

第3章 「工学設計ポートフォリオ」

3.1 構築に至る背景とその目的

(1) 工学設計科目の概要と学習目標

本学では、知識を知恵に、あるいは知識を応用力に転換できる“社会で活躍できる行動する技術者”の育成を目指している。将来に渡って行動する技術者として活躍するためには学力と人間力の相乗が必要であり、学力と人間力を備えた技術者の育成が必要である。

① 学力（知識）

技術者として何事かを為そうとして行動する場合、その過程で行われる推論、試行、判断や決定は自然の原理・法則に則ったものでなければならない。その基準は、先ず講義や演習を通じて知識として獲得される。大学教育を通じて獲得する学力（知識）は、各自が卒業後にさらに新たな知識を取り込み、活用するための基盤であり必須のものである。従前の大学の教育課程は、知識の教授を主体に構成されていた。その教授方法に改善が必要であるが、学力教育が大学教育の根幹であることにはいささかも変わりがない。

② 人間力

学力は技術者として物事を成し遂げるために不可欠な必要条件であるが十分条件とは言えない。知識を活用・総合して創造的に行動するには、問題意識、感受性、想像力、他者と協働できるチーム活動能力、他者の考えや意見を理解し取り込むと共に自分の主張や成果を発信できるコミュニケーション能力、あるいは人間社会の規範を尊重して行動できる能力・資質が求められる。これ等の能力を総称して人間力と呼ぶ。

③ 総合力

「学力×人間力＝総合力」と定義すると、行動する技術者として社会で活躍するには総合力が不可欠である。本学では学力に並行して人間力の向上を重視した教育理念を掲げ、その教育実践に努めており、工学設計科目がその中心的な科目の1つと位置付けられている。

学校教育の場で人間力教育を行うには、具体的な活動体験を伴う教育、例えばプロジェクト遂行形式の教育課程が適当と考えられる。工学設計科目では“様々な科目で修得した知識・技術・技能および経験を総合”して、学生が自ら設定した問題を、学生自身が主体的に解決するプロジェクト活動を行う。この活動過程での体験を通じて、下記の能力を習得することが工学設計科目の学習目標である。

- ・新しい問題を見つけ出す能力とその問題を解決できる能力
- ・チームの一員として協働して活動する能力、チームでリーダーシップを発揮できる能力
- ・コミュニケーション能力

工学設計教育の中心的な科目として、1年次秋学期に工学設計Ⅰ、2年次冬学期に工学設計Ⅱ、4年次に工学設計Ⅲが開講されており、いずれも必須科目である。工学設計Ⅰは大学入学までに修得した知識と入学後の春学期に修得した知識を基盤として実施される導入科目である。工学設計Ⅱは学生が所属する学部・学科の専門的内容が少し加味されるが、2年間の基礎教育のまとめとして実施される科目である。工学設計Ⅲは専門教育のまとめとして、1年間をかけて実施される“能力の統合化”を目指す科目である。

工学設計科目の基本的な目標は、学生の行動意識を「問題回答型」から「問題解決型」に変革し、「問題発見型」にまで改革し高めることである。これを実現するために、工学設計Ⅰ・Ⅱでは次の基本的な考え方に基づいて授業を行っている。

- ・技術者として社会で活躍するために必要な問題解決のプロセス（工学設計過程）を実践・体験する。
- ・論理的で筋道立った仕事の進め方と多面的な考え方を体験する。すなわち、現状を調査・分析して問題を明確にし、問題解決のために達成すべきゴールを明らかにし、多くの解決策を創出し、その中から実現性と有用性の優れた解決策を具体性のある最終解決策にまで高める。
- ・チームで活動して、対話によって互いを啓発し、責任をもって個々が自律的に協働することの重要性と効果を体験する。
- ・文書や口頭で自分の意見・主張を発信し、他者と討議する機会を体験し、その重要性を認識する。

学生は5～7名でチームを編成し11週に渡って毎週2時限の授業と課外活動を行い、【表3-1】に示す5段階の過程に取り組む。この過程は、技術者が社会で仕事を行う場合の標準的な過程に倣っている。

