JABEEに向けての繊維学部精密素材工学科の取り組み

村上　泰

1．はじめに

繊維学部精密素材工学科では，教育研究体制見直しの一環として，日本技術者認定機構（JABEE）の認定取得を目指すことの合意に達し，2000年度より準備に着手した[1)]。

JABEEとは，1999年11月19日に設立された日本技術者教育認定機構（Japan Accreditation Board for Engineering Education）のことである[2)]。この機構は，技術系学協会と密接に連携しながら，大学など高等教育機関で実施されている技術者教育プログラムが社会の要求水準を満たしているかどうかを評価し，要求水準を満たしている教育プログラムを認定する非政府団体で，このような専門認定（Professional Accreditation）制度を通して，次のような技術者教育の向上を目指している。

(1) 統一的基準に基づいて理工農学系大学における技術者教育プログラムの認定を行い，教育の質を高めることを通じて，日本の技術者教育の国際的な同等性を確保する。

(2) 技術者の標準的な基礎教育として位置づけ，国際的に通用する技術者育成の基盤を担うことを通じて社会と産業の発展に寄与する。

JABEEは，「技術者基礎教育の基準を設定し，それを評価・認定する主体は技術者でなければならない。産官学すべてのセクターにわたる技術者を代表する組織としては，技術系の学協会が相応しい」との考えから，学協会の協力を得ながら全体の統一と調和を図り，学協会の代表として認定に最終責任を持つという形の専門認定（Professional Accreditation）制度をとっている。

技術者教育の国際同等性を確保という点では，JABEEは2001年6月22日に非英語圏の第1号としてワシントンアコード（Washington Accord）に暫定加盟を果たした。ワシントンアコードは，技術者教育の質的同等性について国境を越えて相互に承認し合う協定であり，1989年にアメリカ，イギリス，カナダ，オーストラリア，ニュージーランド，アイルランドの英語圏六カ国を代表する技術者教育認定団体によって締結されたものである。現在は香港と南アフリカが加わっている。なお，ワシントンアコード加盟団体は，何れも国家から独立した民間の認定団体である。

日本の技術士制度を外国の技術者資格制度と整合性をもたせるとともに，技術士の基準を世界標準に適合させるために技術士法が改正され，2001年4月から施行されている。その中で，文部科学大臣が指定する認定教育課程（＝JABEE認定の技術者教育プログラム）の修了者は，技術者に必要な基礎教育を完了したものと見なされ，技術士第一次試験を免除されて直接「修習技術者」として実務修習に入ることができると規定されている。これにより，大学における基礎教育と技術者資格とのリンクが確保され，理工農学系の各学科のJABEE

への関心が高まった。認定を受けるのは教育プログラムであるため，学科ごと，学科でコースが別れている場合にはコースごとに審査を受けなければならない。

当精密素材工学科は１学年の学生定員が39名，教員14名からなる学科である。15年前に繊維化学工学科を改組して，材料化学と化学工学を融合した学科に再編したため，JABEEの分類する専門分野としては，当学科の教育プログラムは，化学および化学関連分野の中の化学工学コースにあたる。JABEEは2000年度から審査試行を始め，2001年度に３つの教育プログラムを認定した。当学科の教育プログラムは２年目にあたる2001年度の審査試行プログラムの対象としてとりあげられた。ここでは，JABEE認定取得を目指した当精密素材工学科の取り組みと，関連する共通教育について述べる。

なお，当学科は教育改革にあたり，工学教育プログラム改革推進委員会の前身である工学教育プログラム実施検討委員会の報告を参考にした[3]。工学教育プログラム実施検討委員会・改革推進委員会は，近年の工学教育に共通する諸課題，とりわけ大学審議会答申（1998年10月26日，2000年11月22日）に示されている事項に関連する具体的な検討・分析を行うとともに，その成果を広く公表・公開することを目的とし，工学教育の抜本的改革を促進することを目的としたものである。とくに，平成11，12年度工学教育プログラム実施検討委員会報告では，創成科目（デザイン教育），達成度判定などの議論が詳しく公開されている。

２．日本技術者教育認定基準

JABEEが求める「日本技術者教育認定基準」は，下記の６つの基準と分野別要件から成り立っている。６つの基準はいかなる分野であろうとも満たさなければならない。

日本技術者教育認定基準

基準１　学習・教育目標の設定と公開
基準２　学習・教育の量
基準３　教育手段
　１　入学および学生受け入れ方法　　２　教育方法　　３　教育組織
基準４　教育環境
　１　施設，設備　　２　財源　　３　学生への支援体制
基準５　学習・教育目標達成度の評価
基準６　教育改善
　１　教育点検システム　　２　継続的改善
補則　分野別要件

なお，分野は下記のように多岐に渡っている。工学系だけではなく理学系，農学系，場合によっては融合複合・新領域として経済系，人文系の学部が加わることも可能である。

化学および化学関連分野
機械および機械関連分野

材料および材料関連分野
地球・資源およびその関連分野
情報および情報関連分野
電気・電子・情報通信およびその関連分野
土木および土木関連分野
農業工学関連分野
工学（融合複合・新領域）関連分野
建築学および建築学関連分野
物理・応用物理学関連分野
経営工学関連分野
農学一般関連分野
森林および森林関連分野

