

RO-004

学生の研究活動におけるプロジェクトマネジメントの有効性

The Effectiveness of Project Management in Students' Research Activities

宮西 洋太郎[†] 庄子栄光[†] 樋地正浩[†] 村上隆生^(a)岩本正敏^(b) 脇山俊一郎^(c) 富樫敦^(d) 曾根秀昭^(e) 中尾光之^(e)Yohtaro Miyanishi[†] Hidemitsu Shoji[†] Masahiro Hiji[†] Ryusei Murakami^(a)Masatoshi Iwamoto^(b) Shun-ichiro Wakiyama^(c) Atushi Togashi^(d) Hideaki Sone^(e) Mitsuyuki Nakao^(e)

1. はじめに

工学系大学（高専専攻科を含め）における学生の研究活動は、伝統的に学部においては卒業研究、大学院修士課程においては修士論文研究で行われている。最近では、これら以外に各種PBL(Project or Problem Based Learning)でも研究活動が行われている。これらの研究活動は期限がある点、ユニークである点の2点で、PMBOK(Project Management Body of Knowledge)で定義されるプロジェクトに該当する。この研究活動においてプロジェクトマネジメントを適切に行うことにより、プロジェクトの推進を確実にすることは当然ながら、①学生のマネジメント関連能力の育成や、②研究活動の質の向上といった有益な効果が得られると考えている。

本稿では、まず学生の研究活動について活動のプロセスを分析し、この研究活動にプロジェクトマネジメントを実施することによる上記①、②に対する有効性について考察する。この考え（仮説）の検証については、経済産業省「産学連携パートナーシップ」事業の一環として受託している事業「産学連携を担う創造型IT・エレクトロニクス人材育成体系の形成」の実施のなかで行っている。我々の受託している事業は2008年度からスタートし、2009年度に検証を一部試行している。さらに、2010年度には検証を充実させる予定である。

以下、第2章には、関連する取り組みを述べる。第3章には、まず学生の研究活動自体を分析し、プロジェクトマネジメントとの関係を考察する。第4章では、まだ途上であるが検証について述べる。第5章では、2009年度時点の評価方法で手薄になっていたマネジメント関連能力育成効果の評価方法について述べる。第6章では、現時点でのまとめを述べる。

2. 国内外の関連する取り組み

学生の研究活動に対して、プロジェクトマネジメントを行うことにより、1.に述べた育成及び品質に有益な効果をもたらすということを仮説とし、実証教育によって仮説を検証したいと、我々は考えている。プロジェクトマネジメント活動は、現時点では、教育界よりも産業界で実践されており、したがって、取り組みとして、産学連携による実

証教育の実施が現実的である。4.に後述するが、検証は、経済産業省からの受託事業「産学連携を担う創造型IT・エレクトロニクス人材育成体系の形成」事業で行っている。

当該事業の推進にあたって、東北大学、宮城大学、仙台台ソフトウェアセンターでは、2008年度に国内外での産学連携教育の実態を調査した[1]。東北大学の海外調査によると、米、英国では、資金の裏づけ、社会人・学生の高いモチベーション、バックアップ体制、社会的背景に後押しされ、きわめてダイナミックかつ実効性のある産学連携教育が行われている。例えば学生が企業実務の中に出向き（インターンシップ）、経営者あるいは管理者の役割で、主導的な立場で長期間従事し、学生の企業人としての実務能力を向上するとともに、学生が若者らしい新鮮な創造性を発揮し、企業側にも新鮮な刺激を与える、といったポジティブフィードバックの関係を既に築きあげている。

このような米英の先進的な産学連携教育に近づけることは、社会全体の大きな動きが必要で、一朝一夕にはできない。そこで、東北大学では、これとは別の方向を目指した。すなわち、学生が企業に出向く従来のインターンシップの方法ではなく逆に、学生の研究活動に、産業界から技術者が大学に出向きプロジェクトマネジメント手法を適用するという方法である。これを「出前インターンシップ」とよんでおり、類似の取り組みとして大阪大学の「インターンシップオンキャンパス」があるが、あまり他に例をみない特徴的な取り組みである。特に我々の取り組みは、研究テーマの企画や問題発見・定義といった上流工程を視野に加え、工学的問題解決（工学的研究活動）の全体を視野に入れていることが、特徴的である。

次に我々の内部での議論のなかで持ち上がった問題は、「研究活動というきわめて創造的な活動に、どちらかといえば性質の異なるプロジェクトマネジメントという活動はたして効果があるのであろうか」といった疑問であった。

本稿では、肯定的な立場で、この問題に取り組んでいる現状を報告する。

3. 学生の研究活動

本稿では学部から修士課程までの工学系学生の研究活動について考察する。

3.1 学生の研究活動の特徴

産業界などにおける研究者の研究活動との比較を意識して、学生の研究活動の特徴をまとめる。

まず、実践の人材育成の観点から、学生が研究活動を行うことの意義は、研究による成果(what)を求める点もさることながら、研究の仕方(how)を学ぶという点の意義は小さ

[†] (株)仙台ソフトウェアセンター Sendai Software Center

[‡] (株)日立東日本ソリューションズ Hitachi East Japan Solutions

(a) (株)サイエンティア Scientia Corporation

(b) 東北学院大学 Tohoku Gakuin University

(c) 仙台高等専門学校 Sendai National College of Technology

(d) 宮城大学 Miyagi University

(e) 東北大学 Tohoku University

くない[2]. すなわち、社会にでて様々な課題に遭遇した場合に備え、問題解決のための訓練を行うという意味合いが少なからずある。

次に、修業年限が限られていることもあり、研究テーマについては、ある程度の自由度が許容されている。すなわち、高すぎる目標については、目標を下げるということも一般的には許容される。

また、指導教員と学生の関係がある。学生の研究テーマについて、一般的に教員は学生よりも専門的であり、研究活動を管理する同じ立場である企業における研究管理者よりも、研究内容に一層深く関わることができる。

