

## デンマーク工科大学における教育プログラムと学位授与概観

### Overview of the Education Program and Degree Awarding in the Technical University of Denmark

角田 敏一

KADOTA Toshikazu

1. はじめに.....	39
2. デンマークの教育制度.....	40
3. デンマーク工科大学.....	41
4. 修士プログラム.....	43
5. 博士プログラム.....	45
6. 考察.....	48
7. おわりに.....	51
注.....	51
文献.....	54
謝辞.....	55
ABSTRACT.....	56

# デンマーク工科大学における教育プログラムと学位授与概観

角田 敏一\*

## 要 旨

本稿は、ヨーロッパの中で最も成功した先駆的工学系大学の一つに数えられるデンマーク工科大学における工学教育と学位授与の現状を概観したものである。これは、日本の工学系大学院が今後進むべき方向性を見出すのに有益な情報を与えるものと考えられる。

ボローニア宣言に基づく学士－修士－博士の学修構造が正式に実施されている同大学では、国際化が進捗し、デンマーク以外の国から雇用された研究者が全研究者の5分の1を占めるとともに、多数の外国人留学生が在籍している。修士・博士課程では、講義、セミナー、実習、研究、論文、公聴会などで英語が使用されるため、学生は入学に先立って十分な英語能力を身につけておかなければならない。大学の組織、運営、教育および学位授与において遵守すべき英語版の詳細な規定集が大学のウェブサイト上で公表されている。学生代表は、理事会、学術評議会、プログラム諮問委員会をはじめ大学の種々の重要な会議に出席する。博士論文審査委員会は、3名の委員からなり、そのうち少なくとも2名は学外者であり、学外者のうち少なくとも1名は外国人研究者でなければならない。なお、指導教員は審査委員会の委員に就任できない。

## キーワード

工学系大学、デンマーク、教育プログラム、学位授与

### 1. はじめに

大学審議会の答申「大学院制度の弾力化について」(1)、「大学院の整備拡充について」(2)、ならびに「大学院の量的整備について」(3)などに基づく政策の施行により、日本の大学院は急激に拡大した。1991年から2000年の間に、大学院を設置した大学の数は320大学から475大学へ、大学院学生数は98,650人から205,311人へと増加している(4)。大学院の量的拡充とともに、その組織も著しい変貌を遂げてきた。多くの大学院で部局化および重点化が推し進められ、多様な形態の大学院や独立大学院、高度な専門教育を目的とする専門職大学院が設置された。また、入学者選抜方法、教育手法ならびに教育内容も多様化し、昼夜開講制などを利用した教育を実施する大学院も現れた。大学院の大衆化の進行に伴い、急増した入学定員

を充足させるために入学者選抜方法が急速に変化する現象も現れ始め、学生資質の低下が懸念されている。

中央教育審議会は、2005年に、「新時代の大学院教育—国際的に魅力ある大学院教育の構築に向けて—」を答申した(5)。この答申は、これまで制度の整備や量的拡大に重点を置き基盤強化がなされてきた大学院に教育研究機能の質的強化を求めたものと考えられる。21世紀の知識基盤社会において大学院の果たす役割は今後ますます重要となり、教育研究水準の向上が必要不可欠となる。今後の望ましい大学院像を確立するためには、これまで主として量的拡充により急激な変貌を遂げてきた大学院における教育研究の実態を把握し、検証する必要がある。また、国際的に魅力ある大学院の構築を目指すためには、外国の大学院における教育および学位授与審査に関する情報収集が不

\* 独立行政法人 大学評価・学位授与機構 研究開発部 教授

可欠となる。

このような社会的背景から、著者は工学系に的を絞り、ヨーロッパ各国の大学における教育および学位授与の現状ならびに将来動向を把握するための訪問調査を実施した。調査対象を工学系としたのは、著者がこれまで工学系大学院の教育研究に携わってきたため各国の教育研究および学位の水準を比較検討しやすいことに加えて、日本では工学系大学院が多数の学生を受け入れ〔注1〕、産業の根幹を担う製造業に多数の修了生を輩出している〔注2〕ことから、工学系大学院課程で実施される教育研究が日本の社会に重大な影響を及ぼすと判断されるためである。ヨーロッパ各国では、ポローニャ宣言に基づく新しい高等教育制度が導入され、逐次実施に移されている。新しい高等教育制度の導入は、各国の歴史、伝統、文化などに基いて永年にわたり培われてきた高等教育の多様性に大きな変革をもたらす可能性がある。なかでも、学士課程、修士課程および博士課程の3段階からなる学修構造の導入は、ヨーロッパ大陸諸国ではなじみの薄い制度であった。このような高等教育制度が本当に実施されるのか、また、実施された場合高等教育プログラムおよび学位授与システムにどのような変革をもたらされるのか、日本を含む世界中の注目的となっている。

本稿では、北ヨーロッパに位置し、国際的に高く評価されているデンマーク工科大学を訪問した〔注3〕際の面談調査結果、ならびに訪問時およびその後取得した資料に基づいて、デンマークの教育制度およびデンマーク工科大学の概要などを含め、修士課程および博士課程の教育プログラム、ならびに教育の質保証において重要な位置を占める学位授与の実施状況について紹介するとともに、日本の工学系大学院における現状と比較しながら考察を加える。

## 2. デンマークの教育制度

デンマークの教育制度(7)(8)(9)は、主系統教育制度(Main Line Education System)と成人・継続教育制度(Adult and Continuing Education System)とに大別される。主系統教育制度は、初等教育(Primary Education)および前期中等教育(Lower Secondary Education)を包含する基礎学校(Folkeskole, Basic School)(6歳~16歳)に始

まる。基礎学校卒業後、青年教育プログラム(Youth Education Program)〔注4〕へと進む。青年教育プログラム(16歳~19歳)は、後期普通中等教育プログラム(General Upper Secondary Education Program)および後期職業中等教育プログラム(Vocational Upper Secondary Education Program)と、職業教育訓練プログラム(Vocationally Oriented Education and Training Program)との2つに大別され、前者で高等教育(Higher Education)への進学を主目的とした教育が行われる。高等教育は、職業高等教育アカデミー(Academies of Professional Higher Education)(2年)、専門カレッジ(Specialised Colleges and Centres for Higher Education/University Colleges)(3年~4年)および大学(Universities)に大別される。大学では、学士プログラム(Bachelor's Program)(3年)、修士プログラム(Master's Program)(2年)および博士プログラム(PhD Program)(3年)が実施されている。

