

テクノロジー・デザイン教育

—遊びから職業へ—

Bjorn Magne Aakre

訳 加藤 敬之

den713tkj@nifty.com

この論稿の目的は、テクノロジー・デザイン教育の目的と役割について議論をし具体的なケーススタディから、1つの結論を提示することである。現代のテクノロジーとデザインは私達の文化のなかで重要な位置を占めており、我々の社会におけるイノベーションや発展に強い影響を与えている。教育とは、アイデンティティ、態度、振る舞いを形成することや、可能な限りよい方法で、私達の社会を、人間性や環境に貢献する発展へと導く共感や情熱を扱うものである。この目的のために、ノルウェーのコングスベル自治体が、通常の学校から離れたところにあるセンターで、成長中の世代に対してどのようにテクノロジー・デザイン教育を実施しようとしているかについて研究した。

序

ノルウェー政府が、数年前に学校改革の準備を決めた時、テクノロジー・デザイン教育は、核心的な問題の一つとして議論をされた。この改革は2006年8月から実行された(KL06)。

多くの特殊な利益集団や、教育者達は、ノルウェーが他のヨーロッパの国々で既に導入されているようなテクノロジー・デザイン教育を、今、新しい学校の教科を取り入れる時期であると主張をした。しかしながら、結論は妥協的なものになってしまった。

第1に、情報と通信技術(ICT)は学校の全ての教科を通して教えるところの基礎をなす5つの基礎的な能力の1つになってしまった。

第2に、テクノロジー・デザイン教育は、既に存在する3つの教科(アーツ&クラフト、自然科学、数学)のなかで横断的に教えられるに過ぎなくなってしまった。このことについての定型化は、既に、新しいナショナル・カリキュラムのなかに含まれている。そして、学校で実践されている。

この重要な教育分野での具体的な知識を獲得するために、2年前にコングスベル自治体で研究を行うことを決定した。コングスベル自治体は、テクノロジー・デザインを文化の統合された領域として定義し、学校の教科としてだけでなく、都市にとっての発展計画として位置づけて、既に段階的にアイデアを実践に移していたので、コングスベル自治体が研究対象として選ばれた。市当局は市と2つの地域における住民の文化的アイデンティティを強化させ、発展させるために、長期的な発展計画として主要産業や地方企業と協力することを決めた。

我々は、2つの発展計画の基礎や根拠を研究することを望んだ。そして、それぞれの学校における通常の授業を比較することで学習センターがどのように機能するのかを研究することを望んだ。最終的には、私達は、devotek labと名付けられたこの地方の学習センターで学習過程がどのように展開するのかを、研究することを望んだ。この研究が展開されてから、文化局が持続可能な開発に焦点をあてたテクノロジーや環境エネルギーに焦点をあてた、特別な研究室を設立された。このプログラムは、環境テクノロジーやデザインの研究への要求の高まりに関わって、国内外で全体的にユニークで興味深く思われているようである。

理論と方法

今日の若い人々の精神や個人のアイデンティティの形成は、個人と文化の間の相互作用の質によって相当程度決定される。これは、公教育と公用語だけでなく、彼らが様々な方法で獲得して使用される製品にも影響を受けるということでもある。

学校や余暇において生徒が自分自身を演じ表現する方法は、アイデンティティの形成プロセスにとって重要な役割を果たす。このプロセスには、友達関係とともに、子どものおもちゃも含まれる。

若年層、特にティーンエイジャーにとって、特別なファッションやブランドや、携帯電話のようなより高度な製品、ipod やコンピューターゲームは重要な役割を果たす。これは、広い一般的な文化についてだけでなく、年齢や関心の特別なグループにおける文化の区分でもある。そのようなグループでは、「街頭の国会 (the parliament of the street)」のなかでの交渉が行われている。このことは今日の教育が文化の異なる側面や、子どもティーンエイジャーの興味や行動への、それらの影響や彼らの職業選択やキャリアへの影響を強調することが必要であることを意味している。

批判的構成的教授学の理論は、この場合にさらなる分析や議論を進展させるために適合しているように思われる。なぜなら、この理論は、社会文化理論 (Klafki:2001) と同じような特徴を有しているからである。この視点は、近年、教育研究者の注目を受けてきた。例えば、コミュニケーション・テクノロジーによって世界が開かれたものに、つまり、グローバルなものになり、アイデンティティの形成の問題が大きくなっているように思われるからである。

両方の理論は、学習過程における文化の影響を強調し、個人の認知能力を、純粋な知的訓練としては学習を説明しない。

異なる観点から、学生が学校生活においても、他の場面でも、参加する文化の違う側面から、精神的文化的形成に焦点をあてる社会学の理論、がある。多くの強調が様々な種類の道具の上に置かれており、また、道具がどんなに文化的かは、価値やスタンダードが社会におけるアイデンティティの形成をますます曖昧なものにしていると、意味の理解や、様々なメディアの知的な成長にかかっている。

多くの観点 (ハーバーマス: 1981 年と、ビゴツキー: 1986 年) から、この問題は議論されてきた。それは、個人と同様に社会が一体となって将来の変革に取り組み、持続発展可能な社会をつくるという基礎的な信念であり、未来についての希望や確信と関連している。このことはテクノロジーやデザインはもはやそれ自身に目的そのものではなく、よりよい社会や全てにとって安全への望みを満たすための手段であることを意味する。我々はこの問題のための主要なテーマを公式化した。

テクノロジー・デザイン教育とは、何か?そしてその目的はなんであるのか?

また、ポストモダンの社会においてテクノロジーとデザインの役割に必要な能力と同じように、いかにして調和的なアイデンティティを育成するのか?

また、それを支援し、さらに促すようにするためには、どのように教育は組織されるべきなのか?

この研究によって、私達は学習実践と文化的な文脈に関係した批判的な反省とのバランスを保とうとする理論モデルを発展させた。

6つのカテゴリーを備えたそのモデルは、次の表に見ることができる。(図省略)

このアイデアの第一の源は、Argerys と Scon(1989)、それに批判理論による (Habermas:1981)。例えば、ハーバーマスは、アイデンティティについて、他者との基礎的な関係から自律的存在として我々が誰であるのかを学ぶことであると仮説をたてた。したがって、私達はカテゴリーのなかに、文化 (6) を、背景として含ませた。さらに、私達は今日、教育において重要なものとしてイノベーション (5) を含んだ。クリエイティビティとイノベーションの能力は、多かれ少なかれ、変化しつづけるイノベーションが批判的考察の結果であるという仮説をつくった社会においては重要なものであると言える。

さらに、私達がデミングの「車輪 (wheel)」という理論から得た他の4つのカテゴリーは「向きをかえる」ということである(Deming,1986 今井,1987)。このモデルは質的研究について説明するために広く使用されており、またこれは日本でも共通するものである。