3．基準1　学習・教育目標の設定と公開

JABEEでは自立した技術者の育成を目的として，下記の(a)—(h)に示した知識・能力等を網羅したプログラム独自の具体的な学習・教育目標が設定され，公開されていることが要求されている。

(a) 地球的視点から多面的に物事を考える能力とその素養
(b) 技術の社会および自然に及ぼす影響・効果に関する理解力や責任など，技術者として社会に対する責任を自覚する能力（技術者倫理）
(c) 数学，自然科学，情報技術に関する知識とそれらを応用できる能力
(d) 該当する分野の専門技術に関する知識とそれらを問題解決に応用できる能力
(e) 種々の科学・技術・情報を利用して社会の要求を解決するためのデザイン能力
(f) 日本語による論理的な記述力，口頭発表力，討議などのコミュニケーション能力および国際的に通用するコミュニケーション基礎能力
(g) 変化に対応して自主的，継続的に学習できる能力
(h) 与えられた制約の下で計画的に仕事を進め，まとめる能力

「プログラム独自の具体的な学習・教育目標」，「(a)—(h)に示した知識・能力等を網羅」，「公開」という3点がポイントになる。1点目はプログラムの独自性を，2点目はプログラムによらない共通性を，3点目は主体となるべき学生への徹底を要求している。

3.1. プログラムの独自性と学科の目的

伝統，資源，卒業生の活躍分野等を考慮した上で，社会の要求や学生の要望を考慮した特色ある学習・教育目標が設定されることが求められている。

当精密素材工学科では，数学，物理，化学，化学工学を専門とする教員が協力し，「物性，材料，プロセス，システム」を基幹として持続性のある社会を目指した教育を行っている。卒業生は，電気・電子機器，化学，繊維，機械と，幅広い業種へ就職し，材料科学技術者として活躍している。材料化学と化学工学の融合した材料化学工学のプログラムが特色であり，

繊維学部において充実している材料化学分野と精密素材工学科の伝統である化学工学的な発想を生かすことによって，特色のある教育を可能にしている。

化学工学的発想というのは，物性や材料だけでなくプロセスやシステムまでを考えた発想という意味である。たとえば，太陽電池は太陽エネルギーを有効に利用するという観点から優れた物性，材料を追い求めるだけでは不十分である。太陽電池をつくるプロセスでは多量のエネルギーを使用しており，寿命が短いシステムでは，太陽電池をつくるだけ地球環境が悪化するということさえ起きる。プロセスやシステムまで理解してはじめて持続性のある社会の達成が可能となる。

当学科では，学科の伝統を生かし，現在の社会問題の解決に役立つため，2000年に下記の理念・目的を設定した。

資源・エネルギー・環境問題の解決に役立ち，持続性のある社会を目指した材料およびその製造プロセスや利用システムに関する学問を教育し，研究する。

教育面では，化学はもちろん物理，数学などの専門基礎分野を重視するとともに，経済性，安全性，信頼性，社会および環境への影響などを考慮しながら工学的に問題を解決できる能力を身につけるための講義や実験・演習を行う。

研究面では，

・先端装置，数理的解析を用いた物性解明［物性］
・原子・分子レベルの相互作用を考慮したいろいろな機能を持つ微粒子・薄膜・繊維材料などの創出［材料］
・エネルギー貯蔵材料，燃料電池，太陽電池，半導体・光学材料などの開発［プロセス］
・エネルギーと環境を統合的に考えたプロセス・システム設計，シミュレーション，LCA（ライフサイクルアセスメント）［システム］

などに注目する。

このような教育と研究を通して，総合的な見地から，

・材料とその製造プロセスの開発，
・システムの評価と設計，
・コンピュータを用いた複雑な現象の体系化

のできる，柔軟で国際的な視野をもった研究者・技術者を養成することを目的とする。

さらに，この「学科の目的」をもとにして学科のマークを学科内に公募し，「物性，材料，プロセス，システム」を基幹とした「循環発展の工学」をイメージしたマークを決定した。

3.2. 精密素材工学科の学習・教育目標と JABEE が要求する知識・能力

精密素材工学科における学習・教育目標は，国際的な視野を持った化学，材料系の技術者として必要な能力と技術を身につけることであり，以下の(A)から(F)で示される。

(A) 現代の社会問題，その工学的解決法，および工学的に解決したときに生じる社会的影響を理解する能力

(1) 地球的視点から多面的に物事を考える能力とその素養

(2) 種々の科学，技術および情報を利用して社会の要求を解決するためのデザイン能力

(3)　自主的，継続的に学習できる能力

(4)　与えられた制約の下で計画的に仕事を進め，まとめる能力

(B)　コミュニケーションや協同作業の能力，および技術者倫理を理解する能力

(1)　技術が社会や自然に及ぼす影響や効果，および技術者が社会に対して負っている責任に対する理解（技術者倫理）

(2)　日本語による論理的な記述力，口頭発表力，討議等のコミュニケーション能力

(3)　国際的に通用するコミュニケーション能力

(C)　科学，工学の基礎知識とそれらを応用できる能力

(1)　数学に関する基礎知識とそれらを応用できる能力

(2)　物理，化学，生物に関する基礎知識とそれらを応用できる能力

(3)　情報技術に関する基礎知識とそれらを応用できる能力

(4)　工学に関する基礎知識とそれらを応用できる能力

(D)　化学，材料に関する工学的問題を解決する能力

(1)　物質・エネルギー収支を含む化学工学量論，物理・化学平衡を含む熱力学，熱・物質・運動量の移動現象論などに関する専門知識，およびそれらを問題解決に利用できる能力

