

ノースウェスタン大学の創造性教育

近 藤 潔¹

1 はじめに

筆者は平成13年の4月下旬から9月末までの間、文部科学省の在外研究員として米国のノースウェスタン大学に滞在した。研究テーマは「工学教育におけるコンピュータの応用」で、同大学材料工学科の飯井政博教授の元でお世話になった。内容は、ノースウェスタン大学工学部の新入生を対象としたEDCというコースで行なっているコンピュータを利用したコミュニケーションについての研究であった。

このEDCコースについて調査するうちに、コンピュータを利用したコミュニケーションもさることながら、EDCの教育全体に興味をおぼえ、その詳細や背景にある理念について調査・研究することになった。

ここでは、EDCに関することからのうち、とくに高岡短期大学における今後の教育を考えるにあたって参考になりそうな部分をとりあげて検討してみたい。

なお、EDCに対する産業界の評価は高く、ノースウェスタン大学は民間会社から一千万ドルの寄付を受け、エンジニアリング・デザインセンターの建設を計画中である。これに対し、工学部長は次のように述べている(以下でMcCormick Schoolはわが国の大学では工学部に相当する):

McCormick Schoolは、学生がキャンパスに立つと同時にデザインを学習にとり入れる革新的なカリキュラムによって、エンジニアリング教育の世界的リーダーとなった。

この寛大な寄付は、創造性、チームワークおよび専門領域を越えた協力を引き出すための最新鋭の設備を学生にもたらすことになる。

2 EDCについて

2.1 EDCの位置づけ

EDCとは、Engineering Design and Communicationの略で、工学部の導入教育を改革するEngineering Firstカリキュラムの一部として1996年に誕生した。Engineering Firstは、入学後のできるだけ早い時期に「より本物のエンジニアリングを体験させる」ことを掲げ、Engineering Analysis(EA)とEDCの2つから構成されている。

(1)Engineering Analysis

線形代数、力学、微分方程式のような工学の基礎を教えるが、従来型の講義中心ではなく、数学演算を実施するコンピュータソフト(MATLAB)によるプログラムを行なうことで、理論を実際問題に適用する方法を体験させるとともに、実務に役立つプログラミング能力をも獲得させる。

(2)EDC

本物のクライアントから提起される種々の実世間の問題に取り組むことで、デザインやコミュニケーションの方法を学びつつ、創造的な問題解決能力を養う。

(3)実施時期

表1：授業のクラス

学 期	1 年秋	1 年冬	1 年春	2 年秋
クラス	EA1	EA2 EDC1	EA3 EDC2	EA4

表2：学部学生と教員数(1998・99)

schools	学生数	教員数
Weinberg College of Arts and Science	3,809	518
School of Education and Social Policy	292	24
McCormick School of Engineering and Applied Science	1,437	165
Medill School of Journalism	626	53
School of Music	385	67
School of Speech	1,149	114
学 部 合 計	7,698	941

Engineering Firstでは、新入生は4つのEngineering Analysis(EA)クラスと2つのEDCのクラスをとることになる。その実施時期は表1の通りである。

2.2 EDCの規模

EDCはノースウェスタン大学の、McCormick School of Engineering and Applied Scienceのコースである。ノースウェスタン大学の学部学生と教員の規模を表2に掲げる。

McCormick Schoolの学部は11の学科を持つ。EDCはMcCormick Schoolの学部1年生に対して、冬学期と春学期にプロジェクト形式の授業を提供する。プロジェクト数は100近くに達する。

表3に示すようにEDCの教員はMcCormick Schoolのさまざまな学科のみならず、文科系のWeinberg Collegeに属するWriting Programから集められ、文科系の教員と工学系の教員がペアになってプロジェクトの学生を指導する。Writing ProgramはWeinberg Collegeに属するが、ノースウェスタン全学の学生を対象と

して明確で説得力のある文書表現法を教える独立した組織である。

2.3 EDCの目標

EDCの目標は以下のように述べられている

[1]：

1. 新入生を複雑な創造的問題解決に取り組ませる
2. エンジニアリングへの情熱を育む
3. 一年次カリキュラムを構成する、より解析的なコースを補う
4. 文章表現、口頭表現、図形表現および人と人によるコミュニケーション能力を増強する
5. 工学部における新しい「デザインの文化」の基礎を築く

表3：EDC 2001教員構成

School	学 科	冬 期	春 期
McCormick School	化学	1	1
	機械	3	4
	バイオ	2	1
	コンピュータ	2	2
	材料	2	5
	その他	2	2
Weinberg College	Writing Program	8	8
そ の 他	事務所など	1	1
	会社など	2	3
合 計		23	27