3.2 学生の研究活動のプロセス

学生の研究活動は、単純すぎるかもしれないが、モデル化すると、一般的に次のステップで行われる。

- ① 研究テーマの設定：大まかに研究テーマ（研究タイトル）を設定する。
 - ② 達成目標(ToBe)の設定：研究テーマに沿って、具体的に「何か」が実現できれば、研究が達成されたと判断できる目標を設定する。
 - ③ 現状(AsIs)の分析：既存研究などを調査して、「何か」の現状達成レベルを調査する。実際には①から③の往復を何度か繰り返す。
 - ④ 問題の定義：達成目標と現状との間に存在する乖離が解決すべき問題である。
 - ⑤ 検討・熟考・洞察・創出：問題の解決方法について、今まで学んだ専門知識を駆使し、創造活動を行う。
 - ⑥ 解決策案：⑤の作業結果をまとめて、いくつかの解決策について比較し実現可能性と予想効果から順序づけを行う。最適と判断される解決策を選定する。
 - ⑦ 試行：、その解決策を実現させるための開発を行う。
 - ⑧ 成功か失敗かの判断を行う。試行した解決策が失敗（目標を達成していない）の場合、⑤に戻り、別の解決策を創出する。これを何度か繰り返した後、どうしても解決策が見出せない場合には、②に戻り、達成目標を見直し、難易度を下げる。
 - ⑨ 成功の場合には、研究成果としてまとめる。
- 以上のプロセスを図1に示す。

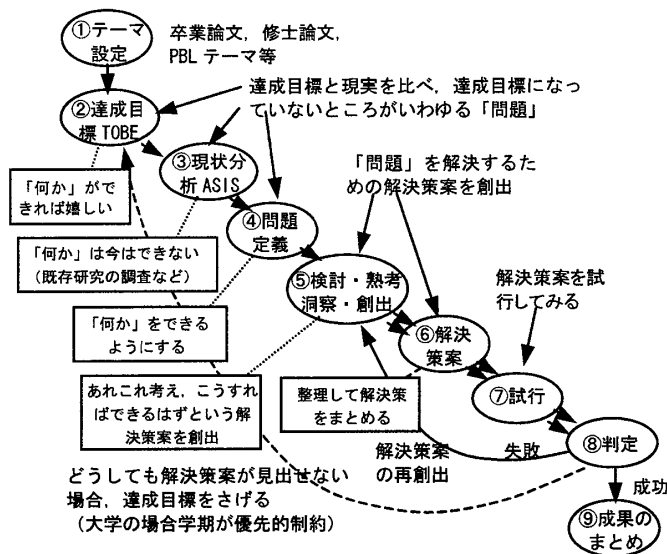


図1 大学における工学系学生の研究活動のプロセス

3.3 各プロセスの作業に必要な知識

各プロセスの作業に必要な知識を、理工学の専門的知識と一般的な知識（理工系に対し文系の知識）に、ここでは分けて、両者の必要性の比率について考察する。

①テーマ設定では、産業における新製品や新サービス開発におけるニーズ調査に相当する。このプロセスの作業のためには、高度な理工系の知識よりも、マーケティング手法、ブレインストーミング法、KJ法、ディベート法、マインドマップ法などの使用者のニーズを把握するための一般的な知識(文系知識)の比率が高い。

②目標設定では、テーマ設定を受けて、より具体的な目標という形に具体化する。産業における新製品・新サービスの企画に相当する。ここでも実現可能性をある程度想定する必要上、理工系知識の比率は高まるが、やはりSWOT(Strength Weakness Opportunity Threat)分析など一般的知識の比重が高い。

③現状分析では、現状の技術で、どの程度まで目標が解決されているかを把握する必要があり、理工系の知識が必要となってくる。

④問題定義は、③と同様である。

⑤検討・熟考・洞察・創出では、問題の解決策を創出するために、高度な理工学系知識が必要であり、一般的知識に比べ理工学系知識の比率がほとんどを占める。産業における設計に相当する。

⑥解決策案の決定は、⑤と同様であるが、経済的な面(効果、費用など)の考慮も加わる。

⑦試行では、⑥と同様であるが、理工学系知識のなかでも実装に関する知識が比率のほとんどを占める。

⑧判定は、目標に達成したかどうかを判定するプロセスであり、必要な知識は、②と同様である。

上記のように、研究活動の中核をなす部分⑤、⑥、⑦には、当然ながら高度な理工系の専門知識を必要とするが、一般的知識（常識や文系知識）も上流では必要であることがわかる。また、本稿が主題としているプロジェクトマネジメントに関する知識は、これらのプロセス全体をPDCA(Plan Do Check Action)のサイクルで推進していくために、各プロセスでの作業にわたって必要である。

上記を概念的かつ主観的に図に表現すると、図2となる。

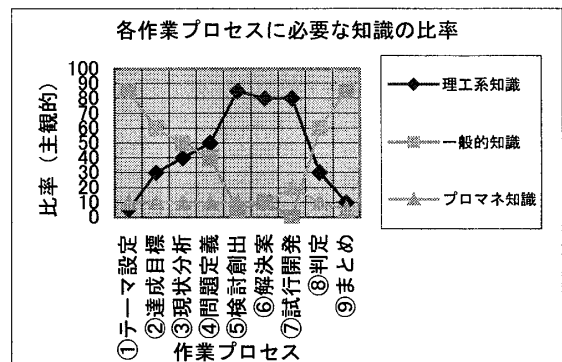


図2 各作業プロセスに必要な知識

3.4 問題解決のプロセス

研究活動における問題解決(この場合の「問題」はかなり狭い範囲に特定されることが多い)は、想定した目標と現実との間の乖離をいかに、新規技術開発によって解決するかという活動である。一方、産業においては、トラブルを解決するタイプの問題解決の活動もある。有名な手法として、トヨタ自動車での「なぜを5回繰り返す」という手法がある[3]。これは、あるトラブルについての第1階層の原因を列挙し、次にそれぞれの原因についての第2階層の原因を列挙し、次々と階層を深めていくという方法である。原因の原因を5階層程度深めれば、多くは、根本的な原因に十分に到達するであろう、という考えである。