これらのカテゴリーは、次の言葉として有名である。(1)計画「Plan」(2)行動「Do」(3)評価「Check」(4)行動「Act」あるいは改善「Improve」。単一文化の生産システムにおいては、それらはまだ有効であるとも思われる。しかし、現代的な教育の目的や文化的変化のためには、我々はイノベティブであること、文化的な抵抗の知識の獲得や、喜んでリスクをとることは、とても大切なことである。

批判的構成的教授理論は、教育の研究(Klafki 2001)の方法を統合する。その主な議論は、教育の研究が、多くの場合、分析され議論される必要のある、ある種の価値を含んでいるということである。それゆえ、歴史的な実証的な方法は、教育の研究への重要なアプローチであると考えられる。

しかし、多くの場合、この研究に利用可能な明瞭なテキストがないことがある。そこで実験的な研究を多くの場合なされる必要がある。もし純粋な歴史ドキュメントが情報源としてなければ、多くのケースを分析する必要がある。

最後に、歴史的にしろ、経験的にしろ、基礎となるいくつかの隠されたイデオロギーを基にして議論をし、矛盾した議論を批判的に分析する必要がある。

コングスベルク自治体と、devote lab は、いくつかの理由からケーススタディに選ばれた。まず第一に、この自治体は、この課題に挑戦のための具体的な一歩として措置を講じているし、そして、既に、研究に利用可能な施設を持っていた。第2に、コングスベルク自治体は、将来、自分たちの社会的地位を維持できるかに関して心配している多くのハイテク産業があるノルウェーの最も大きな都市の一つである。さらに、最終的には、現代の技術とデザインのための学習センターとして設立した devote lab に融資をした地場産業と、政府機関の間には、協力しあうよい雰囲気があることであった。

まず、私達は、このセンターの設立に関わる資料や基礎となる資料を分析し、ノルウェーのナショナル・カリキュラムとを比較する文書研究を行った。また、私達は、センターを訪れ、ロケーションを観察したり、設立の過程に関わった人々にインタビュー調査をしたり、彼らが使っている資料を研究した。

この実証的な研究は、13のグループから成っている。技術とデザインにおける84人の学生からなる11のグループ、および科学技術による48人の学生からなる2つのグループである。5年生から高等学校の学生までいた。もともと、系統的な階層化はできなかった。

また、私達は余暇活動に参加する2つのグループを研究した。私達がつくった理論モデルにより、観測のための分析的なカテゴリーによりグループ構成された。これらのカテゴリーの学習過程は観察され、記録された。私達は、ビデオ録画を数回使うなど観察をしたが、残念ながら全ての時間を系統立って観測をしたわけではなかった。

主要な概念

テクノロジー・デザイン教育は、ここでは普通教育における教育としての議論と実践であって、特定の職業教育としての特殊な訓練ではない。多くの場合、小学校や中等学校では、学習内容が基礎的なものに属することになる。ある場合では、高等教育を前提として、関連づけられて教育が行われている。

主要な課題は、テクノロジー・デザイン教育は、なぜ普通教育の一部であるべきなのか、異なるレベルでは学習内容はどのようなものであるべきなのか、そして、どうしたら学生はそのような学習プログラムから重要な知識を効率が良い方法で学ぶことができるのであろうか？

ギリシア語の *techne* や *techné* を起源としている「テクノロジー」。それは、しばしば工作とか、技術として訳される。合理的な方法でモノをつくることなどと説明されている。*Techné* は、その本質において、

何かをつくるという点では原理と知識に似ているとも言える。古代ギリシア人は、おそらく美術と工芸とを区別しなかったであろう。この分化は、中世の後におこる近代的な思考の結果、起こったのである。

また、最終的に、「techne」は科学に関連する。すなわち、クラフトはアートの応用であるのと同様に、技術は科学からの知識の応用を伴うのである。

歴史的に、技術教育は教育の実用的で美的な部分を担ってきた。ただ、概念の基本的な部分が、時間が経るにつれて変化してきた。古代のギリシア人には、教育プログラム *paideia* において実用的で美的な活動はあった。しかし労働の概念がそれには含まれていなかった（ミューレ、1991 22）。しかしながら、後に、コメニウスやペスタロッチのような偉大なヨーロッパの教育者は、教育プログラムのなかに実用的で美的な教育に関する一般概念として「労働」をいれた。近代の産業化の当初には、技術教育は、スウェーデンのスロイドのように形式的な生産システムとして専門家を養成するシステムとなった。しかし、デューイと他の進歩的な教育者は、コメニウスやペスタロッチのような概念に立ち戻した。また、アートは基礎学校で、徐々に実用的な美的な教育の重要な部分を占めるようになった。そして、デューイは美的な経験について重要なエッセイを書いている（デューイ:1938）。

デザインには「製図 (drawing)」とか「計画 (planning)」を意味するように、より複雑な意味が含まれている。最初は、単純な制作物と、設計や計画による製造物とを区別するために 1560 年にフィレンツェで導入された。今日のデザインは、機能的な質を目指すだけでなく、心地よいモノ対不快なモノ、美と醜さ、攻撃的な色と安心できる色との対比など美的な質も兼ね備えている。（Aakre 2005）

その概念についての議論を要約するために、私は以下の定義をした。

テクノロジー・デザイン教育は、思考方法や技術についての一般的（芸術、工芸、および科学知識の実用化に関する）な学習である。それと同時に、持続可能な開発を目指す私達の社会や文化へ、テクノロジー・デザインのパワーや影響について批判的に考察することである。

今日、多くの国で、アート、クラフトは、少なくとも何らかの意味で分離した科目として歴史を持っている。しかし、普通教育におけるテクノロジー教育の現状は、不鮮明になってしまう。例えば、ノルウェーでは、工作と図画が最初に学校教科になって、その後、徐々にアートの重要性が高まってきた。今日では、「図画工作」という授業がある。しかしながら、近年、ナショナル・カリキュラムのなかで、特別教科としてではなく、テクノロジー教育は議論され改良されてきた。今までのところ、テクノロジー教育は、芸術、工芸、および科学を含む学際的なトピックであったと思われる。

デザインは、何らかの美的なものを伴う傾向にある。一方、テクノロジーは、科学に関連する傾向にある。また、最終的に「ものをつくる」という概念にはクラフトが関係している。ICT の概念が、現在全ての教育の基礎に関連するようになり、さらに広がっている。

ナショナル・コンテキスト（ノルウェー）

1980 年代から普通教育における概念としてのテクノロジーとデザインの役割が議論されてきた。1980 年代の主要な争点は、基礎学校の選択コースとして取り入れられたコンピューターテクノロジーとソフトウェアのプログラミングについてと、高等学校での特別なプログラミングについてであった。

1990 年代の間、デザインと建築は、ポストモダンの教育において重要な要素として議論され、最終的にナショナル・カリキュラムに含まれた。ノルウェーでは最初の段階として、1997 年に *forming* を *kunst og handverk* や *art & craft* に内容や名称を変えた (KUF 1997)。