(2)　無機化学，有機化学に関する基礎知識，およびそれらを問題解決に利用できる能力

(3)　材料の物性に関する専門基礎知識，およびそれらを問題解決に利用できる能力

(4)　材料の化学に関する専門基礎知識，およびそれらを問題解決に利用できる能力

(5)　物理，化学に関する実験技術，およびそれらを問題解決に利用できる能力

(6)　物性や材料に関する専門知識，およびそれらを経済性・安全性・信頼性・社会および環境への影響を考慮しながら問題解決に利用できる応用能力，デザイン能力，マネージメント能力

(E)　工学に関するシステムやプロセスを設計する能力

(1)　反応や分離に関する専門基礎知識，およびそれらを問題解決に利用できる能力

(2)　プロセス・システム工学に関する専門基礎知識，およびそれらを問題解決に利用できる能力

(3)　工学に関する実験技術，およびそれらを問題解決に利用できる能力

(4)　工学システムやプロセスに関する専門知識を，経済性・安全性・信頼性・社会および環境への影響を考慮しながら問題解決に利用できる応用能力，デザイン能力，マネージメント能力

(F)　実験計画を立案し，データを解析する能力

(1)　実験計画を立案できる能力

(2)　データを解析する能力

上記の学習・教育目標(A)，(B)はJABEEが要求する知識・能力の(a)，(b)，(e)，(f)，(g)，(h)に対応し，その関係は(f)を除いて1対1である。当学科ではコミュニケーション能力の育成を重視し，(f)に対応する目標は日本語によるコミュニケーション能力(b)-(2)と国際的に通用するコミュニケーション能力(b)-(3)とに分けた。

学習・教育目標(D)，(E)は，当学科の基幹である「物性，材料，プロセス，システム」を意

識したもので，プログラムの特徴となっている。

3.3. 学習・教育目標の学生への徹底

JABEE認定を目指す以前は，精密素材工学科の「学習・教育目標」は必ずしも明確ではなかった。教員も学生も「学習・教育目標を達成するための教育」というのに慣れておらず，「単位をしっかりとるための教育」という意識が強かったように思われる。制度の改革ができても意識の改革には時間がかかる。

学生への徹底は，学期はじめのガイダンス，学習目論見（ポートフォリオ），各授業での説明によって行っている。

学期はじめのガイダンスはどこの学科でも行われているが，重要なのは，学習・教育目標の徹底を中心に行うことである。学習・教育目標がなぜ必要かを学生自身が納得すれば，学習効果は飛躍的にあがる。学習・教育目標の中には，社会や対人関係に関するものも含まれているので，学習・教育目標を達成するために必要なこととして大学生の心構えを述べる方がわかりやすい。クラブ・サークルなどの課外活動も学習・教育目標の達成のために行うと考えるのである。

また，学習目論見（ポートフォリオ）を利用して学習・教育目標の徹底を試みている。半年に1度，各学習・教育目標の達成度がどの程度かを自己評価させる。自己評価結果を教員が把握することも有効であるが，毎回目標を読んで，それについて考える作業自体が学習・教育目標の徹底につながっている。

最も大切なのは，各授業において担当の教員がその授業が学科の学習・教育目標達成に対してどのような位置づけにあるかを説明することである。これには，各教員が学習・教育目標とそれを達成するためのカリキュラムの全体像を把握していることが必須であり，学科を構成する教員全体の意識改革が求められる。

4．基準2　学習・教育の量

JABEEの基準によると，124単位以上を取得し，学士の学位を得た者を修了生とすることのほかに，学習保証時間（教員の教授・指導のもとに行った学習時間）の総計が1,800時間以上を有していることが必要とされる。さらに，人文科学，社会科学等（語学教育を含む）の学習250時間以上，数学，自然科学，情報技術の学習250時間以上，および専門分野の学習900時間以上を含んでいることが要求されている。これらについては，現在の工学系の教育においても，卒業研究を含めると，量的基準を十分に満たしている。

国際同等性を確保するという点では，単位数という考え方はなじまない。教員が学生に接触したコンタクトタイムという時間で評価されるのである。しかしながら単位数とコンタクトタイムは必ずしも比例関係にない。講義の2単位と演習の2単位では全く異なるからである。教員が学生に課題を与えて宿題となった場合は，教員は直接学生と接触していないがコンタクトタイムとされるのが普通である。卒業研究に関するコンタクトタイムは，学生がその時間に何をしたかを証明する実験ノートなどの証拠が必要とされる。

共通教育の外国語教育は，2002年度入学生から英語8単位とされた。内訳をみると，1年

生で4単位4コマ，2年生では4単位2コマの英語が保証されている。精密素材工学科の2001年度入学生の場合，外国語教育は英語6単位6コマ，ドイツ語2単位2コマであった。単位数はドイツ語が英語に振り替えられたようになっているが，時間数はドイツ語分だけ削減されたことになる。このように，大幅な時間数削減がなされたにもかかわらず，単位数が変わらないということであまり議論されなかった。今後は国際同等性の観点から，単位数だけでなく時間数も議論すべきであろう。