ここでは、その類推として、学生の研究活動における問題解決、すなわち図1の⑤~⑧について考察する。

まず問題解決に向かって第1階層として、とるべき解決方策をいくつか創出する。そのうち、最適と判断する方策を選択する。次に、この方策を実現するための方策をいくつか創出する。そのうち、再び最適と判断する方策を選択する。これを繰り返す、これ以上具体化する必要がなくなったとき、それが解決策であり、図1の⑤~⑥の作業である。⑥によって、解決策の設計段階が終わったということになる。

次に、その具体化された解決策を実行する。設計を実装する段階である。図1の⑦の作業である。

その結果を評価するのが⑧の段階である。

ここで、もし、問題が解決していない場合、すなわち、達成目標に達していない場合には、この問題解決策は、失敗であったと判断し、⑤の途中段階を遡るか、または④のスタート地点に立ち返り、別の解決策を再創出する。

図3に、解決策創出プロセスを示す。図1において、作業の流れとして、時間軸を上から下への縦軸にして表しているのに対し、図3では、達成目標を「高み」として、縦軸には下から上への達成目標へ近づく達成度合いを表し、時間軸は左から右への横軸として表している。

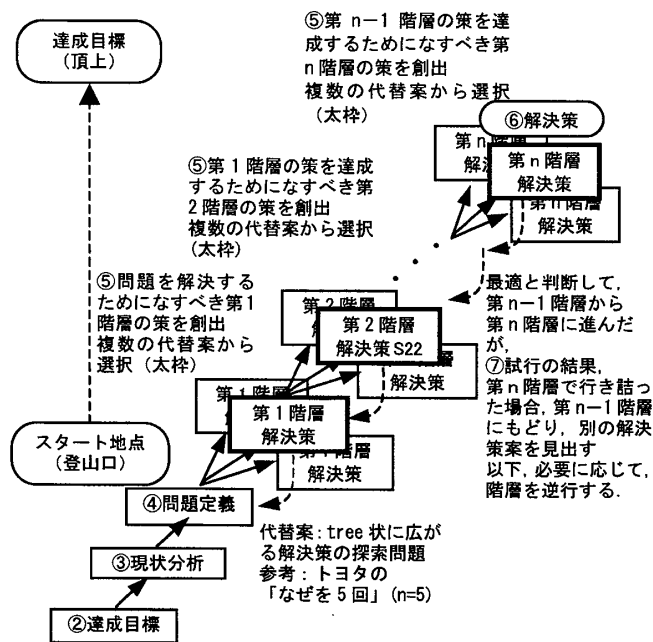


図3 解決策創出プロセス

解決策創出プロセスを、より深く理解するために、図3を山登り(現実世界あるいは最適化手法の山登り法)に例える。スタート地点(登山口)が④問題定義である。そこから、目標(頂上)に向かって、近づくであろうと想定される方角(現実の山登りでは岩壁があつたりして困難であるが、山登り法では最大傾斜の方角)にルートを取り登り始める。この方角を決める動作は、図3において、いくつかの解決策案(候補)の中から最も適していると思われる案を選択するという動作に相当する。少し進んで(問題解決プロセスの場合には、進み方がかけ離れた段階状であり、山登り法の場合には、差分きざみ(Δ)の区分状であるとの違いがあるが)、再び方角の判断をやり直し、進んでいく。この動作は図3において、階層を進めることに相当する。そして、近づく想定される方角が消滅したとき(傾斜がなくなったとき)、またはそれ以上山登りを継続できない(岩壁など)とき、そこが局所的な頂上または到達点である。注意すべき点は、その局所的頂上あるいは到達点、達成目標である本来の大局的な頂上になっていない可能性があるという点である。大局的な頂上になっていない場合、登山口からたどってきた途中または登山口まで戻り、以前にたどった方角ではない別のルートを選び直す必要がある。

問題解決プロセスの場合、⑥の解決策を決定して、⑦試行を行う。すなわち、設計を行い実装を行う。これは段階的に行うこともあり、一度に行うこともある。いずれにしても、試行の結果が達成目標に到達していない場合は、山登りにおける局所的頂上の場合に相当し、解決策の見直しを必要とする。階層をひとつずつ逆行する、あるいは場合によっては、④問題定義(スタート地点)まで戻ることも必要である。

さらには現実の山登りとは異なり、達成目標の頂上、地続きとなっているとは限らない、すなわち解決策が存在するとは限らないので、達成目標の頂上にたどりつけるという保証もない。

従って、前述のように、就学期間を優先する学生の研究活動としては、達成目標を変更することもあり得ることとなる。

3.5 研究活動のプロジェクトマネジメント

研究活動の最も重要な活動は、図1及び図3における⑤で示した解決策を創出する活動である。この活動は、きわめて創造的な活動であり、狭い意味でのマネジメント(管理)とはかなり性質が異なる。(広い意味でのマネジメントは物事を何とかやりくりしてやり遂げるという意味であり、このような解決策の創出も含むものである。)

しかし我々は、上記のような創造的活動が非常に重要な役目をもつ学生の研究活動を学生自身及び指導教員がプロジェクトマネジメントするということが、取り組んでいるプロジェクトの進行を確かにするとともに、①学生のマネジメント関連能力を高める、②総合的に研究活動の質を向上させる、の2点で効果的であると考え、その考えを実証しようとしている。

ただし、注意すべきことは、過度なマネジメント(狭い意味でのマネジメント)により、かえって学生創造活動を阻害する場合がある。例えば過度な管理用資料の作成により、創造活動に充当する時間の圧縮や学生の研究に対するモチベーション(やる気、モラル)の低下などである。そのようにならない適切なバランスが必要である。

3.6 学生のマネジメント関連能力育成

工学系の中でも特に、電気・電子・情報系（以下略して電情系）の技術は、各種産業の基盤技術であり、この分野を学ぶ学生が社会にでたとき、電情系以外の様々な問題解決の場面に遭遇する可能性は高い。その場合、学んだ高度な電情系の技術的知識の必要性は論を待たないが、学生時代の研究内容を直接延長するというより、新たな問題に取り組む場面が多いと想定され、その意味で、学生時代にどのような研究成果をだしたかということより、問題解決に向かってどのようなプロセスで取り組むべきかという一般化されたメタレベルでの知識や経験が重要である。