最近の改革は、テクノロジー・デザインが、基礎学校の1学年～10学年に新しい教科として導入することを提案されたことである。しかしながら、結論として妥協的なものになった。

第1に、情報やコミュニケーション・テクノロジー (ICT) は、学校の全教科を通じて焦点化された5つの能力のひとつとされた。

第2に、テクノロジー・デザインは、art & craft と natural science と mathematics の3教科の横断的な領域となった。表1は、2006年から、テクノロジー・デザインが他の3教科の内容といかに関係するかの構成を示すものである (KD:2006)。

(表 Table 1 省略)

数学 (算数) のカリキュラムは、テクノロジー・デザインと呼べる内容をはっきりとさせていない。もっとも、次のようなはっきりとした言葉を含んでいる。「数学 (算数) は、テクノロジー・デザインを行うときや、実際に作業するとき道具として役立つ」

2 学年、4 学年、7 学年、10 学年、を修了に求められる能力の内容が、カリキュラムには記されている。要約するために、私はいくつかの主なコンセプトを以下に要約する (KD:2006)

2 学年：生徒は、紙や布を割り、切ったり、削ったり、編んだりして単純なものが作れる。そして、他の人に作ったものについて伝えられるようになる。また、水や空気のプロペラや、光の反射を使って、アート作品をつくれる。

4 学年：様々な材料を混ぜて使って、編んだり、織ったり、重ね合わせたり、縫い合わせたり、塗ったり、固定したり、してシンプルなアート作品を計画し制作できる。また彼等は、簡単な建物のモデルを、計画し、制作し、評価することができる。そして、アイデアから完成までを書き表すことができる。

7 学年：学生は様々な材料を使って簡単なアート作品を作ることができる。そして、アイデアと、選んだ材料や、クラフト技術、型、色、機能の関連について説明することができる。また彼等は、いかにして、歴史的に水や風といった潜在的なエネルギーが利用されるように移り変わったのかを評価することができる。どのように材料が使われ、問題が解決されるのか、そして製品の基礎にあるイノベーションや企業家精神に親しむ。

10 学年：学生は特別な形や機能を基礎に持つプロダクト・デザインができる。そして、スケッチやデジタルソフトウェアを使って製作したもののデザインや問題点について描写することができる。彼等は、衣類を制作し、ファッション、価格、品質について消費者の全体的な観点から議論することができる。そして、原住の人々や他の文化性を持つ人達が、如何に影響しあい、様々な文化的な表現を刺激されたのかについて話し合うことができる。また、自ら探し求め、経験し、幾何学の思考方法で、理由を公式化できる。さらに、テクノロジーやアート、建築の細かな重要な部分に関して幾何学的に評価できる。

11 学年：学生は遺伝子コードやタンパク質システムの主な特徴について説明できる。そして、伝統や環境の大切さについて議論できる。彼等はテクノロジー・デザインに関する倫理的問題に関わる情報にアクセスでき、評価できる。

ローカル・コンテキスト (コングスベル)

テクノロジー、デザイン、およびイノベーションは、しばしば急激な変革を表現するためには使われる。しかしながら、この考えは真実をついているものとは思えない。

イノベーションは、(傾向や可能性を判断し、最終的に適切な時期や可能性を見極める能力を持ってして)十分に練られた戦略に長期にわたって関与する、という概念である。20年前、約5000人従業員が働く主要な会社が倒産の危機にあったとき、地場産業は大きな危機を抱えていた。1987年以降行われた努力は、今日の多くの成功を説明している。もっとも、この成功の背後には、高い質の仕事やイノベーションが創り出す力強い文化が、都市や住民の(時間や空間を超越した)アイデンティティの一部となっていた。

地域の企業と協力して devote lab を設立した時、地方自治体はアイデンティティを維持し、未来を改善していくことを望んだ。それは10~13歳の若年層を対象に余暇活動としてはじめられた。もっとも今では、幼稚園児から高等学校の学生までを対象としている。また、「こどものための革新と研究計画」のように、その自治体では、より多くのプログラムを含むプロジェクトが進行している。2006年には約305のグループがセンターに来るようになった。地方のハイテク産業が急成長をする時、エンジニアや技師の人材の確保は問題となる。そこでセンターは若年層をハイテク産業に向かわせる動機づける長期的な戦略の一部となった。最近の状況は、この戦略は功をそうしているように思われる。

私達の研究結果は3つのカテゴリーに分類できるであろう。

第一に、資料や私たちがインタビューした人々からの意見をもとに、子どもたちの展望についての議論が行われた。それらは、テクノロジー、デザイン、および科学について学ぶことは良いことであると主張がなされていた。幾人かによって「遊び」や「活動」を通じて興味を持ち、楽しみを見つけながら知識を獲得できるとすれば、このような活動ができることはより良いことであると主張された。彼等は、子どもたちは多くの時間を学校で過ごしている、そこで学校の通常の学習プログラムを離れて活動することで、退屈することなく活動できるし、より活動的に、効果的に、学習が深められる、と考えているようである。

また、幾人かによって、子ども時代は、単に将来の準備や勉強や学校ため存在するわけではない、とも主張された。子ども時代、それ自体に価値があり、様々な「遊び」を許すべきである。このように、「遊び」や「学習」は結びついている。そしてそれは、彼らの学習を容易にし、より学習への動機を高めるものになる。

第2に、応答者によって作られたいくつかのドキュメントと声明の両方について、外部からの観点で、論争があった。これらの議論は、私達が、テクノロジー、デザイン、および科学に基づいている社会に生きているという事実を焦点をあてている。したがって、これらに関する知識を維持することは、競争的産業を維持するために、これから大切になってくるであろう。それゆえ、若年齢から、この知識を得て、将来、技術者、デザイナー、科学者としてなっていく準備をしていく必要がある。

第三(最後に)に、この学習センターで使用される学習教材のタイプに関連していくつかの議論がある。彼らは、学校には適切な設備がないので、学校ではテクノロジーとデザインを教えることができないと主張した。また、教師が適切に教える能力を欠くかもしれないとも主張した。だからこそ、適切な施設と訓練されたインストラクターがいるセンターが必要であると主張されたのである。

使用される材料の大部分は、様々な用途に使用できるデザインと設計がされているロボットプログラムロボットを備えた基礎的で先端的なレゴシステムである。学生は簡単にスタートできるし、彼らは話し合いをして、基礎的なことをマスターすると、すぐに高度なプロジェクトにも続けて取り組んでいる。彼らは、教師の授業や他の学生が終わるのを待つ必要はない。応答者は、この方法がより強くモチベーションを与えることであり、より良い学習を与えることができると考えているようである。

コングスベルのこのプロジェクトは、コングスベルだけに当てはまるものか、または、より広い国の流れのなかで理解されるのか?さらに、国際的な傾向の一部として理解され得るのであるだろうか?