同世代のうち高等教育を受けた若者の割合は2005年に44%であったが、政府は2010年および2015年までに、この値を45%ならびに50%まで引き上げることを目指している。高等教育費は無料であるが、書籍を含む教材費は学生が負担する。学生定員(Student Seat)は原則として各高等教育機関の決定に任されているが、医学、歯学および獣医学分野については中央政府が決定する。高等教育機関に入学する際には、各機関が定めた要求基準に合致しなければならない。たとえば、大学の学士課程に入学するとき、後期普通中等学校での教育を修了していることに加えて、指定された履修科目において要求される水準以上の学業成績を修める必要がある。修士課程ならびに博士課程への入学申請条件は、原則としてそれぞれ関連専門分野の学士の学位および修士の学位を取得していることである。デンマークの大学の学士・修士レベルおよび博士レベルは、それぞれUNESCOの国際標準教育分類(International Standard Classification of Education: ISCED)(10)のレベル5およびレベル6に相当する。

2005年に12あった国内の大学は、2007年に8大学に統合された。2005年に、198,900人が高等教育を受け、その内55%以上が大学の課程で学んだ。全教育課程に支出された教育費(国費と私費との

合計)のGDPに占める割合は7.2%であり、フランス(6.1%)、OECD平均(5.8%)、ドイツ(5.2%)および日本(4.8%)に比べてかなり高い。中央政府で教育に関わるのは、社会問題省(Ministry of Social Affairs)(保育所および幼稚園)、教育省(Ministry of Education)(小学校、前期中等学校、後期中等学校、職業志向の教育・訓練機関など)、科学技術革新省(Ministry of Science, Technology and Innovation)(大学および研究プログラム)、文化省(Ministry of Culture)(王立美術アカデミーの学位コース、音楽アカデミー、建築学校など)および国防省(Ministry of Defense)(軍事教育)である。

### 3. デンマーク工科大学

デンマーク工科大学(Danmarks Tekniske Universitet: DTU, Technical University of Denmark)(11)～(15)の起源は、電気力などの分野で卓越した業績を残した物理学者エールステズ(Hans Christian Orsted)[注5]によって、フランスの理工科学校(Ecole Polytechnique)をモデルに、1829年に設立された高等工科カレッジ(College of Advanced Technology)に遡る。その後、1933年にデンマーク工科カレッジ(Danish Technical College)へ名称変更され、1994年に現在の名称となった。設立当初はコペンハーゲン市の中心部に位置していたが、1962年から1974年にかけてコペンハーゲン市の北方約10kmのリングビー(Lyngby)キャンパスへ移転し、現在は高速道路沿いの37.5ヘクタールの木立に囲まれた平坦なキャンパス内に比較的低層の建物が整然と配置されている。

北ヨーロッパに位置するDTUはヨーロッパ有数の工学系大学の一つに数えられ、広範囲にわたる工学分野において世界最高水準の研究を遂行してきた。たとえば、2000～2007年におけるISI(Institution of Scientific Information)のサイテーションインパクト(Citation Impact)では、DTUはスウェーデンの王立工科大学(Royal Institute of Technology, Sweden)およびオランダのデルフト工科大学(Delft University of Technology)を大きく引き離し、ドイツのミュンヘン工科大学(Technical University of Munich)およびスイスのスイス連邦工科大学(Swiss Federal Institute of

Technology Zurich)と肩を並べるほどである。2006年に、ミュンヘン工科大学と連携し、計算力学(Computational Mechanics)および物理とナノテクノロジー(Physics and Nanotechnology)の2分野において修士の複数学位プログラム(Double Degree MSc Program)を提供している。この学位プログラムに参加する学生には、両大学における1年間の学修の後、2つの免状(Diploma)が授与される。

DTUの設立および運営の基礎となる法律は大学法(The University Act)(17)であり、大学の目的、学位プログラム、学長、理事会などの組織およびそれらの運営、授業料、財務、財産管理、授業料などにかかわる事項が詳細に規定されている。ちなみに、大学法の中で、大学とは科学技術革新省の管理下にある独立性の高い機関であり、各専門分野における世界最高水準の研究を行うとともに研究結果に基づいた教育を提供することを目的とすると述べられている。大学法とそれを補ういくつかの省令(Ministerial Order)[注6]に基づいて教育研究が実施されている。

DTUで最高権限を有するのは理事会(Board of Governors)であり、10名の理事で構成される。2009年において、学外者6名[注7]、学生代表2名および職員代表2名が理事を担当し、学外者の内一人が理事長に就任している。理事会は、大学の戦略、財政、行動計画などの承認、科学技術革新大臣と進展契約(Development Contract)の締結、学長の指名、新しい建設計画の決定などを担当する。毎年最低4回の頻度で開催され、学長が事務局業務を管理する。理事会の責任の下で大学運営を担当するのは、学長(President)[注8]、副学長(Provost)[注9]、大学主幹(University Director)、および数名の学務部長[注10]の計6名で構成される経営委員会(Executive Board)である。経営委員会委員のうち副学長および大学主幹は学長の推薦により理事会が決定し、その他の委員は学長が指名する。学術面で最高権限を有する組織は学術評議会(Academic Council)であり、博士の学位を授与し、学長に研究費配分に関する報告を行うとともに、全学的な教育、研究および技術革新に関する戦略計画について助言を与えることができる。学長は、学生代表および教員代表で構成されるこの会議の議長を掌理する。

教育, 研究, 学外協力および技術革新活動の中心となるのは, 19の専攻 [注11] であり, 専攻長 [注12] の統括のもとに, 専門分野の教育研究に関する企画, 立案ならびに実施を担当する。各専攻には学外者で構成される諮問委員会 (Advisory Board) が設置されており, 専攻の重要事項について専攻長に助言を行う。代表者会議 (Board of Representatives) は, 各専攻の諮問委員会委員の中から2名選出された計約35名の委員から構成される。毎年1回開催され, 全学の教育, 研究および技術革新について協議するとともに, 特定案件について大学の指導性に関する助言を行う。また, 理事会の推薦に基づいて, 理事会の学外委員の指名を行う。学務部長は大学全体の学術プログラムの質の高度化と発展に責任を持ち, 学術的構造, 新しい学術プログラム, 質の評価方法などについて, プログラム諮問委員会 (Advisory Program Committee) から助言を受ける。また, 各専攻に関連する広い学問領域を担当する学務主幹 (Director of Studies) を指名する。各専攻には専攻教務委員会 (Department Study Committee) が設置されており, 教務関係の整備, 立案, 試験, 評価, 進展などを担当する。学生代表は, 理事会, 学術評議会, プログラム諮問委員会, 専攻教務委員会などの重要な会議に委員として参加する。

2007年における職員 (Staff) 総数は3,593名 [注13] であり, その内訳は研究者 (Scientific Personnel) 1,496人 (42%), 専攻における技術系・事務系職員1,788人 (50%), 大学運営関係職員309人 (9%) である。研究者1,496名の内訳は, 教授 (Professor) 129人 (9%), 准教授・上級研究者 (Associate Professor and Senior Researcher) 739人 (49%), 助教授・研究者・ポスドク (Assistant Professor, Researcher and Postdoctoral Fellows) 443人 (30%), 助教 (Research Assistant) 29人 (2%) およびその他研究職員 (Other Scientific Personnel) 156人 (10%) である。