【表3-1】 工学設計Ⅰ・Ⅱにおける工学設計過程

段階	工学設計Ⅰ（1年次）	工学設計Ⅱ（2年次）
1. 問題の発見	プロジェクトテーマを見つけ出す	
2. 課題の明確化	プロジェクトテーマの課題を明確にし、設計仕様を決定する	工学設計Ⅰの成果を評価し、自分達の取り組むプロジェクトテーマを決定する
3. 解決策の創出	解決策を創出・改善する →多数の解決策を創出し、それをさらに改善する	工学設計Ⅰの設計仕様と解決策を評価し改善する→より優れた解決策の創出
4. 評価・選定		創出した解決策を評価し、具体化に取り組む解決策を選定する
5. 解決策の具体化		解決策の具体化を検討する

工学設計Ⅰ・Ⅱの授業には、次の特徴がある。

- 学設計Ⅰ・Ⅱは、学生に内発的・自律的活動を求める科目である
- 工学設計Ⅰは1年次学生の、工学設計Ⅱは2年次学生の全学科共通必須科目である。したがって、1学期にはほぼ1,700名の学生が約50クラスに分かれて受講する。
- 多数のクラスを複数教員が担当する。具体的には工学基礎実技教育課程の専任教員5名と30数名の専門課程の教員が担当する。

以上の特徴を踏まえ、下記の仕組みを採用している。

- ① 学生が内発的・自律的に学習をする仕組みとして、学生が学習目標を理解し、現状の到達レベルを自己評価して認識し、今後の学習計画を立て、実行するシステムとして後述するポートフォリオシステムを採用している。
- ② 複数教員が担当する科目で、均質な授業運営が行えるような以下の授業運営支援の仕組みを構築している。
 - 均質な授業運営に資するために、全クラス共通の教材（学習計画マニュアル）を作成している。学習計画マニュアルには、各週の学生の活動の流れに従って活動課題、課外活動（宿題）、活動成果のまとめ方と報告の様式例が示されている。また活動の意義や方法あるいは留意事項等が、参考資料として示されている。学生は学習計画マニュアルにしたがって標準的な活動を行うことができる。
 - 教員向けには授業運営マニュアルが用意されており、講義用スライドも準備されている。
 - 工学設計Ⅰ・Ⅱのホームページが開設されている。学生は、ここから各週の活動成果報告用の書式をダウンロードすると共に、活動成果のアップロードを行う。また、前年度の成果物や活動のための参考情報を閲覧できる。
- ③ 本科目の意義は学生が内発的・自律的に活動するところにある。しかし、1，2年次の学生はこの様な活動に慣れているとは言い難い。したがって、教員が学生の置かれた状況を理解し、適切に助言を与えて方向を示してやらないと、学生は漫然と過ごしてしまうことになりかねない。そこで学生と教員とのコミュニケーションが重要になる。教室内での授業およびオフィスアワーにおけるミーティングは、教員と学生の有効なコミュニケーションの場である。教員が学生の活動状況を確認し、ある時は褒め、励まし、共に考え、時には具体的な助言を与える等によって、学生の活動意欲を支援できる。

（2）ポートフォリオ構築の背景

工学設計Ⅰ・Ⅱでは、従来から学習目標を19の要素に分けて学生に提示し、かつ学生に学習目標の達成度を学期初め、中間期及び学期末に合計3回自己評価させることを課している。その目的は、学習目標を細分化した行動目標で表示することにより、学生に学習目

標を正確に理解させることが可能になること、また、その達成度を自己評価することが学習の動機づけになるからである。学期の開始時と、中間期及び学期末に合計3回自己評価することは、達成度が不足している学習目標を明確に意識できるので、学習目標の達成度に応じて、学習のPDCAサイクルを回すことが可能となる。

学生が内発的・自律的に学習をする仕組みとして、学生が学習目標を理解し、現状の到達レベルを自己評価して認識し、今後の学習計画を立て、実行するシステム、すなわち学生が学習のPDCAサイクルを回すことが重要である。そのための仕組みとして、工学設計Ⅰ・Ⅱの学習目標の提示とその自己評価を核とし、1学期間の学習の成果物を蓄積するポートフォリオを平成18年度に構築し、運用を開始した。

(3) ポートフォリオの内容

工学設計Ⅰ・Ⅱのポートフォリオは下記の項目から構成されている。

(a) 工学設計Ⅰのポートフォリオ

- ・能力の状況とその向上に関する自己評価(3.4付録)：学期の初め、中間期及び学期末に学習目標の達成度を自己評価する。なお、学期末の自己評価では、3.4の付録に示すように、1学期間の学習のまとめと今後の活動への展開に関する自由記述がある。
- ・最終口頭発表のスライド：1学期間の学習成果を取り纏めたスライドである