国際的な傾向の一部として、ここ 15～20 年の歴史的な傾向を見てみよう。

1989 年に、通商と産業のノルウェーの全国的な組織 (NHO) が作られ、機構は戦略的な計画 (「機構は教育のためにより積極的な役割を果たすべきだ」という主張) を策定した。それ以来、その機構は職業教育、技術教育、およびビジネス教育の領域に関わるいくつかのイニシアティブを取るようになった。特に 1990 年代には、学校での 2 年間の教育と、ワークショップや企業での 1～2 年間の徒弟教育という、新たなより良い職業教育に関して、機構 (LO) とノルウェーの政府とが緊密にコラボレーションできた。このシステムは 1994 年から実施された。今日、学生の約 50% は、ノルウェーの職業上のプログラムを選ぶ。もっとも、徒弟試験に合格するのは難しいし、動機が弱い学生もあり、彼らは職業プログラムを選んでも難しいために卒業前にドロップアウトしてしまう学生もいる。また、産業の熟練した仕事、特別な科学知識を必要とする仕事のためのプログラムを選択することへの、若年層の興味・関心が衰退しているとの傾向がある。そこで、近年、同機構では、高校に入る前の子供や学生といった若年層に将来のエンジニアや科学者といった仕事への動機を与えようと、技術者や科学者といったキャリアについての取り組みをはじめた。それは科学技術センターの子供たちに違った結果をもたらしたのである。

このセンターでは、古くからの学習法を変え、遊びと余暇の活動を結合しようとしている。主なモチーフは、機械整備や物理学のように特定の対象を学ぶのではなく、そのような活動についてポジティブな経験を持ち、将来そのようなことを学習するための動機付けを与えることである。

コングスベル自治体、及び、学習センター (devotek lab) のイニシアティブは、この国の役割を理解して活動しているようであり、また、国際的である。

企業や devotek 社 (lab の装置やセンターを運営している職員の給与のスポンサー) が普通教育への強い影響を及ぼそうとして活動しているように見える。また後に、地方銀行も、高校教育に責任を負っている自治体の教育局と同様に、主要なスポンサーとなった。

しかしながら、コンスベルグ自治体のイニシアティブは、政府の関心 (既に策定されたコングスベルグを将来のテクノロジー・デザインの主要な都市にしようという計画) と、調整された。センターの委員会には、政府と民間企業関係者の両方からの代表者達が選出された。メンバーの一人は地元の学校の校長である。若者の委員も選ばれ、彼はプロジェクトのためや、将来のセンターのために、いくらかのお金をコントロールできた。このアイデアは、子供たちをテクノロジーのために訓練をただけでなく、マネージメントや、責任をとることを学習させた。

もっとも、この委員会が実際の運営がうまくいっているようには見えなかった。私達はマネージメントをすることは簡単ではないとの印象を受けた。

学習教材

devotek lab で使用されている学習教材の大部分は「遊び」を基本的なコンセプトとして、デンマークの LEGO ブロック (つなぎ方により多くの形や組み合わせができる) が使用されている。いくつかのブロックは、あなた方の多くが見たり試したことがある、簡単なブロックである。他のモジュールは、ギアや、電気ジェネレーターや、太陽電池、風車のような、より高度な機能がついている。いくつかのモジュールは、マイクロコントローラーが内蔵され、プログラムが組まれており、さらに複雑なものである。プログラムは、通常のコンピューターと視覚化された特別なソフトから作れることが可能になっている。最終的な学習プログラムは、ロボットや (Bluetooth と同じ規格を基礎とした) ワイヤレス通信に、移すことができる。もしくは、テレビやカメラや同じような装置をコントローラーで制御することである。同じようなシステム (より高度なシステム) は、既にノルウェーの高等学校の教育では 1990 年頃から紹介されている (Aakre:1992)。

遊びやブロックを使うという教育的な考えにより、子どもたちは多くの創造的な方法を使ったり、構築したりできる。もっとも、この考えは全く新しいものではない。この考えを最初に実践しだした一人は、おそ

らくよく知られている教育者のフレーベルである (Myhre 1991 85)。また、類似したものをモンテッソリーや、レッジオ・エミリー教育システムにみることができる。

この観点からすると、このシステムはエンジニアのようなプロフェッショナルの訓練にも適合しているように思われる。現代の技術は、多くの異なる種類の機能やシステムにより設計され作られているインテリジェント・モジュールによってしばしば構築されている。それゆえに、現代のテクノロジー・デザインの変化とは、ユーザーの要求を分析したり、特殊性に応じたシステムをつくることである。

異なるインテリジェント・モジュールの接点や調和は、(レゴシステムが挑戦している所であり、) 現代のデザインの重要な側面である。私たちの研究からの結論は、このシステムは、多くの教育学における原理を踏襲していることを指し示した。複雑さには、教育学的な配慮が潜んでいるのである。

我々の研究で、課題は多くの学生たちにモチベーションを与え、彼らは課題を解く過程を活動的に行い、時間内に最良の解決策を得るために協力しなければならないということを、私たちは観察した。これらのことは我々が実際の仕事においても持たなければならない資質である。

ソフトウェアで使用されるものは視覚化され、理解することが簡単である。だから、学生にとって、モーターや、コントローラー、温度計、ランプをプログラミングすることは簡単であった。

私たちは職業的な観点から、そのソフトウェアでシンボルをデザインし、ソフトウェアを使うことについて質問した。そのソフトウェアの簡単さは、おそらく学生たちにとって、それらを人気があるものにさせた。しかし、IEC 規格のような国際規格を基礎にした簡易なシンボルを彼らがよく理解していることを私たちは確証を得ることができなかった。普及は混乱させられるかもしれない。特に、高校生のような年が上な学生は、国際規格に従うほうがよいのかもしれない。

学習教材には、学生が簡単に読めて、理解をフォローするためのイラスト付きの良い指示書がついている。指示書は、また異なる年齢に対応している。また、指示書は教師にとってガイダンスのパンフレットにもなる。そのパンフレットは、教育的な理論やどのような方法で各授業が行われ、異なるトピックをカバーしているのかについて言及している。多くカバーしているのはテクノロジーと物理学である。パンフレットは、デザインやデザインの美学的な側面についてはわかりやすいアドバイスはない。デザインの概念は使われているが、ある種の「設計」に関する基礎的なことに限られている。

学生のための指示書は、構成手順の説明と、学生がついてくることができるモデル図(視覚化された図面)から構成されている。図面と物理的なモジュールには、学生が、設計の間やその後の作業の時に材料を特別にデザインされたボックスに整理して収納することができるように、簡単に色により分類することができるよう、色がつけてある。