問題解決のためには、問題を分析、定義し、解決策を企画、開発していく能力、さらにはある解決策が失敗に終わったとき、図3に示したように、解決策の創出に立ち返って、再び企画するというモチベーションや執着心（粘り強さ）も必要になってくる。

卒業研究や修士研究は、基本的に個人作業であるが、PBLプロジェクトにおいては、チームで作業することが一般的である。PBLの場合には、お互いに意思疎通を行うためのコミュニケーション能力も必要となってくる。

工学的知識・能力以外のこれらの能力をマネジメント関連能力とここでは称する。このマネジメント関連能力を育成するには、マネジメント関連知識を講義で学ぶことのみではなく、教材としてのプロジェクトを実践してみることで、すなわちPBLの実践が効果的であると一般に考えられているし、我々もそのように考えている。

3.7 研究活動の質の向上

学生の研究活動をプロジェクトマネジメントすることにより、研究活動そのものの質を向上できると考えている。

3.7.1 質向上への期待効果

研究の質向上に関する期待効果として、我々は次の効果があると考えている。ただし、下記の(マ)は3.6で述べたマネジメント関連能力育成の面にも関連していることを表す。

- ①研究活動の計画性向上 (マ)
- ②研究活動の可視化による指導教員と学生の連携強化
- ③研究活動の可視化による学生どうしのチームワーク向上 (マ)
- ④研究活動の可視化による研究内容の後輩への継承
- ⑤研究活動の可視化によるチェック強化、品質信頼性の向上

3.7.2 質向上への期待効果の根拠

上記の期待効果は仮説として検証すべきものであるが、定性的ではあるが、その根拠を列挙すると以下ようになる（上記①～⑤の個別ではなく、全体に対して）。

- ①いつまでに完成しなければならないかを自他ともに明言していることになり、それを意識した作業となる。有言実行、コミットメントの心理的作用が働く。
- ②ある解決策が失敗した場合にも、いつまでに完成しなければならないかという意識がはたらき、放置されず、回復努力がなされる。
- ③ある解決策について、スケジュールを自ら明示することにより、リスク（ある解決策が目標達成できない、すなわち失敗する）発生の可能性があるという意識がはたらき、真剣さが増すし、スケジュールも早め早めに進めようとする。

④リスクを評価することにより、コンティンジェンシー（不測の事態への対応）の考えが身につく。

⑤リスクの大小についての感覚が養え、リスク発生時のことを考えるようになる。

4. 検証

3.6, 3.7で述べた期待効果は仮説（「学生の研究活動にプロジェクトマネジメントを適用することにより、①学生のマネジメント能力を育成できる、②研究の質を向上できる」）である。この仮説を導き出すために、学生の研究活動のプロセス、各プロセスに必要な知識、及び研究活動の中でも中核となる問題解決プロセスについて、それぞれ3.2, 3.3, 3.4で分析、考察した。3.3では主に、理工系知識以外の重要性を、3.4では、問題解決策が単純に解決につながらない場合の、解決策再創出の重要性や、執着心の重要性を考察し、この仮説にいたった。

仮説には検証が必要であり、検証の場を、(株)仙台ソフトウェアセンターが窓口となり、仙台地区の複数の大学、高専及び企業が2008年度から2010年度にかけて推進している「産学連携を担う創造型IT・エレクトロニクス人材育成体系の形成」事業とし、実証教育により、現在検証している途中である。当該事業は経済産業省が人材育成政策として推進している産学人材育成パートナーシップ事業[4]のうち電気・電子系事業のひとつとして(株)仙台ソフトウェアセンターが委託を受けている。

当該事業が目標とする実践的人材の育成像は、「高度な技術力とマネジメント関連能力（企画力、問題解決力、開発力、プロジェクトマネジメント力、コミュニケーション力、経営的感覚）を併せ持ったイノベーション指向の技術者」であり、育成の主要な方法として、

- ①産業界で実践されているプロジェクトマネジメントの方法を教育に導入し、産学連携したPBLを実施する。
- ②産業界での問題解決事例を学習する。
- ③ビジネスゲームを利用して経営感覚を涵養する。

であるが、本稿では、主として①について述べる。②、③についても「産学連携を担う創造型IT・エレクトロニクス人材育成体系の形成」事業の一環で行っている（後述の図4における②c, ②dが相当する）が、本稿では触れない。

4.1 検証の方法

当該事業では、2008年度には、国内外の調査を行い、カリキュラムを開発した[1]、2009年度に検証を開始した[5]、2010年度に検証を終了する予定である。2009年度に行ったプログラムの全体を図4に示す。

図4には本事業に直接該当する講座(科目)及び関連する講座を表している。このうち上記のプロジェクトマネジメント、PBLに関係する講座は、①b, ②a, ②bの講座である。特に②a, ②bは大学院レベルであり、本稿で検討対象としている企画段階や解決策の再創出も視野にいれた講座群である。

特に図4の②aにおけるPBLは本事業では、「出前インターンシップ」と称し、学生が企業に出向き体験する従来のインターンシップに比べ、企業の技術者が大学に出向き、相当期間にわたって産学連携で学生を指導する方法をとっている。企業側の講師は、プロジェクトマネジメントについて知識や実践の手法の教育を担当し、大学側の担当教員は、各講座の本来教えるべき工学知識の教育や演習の指導

を担当する。

この分担が別個に行われる場合には、従来の外部企業講師による単なるプロジェクトマネジメント知識教育に終始することになるが、出前インターンシップの場合、1つのPBLプロジェクトに企業側、大学側の両側の講師、教員が参画しプロジェクト終了まで協同することによって、プロジェクトマネジメント知識を単なる知識教育に終わらせることなく、PBLプロジェクトにおいて実践することによる育成効果を狙った方式である。

各講座は、演習としてのソフトウェア開発やハードウェア開発を伴っており、その開発のマネジメントには、基本的にPMBOKに基づくプロジェクトマネジメント手法を用いている。ただし要点のみとし、過度な管理は避けている。

