目的を有した研究を推進するという観点から妥当であるか
8. その他	1) 研究所のビジョン、使命、役割、目的について
	2) 制度上の制約について

	3) 標準化関連テーマについて
	4) 産学官交流について
	5) 国際交流について
	6) 女性研究者について
	7) 外部評価について
	8) 行政改革に関連して
	9) その他

(5) 評価結果

事前評価の集計結果を参考にしながら、実地評価にもとづく評価結果を総論と評価項目ごとの各論に分けてまとめた。以下、電子総合研究所に対する評価結果を示す。

(ア) 総論

国立研究所に課せられた各種の制約の下で、国の研究開発の先導的な役割を果たしているものとして、その活動は十分に評価されると結論付けた。しかし、研究所の運営や研究内容などについて、産業ニーズ、社会ニーズの反映、産業界との有機的かつ互恵的な連携の点からはさらに改善すべき点があると考えた。

これらの問題点は、国立研究所のミッションとも密接に関係しているものであり、産業界のグローバル化とバブル崩壊に伴い、わが国の研究環境が大きく変化し、国立研究所の再編成へとつながった。また、産業・社会ニーズを反映し、それに対する透明性を保つために外部メンバーを加えた長期ビジョン策定委員会の設立を提案した。この委員会には、各階層からの代表が参加してビジョンの共有化を図るべきであることを提言した。

(イ) 評価項目ごとの各論

各論としては、事前評価と同じ分類に従って次の8つの側面から評価した。

1) 重点研究分野の選定に関する評価

現在、重点を置いている研究分野が、内外の科学技術の動向、産業界のニーズ、社会ニーズ、研究所の研究ポテンシャル等に照らして適切であるか否かを評価した。その結果、科学技術の動向は適切につかんでいるが、産業界、社会のニーズについては建前上の重点化にすぎないように思われた。また、研究者の人数規模から考えると対象領域をもっと絞る必要があるという指摘も行った。

重点研究領域の決定に際にして、その体制およびプロセスについては、大変よ

くできており、民主的かつ所長や部長のリーダーシップが発揮できる体制であると評価した。ただし、分野設定のプロセスに関しては不透明であり、外部有識者を加えた議論をすることを勧告した。

今後、重点を置くべき分野としては、情報分野、特にソフトウェアであり、その中でも他分野との融合領域に重点を置くべきである。たとえば、ソフトウェア的アプローチとエレクトロニクスのアプローチの接点、エネルギー・環境領域と情報関連の接点、最先端物理科学と先端測定・標準との関わりなどを視点に入れた重点テーマを取り上げることが望ましいとした。

逆に、縮小すべき分野としては、情報処理単独領域である。また、計測・標準に関しては計量研究所との連携が望ましい。物質・生命・エネルギー・宇宙・原子力関連の研究に関しては、国全体の研究機関の有効利用という観点から、役割分担を見直すべきである。

2) 研究テーマの選定に関する評価

具体的に選定された研究テーマは、内外の科学技術動向に照らし、また新規性、独創性の点から妥当であると評価した。ただし、人員数に較べてテーマ数が多く、やや総花的であるので、もっと骨太な研究テーマを取り上げるべきだという意見もあった。

具体的に選定された研究テーマは、産業・社会ニーズが意識されている分野もあるが、全般的には基礎研究に傾きすぎている。先端的ではないが解決が迫られていて、企業も大学もあまり積極的でないテーマ、たとえば、材料物性データベースの構築、国際標準化活動などにも取り組んでほしい。

具体的に選定された研究テーマは、研究ポテンシャルに照らして、また他の研究所等の類似研究に照らして、適切なレベルにある。ただし、エネルギー分野、脳研究、標準計測などの分野は他の国研でも取り組んでおり、重複しているように見えた。重複の良し悪しは一概には判断できないが、重点化の一つの判断材料にはなる。

研究テーマを選定するための体制およびプロセスは、1階層減らしたラボ制によって競争と開放性が増し、変化の時代に対応し優れた試みであると高く評価した。逆に、ラボの数が多すぎて効果的な管理ができないのではないかと懸念がある。