教師にとってこの学習教材の良い点は、作業後のセッションや科学的概念と理論を関連させた形式的な知識のテストをどのようにするかについて指示があることである。

しかしながら、私たちが観察した 11 のグループのうち 1 つのだけが、この学習教材を使用し、そしてテストを実施していた。これは私たちが考える教育学の観点(これは学習セッションの非常に重要な部分である)からすると、かなり期待外れであった。

ある一つのグループが、とても熱心な先生の言うことをきいていた。しかし、ほんのわずかな学生だけが十分な時間をかけて活動をしていた。私たちはここを改善していけば、この lab の潜在的な良さをもっと活かしていけると考えた。例えば、lab と学校がより協調されれば、これは改善されることかもしれない。簡単に言えば、学校に行く前にいくつかの準備をし、彼らが帰る前に学校で作業をすることである。

教育教材は、ジョン・ピアージュによる認知心理学に影響を及ぼされた(それは教育者について言及していないが)教育科学を通してテクノロジー・デザイン教育の問題を説明しているようである。ひとつの重要な

概念は、「流動的なゾーン」である。学習教材は、学生を「流動的なゾーン」に保たせるために、学生はいつも、難しすぎず、また、易しすぎないように、バランスをとりながら作業ができるものであるべきだと、主張された。

これは学習の最適な評価基準の説明をしている。それを、私たちは、例えば、スポーツ心理学から学ぶことができる。この場合では、それが真実であるか否かに関わらず、テストをすることができない。同じよう議論はグループ活動の協力の過程でも言える。グループにとって複雑すぎる仕事は、グループのなかにフラストレーションがたまり過ぎ、諦めてしまう。

また、グループのメンバーのどれか一人にとって易しすぎる仕事は、グループでの協力がなくなってしまう。

「流動的なゾーン」にいさせることで、学生の困難さと挑戦をさせることができる。

一方で、私たちが lab で観察できたことは、日常生活での経験していることではない。彼らは、とても短い時間、センターに来て、日常のルーティンワークから解放され、新しい状況に好奇心を抱くのである。それゆえに、学校とは違った振る舞いをする。今日、実践されているトレーニング方法は、通常の学校での書類やテストを行わない、余暇活動のようである。

最後に、センターは市の図書館に併設している。今、図書館に新しい機能を与えたのである。すなわち、図書館は本を借りる場所だけでなく、広いスケールで情報や知識に出会える公共施設の機能を持つようになったのである。新しい考えの図書館の目的は、情報や知識を集めるだけでなく、児童やティーンエイジャーにとって作品を展示・発表する場となっているのである。学校の授業での作品も、彼らのデザインやアート作品を広く紹介するために、展示会をするように誘われている。図6は、高校のアート・デザインの授業で、高校生によって作られた建築に関するデザインの例である。その考えは、ユニークで、とても興味深いものである。しかしながら、テクノロジーとデザインを結びつける、このプロジェクトは、むしろぼやけて見えて、それほど簡単とは思うことはできない。

アートと技術の繋がり、少しだけ繋がりがあるものの、機能性を有した品質、良いデザインの美的な資質は別れており、別々の世界のものであるように思える。

幼稚園の子供たちを対象にしたような、いくつかのケースでは、それらを結びつけることができる。まず、子どもと先生は、市から写真つきの本をもらう。そして、教会や銀行や生活する家、学校やお店などを見学する。その見学の後、彼らは lab に戻って、自分の経験したことをもとに制作をはじめます。

概して、このプロジェクトによって、アートと技術の間のより良い統合のための改良がなされている。また、私たちはその大きな可能性を見ることができた。例えば、devotek lab で評判が良い事業の一つは「スマートハウス」である。「スマートハウス」には、ライト、暖房装置、ドア、アラーム等々、多くの良いプログラムできる機能がある。しかしながら、家のモデルは、レゴブロックのプラスチックの非常に簡単な構造である。様々な意味で、木、金属、および通常の家で使用されるコンクリートなど、異なったタイプの材料を使用することによって、この構造のデザインを改良できるであろう。また、プロジェクトに、断熱材には環境エネルギーのためのデザインを含むことができた。

最終的に、異なったスタイルの工事、形や飾りについて、アート&ヒストリーは生徒に統合させることができた。また、プログラムできるロボット（車、宇宙船、他の装置設備のようなもの）のような、他のプロジェクトでも、アートと技術を結合することができた。センターと学校のつながりがよりよくなるかもしれない。（不幸なことに学校とのコラボレーションが上手くいっているように見えない。学校と教師は、いくらか疑い深く、このタイプの活動は学校で行われるほうが良いと考えているように見える。）

11 からなるグループの 84 人の学生を実証的に研究した。グループのなかには、基礎学校の学生や高校生、成人達がいる。また、夕方に余暇活動としてやってくる 2 つのちいさな子ども達のグループの研究もした。以下の表は、人数の分布を表した。(表、省略)

主として、我々は、個人を対象とせず、グループを対象として研究をすすめた。なぜなら、同時に、個人もグループも同時に研究することが難しいと気づいたからである。主に、それぞれグループの 2 つのペアを研究した。

また、私たちはできるだけグループの相違点(彼らはどのように問題を解決したのか、作業のペース、グループ内やグループ間のコミュニケーションなどについて)を観察するようにした。また、私たちは少年と少女のグループの相違点を観察した。

私たちは観察にビデオテープレコーダーを使用することを考えたが、実行しなかった。なぜならノルウェーではそれにはとても複雑な手順を踏まなくてはならず、それをしたくなかったからである。これは、信頼できる観察と分析をするために支障をきたしている。観察と分析を複雑にし、私達の望む信頼の足るものにはならなかった。将来の研究では、ビデオを使うことが可能になれば、私たちはよりシステムティックに観察を記録するであろう。

私たちは学生を観察し、10 分ごとに彼らの活動について記録をつけた。このようにして、私たちは学習過程(彼らが自分達のデザインを改良するために、テストをすることと、デザインを改良すること)についての特徴を私達のモデル(計画、実行、評価、改良、イノベーション)にしたがって系列化し、図化した。

私達は、一つの系列からどのように変化するかを見るために、何か 1 つの改善していく場面だけでなく、2~5 の改善していく場面について研究した。各改善していく場面において、私達はどのように問題が生じたのか、問題や機能不全をどのように解決したのかを観察した。特に私達はグループがその課題を解く過程を観察した。

3 つの場面からの結果を、視覚化したグラフで表している。

(表、省略)

最初のグラフは、1 つの改善していく場面における、それぞれの 5 つのステップのためのグラフを示している。そして、彼らはそれをどのように 3 回繰り返すのかを表している。

最初のフェーズ(青色)は、学生がプランニングや作業についてやした努力と時間の量を表している。そして、学生は 50% を作業に時間と努力を費やしていることがわかった。計画の時間のなかには、準備や先生からの指示の時間も含まれている。初回では正確に制作することと、モデルを改良するにはおよそ 10% 強の時間と努力しか費やさなかった。初回は、ほんの少しのイノベーションしかなかった。学生は指示書に従って初回はモデルの制作をしていたのである。