ボローニャ宣言に基づく新しい教育制度の導入により, 学士課程 (3年), 修士課程 (2年) および博士課程 (3年) の3段階からなる学修構造が導入されている。各課程で授与される主たる学位 [注14] は, 工学士 (Bachelor of Science in Engineering: BSc), 工学修士 (Master of Science in Engineering: MSc) および博士 (PhD) [注15]

である。学士および修士課程における教育プログラムの構築においては, ボローニャプロセスにそって, 工学および自然科学の基礎学問, 卓越した研究に基づく専門性, 理論的モデリング, 実験的解析, 創造的融合および総合工学的アプローチなどが強調されている。博士プログラム (PhD Program) では将来性に富む研究プロジェクトに焦点が絞られ, 理論と実践との定量的な一致が強調されている。

1年は2セメスターからなり, 1セメスターの間に授業 (13週), 試験 (2週) および継続学習 (3週) が実施される。授業には理論的学習, プロジェクト学修および宿題など, 継続学習には研究室での実験 (Laboratory Practice), プロジェクト学修, 実際的な宿題などが含まれる。28時間の学修をもって1 ECTS (European Credit Transfer System) 単位とし, この中には授業への出席, 予習, レポート作成, 試験などが含まれる。1年間に60 ECTSが割り当てられている。2008年現在, 学士課程 [注16] の在籍学生 (BSc Student) および修士課程 [注17] の在籍学生 (MSc Student) の数は, それぞれ約2,200名および約2,300名である。博士課程への入学者数および同課程の修了者数は, それぞれ296名および170名である。博士課程に在籍する学生 (PhD Student) [注18] の総数は798名であり, そのうち34%が外国人留学生, 31%が女性である。

今回訪問した化学・生物化学工学専攻 (Department of Chemical and Biochemical Engineering: DTU Chemical Engineering or DTU Kemiteknik) は, 2008年1月1日に化学工学専攻 (Department of Chemical Engineering) から現在の名称に変更され, 化学, 生物化学, 食品, 薬品およびエネルギー関連分野で国際的な水準の教育研究が行われている。専攻長は, 6名の学外委員 [注19] で構成される諮問委員会の助言に基づいて専攻の日常運營業務に携わる。2007年の年間の総収入のうち39%が大学から支給され, 残りは外部からの収入である。職員の総数は202名であり, その内訳は研究職員 (Scientific Staff) 69名 (34%), 事務系職員18名 (9%), 技術系職員24名 (12%), 博士課程学生87名 (43%) [注20] などである。研究職員の中に, 教授8名および准教授13名が含まれ, 助教授はいない。なお, 修士課

程の学生数は50名である [注21]。

いくつかの研究領域をまとめた5つの研究センター (Research Center)；燃焼および有害排出物制御研究センター (Combustion and Harmful Emission Control Research Centre), 相平衡および分離プロセスセンター (Center for Phase Equilibria and Separation Processes), 計算支援プロセス—製品工学センター (Computer Aided Process-Product Engineering Centre), デンマークポリマーセンター (Danish Polymer Centre) ならびに生物プロセス工学センター (Centre for BioProcess Engineering)を中心に研究が推進されている。大学から直接支給される研究費はなく, 指導教員は外部研究費の獲得に力を注いでいる。外部研究費は, デンマークの公的組織 (70%), 企業 (10%) ならびに EU の公的機関 (20%) に由来する。研究費を外部に依存する結果, 応用研究が優先され, 基礎的研究がないがしろにされる傾向があり, このことを憂慮する教員もいる。一人の指導教員が指導できる学生数の上限および下限はない。研究費, 指導学生数および研究室面積に関して教員間には顕著な格差があるが, 専攻の運営および教育に支障はきたさないとのことである [注22]。なお, 教員人事において, 研究業績, 指導力, 独創性, 開拓精神などが重視され, 教育に関する貢献度は評価されない。

#### 4. 修士プログラム

修士課程 (12) (18) では, 大学における学士および修士プログラムに関する省令 (Ministerial Order on Bachelor and Master Programs at Universities) No.814 (2010年7月1日), ジョイントプログラムに関する省令 (Ministerial Order on Joint Programs) No. 931 (2005年10月5日) および大学における採点尺度と評価に関する省令 (Ministerial Order on Grading Scale and Assessment at Universities) No. 250 (2007年3月15日) に基づいて作成されたカリキュラムに従って, 工学修士の学位を授与することを目指した教育研究が実施されている。

学修期間は2年で, 修得総単位数は120 ECTS である。修士プログラム (MSc Program) [注23] に含まれる講義, セミナー, 実習, 実験, 研究, 論文作成等には, 全て英語が使用される。修士プ

ログラムの主たる目標は, 研究を含む学修による最先端の学力および専門に加えて複雑な技術課題を俯瞰できる総合工学的能力を修得することである。学生定員は1,200名であり, 23の修士プログラムが提供されている。修士プログラム数が専攻数を上回っていることから明らかなように, 修士プログラムが各専攻に対応しているわけではない。土木工学専攻 (Department of Civil Engineering) が関る土木工学修士 (MSc in Civil Engineering) プログラムのように専攻名と修士プログラム名とが一致する場合もあるがかならずしもそうでない。また, 単独ではなく複数の専攻が一つの修士プログラムに関係する場合もある。

英語の学修便覧 (Study Handbook) (12) が発行されており, 大学の組織, 運営方法, 学年暦, 海外での学修, 学位, 学修期間, 学修目的, 学修構造, 成績評価, 修士論文などに加えて学修ごとの詳細な説明がなされている。また, 英語の規定集 (Rules and Regulations) (19) には, 教育, 学修, 試験, 単位移動, 奨学金などに関する規約が詳細に記述されている。

##### (1) 入学

教員 [注24] で構成される修士プログラム運営グループが, 申請書類に基づいて, 申請者が2年以内に修士プログラムを修了する能力を有するかどうかを評価しながら, 入学者の選考を行う。選考基準は, 国際的認知を受けている大学から授与された工学あるいは科学の学士の学位を取得したこと (または相当する能力を有していること), 該当専攻に固有の要求事項を満たしていること, 出身大学における GPA (Grade Point Average) が最高点の75%以上であること [注25] ならびに十分な英語能力を有していることである。

英語の最低点は, ペーパー版 TOEFL テスト573点, コンピューター版 TOEFL テスト230点, インターネット版 TOEFL テスト88点あるいは IELTS テスト6.5点である。科学技術革新省令 No. 183 (2010年2月23日) [注26] によると, 外国人は TOEFL あるいは IELTS の成績 [注27], あるいは学士課程における教育および学位論文の作成がすべて英語によってなされたことを示す証明書を提出することにより, デンマークの後期中等学校の英語Bレベルに相当する能力を有することを証明しなければならない。ただし, スカンジナビア人