2.4 EDCの授業

ノースウェスタン大学は、3学期制(quarter)を採用し、一年間は秋から始まり、冬へと続き、春で終了する。夏にもいくつかの講義が開かれるが、公開授業など補助的なものがほとんどで、日本で言うところの3学期制に相当する。

1学期の授業は11週で構成され、11週目は最終プレゼンテーションと試験が行なわれ

る。1週間のメニューは以下のようなものである：

- ・講義(月曜日、50分)
- ・セッション1(火曜日または水曜日、50分)
- ・セッション2(木曜日または金曜日、50分)
- ・読みものの課題または宿題

週2回のセッションでは、ブレンディングなどのグループ活動や、各種の演習・実習などが行なわれる。毎週、各人が勉強すべき内容が具体的に決められており、その成果が提出物として評価されるしくみになっている。1組の教員は1つのクラスを構成し、1つのクラスは4つのチームを含み、各チームは4人の学生から構成される(クラスはセッションと呼ばれており、週2回のセッションを一緒に行なう)。

授業の内容については、例えば、以下のプレスリリース記事を参照されたい[2]：

学生たちは最初の冬学期に4人のチームを組み、ノースウェスタン大学関係のクライアント向けのWebサイトを作ることで、デザインとコミュニケーションの基礎を学習する。春学期には、学生たちは再度デザインプロセスを実地に学習する。今度は、多発性硬化症の女性のための折り畳み式ステッキからペンキ塗り用ローラーやブラシの洗浄法に至るまで、クライアントの要請で広い範囲のデザイン問題に取り組む。このプロセスを繰り返すことで、学生たちはこの学期でデザインとコミュニケーションの

考え方により馴染むことができ、創造性と柔軟性を高めることが可能になる。

春学期に行なう実世間の問題解決のテーマを、福祉、公共、大学関係、その他に分類して集計した結果は表の通りである。このような問題解決プロジェクトを行なうことで、地域の福祉などにも貢献していることがわかる。

表4：テーマの分類

チーム	学 生	分 類			
		福 祉	公 共	大 学	その他
90	366	39	10	6	35
		43%	11%	7%	39%

プロジェクトの具体的なテーマのうちのいくつかを表5に掲げる。

2.5 EDCの特徴

(1)デザインとコミュニケーションの統合

デザインとコミュニケーションについては、「デザイン(エンジニアリング)とコミュニケーションという2つの非常に異なる文化の統合がEDCを最も特徴づけるものである」(文献[3])や、「デザインとコミュニケーションは絡み合ったプロセスであり、双方が創造性、批判的思考力、および効果的意思決定を要求し、双方が逐次的なプロセスである」(文献[1])の記述がある。

また、文献[2]では、次のように述べられている：

表5：テーマ例

名 称	分 類	概 要
Leg Brace	福 祉	小児麻痺を患った5才児の弱った足をサポートするための器具の設計・開発
School	公 共	小学校に来る自動車による交通渋滞を解決するための駐車場のデザイン
EDC Center	大 学	ノースウェスタンの新しいEDCセンターを、学生と教員のニーズにもとづいて設計する
Medical Space	その他	特定の依頼にもとづいて、病院の診察室を広く効率良く使用するため設計を実施

コミュニケーションは広範囲に、またデザイン分野の必須部分として教えなければならない。EDCでは、すべてのコミュニケーションの課題はデザインプロジェクトから直接来ている。このことが、異なったタイプのコミュニケーションが一緒に働くしくみを学ぶ機会を学生に与える。

このように、デザインとコミュニケーションの統合に大きな注意が払われており、現実に、McCormick SchoolとWriting Programの教員がペアでクラスを担当する方式がとられている。

(2)異なる分野の融合

デザインとコミュニケーションの統合は大きく異なる分野の融合であるが、EDCでは、学生も教員も学科に関係なくクラスに割りふられる。300数名の学生は学科に関係なくクラス割りが行なわれ、表3に載っている数多くの教員は、専門に関係なくクラスに割りふられる。ただし、各クラスはWriting Programの教員が必ず1名担当するので、数の少ないWriting Programの教員は複数クラスを担当することになる。このような分野を越えた融合は、1つの問題に異なった視点を提供し、問題解決の方法に幅がでるなど肯定的な結果が得られている。

(3)実世間の問題解決

EDCで行なっている問題解決を特徴づける言葉として、"user-centered approach"(ユーザ指向)および"open-ended problem"(答のない問題)がたびたび言及されている。これらは、デザインとコミュニケーションのプロセスを結びつけるとともに、創造的な問題解決能力を養成するための重要な条件である。これらの条件は、表5のような本物のクライアントが提示する実世間の問題解決に取り組むことによって十分に満たされる。