5．基準3　教育手段

教育手段は「入学および学生受け入れ方法」，「教育方法」，「教育組織」からなる。

「入学および学生受け入れ方法」では，教育プログラムの学習・教育目標を達成するために必要な資質を持った学生を入学させるための公開選抜システムと公開編入システムが求められている。学科の卒業生はすべて教育プログラムの修了生であり，卒業時に教育プログラムの学習・教育目標を達成していなければならない。教育プログラムの学習・教育目標は，専門基礎知識や専門知識を身につけることに限らず，多面的思考，技術者倫理，デザイン，コミュニケーション，生涯自己学習，マネージメントなどを身につけることも要求されている。このため，今後ますます，学力評価のみの入学選抜システムからその他の評価も含めた入学選抜システムに変化していくものと予想される。入学選抜システムは学科だけでは解決できない問題を含んでおり，学部レベル，全学レベルでの検討を必要とする。教育プログラムの学習・教育目標を達成するために必要な資質を持った学生を入学させるのであるから，各学科が社会の要求や学生の要望を考慮した学習・教育目標を設定していることが議論の前提となる。

「教育方法」では，学習・教育目標を達成するためのカリキュラム，科目の位置づけを明確にした授業計画書（シラバス），学生の理解・勉学意欲増進のためのシステム，学生自身の達成度点検と学習への反映が求められている。これらについてはのちほど詳細に述べる。

「教育組織」では，教員の質と教育支援体制，教員の質的向上を図る仕組み（FD），教員の教育に関する貢献の評価方法，科目間の連携・教育効果改善のための教員間連絡ネットワーク組織が求められている。

教員の質と教育支援体制については，学習・教育目標を達成するために設計されたカリキュラムを，適切な教育方法によって展開し，教育成果をあげる能力をもった十分な数の教員と教育支援体制が存在していることとされる。化学分野においては，技術士等の資格を有するか，または教育内容に関わる実務について教える能力を有する企業経験のある教員を含むことが要求されている。実際，プロセス・システム設計の教育をするためには，企業にてプロセス・システム設計の経験を有することが必要である。

教員の教育に関する貢献の評価方法については，教員の教育に関する貢献の評価方法が開示され，実施されていることが求められている。教育に関する貢献の評価法の検討は今後ますます必要とされる。学習・教育目標を達成するための教育にどのように貢献したかが評価されるべきであり，担当授業時間数だけで評価されるべきではない。幅広い評価を行うためには，教育に関する貢献に関する幅広い客観的データを集める必要がある。たとえば，授業

内容，成績評価プロセス，学生評価などの授業ファイリングを作成すること，卒業生を追跡調査することなどが考えられる。

教員の質的向上を図る仕組み（FD），科目間の連携・教育効果改善教員間連絡ネットワーク組織についてはのちほど詳細に述べる。

5.1. 学習・教育目標を達成するためのカリキュラム

学生にプログラムの学習・教育目標を達成させるようにカリキュラムを設計することが求められている。当学科ではカリキュラムを学習・教育目標を達成するためのものに編成し直した。学習・教育目標(C)〜(F)にあたる専門基礎および専門部分と学習・教育目標(A)，(B)にあたる多面的思考，技術者倫理，デザイン，コミュニケーション，生涯自己学習，マネージメントの部分に分けて述べる。

・社会の要求や学生の要望を満たす専門教育プログラム

まず，専門基礎および専門部分は，学習・教育目標に対してバランスがとれているかを見直し，過剰に教えすぎている部分については，授業科目を統廃合した。当学科ではこれまで，自分以外の教員の教育内容，方法，学生評価基準を正確には把握していなかった。これでは，学生にとって必要な授業科目であるか，授業科目の内容は適切であるかを判断することはできない。各自が授業をオープンにするとともに，自分以外の教員の授業に関心をもつことが重要であり，その上で「学生に何を伝え，授業内容を修得したら今後どう役立つか」を意識する必要がある。学生が研究室にはいったときに役立つという視点ではなく，社会の要求や学生の要望を満たすという視点を忘れてはならない。担当教員は学生に対して，その授業科目がプログラムの学習・教育目標に対してどのように位置づけられるかを明確に示す必要がある。プログラムの学習・教育目標が社会の要求や学生の要望を満たしていれば，授業自体も社会の要求や学生の要望に応えるものとなる。

・１年次専門基礎科目―数学と情報教育を重視・力学と化学を廃止

専門基礎教育としては，１年次における役割が重要である。当精密素材工学科では，改革前，１年次で数学，物理，化学の専門基礎科目を学ぶことになっていた。改革後は，物理，化学の教育は２年次以降に譲り，数学と情報教育にしぼりこむことにした。高校までの学力低下が問題となっているため，大学においては基礎学力を補充する科目を充実しなければならないという考え方が主流になっている。当学科の１年次教育では，基礎知識を詰め込むことではなく，何のために学ぶかを認識させることに力をいれることにした。新入生ゼミナールを創成科目（デザイン教育）として位置づけ，専門基礎教育科目を減らして充実化させた。新入生ゼミナールについては，のちほど詳細に述べる。