2 回目は(赤色)、計画に費やす努力が減った。そして、作業や、テストに費やす時間も少し減った。2 回目には、改良により多くの努力が費やされた。改良には約 25%、そしてイノベーションには 12% である。この変化は、学生がよりクリエイティブになったことを表している。そして、彼らが自分自身のモデルやデザインを表現しだそうとしているのである。

3 回目(黄色)は、学生は約 30% を作業に費やしている。それは、学生が材料を使い慣れてきたことや、制作過程で問題解決の時間が少なくなってきたことを示している。彼らは、また改良に 2 回目と同じくらい時間と努力を費やしている。しかし、イノベーションに関しては、前の 2 回に比べてとてもよくなっている。これは、学生の多くが、当初のモデルから離れて、より彼ら自身で表現しようとしていることを示している。

最初のモデル制作の段階から、多くの学生は、創造性を発揮し彼ら自身のイノベーションやデザインを表現するように（“modus”）変わった。

さらに私達は、女子のグループと男子のグループを比較した。そして、いくつかの興味深い違いを発見した。すなわち、女子のグループは男子のグループに比べて、正確な部品や構成要素の準備などについて、計画をしっかりと練る。女子のグループは、色にとっても注意を払い、興味を持っているようにみる。集合リストに従って色を選んだり、その後は、自分たちのデザインを表現するために違った色を試したりする。男子のグループは、色にそれほど興味をもっているようには見えなかった。

他方、男子は、問題を解決するとき、活動を重視しているように見えた。彼らは女の子ほど十分に計画を練っていなかった。そして、テストとのあと、問題解決を図っていった。また、彼らの活動は、とても競争的であった。早く制作を終えようとし、テストを早く始めようとする。また、彼らが作ったモデルが早く動かすことを競争していた。さらに、男子は騒がしい傾向があった。彼らの制作したモデルをテストし、競争させるときは、特に騒がしかった。

私達は、また、性別に関係なく、個々人の興味深い違いを観察できた。何人かの学生は、はじめるまでとても受け身的に座っていて、仲間たちの作業を観察していた。そして、しばらくした後、特にいくつかのトラブルが起きたとき、彼らは段々とサポートするためにゲームに入ってきた。“才能をゆっくり開花する”何人かは、グループのリーダーになり、技能と創造性を発揮した。

最終的に、私達はグループ間のいくつか相互作用を見ることができた。他のグループが何をしているのか、どのように活動しているのかを、肩越しに見ているようであった。そして、お互いにコメントし助け合いながら、問題を解決しているようであった。誰かが助けを必要としたとき、いくつかのグループでは問題を解決する役割の人を作っていた。問題が解決するまで、そして制作が続くようになるまで、彼らは他のグループで手助けをしていた。

第2のグラフは、上記のことを説明するために表したグラフである。

まず、私達は学習過程でより学習ラウンドが重ねられると、作業することが減ることがわかった。純粋な制作過程が減少する時、他の過程は増加する。特に、デザインを改良したり、イノベーションをしたり、オリジナルモデルとは完全に異なるものを創造したりする時間が増加した。

devotek labのようなプログラムは、いくつかの教育者によって批判されている。なぜなら、彼らは器具にたよりすぎているのでクリエイティブな能力を育成することはできないと考えているからである。しかし、これらの議論の背後には全く経験上の証明がない。すなわち、それこそが、私達がこのプロジェクトで研究し議論したいと思っている問題なのである。

この結果は、この学習プログラムには、devotek labのように機械的であり、深く学習することができないようなリスクがあることを示している。しかし、それは単純に教師の指示に従うことではない。このlabには、作業するという、多くの学習プログラムがある。しかし、それは深い学習ではない。もっとも、それはどのように活動が生まれ実施されるかに関わっている。もし、プロジェクトが単純なものづくりとして組まれれば、学生が教師の指示から学ぶこと、すなわち彼らが学ぶことは、説明書を追っているだけである。その考えは全く悪いものではない。なぜなら、説明書を読んで作業をしたり、新しいテレビ番組を参考にしたり、冷蔵庫を設置したり、コンピューターをインストールすること等は私達の人生によくあることである

からである。しかし、この活動は創造性を育成するものではなく、また、多くのテクノロジーの知識を得ることに繋がるものではない。

このシステムを通じて、創造性や創意工夫する力を育成するためには、学生たちがモデルを説明書に従って制作するよりも、説明書なしでもものをつくる機会を持つことが大切である。彼らは、説明書に書いていない改良を加えるなど、より複雑なモデルの学習過程を続ける必要がある。彼らは学んでいることや学び方を反映させる時間も必要である。もし、彼らが科学やテクノロジーの形式的な知識を学びたいと思えば、彼らはコンピューターや電気モーターのプログラムのより深い知識を学べることになる。

私達の分析は、このプロジェクトにおける学習戦略は、それぞれの仕事を始める手段となり、このシステムの潜在的な力はそれを超えていることを、示している。

学生はいくつかの興味を表している。そして、最初の仕事は創造的な方法で、新たにデザインを創ることが実現したことで、次の動機付けを与え、次の表現活動を続けさせた。学生は簡単に適切なレベルを身につけているようであった。そして、彼らがしていることに満足しているようであった。

より詳しく分析してみると、学生はこのシステムによりモチベーションがあがっていることを、示している。そして、彼らが最初の段階を成し遂げた後は、彼らはその作業を続ける傾向がある。そして、彼らにより、ますます複雑なモデルに入っていく、より学生自身によってデザインがされるのである。

多くの学生は、活動方法がより創造的になり、やめてしまう学生は少しだけである。ほとんどの学生はより創造的に活動をしていた。一部の学生は課題を前にあきらめていた。私達の観察は、学生は彼らの能力に応じて活動を調節しているようであった。

そして、はじめに高い目標を持った学生は、諦めてしまっている。もつとも、多くの場合、より易しい課題に代え活動を続けている。

データは、テストや改良のプロセスは、彼らが活動を続けている時、新たな改良により何かを創造したり、発明したりする関係はコンスタント（一定）であることも示している。

一方で、これはテストであり、通常の学校の授業ではない。それだけに通常の学校での日常の授業よりモチベーションが高まり、努力が行われるのである。

実証的研究 2 テクノロジー&サイエンス (N=48)

テクノロジー・サイエンス教育を定義した際に、私はサイエンスの特性（ある範囲）を含める。テクノロジーのこの側面は、devotek lab で実践された。それはいくつかの例を通じて説明されるべきである。実際、テクノロジーとサイエンス（テクノロジーより明らかな範囲である）、デザインの教育がセンターで実践されている。

これには多くの理由がある。

1つ目は、サイエンスやエンジニアリングの分野において、興味深いグループや個人によって、子供達に将来のキャリアへのモチベーションを持たせようとした。

2つ目は、センターではエンジニア（面白い機械を創り出そうとする）による教育が行われるのではなく、子供の幸福やティーネージャーたちに関心がある教育者によって実践が行われた。