今後、力を入れるべきテーマとしては、データ、ソフトウェアおよびネットワークの安全保障、環境問題を解決するテーマ、より人間的な社会を実現するため

の技術などである。

逆に、中止すべきデータとしては、超高速コンピュータ、他の国研が力を入れている物質研究、核融合などである。

3) 研究体制に関する評価

研究所の組織と研究者の配置は、効率的・効果的な研究を進める上でバランスよくできていると評価した。ラボ制の採用は革新的であり、研究者の意欲を掻き立てる、研究者の流動を容易にしている、など評価できる。ただし、標準計測分野までラボ制を適用することには疑問を感じた。新分野や境界領域への柔軟な対応は、ラボ制度によって大きく改善されている。また、ラボ制度の導入により1階層減少したのは適切な判断であり、より効率的な運営が今後の課題であろう。

4) 研究者の確保・育成・評価に関する評価

優秀な研究者の確保と若手研究者育成の方策は、適切に行われており、処遇も適切である。ただし、海外の優秀な研究者を確保するシステム（生活環境、処遇）には欠けており、行政への改善要求が必要である。たとえば、研究費と人件費が別立てになっている現制度を改善し、あるプロジェクトが立案されたら、そのプロジェクトに相応しい研究者を任期付き任用ができる制度が望まれる。

研究者の業績評価に関しては、論文偏重であり、もう少し広く活動をとらえたバランスした評価指標が必要である。ミッションや分野に応じて加重係数が変わる評価方法や、国際貢献、産業貢献、社会貢献など定量化しにくい活動も評価すべきである。

5) 交流による研究内容の充実に関する評価

研究所内の共同研究は活発に行われているが、他の研究所との連携が少ない。人事交流に関しては、官から学への一方向であり、民との交流もほとんどないことから、制度の見直しを含めて今後の課題である。国際交流に関しても、他の国研と比較して遜色ないが、大学や民間と比較すると極めて少ないことから、制度の見直しを含めて今後の課題である。

6) 研究成果についての評価

客観的な指標としての論文数や発表件数など適切なレベルにあるが、論文の種類（総合解説、招待論文、原著論文、資料など、および査読の有無）をもっと細

かく分類した統計データが必要である。数より質で評価すべきであるが、かなり注意深く評価しないと誤る危険性が高い。

他の国研にも共通する傾向であるが、特許の数と実施度合は見劣りするので、論文と同等に評価し、改善することが望まれる。

産業社会ニーズに対応した成果に関しては、シーズの提示のみならず、産業界と連携して実用化まで取り組むことが望まれる。

成果普及に関しては、特許に関連する取扱い、兼業の活用などに改善すべき点がある。技術相談など特許以外については、具体的な内容が明確ではない。

7) 総括的評価

所長および執行部のイニシアティブは適切である。産業社会ニーズの反映に関しては、国研のミッションそのものから検討することが望まれる。

8) その他

国の会計制度が複雑で制約が多く、円滑な研究活動を妨げていることから、抜本的な制度改革を提言した。

産官学交流について、研究者の受入だけでなく、研究者の派遣も望まれる。国際交流について、長期的な交流が望まれる。女性研究者について、もっと数を増やすべきである。

付2.3 国立研究機関の研究評価の考察

上記のとおり，国立研究機関の研究評価は，総論と各論からなり，各論は8つの側面から多面的に評価している。しかしながら，受診側も審査側も大変な作業であり，とても日常的に行えるものではない。

- 1) 総論：先導的な役割を果たしているが，産業・社会ニーズの反映や産業界との連携に改善点がある。
- 2) 各論：8つの側面から評価した。
 - 重点研究分野：重点指向が不十分，選定プロセスの透明化，融合領域の強化，他研究所との役割分担の見直しなどを指摘した。
 - 研究テーマ：概ね妥当，やや総花的，やや基礎研究寄り，強化：情報社会の安全，環境問題など，中止：超高速コンピュータ，核融合など
 - 研究体制：良好，ラボ制度は革新的
 - 研究者：概ね妥当，行政への改善要求（研究費と人件費の一体運用，任期付き任用），業績評価が論文偏重
 - 研究施策：他研究所との連携不足，産官学の交流不足（官→学のみ）
 - 研究成果：客観的指標は特許を除き適切なレベル
 - 総括的評価：適切
 - その他：会計制度の抜本的な改革が必要