前記のマネジメント関連能力の向上や研究活動の質の向上といった仮説検証の方法として、例えば、マネジメント教育の有無で、教育の場を分けるなどの方法は教育の性格上難しく、従って統計的仮説検定のような手法はとり難く、実証講義の後の①学生へのアンケート調査、②教員の評価コメントといった伝統的手法によっている。

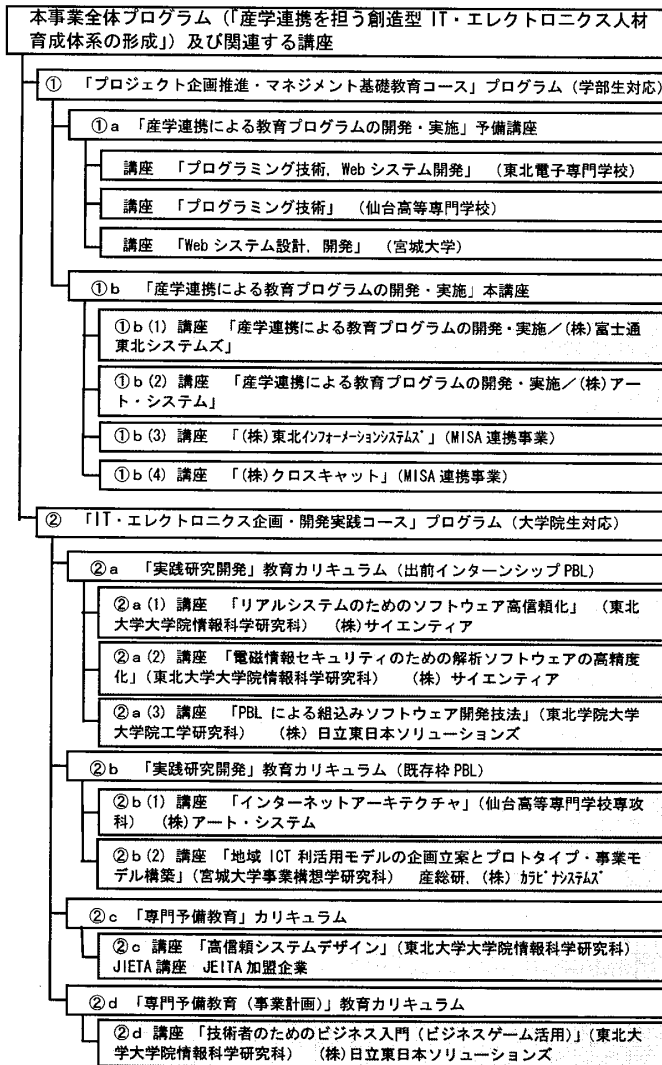


図4 本事業の全体プログラム(2009年度実施)

塗りつぶしの講座部分は本事業に該当する講座、それ以外は関連する講座
MISA:(社)宮城県情報サービス産業協会
JEITA:(社)電子情報技術産業協会

4.2 2009年度の試行結果

2009年度、検証のための実証講義を開始した。各講座とも、ほぼ予定通りに実施され、受講生からも概ね好評であり、教員側も、当該PBLは、育成目標である「高度な技術力とマネジメント関連能力を併せ持ったイノベーション指向の技術者」の育成にきわめて有効であることを実感した[5]。

2009年度に、講座②a、②bで実施した評価方式は、講座ごとに、基本として下記の資料を作成する。

- ①終了時、大学教員による「講座分析シート」、
 - ②終了時、企業講師による「講座分析シート」、
 - ③終了時、大学教員による「成果報告書様式1~4」、
 - ④毎回記入し、終了時に完成する指導講師による「講師指導日誌」、
 - ⑤終了時、履修生ごとに、本人が記入する「満足度調査アンケート」、
- さらに講座ごとの自主判断により、下記の資料を作成する。

- ⑥終了時、履修生が記入し、指導教員が評価記入する「理解度・達成度チェックシート」、
- ⑦終了時、実習として実施したPBLプロジェクトごとに「PBLプロジェクト総括表」(PBLプロジェクト代表学生記入、指導講師が評価を記入)、
- ⑧毎回履修生が記入する「受講者日報」

これらの資料により、講座ごとの評価を行っている。ただし、本稿で、取り上げている「マネジメント関連能力育成」について達成度合いを評価する項目は、当初の評価項目に、ほとんど含まれていないので、下記に紹介する評価結果は、講座やプログラムの一般的評価が主となっていることを理解いただきたい(ただし、②b(1)では、自主的に理解度・達成度チェックシートでマネジメント関連能力育成についても評価している)。マネジメント関連能力育成の達成度評価は、2010年度の課題となっている。

上記のうち、学生の満足度を示すものが⑤満足度調査アンケートであり、質問の概要を表1に、講座②a、②bの履修生20名のアンケート集計結果を図5に示す。このデータによっても、履修した学生は、概ね満足していることが把握できる。

表1 満足度調査アンケート質問(概要)

		5	4	3	2	1
Q1	受講前のイメージ・期待コメント					
Q2	受講後の感想	想像より非常に良かった	想像より良かった	想像通り	やや期待と異なった	期待と違った
Q3	講座の進め方	非常に良かった	良い	普通	やや不満	不満
Q4	講座の評価コメント					
Q5	自己の活用の将来イメージ	はっきりとイメージできる	ほんやりだができる	どちらかというイメージがない	現時点ではイメージできない	
Q6	総合評価	非常に良い	良い	普通	不満	非常に不満