2.6 設備と教材(コンピュータの利用)

EDCの授業を行なうのに必要な設備と教材およびコンピュータの利用について述べる。コンピュータは教材の提供やグループ内外のコミュニケーションに欠くことのできないものとなっている。

(1)設備

EDCの授業を行なう区域はDesign Studioと呼ばれる。Design Studioには事務所やブレインストーミングの部屋を含むEDCオフィス、1クラス16人(4チーム)ほどが利用する3つの教室およびマシンショップ 工作室がある。各教室には大きなテーブルが複数配置され、チームごとの共同作業に利用される。主な装置を表6に示す。Design Studioは3人の専任スタッフにより運営されている。

表6：主な装置

場 所	装 置
教 室	大テーブル、コンピュータ、周辺機器、プレゼン装置、黒板類、机上で使う工作用具
オフィス	ブレインストーミング室、事務機器、教員用コンピュータ
工作室	ボール盤、旋盤、バンドソー、パネルソー、その他工具

なお、コースを受講するすべての学生と教員にはDesign Studioの特定の区画に入る鍵が渡され、コンピュータなどの設備を24時間利用できるようになっている。

(2)教材(コンピュータの利用)

EDCの教材は、そのほとんどがWeb上から入手できる(<http://www.edu.nwu.edu>)。教材は詳細なシラバスとコースバックから成り、シラバスは24クラス90チームにのぼる数多くの授業を混乱せずに行なうための詳細なスケジュールや時間割を含んでいる。コースバックは各授業で共通に使用される教材の集大成

で、「デザインプロセスとは何か」といった概念的なものから、レポートのスタイルガイドに至るまで詳細かつ具体的な内容を含んでいる。

このようにEDCでは多くのクラスとチームが並行的に進行するため、教員と学生を含むグループ内外でのコミュニケーションが重要な問題となる。そこで、電子メールと電子掲示板を統合した機能を持つFirstClass [4] というソフトをEDCコースの学生と教員全員が利用して各種の連絡、意見の交換、指導、課題の提示からレポートの提出に至るまで効率に行なっている。

3 問題解決能力

3.1 問題解決能力重視の背景

EDCの目標の第一は、「創造的問題解決」を行なう能力の養成である(2.3節参照)。この考えは、米国の高等教育改革の流れに遡ることができる。今から約20年前に全米の多くの大学からの参加者を集めて行なわれた「問題解決と教育」の会議において、カーネギーメロン大学の学長Cyertは次のように述べている [5] :

学術の領域は我々の社会で最も変化することが難しい領域のうちの一つである。我々は何百年もの間使い続けてきた教授法(とりわけ講義)と同じものを今も使い続けている。新しいアプローチをテストする科学的な研究はほとんどなされず、新しい方法の開発について体系的な関心はほとんど寄せられなかった。世界の多くのものごとを研究する大学では自分たちが従事し、かつ大きな収入源である教育機能は無視されている。問題解決についての研究はものすごく興味深く将来性のある段階を迎えており、教育的な意義について詳細に検討しなければならない。

問題解決能力は「単なる記憶」以上の能力が求められる場面ではどこでも重要であり、すべての科学の領域のみならず他のほとんどの分野でも中心的な役割をはたす。また、ますます複雑化し、急速に変化し、ものすごい勢いで知識が増え続ける今の世の中では問題解決能力を学生に教える必要がますます高まっている [6]

このような観点から問題解決能力についての研究が行なわれるとともに、その育成を目的とした教育が長年行なわれてきた。日本でも受験勉強に象徴される知識偏重の教育から、個性を伸ばし考える力を養う教育への転換が叫ばれて久しいが、以上のような問題解決能力の育成と同様の問題意識に基づいていると思われる。

3.2 問題解決能力の一般化

米国では問題解決能力の研究や教育実践は理工学の分野で始まった。これは、科学や工学の分野では、数学に代表されるように、問題を解くことが難解かつ本質的な問題であることによる [7]

このような問題解決能力についての研究は、芸術家の活動の中に問題解決の特徴を見出す研究により、理工学の分野を離れて広く展開された。Wakefieldは次のような記述を引用して説明している [8] :

芸術家が芸術の仕事をはじめるとき、自分が解決しようとするある決まった芸術的な問題を設定する。彼は、人物、時間、そして場所を選定し、自然に起こる展開を可能にする特定かつ特別の環境条件を見つけ出す。いわば、お望みの事柄をひきだすために芸術家がどんな無理をすることもなく、芸術家が仕掛けた力の組合せと相互作用から論理的にかつ自然に進行するような展開である。(Nabokov, 1981)