１年次の力学と化学の科目を廃止しようと考えた理由として次のようなことが挙げられる。高校の物理教育では数学を使わずに行われているため，大学の物理教育の初期段階では数学教育が必要である。化学教育は実験の役割が重要であり，２年次の実験教育とともに行うのが効果的である。数学と情報教育にしぼりこむことによって，当学科で責任をもった教育ができる。廃止の欠点としては，物理，化学の基礎力が落ちることが指摘された。確かに，授

業科目があることによって高校時代の知識を忘れない効果があるものの，高校時代に苦手意識のある学生にとっては知識の詰め込みによってますます嫌いになる恐れがある。高校までの教育を無駄にするつもりはないが，１年間のブランクで忘れるような知識はほんものではないと考えた。

数学と情報教育は，共通教育である微分積分学，線形代数学および情報科学演習のほかに，学科独自の専門基礎教育として解析学と工業数学の科目を設けている。共通教育科目は学科に相談なく急に変更される危険性があること，学科の独自性を許容しないことから学科独自の専門基礎教育を設けることになった。当学科の数学は，専門を理解する基礎となる数学として位置づけ，数学と物理現象の関係の理解や演習などを重視している。

・多面的思考・技術者倫理・コミュニケーション・マネージメント教育と共通教育

多面的思考，技術者倫理，デザイン，コミュニケーション，生涯自己学習，マネージメントの部分は，学科の教育としては，卒業研究の教育で意識されていたが，これらの能力を身につけるための科目が考えられていたわけではなかった。多面的思考，技術者倫理，コミュニケーション，マネージメントなどに関しては，共通教育でこうした科目を用意することになっている。しかし，全学に向かって広く開講したというだけで，卒業生全員に能力が身につくわけではない。卒業生の能力を保証するためには，各学科が責任をもって授業科目を用意し，達成度を評価する必要がある。担当できる教員が授業科目を設置し希望する学生に受講させるという姿勢ではなく，学習・教育目標の達成を必要とするすべての学生に責任をもって身につけさせるという姿勢が大切である。共通教育センターとしては，学科で開講している共通教育と関連する教育部分を共通教育の分担として認める姿勢が大切であり，各学科としては学科でできないことは共通教育まかせという意識を排除していくことが必要だ。

たとえば，技術者倫理は理工農学系のどの学科でも必要な科目であるが，新しい分野であり現状では非常勤講師を含めても教員数が足りない。技術者倫理など教えたことがないという教員が，自学科のために技術者倫理を教えるようにならなければ，問題は解決しない。共通教育センターとしては，これまで専門しか教えたことのない教員を再教育して，社会の要求に応えた新しい授業科目を教えられるようにする必要がある。このためには，これらの新しい授業科目について開発を担当し指導する教員を評価し，教育業績として認定するとともに，開発研究費等を支給するべきである。

・デザイン・生涯自己学習教育と創成科目

デザインや生涯自己学習の能力を身につけるための教育は，斬新なアイデアが必要とされ，工学教育プログラム実施検討委員会でも重点的に議論されている[3)]。初年次創成科目，２，３年次創成科目，卒業前創成科目の３段階が必要である。初年次創成科目については，知的成長への刺激と創造への入門と位置づけられる。当学科では「新入生ゼミナール」を工夫している。２，３年次創成科目については，ものづくりの喜びと知的成長の充実感を体験し，工学のコンセプトと技術者研究者としての基本的スキルの修得と位置づけられる。当学科の基幹となる「物性・材料」としては３年後期に電池の設計などをとり入れた演習科目を行い，プロセス・システムとしては４年前期に企業に勤務する経験者を非常勤講師に迎えて「プロ

セス・システム設計」の講義を行っている。卒業前創成科目については，学部教育を総合し，ものづくりのクライマックスを経験するものとして位置づけられる。個人研究活動としての卒業研究がこれにあたる。

・初年次創成科目としての新入生ゼミナール

精密素材工学科では，2001年度から「新入生ゼミナール」を通年で実施し，初年次創成科目と位置づけている。5，6人のグループ活動とし，それぞれの担当教員グループが細かい指導をするとともに，全体でも指導する体制とした。このグループは3年生までのグループ指導班と一致する。グループ指導班についてはのちほど詳細に述べる。各グループは，テーマの決定，テーマに対して社会的背景および技術的背景の調査，問題点とその解決法の考察，ホームページの制作とプレゼンテーションによる発表を実施する。

例えば「リサイクル」というテーマに取り組むことを決めた班は，インターネット情報や書籍による情報などに基づいて，「社会的背景および技術的背景の調査，問題点とその解決法の考察」を行い，ホームページを制作する。その場合，当学科の教育の柱である「材料，物性，プロセス，システム」という視点から体系的にまとめるように指導している。そして最後に上田にて，全員がパソコン・プロジェクターを使用して全教官の前で発表する。この過程で1年生は自ら決めたテーマをまとめ上げる能力を養うとともに学科の目標の概要を理解し，大学教育の特徴に触れる。併せて，コンピュータの操作とインターネット情報の探索，図書館の利用，グループディスカッション，電子メールの送受信，図表の描き方，プレゼンテーションの基礎を学ぶのである。しかしながらこの教育は，電子メールでの指導のほか，その90分のゼミナールのために，毎週4，5名の当学科の教官が上田から松本に出かけて何とか達成されている。