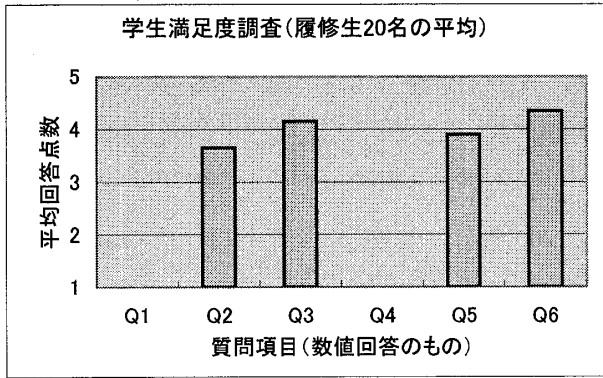


図5 満足度調査アンケート集計結果

また、教員側の評価は、①の講座分析シートであり、(a)目標達成度(定量評価)、(b)目標達成(定性評価)、(c)今後の展望・計画からなっている。(a)定量評価は、受講者数、出席率、上記履修生の満足度アンケートの要約と、それぞれへのコメントからなる。(b)定性評価は、学生の視点、産学連携教育運営の視点、学内教育体系の視点、産業界の視点から当該講座がカリキュラムとして成功かどうか、教育の効果についてのコメントからなる。その一例(講座比較が目的ではないので、講座名は特定せず)の要約を表2に示す。この例でも、当該講座は、有意義な講座であったことが示されている。

2009年度の実証講義で新たに判明してきた課題として、①マネジメント教育と講座の工学教育との適切な融合

現状では、まだ両者は互いに独立性が高く、関連づけるために、教員の負荷増となっている。マネジメント教育を講座本来の工学教育の内容に過度に融合すると、講座の工学的内容に大きく依存し、方法論としての普遍性を損なう。一方、あまりにも分離すると、教育効果が下がったり教育負荷が過大になったりする。どの辺にバランスを置くべきといった適切な融合を目指した実施方法についての検討が課題であり、その実証を行うことが必要である。

②共通評価方式の確立による有効性の実証

現状では、各講座は、各講座の実施計画に定めた達成目標に対して達成度を本節で述べた方法で評価を行っている。ただし評価項目は、前述のようにマネジメント関連能力に関する項目は少ない。マネジメント関連能力の教育は、現状においても実質的に有効な教育となっているが、さらに評価方法を共通化することにより、本事業でのマネジメント関連教育の有効性についての客観的評価に近づけることができる。そのような共通評価方式を確立し、マネジメント能力の向上度合いを共通に評価し、本事業で行っている教育方法が人材育成目標に対して有効であることを実証することが必要である。

③研究動機(モチベーション)による効果

プロジェクトマネジメント手法の有効性は、履修した学生にも理解されているが、問題解決に駆り立てるモチベーションの重要性が2009年度に明らかになってきた。研究活動を粘り強く進めるには、何よりも学生のやる気が重要であることを再認識した。特にある解決策が失敗に終わった場合、再度別の解決策を創出するには、相当の執着心が必要であり、その源はモチベーションであり、モチベーションの源は、自己実現欲求と他人から感謝されたいという人間本来の善意に根源があると考えている。

この点につき、問題解決を喜んでもらえる実際の受益者に接し、その現実的ニーズに基づく開発を行い、履修学生のモチベーションを向上させ、企画力や問題解決力の育成を図る。このような手法を実証することが必要である。

表2 講座分析シート(一例、概要)

大項目	小項目	コメント
(a) 目標達成 (定量評価)	受講者数 2名	・参加が少数であった理由:PBLの対象が高度に専門的である。 ・ソフトウェアの品質等に関する第2,3回は自由聴講公開講座とし、約40名の受講があった。
	出席率 100%	・少人数講座であるため、柔軟なスケジュール調整ができた。
(b) 目標達成 (定性評価)	受講学生の満足度:アンケート評価「5(想像より非常に良かった)」	・学生の研究分野に必要な基礎スキル、プログラミングスキル及びマネジメントスキルを得ることができた。 ・企業講師の実践的技術を知ることができた。 ・レビューでは実際のトラブルの例など「生きた」知識を得ることができた。
	全般的に達成された目標	・学生の研究分野向けの高信頼性のソフトウェアを開発できるようになった。 ・高度な要求に応えるためのアイデアを自ら創出するだけでなく、他の人のアイデアを適切に評価できるようになった。 ・企業の実践的手法を取り入れ、作業の計画性、管理性、可視化が向上した。
カリキュラム的な成功かどうか、教育の効果(学生の視点)	カリキュラム的な成功かどうか、教育の効果(学生の視点)	・企業の現場におけるプロジェクト管理技術を知り、演習することができた点で、カリキュラムで意図した効果が得られた。 ・納期を意識したスケジュール管理を徹底し、受講者各自が責任を持って分担タスクを実行した。 ・受講者同士のディスカッションを積極的に行うことで、問題点を自己解決できる能力も得た。 ・スケジュールの遅れが多少生じたが、企業側・大学側講師の助言を生かした仕様見直しにより、最終工程の納品にまで至った。 ・講座第5回以降で、次回までの「宿題(設計、コーディング等)」の負荷が想定よりも大きかった。 ・これは進捗の障害になるおそれがあるので、多少の要求性能を犠牲にしてもコンパクトな課題を設定した。 ・履修した学生は、実用的な技術を得ることができ極めて有意義な講座であったと述べている。
	産学連携教育としての視点(運営の視点)	・多人数での知識共有や各自の行動の重要性など、企業講師の実践的な技術がよくわかった。 ・レビューでは企業講師による実際のトラブルの例の紹介など、企業人材の基礎スキルを学習できた。 ・一方で、プログラム開発手法以外の知識について、例えば企業経営的な視点などが十分とは言えず、企業運営の視点も含めた幅広い「企業の仕組み」を伝える必要があり、来年度の課題であると考えられる。
学校の教育思想・学内教育体系との関連(大学・高専としての視点)	学校の教育思想・学内教育体系との関連(大学・高専としての視点)	・本学は、実学主義的教育目標を掲げ実践的技術者の養成を行っている。本講座における地域企業との連携による実践的教育は極めて意義深い。 ・従来は、本大学院研究科では、これまでソフトウェアに関する実践的技術の教育ならびに地域企業との産学連携に基づく教育をさほど行ってこなかったが、ソフトウェア開発工程論、特に企画、要求分析工程関連講座への関心は高く、学内教育体系への位置づけと組み入れの検討は意義深いものと思われる。
	社会の眼から見ての評価はどうか。(産業界の視点)	・企業講師の研修分析シートにおいて、教育の高い効果及び企業としての社会貢献に対する意識が述べられており意義深いと期待する。 ・成果発表会において、講師派遣企業及び受講者による報告を行って参加者と意見交換し、有意義であった。
(c) 今後の展望・計画		・企業内におけるマネジメント要素(企業経営的な視点など)について、企業運営の視点も含めた幅広い実践スキル習得のための教育と評価の方法の開発が来年度の課題であると考えられる。 ・演習課題として、受講者及び企業講師に過度の負担とならないように適度な規模とするよう、カリキュラムを見直す等の改善を行う。 ・プログラムによって多人数でのプロジェクト運営スキルを早期に習得することにより、研究活動を通じたスキルの反復学習を行うことができる。 ・企業人材の育成を通して、副次的に研究室での知の共有の円滑性を高めることも期待できるため、今回と同様な研究基礎スキル習得を通じたPBL企業人材教育を実施することが必要である。 ・来年度は、以上の課題に取り組み、受講者3名程度で実施する。