は、後期中等学校の3年間を通じて210時間(1時間は60分)以上の英語を修得したことを示す証明書の提出により英語の能力を証明することができる。なお、提出書類[注28]は原則として英語表記である。化学・生物化学工学部の場合、入学に際し筆記による選抜試験は実施されず、学士課程を修了した全学生が修士課程に進学している。ただし、学士課程において数学の単位を25 ECTS以上修得しておく必要がある。EU/EEA[注29]の学生およびその他の国の交換留学生は、デンマークの学生同様、授業料の納付が免除される。それ以外の外国人留学生は13,500ユーロの年間授業料を支払うが、成績優秀者に対する免除制度がある。

## (2) 学修

修士プログラムは、一般能力コース(General Competences Courses, 30 ECTS)、工学専門コース(Technology Specialization Courses, 30 ECTS)、選択コース(Elective Courses, 30 ECTS)および論文(Thesis, 30 ECTS)からなる。一般能力コースで強調されるのは、技術を経済や経営などと結び付ける能力、専門の垣根を越えた協力とチームワークに重点を置いた融合能力ならびに広い専門分野に共通する規範的な熟練技術の修得である。工学専門コースでは、特定の工学専門分野における最先端の能力を取得するのに必要な深い学術および技術に関する知識を学修する。選択コースでは、さらなる専門分野の学修、あるいは数学、物理、科学などの基礎学問の学修を行う。論文に割り当てられる単位数は最低30 ECTSであり、30 ECTS~50 ECTSの範囲で変更可能であるが、論文と選択コースとの合計単位数は60 ECTSでなければならない。なお、論文は企業との共同研究の内容を含むことが多い。

講義および学修方法は、規定集の第2章、学修規則(Rules for Study)に詳述されている。一般に、講義への出席は必須ではないが、実験および実習などでは出席が求められる。教員の教授法に関して学生による評価が実施され、教授法に不服な学生には教員との間で話し合いの機会が設定される。教員の説明に不服な学生は、教務委員会へ文書により申し出る。教務委員会は教員に説明を求め、教務委員会の意見に基づいて、専攻長が必要な処置を施す[注30]。

試験の種類、実施方法および成績評価の方法は、

規定集の第3章、試験規則(Rules for Examination)に詳述されている。コースの目的および内容を反映した試験を、筆記、実習、あるいは口頭、あるいはそれらを併用することにより実施し、デンマーク教育省の7区分採点法(20)により採点する。この採点法は、国際基準により近付けるため2007年に導入されたもので、「12」(excellent, ECTSのA相当)、「10」(very good, ECTSのB相当)、「07」(good, ECTSのC相当)、「04」(fair, ECTSのD相当)、「02」(adequate, ECTSのE相当)、「00」(inadequate, ECTSのFx相当)および「-3」(unacceptable, ECTSのF相当)の7区分からなる。「02」以上が合格であり、それ未満は不合格となる。試験の採点結果に不服がある場合は、書面にて申し出る[注31]。

## (3) 修士論文

修士論文に着手するには、予め55 ECTS以上の単位を修得しておくことが必須条件となっているし、一般能力コースおよび工学専門コースを修了済であることが推奨されている。修士論文の指導教員(Supervisor)となる資格を有するのは教授、准教授を含むDTU専任の研究者[注32]で、専攻長の承諾を受けた後学生の指導に当たる。修士論文に着手するにあたり、学生と指導教員との間に修士論文合意書(MSc Thesis Agreement)を締結し、当該専攻の承認を受けなければならない。学生は学修したコースリストを書面で提出して自分の能力を証明し、指導教員は学生が修士論文の遂行能力を有することを確認しなければならない。指導教員は、定期的に修士論文の進捗状況を把握し、修士プログラムがめざした学問分野の範囲内に収まることを確認しなければならない。修士論文は学生が自ら執筆するのは当然であるが、複数の学生が同じテーマの研究を行った場合でも、各自が論文を執筆する。修士論文および論文概要の執筆には原則として英語を用いるが、双方とも審査の対象となる。

修士論文のための研究は原則として2年次の第2セメスターに設定されており、相当単位数は30 ECTS, 35 ECTS, 40 ECTS, 45 ECTSあるいは50 ECTSのいずれかである。修士論文合意書には、休日を考慮に入れて研究期間を定めなければならない。たとえば、30 ECTSの場合、5ヶ月と休日を含む。30 ECTSを超える場合、増加分の5

ECTSは3週間の期間延長に対応するが、総研究期間が1年を超えることはできない。ただし、身体的あるいは精神的な不具合がある場合はこの限りでない。実験装置の故障、部品調達困難など、予期せぬ事態が発生した場合、研究期間を延長することができる。専攻長は3週間以内の期間延長を認めることができるが、3週間を超えた期間延長の場合は、1ヶ月以前に、単位制度に関する委員会〔注33〕へ申請し、承認を受けなければならない。

修士論文の審査は、規定集の第3章、試験規則に従って実施される。審査においては、学術的な内容が最重要視されるが文章能力も審査対象となる。論文および公聴会〔注34〕における質疑応答の内容に基づいて総合的に審査し、7区分採点法により採点が行われる。審査委員は学内委員と1名以上の学外委員（External Examiner）からなる。公聴会は原則として公開で行われるが、私企業との共同研究の場合、非公開とすることができる。化学・生物化学工学部では、学外委員と指導教員とで審査委員会が構成され、指導教員が委員長となる。公聴会における発表および質問の時間は、それぞれ20分～30分および60分である。工学修士の学位を取得した後、約80%の学生が企業へ就職し、残りの学生が博士課程へ進学する。

## 5. 博士プログラム

博士課程（21）では、大学法、大学の博士プログラムに関する省令（博士令）（Ministerial Order on the PhD Programme at the Universities（PhD Order）（22））ならびに大学独自の規則に基づいて、博士の学位を授与することを目指した3年間の教育研究が実施されている。博士令には、博士プログラム（PhD Program）の目的および構造、入学、学修内容、達成、博士論文、審査委員会、博士論文の予備審査、公聴会、学位授与、大学内部規則など博士課程における教育研究に関する詳細な記述がなされている。博士プログラムは、科学プロジェクト（Scientific Project）、学修プログラム（Study Program）、授業と公表活動（Teaching and Dissemination Activity）（3カ月相当）、学外滞在（External Stay）、博士論文および公聴会からなり、全て英語により実施される。

### （1）組織

19の専攻に対応して19の博士学院（PhD School）が設置されており、専攻長が博士学院院长（Head of PhD School）を兼任する。各博士学院は、「数学・物理・情報」、「化学・生命工学・化学工学」、「電子・通信・宇宙科学」、「建設・生産・土木工学・輸送」あるいは「生命科学」の5つの博士委員会（PhD Committee）のうちいずれかの管理下にある。博士委員会は、5人～12人の委員で構成され、3人～8人は大学教員〔注35〕から、また残りの2人～4人は学生〔注36〕の中から選出される。博士委員会の委員を担当する教員は通常、研究指導および博士学院の運営に関わった経験を有する。博士委員会は、博士学院を監督し、高い研究水準を維持し、質の高い教育を実施するよう努める。博士委員会は原則として毎月1回の頻度で開催され、開催日および書類提出日があらかじめ公表されている。経営委員会委員の一人である大学院学務部長〔注37〕が博士プログラムに関する最終責任を負う。