当学科は「新入生ゼミナール」とは別に「材料の科学と技術Ⅰ，Ⅱ」を共通教育科目として通年で開講している。この科目は当学科教員のリレー講義であるが，当学科の専門分野に関係し社会の要求や学生の要望に応えるテーマを選択して講義担当教員を決めている。各テーマに対して社会的背景および技術的背景を説明するようにして，ゼミナールを補完している。

・創成科目を通じた情報教育の達成

当学科の創成科目の実施をするには，コンピュータの利用が必要である。テーマに対する調査にはインターネットを使用しており，調査報告は電子メールを通じて教員に提出される。実際に始めてみると，コンピュータを各自に持たせ，「情報科学演習」科目で情報関連の教育をしているにもかかわらず，コンピュータ利用やインターネット活用の意義と方法が十分には伝わっていなかった。「情報科学演習」で講義を行い，「新入生ゼミナール」で実際にコンピュータやインターネットを使い，教員が各自の達成度をチェックすることによって，学生全員がコンピュータ利用やインターネット活用を達成できていることを確認できたのである。

共通教育における情報教育設備にも問題がある。情報コンセントのある教室が不足していて，全部の学部がこうした試みをすることは不可能なのである。無線LANを用意している

教室もあるが，電源の数が不足していて講義に使うには不十分である。吊り下げ型のコンセントを導入するなどの工夫が望まれる。また図書館にはPHS式の無線LANが用意されているが，このカードはWindowsのXPには対応せず，今年度の新入生は全く利用できなかった。分散キャンパスとなっている信州大学では，情報技術を利用した教育が不可欠であるのに，情報コンセントを有する教室の不足は致命的である。早急な改善が求められる。使いたい学生に用意するのではなく，すべての学生が利用できるようにすべきである。

・画一的に押しつける上からの改革の問題点―「主題別ゼミ」

教養部の時代には，１年次の時間割編成は教養部で決められていたために，新しい科目を導入することが困難であった。共通教育が導入されて，「新入生ゼミナール」の科目枠が設けられたが，当初は，当学科でも新入生合宿ゼミナールの実施に留まっていた。前述のごとく，当学科は昨年度より「新入生ゼミナール」を初年次創成科目として通年で実施し，特色ある科目としてJABEEの審査員からも高い評価を受けた。しかしながら，共通教育センターは事前に相談もなく，2002年度から「新入生ゼミナール」を半年と限定し，「主題別ゼミ」を導入すると決めたのである。当学科は通年のゼミナールを2002年度も継続するために，やむを得ず前期は共通教育科目の「新入生ゼミナール」，後期は専門科目の「精密素材工学ゼミナール」として開講することにした。各学科で「主題別ゼミ」を担当することになったため，多くの学科では，それまで担当していた「主題別講義科目」を削減して「主題別ゼミ」に振り替えた。当学科では，学科の学習・教育目標を達成するために「主題別講義科目」や「新入生ゼミナール」を位置づけているため，これらを振り替えることはできず，共通教育に熱心に取り組んでいるために負担が増えるという問題をかかえることになった。このように共通教育センターの統一的なカリキュラムの頭ごなしの導入は，学科の意欲的な試みに対してブレーキとなる。

複数学科の学生によるゼミ自体にも意義はあるが，画一的に押しつける「主題別ゼミ」を導入した「リーダーシップ」には，問題がある。「リーダーシップ」を発揮し立派な授業を用意することによって信州大学の教育をよくしようとする考えは，卒業生の品質保証にはつながらない。すべての学生の達成度を保証するには，それぞれの学科が学習・教育目標を設定し，目標を達成するための教育に責任をもつことが早道である。こうした各学科の教育への姿勢を正しく評価し，サポートしていくことこそ真の「リーダーシップ」であると思う。

5.2. 科目の授業計画書（シラバス）

カリキュラムの設計に基づいて科目の授業計画書（シラバス）が作成・開示され，それに従って教育が実施されていることが求められている。

シラバスは信州大学共通教育センターが１年次生用の「共通教育―授業内容の紹介」を刊行し，繊維学部でも「授業科目内容」を刊行しているが，ページ数の制限があり，充分な内容が掲載されていない。そこで，精密素材工学科独自のシラバスの冊子を発行することとした。構成は，学科の目的と学習・教育目標，教育体制，学習・教育目標を達成するためのカリキュラム構成，授業科目内容となっている。授業科目内容では，精密素材工学科において必要な全科目が記載されており，それぞれ11項目にわたって授業の概要，達成目標，とくに

カリキュラム中での位置づけ，教育の内容・方法，教科書，参考書，成績の評価方法・評価基準などを明示してある。

科目ごとの目標に対する達成度の評価は，シラバスに定められた評価基準に即した内容の試験問題・課題レポート等を出題し，その成績をシラバスに定められた評価方法に従って集計することにより行う必要がある。このため，信州大学共通教育センターや繊維学部で発行している各科目のシラバスについては，科目ごとの目標をより明確にするとともに，評価方法である試験問題や課題レポートと対応可能な評価基準も明示することが必要である。

繊維学部で発行している各科目のシラバスは当学科独自のシラバスで置き換えが可能であるが，信州大学共通教育センターのシラバスの置き換えは不可能である。信州大学共通教育センターのシラバスが不十分であり，充実化を働きかけるようにJABEEの審査員から指摘を受けている。