4.3 2010年度の実証計画

大学院向けの図4中の②a, ②b「実践研究開発カリキュラム」については、2009年度には試行的実証で方向性については、適正であることを検証できたが、自立化(各種の補助金に依存せず、各教育機関での正式講座に定着するという意味での)までには、4.2で述べた課題を解決するため、以下の実証を行うことが必要である。

①「出前インターンシップ」プログラムの実施方法に関わる実証

②共通評価方式の確立

マネジメント関連能力育成度合いの共通評価方式の確立を目指す。もう一方の研究成果の質向上についての評価の共通化は今後の課題である。

③履修生のモチベーション向上手法の実証

自立化に向けての課題と解決方向を表3にまとめる。具体的な方法については、2010年度初頭に検討し、決定する予定である。

表3 自立化に向けての課題と解決方向

明らかになった課題	現状の認識	解決の方向
1. 出前インターンシッププログラム: 実施方法にかかわる実証 (東北大学大学院, 例えばMISA加盟企業)	2009年度の試行実証で、本教育方式は有効であることが実証されたが、現状では、講座本来の教育とマネジメント関連教育とが二重構造となり、教員の大きな負担になっている。 講座本来の教育とマネジメント関連教育との融合を目指す。融合が行き過ぎるとマネジメント教育の普遍性を損なう。	講座本来の教育とマネジメント関連教育との融合を目指し、マネジメント関連教育の普遍性を損なわない範囲でバランスがどの辺にあるのかを実証する。 考えられる方法: マネジメント関連教育の役割を明確にし、集中的な講義とともに、学生の日常学習、研究活動にPDCAを習慣づける。
2. 出前インターンシッププログラム: マネジメント関連教育 共通評価方式の確立 (東北大学大学院, 例えばMISA加盟企業)	2009年度の試行実証では、各講座は各講座の実施計画で定めた達成目標に対して達成度の評価を行っている。 マネジメント関連教育は、実質的に有効な教育となっているが、さらに評価方法を共通化することにより、マネジメント関連教育の有効性の定量的評価に近づけることができる。	考えられる方法: 例えば、②b(1)で先行的に実施している方法のように、アンケート、学生自己評価、教員評価方式による、モチベーション、企画力、問題解決力、開発力、マネジメント力、コミュニケーション力、経営感覚の分類で、質問項目を定め、講座開始時、中間時、終了時にアンケート調査を行い、評価する。同時に項番6を実施する。といった方法が考えられるが、今後検討し、具体化する。 個人評価とともに、マネジメント関連を取り入れた講座自体の有効性評価にも用いる。
3. 地域ニーズに応じた 組込みシステムの構築 (東北学院大学工学部, 例えば商工会議所加盟 企業)	2009年度の試行実証では、受講生はプロジェクトマネジメントの重要性は理解したが、いまひとつ積極的になれなかった。	考えられる方法: 地域のニーズを発掘し、教育内容も、高度な部分は除き、対象を学部生にし、身近なニーズ(例えば、入退室管理や、温度湿度管理といった)を発掘し、それを実現する組込みシステムを構築するテーマで実証する。学生のモチベーションを高めることが可能かどうか実証する。

4.4 モチベーションの重要性と検証

3.2, 3.4で述べた1つの問題解決策が行き詰まった場合、再び別の問題解決策の創出に立ち返る必要がある。この場合に、最も重要と思われる要因は、モチベーション(動機、やる気)の高さである。学生の研究活動において高いモチベーションが高い質の研究成果につながると考えている。

モチベーションについては近年、批判的意見も見当たりますが、マズローの欲求5段階説がある[2]。これによると、最上位に「自己実現欲求」があり、その下位に「自己尊厳欲求(他人から尊重されたい)」がある。自己尊厳欲求と類似するが、「他人から尊重されたいという以上に、感謝されたい」という欲求もありうると考えられる。これは悟りや自己満足(あるいは場合によっては諦め)に似た「自己実現」よりも、場合によっては、強いモチベーションになりうるのではないかと考えている。

2010年度の実証講義では、この検証を目指している。身近なニーズに直接接し、問題解決を図り、受益者から、直接感謝されるということが、学生のモチベーションを高めるということを検証したいと考えている。

5. 共通評価方式案

5.1 共通評価方式の目標

ここでは、マネジメント関連能力育成のための「我々の育成方式」として、①から③と定義する。

①産学連携でPBL, 特に出前インターンシップ, を実施する。

②産業側講師がプロジェクトマネジメントの知識と手法を講義する。産業側講師は、講義だけではなくPBLプロジェクトの最後まで参加し適宜アドバイスを行う。

③大学側教員がプロジェクトマネジメント知識と手法を活用して、学生の研究活動を指導する。工学的研究内容については、当然ながら大学側教員の分担である。

この方式が学生個人によらず、方式として、学生のマネジメント関連能力の育成に有効である(仮説)ことを共通評価方式によって主張したい。(研究の品質向上についての検証は、個別プロジェクトへの依存が高く、共通評価方式については、今後の課題である。)