### （2）目標

博士の学位を取得するには、専門分野における世界最高水準の知識を修得すること、および専門分野の新しい知識と理解の進展に卓越した貢献をなすこと、専門分野における科学的方法論と装置および研究開発に関連する他の技術に習熟すること、新技術の開発を含む新しい発想を解析、評価および展開する能力を取得すること、国際会議に出席し、科学的発見および進展を広く流布する能力を修得すること、限定された条件および期間内に研究開発を企画し遂行すること、国内および国際的な企業および他の研究機関との共同研究開発事業を開始し発展させること、ならびに研究開発プロジェクトを先導し、それを通じて研究分野の拡大につながる新しい知識と手法を生み出すことなどが求められる。

### （3）入学

入学に先立ち、いずれかの博士委員会の推薦に基づいて、博士学院院长は申請者が十分な学力を有することを承認する。また、博士プログラムの内容が大学の戦略に合致しており、理論と実践との調和がとれていることを確認する。申請者が博士プログラムを完了できることを明確な基準に基づいて判断したうえで入学させるので、中途退学者

は少ないのが現状である。入学と関連して、博士委員会は、さらに各博士プログラムおよび指導教員の選択を評価する。また、博士委員会は、指導教員が各博士プログラムに対して適切な学術的資格を有することを保証する。入学申請の有資格者は、デンマークの工学修士 (MSc in Engineering 相当) の学位取得者、デンマークの修士の学位取得者 [注38]、それらに相当する外国における修士の学位取得者、あるいは博士学院長が特別に認めた者である。修士論文で高い評価を受けたうえに、7区分採点法による8以上の成績を取得する必要がある。6点未満では入学を許可されない。6点と8点の中間の学生は、学術論文の公表によって研究の才能が認められた場合のみ入学できる。外国人留学生の場合、その大学の成績を7区分採点法により換算し審査される。

入学に際し、学力評価だけでなく研究資金計画書 (Funding Plan) が承認されなければならない。申請者はあらかじめ指導教員と相談のうえ作成した、申請書および学修計画書 (Study Plan) を提出する。申請書には、申請者の経歴、希望する博士プログラムの説明、指導教員の略歴、重み付 GPA (Weighted Grade Point Average) を含む学位取得証明書を添付しなければならない。申請書、博士学院の説明書、申請者および指導教員のコメントなどに基づいて、博士学院長が学力評価に関する推薦を行う。化学・生物化学工学部では、授業の成績9点以上および修士論文の成績10点以上が要求されている。学内からの進学者に対して、筆記による入学者選抜試験をはじめ何も課されることはないが、外国人に対しては面接試験が行われる。

#### (4) 指導教員

博士学院長は、博士プログラムの遂行に対し全責任を負う指導教員 [注39] を指名する。指導教員となる資格を有するのは、教授、准教授、助教授 [注40]、上級研究員および同等の能力を有する研究者であり、いずれも DTU の専任でなければならない。通常は、申請分野と同じ博士学院に所属するが、必要に応じて博士学院長は他の博士学院の教員を指名することもある。指導教員は、学生が当初の学修内容および学修工程表に従って研究を行っていることを点検する義務がある。このほか、指導教員は学修計画書の作成と提出、中間

報告書の作成、評価の一部分をなす指導教員の説明文の作成、公聴会の計画と実施なども担当しなければならない。

#### (5) 学修計画書

申請者は指導教員と協議のうえ学修計画書を提出し、博士委員会の承認を得なければならない。指導教員、申請者および博士学院長が署名する研究計画書に含まれる内容は、①基本情報、②指導形態に関する合意、③科学プロジェクトの特質と内容、④学外での滞在、⑤講義、⑥授業 (Teaching) および公表 (Dissemination)、⑦3年間の博士プログラム日程ならびに⑧特許あるいは発明に関する契約書である。

①には、博士プログラム、博士学院、申請者、指導教員および学修期間が含まれる。②では、学修指導の形態 (ミーティングあるいは報告書提出) および指導の頻度に関する合意内容を記述する。③においては、研究期間の半分以上は学内で実施しなければならないという規則に留意しながら、研究内容、独創性および予想される結果を明確に述べる。④では、博士プログラムの一部として推奨されている、学外の研究機関 (国外が望ましい) における活発な研究活動への参画について記述する。⑤では、省令により義務付けられている30 ECTS に相当する授業内容を記述する。研究に関する幅広い基礎を修得するため、授業への参加は最初の18カ月以内が望ましい。講義には、博士課程の通常講義 (試験による評価)、博士課程の特別講義 (10 ECTS 以内でレポートあるいは試験による評価)、修士課程の講義 (15 ECTS 以内) および学士課程の講義 (特別に承認された場合5 ECTS 以内) が含まれる。⑥では、当該分野における授業活動および学会等での研究成果の公表活動の方法および期間を記述する。⑧については、企業から部分的あるいは全面的な財政支援を受けられる場合に大学の許可を得た契約書の写しを学修計画に同封する。研究計画に変更が生じた場合は、修正された研究計画書を提出し博士委員会の承認を得る。なお、研究期間は原則3年間となっているが、化学・生物化学工学部のように、4年~5年間にわたることも珍しくない。

#### (6) 中間報告書

指導教員は、6カ月ごとに、学修計画に従って順調に進捗していることを確認した中間報告書

[注41] を提出しなければならない。なお、中間報告書には博士学院長、指導教員および学生の署名が必要である。学修が順調に進捗していればそのまま続行するが、そうでない場合は、一度限り3ヵ月以内に適正化する機会が与えられる。学生がそれを辞退した場合、博士学院での学修は取り消される。学生が同意した場合、3ヶ月経過後1か月以内に再度評価される。ここで「否」と評価された場合、学生の反論は許されず、それが学修終了の最終決定となる。

### (7) 博士論文

博士論文 [注42] は、学術雑誌にすでに投稿された論文等に基づいて作成することが推奨されている。ただし、公表された論文等が共著の場合、学生の寄与度を示す著者全員の説明書が必要である。博士論文執筆時の使用言語はデンマーク語あるいは英語であるが、特別に許可された場合はその他の言語を使用することができる。博士論文にはデンマーク語および英語の概要を添付する必要がある。企業との共同研究のように博士論文に非公開部分が含まれる場合、博士論文の公開部分のみが審査および学位授与の対象となる。博士論文が特許出願にかかわる部分を含む場合、公聴会を延期することができる。化学・生物化学工学部では、博士論文提出にあたりあらかじめその主要部分を学術雑誌上に投稿しておくことは公式的には必須ではないが、学生は通常2編から4編の論文を国際的な学術雑誌上に掲載している。また、博士論文には単位 (ECTS) が割り当てられていない。