(b) 工学設計Ⅱのポートフォリオ

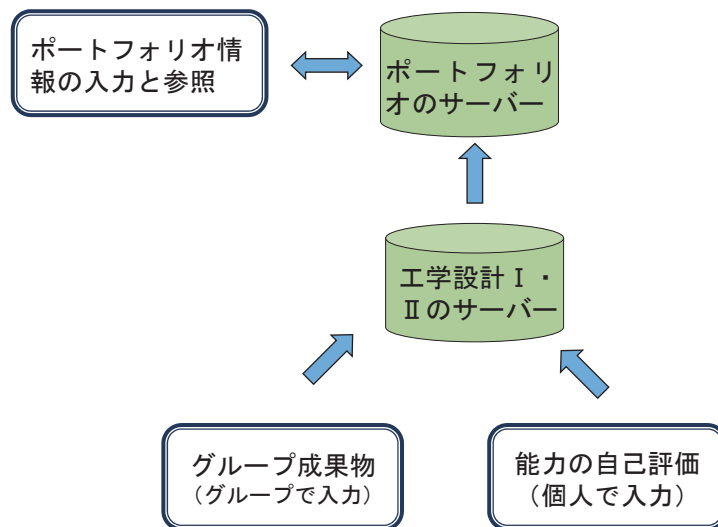
- ・能力の状況とその向上に関する自己評価(3.4付録)：学期の初め、中間期及び学期末に学習目標の達成度を自己評価する。なお、学期末の自己評価では、3.4の付録に示すように、1学期間の学習のまとめと今後の活動への展開に関する自由記述がある。
- ・最終口頭発表のスライド：1学期間の学習成果を取り纏めたスライドである
- ・最終設計報告書：1学期間の学習成果を取り纏めたレポートである
- ・ポスター：1学期間の学習成果を取り纏めたA0サイズのポスターである

3.2 運用とその成果

3.2.1 ポートフォリオの運用

ポートフォリオのシステム構成は【図3-1】に示すとおり、学生が工学設計Ⅰ・Ⅱの授業で使う科目のウェブサイトから入力したデータが、自動的に学生のポートフォリオのサーバーへ転記される。なお、ポートフォリオとして蓄積される情報のなかで、最終口頭発表のスライド、最終設計報告書及びポスターはグループの成果物であるから、グループ情報として工学設計Ⅰ・Ⅱのウェブサイトへ入力する。入力されたグループ情報は、自動的に個人のデータとして仕分けされ、ポートフォリオサーバーへ転記される。

工学設計Ⅰ・Ⅱに関する情報を参照するときには、ポートフォリオサーバーへアクセスすれば良い。



【図3-1】ポートフォリオシステムの構成

3. 2. 2 ポートフォリオの成果

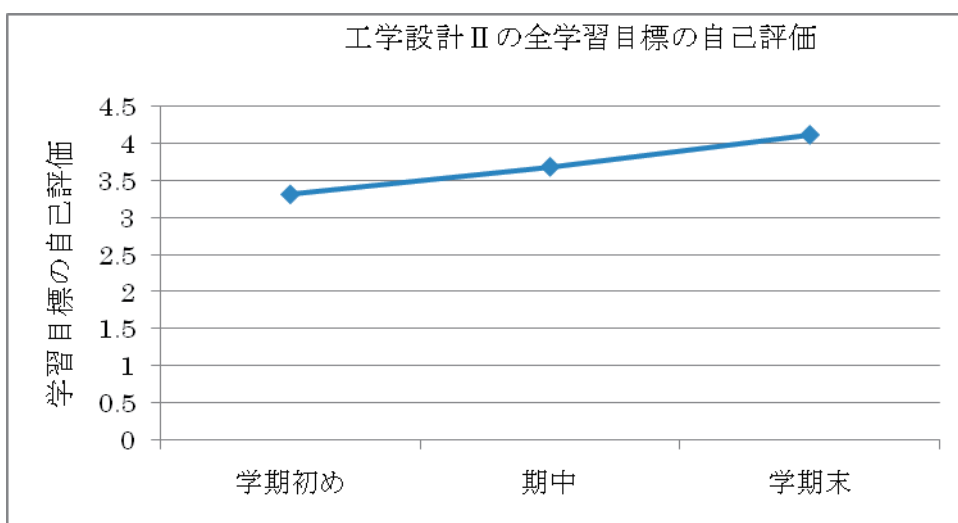
本節では紙面の関係上、工学設計Ⅱのポートフォリオの情報を提示して、その内容と成果について述べる。なお、工学設計Ⅰのポートフォリオについても、基本的に工学設計Ⅱと同じことが言える。