仮説検定の方法として、諸般の事情(マネジメント教育の有無で、教育の場を分けるなどの方法は教育の性格上困難、多数の試行を行うことができない、数量化が困難である、など)により、統計的仮説検定手法で帰無仮説を棄却するようなオーソドックスな方法は採れず、アンケート方式を採用することにした。アンケート方式は、回答者の主観が大いに影響するので、評価の個人的主観をできるだけ抑える方法を考える必要がある。

有効性評価の目標は、我々の方式が方式としてマネジメント関連能力の育成に有効であることを、できるだけ客観的データに基づいて、共通的な方式で主張できることを目標とする。次のステップで目標にいたると考えている。

①学生個人としての評価

ある講座を受講した学生がマネジメント関連能力の向上があったか否かを評価する。受講前、受講中間、受講後に学生アンケート、教員評価を行う。

②講座(科目)としての評価

①に基づき、ある講座を受講した学生の大多数がマネジメント関連能力の向上があったことにより、当該講座が

マネジメント関連能力の向上に有効であったことと判断する。

③育成方式としての評価

②に基づき、大多数の講座がマネジメント関連能力の向上に有効であったことにより、我々の育成方式がマネジメント関連能力の向上に有効であったことと判断する。

次の段階の作業として、このような目的で使用できるアンケート方式を決めることが必要である。

5.2 アンケート方式

以上の検討により、マネジメント関連能力向上評価のためのアンケート項目と質問内容（質問の文言）を決めなければならないが、現在は案の段階である。

アンケート項目（案）を表4に掲げる。表4は、産業界における一般的なプロジェクトにおけるマネジメント関連の能力項目に共通するところが多いが、とくに学生の研究活動という面では、2.1～2.5が重視されるべき項目であり、一方、6は産業界で、重視されるべき項目である。質問項目の見直し、質問の文言及び評価方法については、今後の検討課題である。

表4 マネジメント関連能力育成アンケート項目（案）

項目番号	質問事項
1	企画力
1.1	目標（テーマ）に対するモチベーション
1.2	適切な目標（テーマ）の設定は予定期日通り
1.3	スケジュール設定
1.3.1	作業の洗い出し（WBS）
1.3.2	作業の見積もり
1.3.3	作業の順序考慮
1.3.4	日程表の作成
2	問題解決力
2.1	問題の定義
2.2	解決策の創出
2.3	解決策のリスク評価（失敗の可能性）
2.4	解決策の可視化
2.5	解決策の再創出
3	開発力
3.1	開発規準の遵守（3.1.1～3.1.5はソフト開発の場合）
3.1.1	ドキュメント規準の遵守
3.1.2	コーディング規準の遵守
3.1.3	テスト規準の遵守
3.1.4	作業報告規準の遵守
3.1.5	障害（仕様変更）管理規準の遵守
3.2	技術的实力（技術的開発力）の獲得
4	スケジュール管理力
4.1	約束時刻の遵守
4.2	計画的な作業実施
4.3	計画期日の厳守
4.4	進捗の把握
4.5	工程遅延対策
5	コミュニケーション力
5.1	冷静なコミュニケーション
5.2	相手の主張の論理化
5.3	自己の主張の論理化
5.4	合意点を見つけることができる
5.5	会議の事前準備
5.6	ユーモア
6	コスト意識（経営感覚）
6.1	自己の作業時間見積もり
6.2	自己の作業時間管理（作業日報、作業週報など）

6. まとめ

電気・電子・情報系の技術は当該分野産業のみならず他産業の基盤技術ともなっているため、この分野を学ぶ学生には、特定問題に対する知識・スキル・研究能力もさることながら、汎用的な問題解決能力を保有することが望ましい。

そして、その問題解決能力は、新製品や新サービスの企画といった、上流工程にも通用する能力であってほしいし、またひとつの解決策が成功しなくても、再び別の解決策を創出する粘り強いものであってほしい。

そのために、我々は、産業界で実践されているプロジェクトマネジメント手法を教育に取り入れることにした。そして、その教育は、座学講義によるものではなく、産業界の講師と大学教員が協力して、「出前インターンシップ」と称するPBL方式で教育する方式をとった。

2008年度にカリキュラムを開発し、2009年度には実証を開始した。しかし、我々の方式が、学生の「高度な技術力とマネジメント関連能力の育成」及び「学生の研究活動における質の向上」に有効であるという仮説を検証するには、まだ不十分であり、本文に述べた課題、すなわち、カリキュラム内容の改善と共通評価方式の確立、について、2010年度も実証を継続する予定である。仮説検定の方法としては、統計的手法の適用は難しく、アンケート方式によらざるを得ない。具体的な方法は、2010年度初頭に検討し決定する予定である。

謝辞

本稿の考え方について、ご議論いただいた方々、検証事業として、「産学連携を担う創造型IT・エレクトロニクス人材育成体系の形成」に係わっていただいた宮城県、仙台市、産業界、教育界、受講された学生の皆さんに、ご協力を感謝申し上げます。

最後に、当該事業の推進にあたって、適切かつ丁寧なご指導をいただいている経済産業省東北経済産業局地域経済部産業人材政策課遠藤憲子氏、布施成章氏に感謝申し上げます。

参考文献

- [1] 経済産業省平成20年度産学連携人材育成事業産学人材育成パートナーシップ事業（産学連携を担う創造型IT・エレクトロニクス人材育成体系の形成）報告書、(株)仙台ソフトウェアセンター
- [2] 福田収一，“価値創造学”，丸善株式会社，2005年
- [3] 大野耐一，“トヨタ生産方式”，ダイヤモンド社，1978年
- [4] 経済産業省の産学人材育成パートナーシップページURL：
http://www.meti.go.jp/policy/economy/jinzai/san_gaku_ps/san_gaku_ps.htm
- [5] 経済産業省平成21年度産学連携人材育成事業産学人材育成パートナーシップ事業（産学連携を担う創造型IT・エレクトロニクス人材育成体系の形成）報告書、(株)仙台ソフトウェアセンター