客観的評価指標としては，次の統計データをとっており，これらのデータを用いて筆者が提案する手順で日常の研究管理のための指標を作ることは可能である。

- 1) 研究者：526名（内332名は博士号取得者）
- 2) 論文：口頭発表1579件（3.0件/人），誌上発表1148件（2.2件/人）
インパクトファクタ総数：306，インパクトファクタ2.0以上の論文誌掲載：90件
- 3) 特許：特許出願106件，特許取得（国内201件，外国19件）
- 4) 受託研究等
 - 依頼試験：95件
 - 技術指導：96件（民間81，法人10，大学3，その他2）
 - 共同研究：132件（民間48，法人38，大学40，その他6）
- 5) その他
 - 委託研究：39件（民間3，法人4，大学31，その他1）

- 外部協力：延べ 1494 名（国内委員等 1187，海外委員等 172，非常勤講師等 99）
- 新聞報道：110 件
- 外部表彰：学術的 17 件，功労賞的 2 件
- 見学者：国内 1235 名，外国 524 名

付 2.4 まとめ

- 1) 外部評価は有益であるが，受診側も審査側も負荷が大きい。
 - 運営評価委員と研究評価委員，国内委員と外国委員の評価結果に有意差なし。
 - 外部評価は毎年実施が望ましいが，受診側も審査側も負荷が大きく，研究活動に支障を与える恐れがある。
- 2) 客観的評価指標による日常の研究管理は可能と思われる。
 - 特許や論文等の評価指標は共通である。
 - 民間の委託研究費に該当する指標として，競争的研究資金の獲得額とすることが可能である。

ただし，国立研究機関における標準・観測・計測など，大学における教育など研究以外の役割がある。そのため，筆者が提案する評価指標は，あくまで部門毎の改善目標として利用することに限定すべきであり，部門間の比較に利用することは誤解を招くので避けねばならない。

付録の参考文献

付録1の参考文献

- [1] 斎藤一雄, 「大競争時代への研究開発人材のニーズとシーズのギャップ」, 研究技術計画学会, Vol. 14, No. 4, pp. 242-247 (2000)
- [2] 経団連提言, 「創造的な人材の育成に向けて～求められる教育改革と企業の行動～」, (社)経済団体連合会 (1996)
- [3] 創造的人材育成協議会, 「企業の採用方法の変化と人材育成に対する意識調査結果」, (社)経済団体連合会 (1997)
- [4] 産業技術懇談会, 「産業技術実態調査報告書」, (社)経済団体連合会 (1998)
- [5] 特集座談会, 「いかに育てるか・将来を担う人材」, 月刊keidanren, 46 (9), pp. 22-29 (1999)
- [6] 森本昌義, 「産業競争力強化のための人材育成」, 月刊keidanren, 48 (3), pp. 22-23 (2000)
- [7] 産学官連携ビジネス交流会, 「人材育成における産学間のミスマッチをいかに解消するか< I T分野における人材育成>」 (2004)
- [8] 市川照久, 横山繁盛, 永田守男, 桜井彰人, 「企業が求める人材の要件とその育成法」, 研究技術計画学会誌, Vol. 1/2, pp. 90-93 (2002)

付録2の参考文献

- [9] 通信総合研究所外部評価委員会, 「通信総合研究所外部評価委員会報告書」通信総合研究所 (1997)
- [10] 電子技術総合研究所外部評価委員会, 「平成9年度電子技術総合研究所外部評価実施報告書」工業技術院電子技術総合研究所 (1998)
- [11] 機械技術研究所外部評価委員会, 「平成9年度機械技術研究所外部評価実施報告書」工業技術院機械技術研究所 (1998)
- [12] 大阪工業技術研究所外部評価委員会, 「平成9年度大阪工業技術研究所外部評価実施報告書」工業技術院大阪工業技術研究所 (1998)