3つ目は、学習教材を収集することに関係している。レンガやブロックはつなげたり上に乗せたりできるが、可塑性はない。それ故に、彼らは粘土や木、金属のように自由に形を造ることができない。色も多かれ少なかれ決められている。デザイン活動は、多かれ少なかれ、限られた形、構造を作ったり、色を決めたり、レンガの機能を考えたり、モデルを作ったり、ソフトウェアでプログラミングをすることである。

子供たちへの、環境エネルギー教育やサイエンス教育には、大きく 2 つの問題がある。エネルギーlab は、まだ実験段階であり、多くの資料は調査段階である。それゆえに、私は 10~13 歳の子供達に、ここでの資料を参考にしてあげたい。ここには説明はできないが、年長の子ども達へのプログラムもある。

プログラムは女性、ハンナ・フィンステッド(Hanne Finstad 生物学博士) によって独自に発展してきたものである。彼女自身の子供たちにいろいろな経験をさせることによってはじめられた。

それは「遊び」の考えを基礎にしている。

フォスカーファブリケン(「研究工場」 Foskerfabrikken)の名で一般的なコースになった。フォスカーフォヴォルケン(「研究工場」 Foskerfabrikken)は、イブニングスクールや夏休みのコース、学校における課外活動で多くの学習コースを提供している。

そこでは、博士課程や修士課程、学部学生の人達が先生を務めているので、通常の教師は必要ない。強調されるべき点は、科学におけるプロフェッショナルな知識がある。彼らは科学的内容を盛り込むことを学習コースの主要な点に入れているので、子供達は、科学者の気分を感じとらなくてはならない。

彼らはこの目的のために、本物の器具を使い、実際の活動を行う。また、彼らは、学習のために必要とあれば、服を用意し、保護グローブや保護ゴーグルを使用する。安全について配慮することも気づかされる。

このような方法で、彼らはロールプレイング(役割遊び)をし、他にも、魅力的な学習材料を使っている。例えば、子ども達に人気のあるキャンディーの DNA のモデルを作ったりする。

もちろん、これには、砂糖の影響があるとの批判があるように、多くの側面から議論がされることが出来る。しかし、それは、私達が多くのコメントやコミュニケーションを図ることが出来ることであり、私はよいことであると考え。この入門的なコミュニケーションの側面は、実際、興味深いものである。

私達が観察したコースでは、生物学や化学、物理学に関連した実験を見ることをできた。生物学や化学に関連した活動の多くは、成功していた。これを説明するには、おそらくプログラムのイニシアティブをとっていた人が生物学と科学を専攻していたという背景があるものと思われる。

しかし、その課題のひとつは、デザインと制作とテクノロジーと関連している。準備された説明書から潜望鏡をつくり、その機能をテストする。学生は家から牛乳の空のパックを持ってきて、制作のために使うことを指示される。インストラクターは、設計図や、2つのミラー、ミラーを薄くカットするための小さなナイフを与える。学生は、潜望鏡の原理と機能を十分に理解できる。そして、制作することにとっても熱心になる。学生の多くはととてもよく活動した。

しかし、一番年下の学生の何人かは、紙を適切にカットし、適切なサイズに作る技能に欠けていた。もっとも、年長の学生や、インストラクターの助けによって、テープを使うことで鏡を正しい位置につけることができた。活動の多くは、コミュニケーションすることであり、潜望鏡をテストすることであった。学生は違った位置や角度によりテストをし、新しい使い方を創造していた。彼らは、暗い所や、テーブルの下、コーナーのかげから潜望鏡を使って見るという経験ができた。2つの潜望鏡を繋げて使うというアイデアも出された。

私達は、テクノロジー・プロジェクトと、サイエンス・プロジェクトの間に違いがあることに気づくことができた。サイエンス・プロジェクトは、厳格な計画に従って実践される。そして、テクノロジー・プロジェクトのレゴのように様々な結果が生じることはない。そして、サイエンス・プロジェクトは、スタートとゴールがわかりやすいのである。

テクノロジー・デザイン・プロジェクトは、より複雑で様々な構造や形ができる。一方、サイエンスコースにおけるインストラクターは、インストラクターとして、またカウンセラーとして、より重要な役割を果たしている。

サイエンスコースのインストラクターは、より科学の分野での特別な言葉をつかう。そして、活動のあと、多くの時間、活動の内容や、実験の過程や結果の両方について、学生と議論をする。これは、2つのインストラクターの役割の違いを示している。サイエンスに関しては、よりプロフェッショナルな科学的な知識を教えなくてはならない。もう一方は、学生は自分自身で発見していかななくてはならないのである。学生が答えを得るために質問し、それに対してインストラクターはカウンセリングをしながらアシストしていかなければならない。もちろん、私達は、どちらがよいかを決めることはできない。状況が異なるだけで、どちらも良い教師なのであろう。

最後に、私達は、このタイプのプログラムを学習するか否かにより、サイエンスコースの効果と、子供たちが本当にテクノロジー・サイエンスに興味を持ったのかを判明させたいと思った。この目的のために、アンケートを集計した評価表のために、私達は特別な質問を加えた。最初に、アンケートから子供たちがこのコースの学習にとっても満足していることが解った。そして、さらに同じような学習をしたいと思っていることも解った。

しかし、科学者になろうと思った子供達は少数であった。結果のいくつかを表に表した。(表、省略)

他方、結果は学生がどの職業につくことを優先させるかを知る、よいフィードバックする資料になった。科学者(黄色)は男子と女子の双方に積極的に受け入れられている。そして、男子が多くいる。女子にも多くいるが、他く芸術家(青)と、フィルム&メディア(ダークブルー)に比べたら少数である。

そして、最も重要なことは、グループへの質問で、サイエンス・テクノロジーを好きになり、授業でさらに勉強していきたい、そして、将来はプロフェッショナルになりたいという答えがあったことである。答えに偏りがあるが、それは矛盾するものではない。

このことから、私達は、発達年齢の早い段階から、サイエンスやテクノロジー、デザインに関わる「遊び」の活動は、さらにその分野の学習を促進する機会を改善していき、また、エンジニアや科学者のような将来のキャリアにつながるということがわかった。

結論

この研究では、社会文化的な視点から、私達はテクノロジー・デザイン教育のアイデアを検討した。私達は、テクノロジー・デザインを現代社会の文化的現象と捉え、アイデンティティの形成の問題と現代社会との関係、普通教育として適切にどう実践し得るかを考えた。そして、ポジティブな結果と、改善すべき領域を次の表に表した。

(表、省略)