### (8) 審査委員会

審査委員会 (Assessment Committee) は3名の審査委員からなる。審査委員の内少なくとも2名は学外委員で、その内少なくとも1名は外国の研究者でなければならない。残り1名の委員は、申請者と同一あるいは異なる学内の専攻から選出され、委員長に就任する。審査委員としての資格を有するのは、教授、准教授、助教授および上級研究員である。ただし、指導教員および学生と共著の論文を公表している教員は審査委員に就任することができない。審査委員会の構成を博士委員会に提案する前に、学生に伝えなければならない。学生がそれに同意すれば、署名した後、その旨提案書に記載する。学生が不服の場合は、その旨が

博士委員会に報告され、博士委員会における審議の資料となる。

### (9) 指導教員報告書

論文提出後5日以内に、指導教員は博士課程の学修全体に関するデンマーク語および／あるいは英語による指導教員報告書 (Supervisor's Report) を提出しなければならない。指導教員が未完了であると判断した場合、学生は2週間以内に指導教員報告書に対する意見を述べるができる。指導教員報告書、学生の意見および中間報告書に基づいて、博士学院長は学修が完全に終了したかどうかの判断を行う。学修が完了した場合のみ、博士論文を提出することができる。

### (10) 予備審査

審査委員会は、博士論文提出後2ヶ月以内に、学位授与の条件を満足しているか否かについて予備審査 (Preliminary Assessment) を行い、全会一致あるいは多数決により、予備推薦 (Preliminary Recommendation) 書を作成する。博士論文が高く評価されたら公聴会が開催される。逆に低く評価された場合、博士学院長が限られた期限内に修正論文を提出させるか否かを判断できる基礎となる内容を予備推薦書に記載する。予備推薦書の結果に対して、指導教員および学生は2週間以内に意見を述べるができる。予備推薦書、指導教員および学生の意見に基づいて、博士学院長は、公聴会の不開催、3ヵ月以内の修正論文の提出と前回と同一審査委員会による再審査、あるいは別の審査委員会での審査のいずれかを決定する。

### (11) 公聴会

公聴会は、審査委員会が予備推薦書を提出した時点から2週間経過した後、博士論文提出後3ヵ月以内の期間内に実施する。指導教員は、公聴会の日時について、審査委員および申請者と調整し、2週間以前に公表する。指導教員は、学内の教授または准教授を公聴会の議長に指名する。審査委員は公聴会での審査を担当するが、議長に指名されることはない。公聴会は口頭発表と質疑応答からなり、合計時間は3時間以内である。口頭発表時間は45分 (厳守) であり、45分よりかなり短い場合、論文審査委員会は公聴会を再度開催するよう要求する。逆に発表時間が45分をかなり超過する場合、議長は発表を中止して、結論を手短にま

とめるよう要求する。審査委員および指導教員に加えて、他の出席者も質問することができるが、質問時間は回答に要する時間を含め15分以内とされている。

審査委員会は、公聴会後直ちに合議により学位授与の可否について決定する。全員の合意が得られない場合は、投票による多数決により可否を決定する。審査委員会の決定が否の場合、1週間以内に学生が再審査を要求すれば、博士学院長は新しい審査委員会での再審査を決定することもある。

### (12) 推薦

審査委員会は、博士論文および公聴会の結果、学位授与にふさわしいことを記した推薦書を提出する。推薦書の使用言語は、原則としてスカンジナビア語および／または英語である。審査委員の要求により他の言語を使用することもできるが、デンマーク語か英語に翻訳しなければならない。推薦可となるためには、2名以上の審査委員および指導教員の積極的な賛成が必要である。推薦否となった場合は、1週間以内に学生が再審査を要求すれば、博士学院長は新しい審査委員会での再審査を決定することもある。

### (13) 免状

学長と大学院学務部長は、学位取得者に対して英語版およびデンマーク語版の免状 (Diploma) を発行する。この免状には、博士論文名、研究が実施された博士学院／専攻名、指導教員氏名および審査委員氏名が記載されている。

## 6. 考察

### (1) 大学教育全般

DTU では、ボローニャ宣言に基づく学士-修士-博士からなる3段階の学修構造が導入されている。化学・生物化学工学部では、後期中等学校の学業成績に基づいて選抜された60名の学生が学士課程に入学し、講義、卒業研究等を通じて3年間にわたり180 ECTS相当の学修を行う。入学した全学生のうち70%~75%の学生が工学士の学位を取得した後、ほぼ全員が修士課程へ進学する。修士課程で2年間にわたり修士論文を含む120 ECTS相当の学修を終えた後、工学修士の学位を取得する。修士課程を修了した学生のうち80%が企業へ就職し、残りの学生はさらに博士課程へ進学する。これらの結果から判断すると、工学士の学位を取

得した後企業へ就職する学生は少なく、大多数の学生は工学修士の学位取得を目指しているようである。学士課程と修士課程とが区分されているが、この区分は実質的でないと思われる。DTUと同様に、東京大学 [注43] でも学士課程卒業者のほぼ全員が修士課程へ進学する。なお、日本の工学系全体では、学士課程から修士課程への進学率は約34% [注44] である。

DTU は教育研究の国際化と水準向上に熱心であり、外国から優秀な研究者を招聘するとともに、外国人留学生の勧誘に力を注いでいる。全研究者のうちデンマーク以外の研究者の占める割合は約5分の1であり、博士課程に在籍する学生の約34%が外国人留学生である。また、修士・博士課程における講義、セミナー、実習、学位研究、学位論文の作成、公聴会の実施ならびに入学等の諸手続きにおいては、原則としてすべて英語が使用されている。

DTU とは異なり、東京大学では主として日本語による教育が行われている。なお、著者の知る範囲内で、専攻に所属する全ての学生に対して、講義、セミナー、実習、研究、公聴会等を英語のみにより行っている主要工学系大学院はない。なお、日本の工学系大学院の修士課程では全専攻のうち56% [注45] の専攻が英語のみによる授業を実施していない。英語による授業等の拡大を主張する声も聞かれるが、多数意見とはなっていない。日本の大学における外国人研究者は依然として少なく [注46]、工学系大学院における留学生数も増加していない [注47]。国際的な視野に立って、工学系大学院教育の充実及び改善を図ることが肝要であろう。もっとも、国際化促進の課題は、工学分野に限らず日本の高等教育全般に関わることであり、国としてのさらなる努力が求められている [注48]。

DTU では、学生代表が、理事会、学術評議会、プログラム諮問委員会をはじめ大学の種々の重要な会議に出席する。大学の定義、目的、運営、学位授与審査方法、教育研究の指導方法、試験、論文作成、公聴会など細部にわたり明文化されており、英語の印刷物はもとよりウェブ上で閲覧することができる。講義だけでなく修士論文の審査においても明確な採点基準および採点結果に対する不服申し立て方法も公表されている。