問題解決における、問題と解法に対する制約条件は、openとclosedの程度で測ることができ、この制約の強さによって問題のタイプは図1のように4つの領域に分類される[8]。ただし、open, closedとは問題なり解法なりがどの程度明確に定義されているかを示す。4つの領域のことばによる表現(open, closed)の程度がそれぞれ強い、典型的な場合)を表7に掲げる。なお、図1に載っている4つの思考能力は、それぞれの領域の問題解決で支配的な働きをする思考を表している。

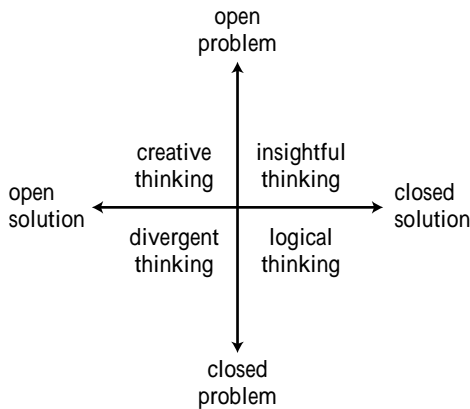


図1：問題の領域分割

このような分類により、理工学分野の典型的な問題解決は、closed problemかつclosed solutionに位置づけられ、問題解決にあたっては、論理的な思考が主体的な役割を果たすことが示されると同時に、理工学分野の問題解決はより一般的な問題解決の1つの部分であることがわかる。

3.3 創造性との関係

図1に示された一般的な問題解決と創造性との関係について考察する。

(1) openな特性とコミュニケーション能力

openな問題を定義することは、問題発見(problem finding)であるといえる。実世間の

表7：領域分割の説明

問題	解法	説明
open	open	問題の定義は明確でなく、いろいろな答が可能
open	closed	問題の定義は明確でないが、答は1つに決まる
closed	open	問題は明確に定義されるが、いろいろな答が可能
closed	closed	問題は明確に定義され、答も1つに決まる

問題解決では、解決よりも問題の発見の方が重要というケースがよくある。Starkolは次のように述べている[9]：

広い意味での問題発見はあらゆるタイプの創造性の根底にある。問題解決における最も基本的な研究のうちいくつかはビジュアル・アーティストについてなされた。これらの研究では、芸術家が描画のアイデアを探すために素材をいじっているとき、芸術家は問題発見をしていると考えられた。コミュニケーションするためのアイデアやテーマを探すことは、社会の問題やニーズを探すことと同様に問題発見であると考えられる。これらの2つは、創造性の根源的な目的であり、相互に重なっている。個人はアイデアをコミュニケーションするために、すなわち問題を発見して解決するために努力することにおいて創造的になることがよくある。

ここで用いられているコミュニケーション(communicate)という語は、単に意思疎通するというよりも、他人と、あるいは社会の中で意義や価値を共有する(share)というニュアンスが強いと思われる。

一方、openな解法は、解の選択幅が広いので個人の意向が強く反映され、表現つまりプレゼンテーションの要素が多い。コミュニケ

ーションを広く解釈して「共有と表現」というようにとらえれば、問題解決のOpenな特性はコミュニケーション能力を要求し、ここに個人の創造性が深く関わってくるのがわかる。

(2) 4つの思考能力の間の関係

Wakefieldは小学校5年生(11才)、14才の中学生、高校3年生(18才)および大学生について各種の心理テストを行ない、図の4つの思考能力の関係が年齢とともにどのように変化していくか、また、それが職業の選択にどのような影響を及ぼしているかを考察している[8]。その結果から次のような教育的な示唆が得られる：

- ・ 高校生ぐらいから、これら4つの思考能力はお互いに関連しあっていることがはっきりしてくる。これは、論理的思考の成熟と関係している。
- ・ 論理的思考は創造的思考と特に関係が深く、創造的思考の成長を助長する。
- ・ 芸術的な傾向は創造的思考と相関が高いが、職業選択においては思考能力よりも芸術的な才能(オリジナリティなど)や周囲の環境条件の方が強く作用する。

普通考えられているように創造的な能力と論理的な能力は独立または反対ではなく、お互いにはっきりと正の相関を持っていることが客観的なデータを使って示されている。このように、これらの4つの能力は「単なる記憶」以外の何かを意味しており、「創造性」や「自分で考える力」のようなものと深くむすびついていることが十分に想像できる。