この目的のために、私達はまた、批判的な反省を伴うバランスが良い構成的な学習プロセスを保つ定義を提案した。

最初のケースでは、テクノロジー・デザインは、アート、クラフト、デザインからの知識を特殊な目的のために実践的に応用してきたことについて言及した。それは、家や、車やコンピューターのような発明をすること、使いやすいものを作ることを意味する。一方、(このアイデアを維持することをサポートしようとしまいと関わらず)テクノロジー・デザインは私達の社会や文化に影響を与えるものになるであろう。テクノロジー・デザインは、両刃の剣である。我々の社会や文化の改善していきたいと気づく必要がある美的な問題を取り上げるし、よりよく安全な未来をつくるものである。地域の環境問題はグローバルな問題でもあり、この側面の一つである。

しかし、環境問題は、生活の美的側面に焦点をあてたものでもある。例えば、都市計画は、とても機能的であるが、(都市生活を改善していく必要がある)美的な質やデザインや構成の美しい側面を与えるものでは未だない。

私達は、また、コングスベル自治体の特別な状況について研究した。そして、devotek lab 学習センターの設立を取り巻く、文化がどのように発展したのかを研究した。devotek lab 学習センターのコンセプトには、ユニークで興味深いさまざまな側面を見ることができた。

まず、自治体の教育局は、教育と文化を関連させていなかった。テクノロジーのような不確かな分野においても、教育に文化を取り込むことが普及していなかった。

しかし、文化局は教育局と協力し（文化局と教育局の提携がなされた）、テクノロジーに、文化を結びつけることと、市や住人のアイデンティティを明確にした。最終的に、地域の産業と、金融機関が文化や教育の領域で、パートナーシップを成功させることはあまり見られなかった。

或るものは、批判さえして、これがそれほど良くないと主張するかもしれない。重要な領域に対する国家の責任が終わってしまうはじめになってしまうかもしれないと主張した。また、或るものは、それがこれから（ノルウェーではあまり一般的でない）私立学校を普及させる始まりであると主張し、そして、（ノルウェー政府が今まで強力にサポートしてきた平等な社会に替わり、）それは階級社会を作ると批判するかもしれない。

しかしながら、今までのところ、プロジェクトは、政治的な理由に関わらず、多くのグループから支持を得ている。徐々に、他の地方自治体もこの考えを支援し、学校でもセンターを使おうとしている。一つの理由は、この活動は、学生に価値ある経験を提供することである。それは、学生ら自身の生活経験と商業や産業界で働く方法との結びつき、繋がりを見つけることを助けることになる。

devotek lab に対するポジティブなコメントは、ここでは、学習の基礎的で自然な方法が“遊び”ということである。また、これは新しい傾向であるように思われる。数年前まで、遊びは、子供っぽくて、それほど重要なものとは考えられてこなかった。多くの人がかつて、フレーベルの考えや、幼稚園の組織等は、大人の生活に影響のないものと考えていた。もしくは、「遊び」を科学やテクノロジーのような重要なトピックや、ビジネスほど重要視していなかった。

しかしながら、この研究では、私達はエンジニアや科学者や企業家から、学習方法としての「遊び」についてポジティブなコメントをいただいた。ある人は、新しくユニークなアイデアの革新と創造を探すためには、「遊び」が必要であるかもしれないと主張さえしていた。

一方、合理的側面から「遊び」を役立つものとするのではなく、子ども達の一般教育には価値がないというコメントをする人もいた。

我々が開発した学習教材が、目的や、異なる年齢、および異なる能力に適応していることがわかった。とくに、機能性、品質、構造、創造的な問題解決や、サイバネティクスや応用物理学のようなサイエンスの分野については、それは真実であった。

コングスベル自治体の産業では、これらのエリアは大きな位置を占めている。それは、私達に多くのポジティブな言葉をいただいた理由である。他方で、製品や質における美的側面について、簡単ではなかったけれども、私達は研究をすすめた。学生は、形態や、形、色の配合、構成のような領域について考えることはほとんどなかった。しかし、特に、車とロボットのボディー、家、橋、を作ることやデザインすることを、アートとデザインヒストリーによって結びつけて、この領域を改良していくことに多くの可能性をみた。

アート&クラフトの分野では、教師を参加させていくことにより、デザイン教育はさらに改善していくことが可能である。

私達の実証的研究や、学習教材の分析は、教育科学の理論（特に認知心理学）に基づいていると結論を下した。学生の大部分が、熱意をもって課題解決の活動をしていた。また、それぞれの技能や想像力に応じて、彼らはデザインの複雑さや調整をしていた。はじめは、彼等の作業が、かなり道具的になるように思われた。

説明書にしたがったり、本に描かれているモデルをコピーして作ったりしていたからである。しかし、彼らは徐々に、モデルから離れて、様々な方法で、形、色における自分たちのデザインを創造していった。

私達の主な研究目標の一つとして、この現象を観察した。学生たちはますます複雑なデザインをつくるために、彼らの創造性を奮い立たせた。データーから、彼らが作業を続けているときにアイデアが産まれると、デザインの新たなイノベーションや、改良は、より複雑になる私達は結論づけた。

私達の観察の弱点は、学生が一般的な科学知識を形成することを助けることのサポートが欠けたことである。例えば、多くの作業に含まれる多くの物理学の知識がある。しかし、セッションの後、物理学の法則や、その法則を適応できるようになっているようには見えなかった。アイデアと活動の価値は、このプログラムでは重視されているが、活動が科学的な知識を形成するとの保証はない。教師からカウンセリングが強調されているが、おそらくそれでは学生が科学的知識を形成する十分な助けにはならないであろう。この問題を解決する一つの案として、教科担当の教師とセンターが共同することが挙げられる。labに行く前に、学校で準備のための教育をし、labでのプロジェクトが終わったら、学校でまた教育するなどの方法を、組織化することもできる。このシステムはそのための材料を持っているのにも関わらず、私達はこれが頻繁に利用されているのを見るができなかった。11のグループで1つだけであった。

最終的に、私達のポジティブで興味深い観察は、コミュニケーション（グループ内や、グループ間での）に関わることである。多くの場合、学生は2人か3人で活動している。

はじめはあまりコミュニケーションがなかった。すこしだけコメントをしたり、説明書を読んだり、正しい部品を発見するのを助けあったりした。しかし、徐々にデザインがより具体的で複雑になったときに、より多くのコミュニケーションが図られた。グループ間で助け合ったり、作品に対してコメントをしあったりする。これは彼等の、作品や機能のように、個性を形成しているのである。

このように彼らは、物としてコミュニケーションするだけでなく、自分自身と対話し、仲間からの反響を内なるものにしてしているのである。言い換えれば、それは、テクノロジー・デザインを学ぶことだけでなく、コミュニケーションをし、問題を解決し、多くのことを学んでいるのである。それは個人の知として自己のアイデンティティの形成に繋がるであろう。これは私達が望んでいた結果の一つで、このプロジェクトを始める前は、その可能性を本当に信じきれなかった。

(参考文献 省略)