日本の工学系大学院では、理事会、学術評議会などの大学運営、学部教務委員会などの教育研究に関する会議など重要な会議への学生の参加は認められていない。また、学修方法、採点方法、教育研究の指導方法、学位授与審査、学位論文作成、公聴会、試験に関する規則などが系統的にかつ詳細に公開されている例はないようである〔注49〕。とくに、試験および学位審査に対する不服申し立て制度を明確に示した文書は公表されないことが多い。学生の指導を教員の裁量に任せるのではなく、学生および教員を含む大学関係者、ならびに行政関係者および企業関係者などの学外者が、教育研究について共通認識を有し、透明性の高い運営、教育および研究を実施する方向へ進むべきではないだろうか。

## (2) 修士課程

DTU では、修士課程の入学にあたって、選抜筆記試験が課せられることはなく、出身大学の学士課程における GPA および英語能力が重視される。これに対して、日本の工学系大学院修士課程では、筆記および口頭による一般入学者選抜試験が行われる。これと並んで、優秀な学生を優先的に入学させる推薦入学制度を有する大学院もある。この際には、学士課程における学業成績が重視され、筆記による入学者選抜試験が免除されることがある。各専攻に割り当てられた学生定員が決められているが、それよりも多くの学生を入学させることが多い。学生数の増加は大学院教育の発展につながるため喜ばしいことであるが、学修成果の適正な評価ならびに厳格な学位審査により教育の質低下を防ぐことが肝要であろう。

DTU では、修士論文の指導教員は、博士課程の学生を除く DTU 専任の研究者であり、その資格範囲は幅広く認められている。また、一人の指導教員が指導できる学生数の上限および下限はない。日本の工学系大学院では、教授および准教授は、すべての専攻で指導教員の有資格者として認められているが、講師および助教を有資格者とする専攻は全体の80%および40%に過ぎない〔24〕。また、一人の指導教員が指導できる学生数に上限および下限を設けていることが多い〔注50〕。後述するように、多くの大学院では博士課程の学生が少ないため修士の学生が研究の中心的役割を担うことになる。学生の資質に加えてその数が指導教員の研

究業績に直結しているもので、指導教員ごとの格差の抑制は分野ごとの研究の活性化に調和をもたらし、年ごとの研究活動の変動を緩和することにつながり、専攻の円満な運営に貢献する。一方、学生から希望した研究ができないとの不満が出されることもあり、指導教員ごとの競争が抑制されて活性化をそぐことになる。今後は、ある程度の格差を認めて、大学院全体の活性化を図ることを検討する必要があるように思われる。

DTU では、学生と指導教員との間に合意書を作成し、契約内容にしたがって研究を進めることが義務付けられている。日本の工学系大学院では、このような明文化された合意書を締結することはなく、従来慣行に従って研究指導が行われる。指導教員は暗黙の了解が得られていると思っていても、学生は了解していない場合がある。このような両者間の齟齬が生じた場合にそれを解決するシステムも存在しない。指導にあたっては単独で責任を持つ指導教員の裁量に任される部分が多く、ほとんどの場合他の教員などから直接批判されることはない。その結果、指導教員個人の資質が学生の指導ひいては大学院教育の質に大きな影響を及ぼすことになる。大学院教育の質保証のためには、指導方法の明文化および公表、ならびに教員の資質向上を含む指導方法の抜本的改善が肝要であろう。

DTU では、全修得単位数に対する修士論文に相当する単位数の割合は25%~42%である。これに対して、日本の工学系大学院におけるこの割合の全国平均値は33%〔24〕、東京大学では27%であり、大差がない。両者とも、同程度に修了研究に重点を置いているものと判断される。これらの結果は、研究室教育からコースワークを重視した教育へ移行すべきであるという意見〔5〕と、コースワークよりも格段に重要な役割を果たしてきた研究室教育のより一層の充実が優先されるべきであるという意見〔4〕に関する議論を行う際の、1つの参考資料となるものと考えられる。

## (3) 博士課程

DTU では、博士課程の入学にあたって選抜筆記試験が課せられることはないが、修士課程における学業成績に加えて博士課程における研究費の裏付けが必要である。日本の工学系大学院では、英語、数学などの基礎科目および専門科目の筆記に

よる選抜試験が行われることが多い。これは、研究遂行能力を身につけていることを確認するために行われるものであり、競争試験というよりもむしろ資格試験の性質を多分に帯びている。博士課程の定員充足および修了者数の確保に対する圧力が存在し(26)、これに対応するため、修士課程修了者を博士課程に進学するよう誘導し、企業等における研究者の勧誘が行われている。この作用が強く働かすぎると、資質の低い学生が入学する可能性があり、博士課程の質低下を引き起こす危険性が高まることが危惧されている。

DTU では、指導形態、学術プロジェクト内容、学外での滞在、授業、研究成果の公表、学修プログラム日程などを詳細に記載した学修計画に学生、指導教員および博士学院長が署名し、それに則って教育研究が行われる。この綿密な学修研究に従って研究指導が行われ、6か月ごとの中間報告を提出するなど、指導教員が進捗状況を絶えず監視することとなっている。日本の工学系大学院では、修士課程の項で述べたように、このような明文化された合意書を締結することはなく、従来の慣行に従って研究指導が行われる。指導にあたっては指導教員の裁量に任される部分が多く、指導の内容および方法は他の教員、学生あるいは学外関係者の直接的批判外にあるとされてきた。指導教員の資質により学生の指導が大きく左右されることになり、この慣行による指導方法がうまく働けば、質の高い教育が保証できる。反対にうまく働かなければ、指導の質が低下し、学修の質指保証が困難となる。従来の方法に従って研究指導を行う場合、博士課程教育の質向上を目指すには、指導教員の謙虚でたゆまぬ研鑽による資質向上が必要不可欠である。また、指導内容、指導方法等の明文化および公表が必要であろう。

DTU では、論文審査委員会の委員は3名で、そのうち2名が外部委員であり、外部委員のうち少なくとも1人は外国の研究者でなければならない。また、指導教員および申請者と共著論文を公表している教員は審査委員に就任することができない。日本の大学院では、多くの場合、審査委員数は3名～5名であり、学外の教員あるいは研究者を審査委員とすることは可能であるが、必須でない。多くの場合、審査委員会の委員長(主査)に指導教員が就任するが、これは提出された論文の内容

を最も熟知し、学生と接触する機会が多く、その能力を把握しているのは指導教員であると考えられていることによる。学生が論文を提出する前には指導教員の事前審査を受けることから、論文を提出したということは指導教員が合格と認めたことを意味する。たとえ、指導教員(主査)以外の審査委員が不合格との心証を持つことになっても、その旨を主張しにくいということは否めない。これは、当該専門分野の教員が複数在籍する大学が少ないこと、同僚の指導教員が不合格と判断した論文を提出させるはずがないという予断、同僚を非難したくないという感情、いわゆる明日は我が身との思いなどによる。このようなことから、審査委員会の厳格な機能が十分発揮されているか否かについて疑問の余地が残されている(26)。