5.3. 授業等での学生支援の仕組み

授業等での学生の理解を助け，勉学意欲を増進し，学生の要望にも対応できるシステムとして，当学科ではグループ指導班を設けている。各学年それぞれにつき学生を4つの班にわけ，全教官が各学年のいずれかの班の指導を担当している。教員は異なる講座の教授，助教授，助手から構成され，学生指導を通して講座を超えた教員の交流がすすむようにしている。すなわち各教官は，1～3年生の各学年につき一つの班を2～3名の教官と共に担当し，4年生については卒論で配属された学生を担当している。学習目論見の作成の指導や総合的な学習指導，学習支援もこのグループ指導班で行っている。

学部教育の充実化を図るためには博士前期及び後期課程学生によるティーチングアシスタントの存在が不可欠である。現状では，ティーチングアシスタント経費は十分ではない。ティーチングアシスタントの公募制度を確立し，後輩育成に優秀な働きをしている大学院生に十分な経費が分配されるようにすべきである。

5.4. 学習目論見と学生自身の達成度点検と学習への反映

プログラムの学習・教育目標に対する自分自身の達成度を，学生自身に継続的に点検させて学習に反映させるため，当学科では学習目論見（ポートフォリオ）を導入した。1年生は「新入生ゼミナール」「精密素材工学ゼミナール」の中で，4年生は「卒業研究」の中で指導を行うこととし，2，3年生には新たに「学習目論見」という科目を設けた。各目標に対する達成度の現状評価と将来への展望を学生に問いかけることによって自主的・継続的な学習を期待している。

5.5. 教員の質的向上を図る仕組み（FD）

教員の質的向上を図る仕組みとして，全学や学部レベルのFD委員会の設置に先駆けて，当学科独自のFD（ファカルティ・ディベロップメント）委員会を設置した。本学科では，学生による授業評価だけでなく教員による授業評価を実施している。各教員が担当する1科目を2人の教員が参観し，授業を評価した。授業評価は合計11項目の評価基準を定めた評価書にもとづいて行い，FD委員会は，評価結果に基づいて授業担当教員に意見を提言した。

今後は教員の教育評価法を明確にし，学科内での研究費の配分や昇任人事に反映させることを検討する予定である。

5.6.　科目間の連携・教育効果改善のための教員間連絡ネットワーク組織

カリキュラムに設定された科目間の連携を密にし，教育効果を上げ，改善するための教員間連絡ネットワーク組織が開示され，それに関する活動が実施されていることが求められている。当学科では，科目間の連携を密にするために，種々のワーキンググループを設けてゼミや実験の内容と体制の見直しを継続的に行っている。たとえば，１年生のゼミナール，２，３年生の学生実験，３年生の工学演習などが挙げられる。

２，３年生の学生実験については，２年間の実験プログラムを全面的に見直した。化学および化学関連分野では２年間の実験プログラムを要求しており，当学科ではすでに条件を満たしていた。しかし，学生実験は最も教育効果の高いプログラムの１つであり，達成度を高めるためには見直しが必要である。２年生前期の基礎化学実験では，化学実験の基礎とともに，実験に関連した化学の知識や計算法，レポートの書き方やプレゼンテーションの方法を学ぶ。学科を２つのグループにわけて実験のための講義演習と実験を週１回ずつとし，実験の事前教育を充実させ安全への注意を喚起している。２年生後期では，物理化学実験や物理実験など工学の基礎実験を学ぶ。３年生前期では，化学工学実験など当学科の特徴的な実験を学ぶ。３年生後期は，卒業論文へのつながりを考えて，３週連続でひとつの大きなテーマに取り組む方式を考えた。これら全ての学生実験では，レポート提出のほか，パソコン・プロジェクターを使用した口頭発表も実施し，教官が到達度を評価している。

共通教育を担当する教員と学科教員の間では連絡ネットワークをより強化しなければならない。共通教育は，学科の学習・教育目標の中で位置づけられ，講義終了後に，各課目の授業内容と受講者の達成度評価状況を各学科にフィードバックする必要がある。共通教育センターはこうしたフィードバックを積極的に勧め，その報告書によって授業評価を行うべきである。

６．基準４　教育環境

教育環境は「施設」,「財源」,「学生への支援体制」からなる。これらは教育環境として必要不可欠であり，全学レベルで対応がなされている。精密素材工学科では「施設」の中でも下記のように情報端末室の整備に力を入れた。また，実験室についてはのちに詳細に述べる。「財源」に関しては，JABEEのために必要な経費ということで詳細に述べる。

6.1.　情報端末室兼自習室

精密素材工学科では，２，３年生の学生に無線LANカードを配布し，無線LANシステムと吊り下げ式コンセントを用意した情報端末室兼自習室を用意した。各講義でコンピュータやインターネットを利用する課題を提出するなどの指導によって，情報端末室兼自習室は有効に機能し，自主学習意欲が向上したのは当初の予想以上であった。

6.2. 実験室と安全

実験の安全確保のために，安全教育と実験室の安全管理は重要な問題である。国立大学では，建物や安全に対する投資を十分にはしてこなかったので，社会の安全標準レベルと比べると問題点が多い。またソフト面でも，安全メガネの着用をはじめ，安全への徹底が不十分であった。化学系学科である精密素材工学科では学生に対する安全教育を行って来たが，今後さらに安全教育の充実を図るとともに，学科に安全委員会を設けて，社会の安全標準レベルに達するように改善中である。なお，安全管理・チェックは，学科だけのシステムではなく，学部としての取り組みが，より有効と思われる。