- ・学習目標を具体的な 27 要素に分けて提示し、その達成度を自己評価させると、学習の進展に伴い達成度は増加する。
- ・学生が工学設計Ⅱの科目で最も努力した事柄は、プレゼンテーション、チーム活動、時間と約束を守ること、技術者倫理を考えて解決案を創出・選定したことである。これらの事柄は科目の学習目標とも合致している。
- ・学生が工学設計Ⅱの科目で自信を持てたと考えている事柄は、コミュニケーション能力、プレゼンテーション能力、チーム活動能力である。しかし、これらの能力は大学生活の4年間を通じて高めるべきであると考え、今後一層努力することの必要性を感じていると認識している。
- ・工学設計Ⅱの学習成果を来学期以降の学習で生かそうと考えている事柄は、プレゼンテーション能力、コミュニケーション能力、チーム活動能力であり、学習効果が表れていると判断できる。

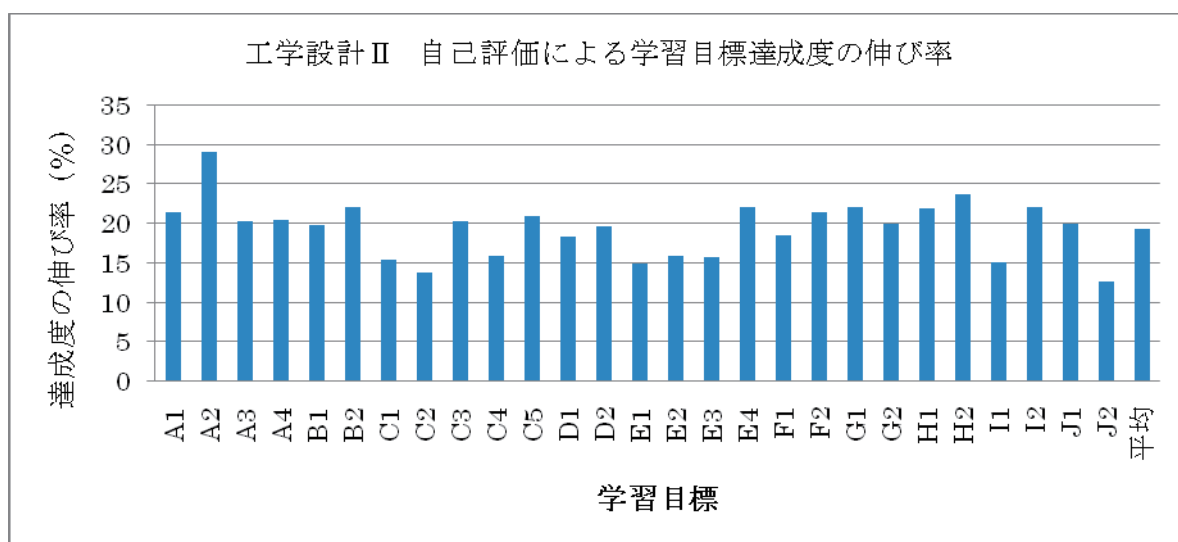
具体的なポートフォリオ情報を以下に示す。

(A) 能力の状況とその自己評価に関して

工学設計Ⅱの全学習目標のクラスの平均値が学期初めから学期末にかけてどのように伸長したかを【図3-2】に示す。また、工学設計Ⅱの学習目標の 27 の要素別に、達成度の自己評価が1学期間にどれだけ伸びたかを【図3-3】に示す。



【図 3 - 2】 工学設計Ⅱの全学習目標の自己評価の時間変化
(学習目標の達成度の数値 (縦軸) は付録 3 - 1 を参照)



【図 3 - 3】 自己評価による工学設計Ⅱ学習目標の1学期間の伸び率
(学習目標のA1～H2 (横軸) は付録 3 - 1 を参照)

(B) 工学設計Ⅱの授業を通じて、最も努力したこと

工学設計Ⅱの授業を通じて最も努力した事柄に関する記述の代表例は以下の通りである。

- ・工学設計Ⅱでもっとも努力したことは、発表である。プレゼンテーションのためにパワーポイントを作成し、発表の内容に矛盾がないかを確かめてわかりやすくかつ、見やすくするよう努力した。