4 高岡短期大学への適用

以上述べたノースウェスタン大学EDCの教育方法やその背後にある創造的問題解決についての理論を高岡短期大学へ適用するとした場合について検討する。

(1) 融合教育

高岡短期大学は芸術系から経営系に至る幅広い教育分野を擁しており、分野を越えた融合教育を目標の1つに掲げている。これはEDCの1つの特徴である異なる分野の融合とマッチしており、EDCの適用は融合教育を推進すると考えられる。

(2) 実務教育

短期大学の性格上、高岡短期大学の学生は必ずしも十分な専門知識を持たずに早く世間に出て実務を経験する。従って演習や実習を多く採り入れた実務教育を行なっている。実世間の業務は答のないopen-endedな問題解決であることが多いので、創造的な問題解決能力の養成は実務教育として有用である。

(3) 地域貢献

EDCの問題解決プロジェクトでは、実世間の問題を提供するクライアントを地域に求めているケースがほとんどである。問題が解決されればクライアント、ひいては地域全体へ貢献できることになり、地域貢献に役立つことが期待できる。

(4) 教員と学生の人数比

表2と表3とからわかるように、McCormick Schoolの学生数1,437人に対し、教官数はMcCormick Schoolの165人とWriting Programからの8人の計173人であると考えられることもできる。その場合、教員1人あたりの学生数は8.3人で、高岡短期大学の7.9人(定員ベース)とほぼ同等である。従って、数

の比較でいけば、人的リソースの面では高岡短期大学でも十分に実施できる可能性が高い。

(5)実施方法

実際に実施するとなると、問題点が多い。教員体制や設備に至るまで現状のままでは十分といえない。また、教育内容の性格上、短期集中で没頭して行なうことが望ましい。EDCでは週3回のクラスと毎週の宿題があり、2学期連続で行なっている。同様の方法をとるとしたら抜本的なカリキュラムの見直しが避けられないので十分な準備が必要である。

5 おわりに

在外研究を終えて高岡にもどってみると、折しも国立大学改革の嵐が吹き荒れており、大学の役割や教育の目標などを根本的に見直す時期となっていた。米国の大学に通い、その教育・研究における優位性を目のあたりにしてみると、それらの優れたところを真剣に検討してみる必要を痛感した。

特に、一般教養においては知識体系を重視した教育から創造性を重視した教育への転換がなされ、ノースウェスタン大学以外でもデザインという概念でいろいろな取り組みが行なわれているようである[3]。日本では、英語の"design"という語は美術系ではデザイン、工学系では設計というように区分され、方法論も教育・研究分野も明確に分かれているようであるが、米国では必ずしもそうではないようである。また、ノースウェスタン大学の工学部では専門過程にもデザインの方法をとりいれる試みがなされている。これらはエンジニアリング分野ではあるが、境界領域を特色としており、基本的にはどのような領域にも適用できると考えられる。今後の高岡短期大学における展開を期待したい。

参考文献

- [1] B. Shwom, P. Hirsh, J. Anderson, C. Yarnoff & D. Kelso, " Using Multi-Disciplinary Teams to Teach Communication to Engineers, or " Practicing What We Preach, " " *Proceedings of the ASEE Annual Conference & Exposition*, 2000.
- [2] " 05/23/2001-Freshman Tackle Real-World Design Problems, " プレスリリース .
- [3] P. Hirsh, B. Shwom, C. Yarnoff, J. Anderson, D. Kelso, G. Olson & E. Colgate, " Engineering Design and Communication : The Case for Interdisciplinary Collaboration, " *International Journal of Engineering Education*, vol. 17, No.4, 2000.
- [4] SoftArc社, <http://www.softarc.com>
- [5] R. Cyert, " Problem Solving and Educational Policy, " *Problem Solving and Education : Issues in Teaching and Research*, NJ:Lawrence Erlbaum Associates, 1980.
- [6] D. Tuma, F. Reif, (Preface) *Problem Solving and Education:Issues in Teaching and Research*, NJ:Lawrence Erlbaum Associates, 1980.
- [7] J. Larkin, " Teaching Problem Solving in Physics:The Psychological Laboratory and the Practical Classroom, " *Problem Solving and Education:Issues in Teaching and Research*, NJ:Lawrence Erlbaum Associates, 1980.
- [8] J. Wakefield, " Creative Thinking:Problem-Solving Skills and the Arts Orientation, " NJ:Ablex Publishing Corporation, 1992.

- [9] A. Starko, " Creativity in the Classroom:
Schools of Curious Delight(Second Edition)"
NJ:Lawrence Erlbaum Associates, 2001.