6.3. 認定のための財源

JABEE の審査を受けるためには，審査費用が必要である。また，外部委員を依頼するための経費等も要る。外部審査や外部監査が奨励される社会状況にもかかわらず，信州大学では，教育のための外部審査や外部監査のための経費が優先的に配分されるシステムができあがっていない。こうした経費は優先的に取り扱うべき性格のものである。場合によっては，共通教育センターが外部審査や外部監査を奨励し，積極的に導入する学科に対して予算を配分することも必要であろう。

7．基準5　学習・教育目標達成度の評価

学習・教育目標達成度の厳密な評価が求められている。まず科目ごとの目標に対する達成度評価を行い，各学習・教育目標に対する達成度の総合的評価を行う。最終的に，すべての学習・教育目標を達成した者をプログラム修了者すなわち卒業生とする。

科目ごとの目標に対する達成度評価では，多面的思考，技術者倫理，デザイン，コミュニケーション，生涯自己学習，マネージメントなどを目標とした場合，単純な試験では達成度評価がむずかしいため，達成度評価法の在り方を検討する必要がある。また，総合的達成度評価もむずかしく，客観的指標を得るためには必要に応じて外部試験などを活用しなければならない。また，卒業生を追跡調査し，社会で活躍しているか，評価されているか，どの教育が不足していたかを調べる必要がある。共通教育センターとしては，科目別および総合的達成度評価の方法を，新しい授業科目の開発とは別に研究する必要がある。このためには，達成度評価の方法の開発を担当し指導する教員を積極的に評価し，教育業績として認定するとともに，開発研究費等を支給するべきであろう。

8．基準6　教育改善

教育改善は「教育点検システム」と「継続的改善」からなる。

「教育点検システム」では，教育点検システムの設置，点検の妥当性，開示が必要とされる。教育点検システムは，学習・教育目標達成度の評価結果を収集・検討し，教育内容，教育手段および教育環境等を点検するための会議や委員会等などを設置したシステムが求められている。その点検は社会の要求や学生の要望に照らして適切かどうかを判断できているこ

とが重要で，会議や委員会等の恒常的な活動記録が開示されなければならない。

精密素材工学科では，学科教官会議の他に，教育プログラム運営委員会，教育プログラム実施委員会，FD委員会，教育点検委員会を設けた。教育プログラム運営委員会は教育プログラムの枠組み，カリキュラムを作成する。教育プログラム実施委員会は学生の達成度評価システムの検討し評価結果をまとめる。FD委員会は授業の実施状況，達成度状況をもとにFDの具体案を作り実施する。これら3つの委員会は，工学教育プログラム実施検討委員会の報告を参考にした[3]。さらに，教育プログラムを総合的に検討し，改善事項を学科，各委員会に提言するために教育点検委員会を設けた。この他にも各教官にシラバス作成を依頼し，作成されたシラバスの妥当性を検討するシラバス委員会がある。教育プログラム運営委員会，教育プログラム実施委員会，教育点検委員会，FD委員会には企業人，学生，他学科教員が委員として加わっており，社会の要求や学生の要望を反映できるように努力している。

「継続的改善」では，実際に，教育内容，教育手段および教育環境等の改善が行われ，必要があれば学習・教育目標，達成度の評価方法・評価基準等の改訂が行われているかが問われる。教育点検システムをつくるだけでなく，実際に機能しているかが問われるため，継続的改善の評価のためには，システムがつくられてから時間の経過が必要である。最も大事なことは，文書に残し公開するという作業である。これらの作業は手間がかかるため敬遠される傾向にあるが，ISOなどの国際標準化を考えれば，教育組織においても今後不可欠になってくると予想される。

9．おわりに

当精密素材工学科は学科体制と運営を改善し，2001年11月にJABEE試行審査を受けた。その結果，学科とJABEEの学習・教育目標の関連や創成科目評価方法の明確化，プロセス工学教育の充実化など改善を指摘された反面，学科理念の特徴，学生の対応の良さなどは高い評価を受けた。

JABEEに向けての取り組みを通して，学科の雰囲気は大きく変わった。JABEEの「標準としての教育プログラム」の設定という側面だけでなく，学科の教育の個性も明確になった。学科の中で挨拶の徹底を図ったことも雰囲気の改善に大きく寄与している。挨拶はプラスのコミュニケーションをもたらした。学科の教員全体が学科の教育をよくしようと努力し，学生もそうした教員を信頼して学習・教育目標の達成に努力するという，よい環境が実現できてきたように思う。学科は活力が出て，明るくなった。

なお，当精密素材工学科は2002年10月に本審査を受け，2003年3月にJABEEから化学および化学関連分野（化学工学コース）として認定をうけた。　〔精密素材工学教務委員〕

参考文献

1）山田興一「日本技術者認定機構審査試行を受けて」信州大学学報577号
2）JABEEホームページ，http://www.jabee.org/
3）工学教育プログラム改革推進委員会ホームページ，http://www.eng.tohoku.ac.jp/jeep/