- ・チームではプロジェクトテーマとして「省エネな街づくり」をえらんだ。町の省エネルギーを実現するにはどの分野から取り組むと効果を上げるのかを考え、チームに自分の考えを提案し、これらは技術者倫理に配慮しているのかを考えて、実現可能かどうかを検討したこと。
- ・努力した点は、チームでの協力とリーダーシップです。工学設計Ⅱでは、課題が多くチームバラバラに進めていては膨大な時間がかかってしまう。そこでしっかりと分担し効率よく作業を進めました。
- ・チームでアイデアを出し合う時に、積極的に自分のアイデアを説明した。レポート作成において、見る人に分かりやすいように図や表を活用することを努力した。参考文献を見つけるためにいろいろなホームページを調べた。
- ・遅刻・提出期限など時間を守ることを努力した。時間を守ることは、社会で生活する上での基本的なことである。しかしそれゆえに忘れやすいモノなので、工学設計Ⅱという今受けている講義の中で最も社会的で創作的なチーム活動において、特に意識して行った。

(C) 努力不足であったと思うこと

工学設計Ⅱの授業で努力不足であったと反省した記述の代表例は以下の通りである。

- ・自分の考える役割配分を適切に説明して、分担作業を行おうとするということを、うまく班員に伝えることができなかつた。
- ・努力不足であると思ったことは、パワーポイントで発表をするときに聴衆の目を見ることである。自分では人の目を見ながら話そうと努力したつもりであったが、発表評価用紙に『もっと人の目を見るように』と書かれてしまった。最終発表で少しこの問題は改善されたと思うが、これからのスライドでの発表でも気をつけたい。また、日常生活でも人の目をあまり見ないで話す癖があるので、気をつけていきたい。
- ・製品の調査などを他人任せにしている事が多かったので、自分から調査を行い、チームに貢献すればよかつたので直していきたい。

(D) 工学設計Ⅱの授業で得られた自信

工学設計Ⅱの授業で得られた自信の代表例は以下の通りである。

- ・工学設計Ⅱを終えて、発表の方法や文章の書き方に自信がついた。
- ・人との会話が苦手だったので、話し合いを進めていく中で苦手意識が少しずつ改善され人との会話に自身が持てるようになった。
- ・口頭発表で言葉に詰まったときにアドリブでも発表を続けられるようになったと思う。それにつれて発表の原稿作りも早くなった。質問などにも答えられるようになったと思う。
- ・チーム活動するために必要なコミュニケーション能力やリーダーシップなどが工学設計Ⅱを受ける前に比べてとても伸びたと思う。また、技術情報や製品情報を調べ、その技術や製品の長所や短所を見抜く力も伸びたと思う。

(E) 工学設計Ⅱの学習成果を来学期以降の学習で生かす計画

工学設計Ⅱの学習成果を来学期以降の学習で生かす計画の代表的な記述は以下の通りである。

- ・ 専門実験や工学設計Ⅲで、説得力のある文章やプレゼンを作れるように、今回の経験を活かしたい。
- ・ グループメンバーの意見をまとめてアイデアを出したり、情報をインターネットで調べて質問に備えるなど、これからまたチーム活動をする上で大切なことが身についたと思う。これで次回からはもっと効率的にチーム活動ができると思う。
- ・ この授業で身についたチームワークやコミュニケーション能力は、今後の専門実験や社会に出ても役立つので様々なことに活かしたい。
- ・ グループで行う教科以外でも一人だけで行うより多人数で協力して就学したほうが能率が上がるので行っていきたい。また、インターネットや図書館を利用した文献調査も行っていきたい。

3. 3 展望と課題

ポートフォリオシステム今後の課題としては以下の事柄が考えられる。

- (1) ポートフォリオシステムが工学設計Ⅰ・Ⅱの学び意欲の向上につながる仕掛けを強化することが今後の重要な課題である。
- (2) ポートフォリオシステムが学生の学習効果の改善につなげるために、ポートフォリオシステムの内容を見直すこと、および学生がポートフォリオシステムを活用して学びを深める仕掛けを強化することが今後の重要な課題である。
- (3) ポートフォリオシステムが他の科目でも採用され、4年間の学生の学習活動がさらに充実することが今後の重要な課題である。

ポートフォリオシステムによって、学生の学習意欲と学習成果がさらに向上するように、これからも工学設計Ⅰ・Ⅱのポートフォリオシステムを改善・充実していく予定である。

3. 4 付録：工学設計Ⅱ 能力の状況とその向上に関する自己評価

クラス番号：_____ 担当教員：_____

チーム番号：_____ 学生氏名：_____

この自己評価シートは、工学設計Ⅱで学生諸君が学ぶ内容ごとにその達成度を記録するためのものである。この自己評価結果が、成績評価に用いられることはない。

以下に示す各領域における自分の能力を、工学設計Ⅱの学習目標と比べながら、5：できる、4：まあまあできる、3：どちらとも言えない、2：あまりできない、1：できないの5段階で評価する。まだ学んでいない領域については1とする。

この自己評価は、第1週、第5週、第9週の授業終了時点での自己の能力を客観的に評価し、工学設計Ⅰ・Ⅱのホームページから第1週、第5週、第9週の欄にそれぞれの結果を登録する。

【実社会で活動する能力に関するもの】

技術者が実社会で活動するためには、情報の収集と分析能力、技術者として行動する能力、チームの一員として行動する能力、口頭発表や文書による表現等のコミュニケーション能力が求められる。

A. 口頭発表による報告

		第1週	第5週	第9週
A1	図、グラフ、表、イラスト等を効果的に使用して発表することができる			
A2	発表用原稿を見ないで聞いている人達の眼を見ながら発表することができる			
A3	聞いている人達からの質問に適切に答えることができる			
A4	他の人の発表に対して適切な質問をすることができる			

B. 文書による報告（レポート）

		第1週	第5週	第9週
B1	明確で論理的な文章を書くことができる			
B2	文章中に、良質な図やイラスト、表などを用いて説明することができる			

C. チームの一員として行動する能力

		第1週	第5週	第9週
C1	自分が分担した作業を期限までに、責任を持って完成させることができる			
C2	他メンバーの話を良く聴き、建設的な討論をすることができる			
C3	自分の意見を解りやすく他メンバーに説明することができる。			
C4	チームの目標を達成するために、作業すべき項目、分担、完成すべき期限など具体的な行動計画を立てることができる			
C5	チームリーダーとしてメンバーの意見をまとめ、行動計画を全員に徹底し、作業を分担し、問題が生じたとき適切に対応することができる			

D. 技術者として行動をする

		第1週	第5週	第9週
D1	設計仕様や解決策を社会に受け入れられるかどうかの観点から見直し、改善することができる			
D2	技術者倫理に適った行動ができる			

E. 必要な情報を収集し、活用する

		第1週	第5週	第9週
E1	自発的に情報収集や調査活動ができる			
E2	適確な情報を入手することができる			
E3	入手した情報を分析・理解し、活用することができる			
E4	特許情報を調査し、分析できる			

【工学設計過程の理解に関するもの】

F. プロジェクトテーマを見つけ出す

		第1週	第5週	第9週
F1	製品やシステム見て、その長所や短所を見つけることができる			
F2	製品やシステムの長所と短所からプロジェクトテーマを見つけ出すことができる			

G. プロジェクトテーマを明確にし、設計仕様を作成する

		第1週	第5週	第9週
G1	製品を利用する人、顧客の求めるものを“顧客の要望”の形で整理することができる			
G2	顧客の要望から設計仕様を作成することができる			

H. アイデアを創出する

		第1週	第5週	第9週
H1	ブレインストーミング等によりアイデアを短時間で数多く創出することができる			
H2	アイデアをさらに改善できる			

I. アイデアを評価し最も成功の見込みがありそうなアイデアを選定する

		第1週	第5週	第9週
I1	適切な評価基準を定めることができる			
I2	アイデアの中から最善のを選び、その選定理由を明確に示すことができる			

J. アイデアを具体化して、解決策を決定する

		第1週	第5週	第9週
J1	全体の構成、主要な要素の性能・機能を決定することができる			
J2	機能を実現するため、計算、データの収集、要素試験などによる工学的検討をすることができる			

【まとめと今後の活動への展開に関するもの】

(注：最終自己評価週（第9週）にのみ表示します。第1週、第5週には記入の必要はありません)

記入要領：工学設計Ⅱの授業を通じて、学習したことを総合的にまとめて、その結果をどう活用するかについて記述してください。ただし、それぞれの項目は200字以内で、簡潔に分かり易く記述する。

K1：工学設計Ⅱの授業を通じて、最も努力したことは何でしたか？

K2：努力不足であったと思うことがあれば、それを書いてください。

K3：工学設計Ⅱを終えて、どのような自信が得られましたか？

K4：工学設計Ⅱの学習成果を来学期以降の学習のどんなところに活かしたいですか？