DTU では、博士論文提出以前にそれに関する論文を公表しておくことが、必須ではないが奨励されているようである。日本の工学系大学院では、学位論文提出以前に予めそれを構成する主要部分に関する査読付論文を権威ある学術雑誌上に3編程度公表しておくことが義務付けられていることが多い。学術論文の公表を必須とする理由を教員が十分認識しているかどうか疑問であるが、論文投稿および厳しい査読の経験を積ませることが学生の能力と学位論文の質向上につながるというのが表向きの理由である。しかし、これが逆に学位の質低下を招く可能性がある。論文投稿および査読結果に対する対応などに多大な時間と労力を費やすため、学位論文作成に投入する時間と労力が減少することになる。また、論文数を気にしすぎるあまり、高度な内容の研究を行う代わりに、短期間にまとまる安直な研究を実施する可能性がある。公表した論文は指導教員との連名になることが多く、指導教員が業績を増すため学生に対して論文公表の圧力をかけるおそれがある。しかし他方で、審査付論文の公表を求めることは、審査委員会の審査を補充する意味もある。前述のように、審査委員会が厳密な審査機能を発揮できない可能性があり、質の低い学位論文が審査委員会に提出されることを防いでいる。博士論文の審査の一部を実質的に外部の審査員にゆだねることを意味し、前述の学外審査委員の招聘にさほど積極的でない原因の一つかもしれない。

## 7. おわりに

中央教育審議会は、2005年に、「新時代の大学院教育—国際的に魅力ある大学院教育の構築に向けて—」を答申した。この答申は、これまで制度の整備や量的拡大に重点を置き基盤強化がなされてきた大学院に教育研究機能の質的強化を求めたものと考えられる。21世紀の知識基盤社会において大学院の果たす役割は今後ますます重要となり、教育研究の水準を向上させる必要がある。今後の大学院像を確立するためには、これまで主として量的拡充により急激な変貌を遂げてきた大学院における教育研究の実態を把握し、検証することが重要となる。さらに、国際的に魅力ある大学院の構築を目指すならば、外国の大学院における教育および学位授与の情報収集は不可欠となる。そこで、ボローニャ宣言に基づく新しい教育制度の導入により、変革の真ただ中にあるヨーロッパの工学系大学における教育ならびに学位授与の現状を把握するための調査を実施した。北ヨーロッパで国際的に水準の高い教育研究を行っているデンマーク工科大学における教育ならびに学位授与の主たる特徴は以下のとおりである。

学士、修士および博士の3段階からなる学修構造が正式に導入されている同大学では、国際化が進捗し、デンマーク以外の国の研究者が全研究者の5分の1を占めるとともに、多数の外国人留学生が在籍している。修士・博士課程では講義、セミナー、実習、研究、論文、公聴会などで英語が使用されるため、入学に先立って十分な英語能力を身につけておかなければならない。大学の組織、運営、教育および学位授与において遵守すべき英語版の詳細な規定集がウェブサイト上で公表されている。学生代表は、理事会、学術評議会、プログラム諮問委員会をはじめ大学の種々の重要な会議に出席する。博士論文審査委員会は、3名の委員からなり、そのうち少なくとも2名は学外者、少なくとも1名は外国人研究者でなければならない。なお、指導教員は審査委員会の委員に就任できない。

### 注

[1] 文献(6)の「22専攻分野別大学院入学状況」によると、修士課程に入学した全学生のうち、

工学系に入学した学生の占める割合は約41%である。

- [2] 文献(6)の「84修士課程の産業別就職者数」によると、修士課程を修了し製造業へ就職した全学生のうち、工学系を修了した学生が占める割合は約68%である。
- [3] 調査訪問の概要は以下の通り。  
訪問日：2008年9月2日  
面談者：Dr. Anker Degn Jensen (Professor, Department of Chemical and Biochemical Engineering), Dr. Peter Glarborg (Associate Professor, Department of Chemical and Biochemical Engineering), Dr. Jens Norkar Sorensen (Professor, Department of Mechanical Engineering), Dr. Peder Klit (Professor, Department of Mechanical Engineering)  
主要調査項目：デンマークの教育制度、デンマーク工科大学の概要、デンマーク工科大学の教育および学位制度、デンマーク工科大学の学士課程、修士課程および博士課程における入学選抜方法、入学要件、教育プログラム、修了研究、学位授与の審査方法、修了要件、修了後の進路など。
- [4] 本稿で参照した文献を通じて Programme あるいは Program が使用されており、Program に関して統一的表記がされていない。本稿では混乱をさけるため、法律用語を除き、Program と統一表記する。
- [5] デンマークの物理学者、化学者。初め薬学を修めたが、カント哲学を研究し自然哲学に関する論文で学位を得る。1806年コペンハーゲン大学の教授となり、化学親和力、電気力などの哲学的考察を進めた。1820年、電流を通ずる針金の傍においた磁針が電流から力を受けることを発見。この発見はアラゴー、アンペール、ファラデーらの研究をうながして電気力学の形成に導いた。彼の研究は広範囲にわたり、気体、液体の圧縮率、反磁性体を研究したほか、友人のウェーラーが最初に金属アルミニウム製出したのは彼の方法によるといわれる。1892年にはコペンハーゲン工科大学を設立して自らが学長になるなど、デンマークでの科学振興に貢献した(16)。

- [6] Cabinet Order を政令, Ministerial Ordinance を省令と和訳することが多い。本稿では Ministerial Order を省令と和訳する。
- [7] 国内企業の CEO および米国大学の教授など。
- [8] 原文では, Rector と表記されることもある。
- [9] 原文では, Prorector あるいは Vice-Rector と表記されることもある。
- [10] 原文は several deans of studies であるが, Director for Private and Public Sectors Services, Dean of Graduate Studies and International Affairs および Dean of Undergraduate Studies and Student Affairs をまとめてこのように表現したものと考えられる。
- [11] 原文は Department であるが, 本稿では修士・博士課程を対象としているため, 日本の大学院で多く使用されている用語に従って, 専攻と和訳する。
- [12] 原文は Head of Department であるが, 本稿では修士・博士課程を対象としているため, 日本の大学院で使用されている用語に従って, 専攻長と和訳する。
- [13] 職員数および内訳は文献により多少異なる。ここでは, 文献 (11) の数値を採用する。
- [14] このほか, 実用志向の Bachelor of Engineering (BEng), パートタイム学生用の Master of Business Administration および Master of Engineering などがある。
- [15] PhD は学術博士と和訳されることが多いが, 本稿では簡潔に博士と和訳する。
- [16] 本稿では, とくに断らない限り工学士 (BSc) の課程をさす。
- [17] 本稿では, とくに断らない限り工学修士 (MSc) の課程をさす。
- [18] 博士課程に在籍中の学生に対して, PhD Fellow, PhD Scholar あるいは PhD Student が使用されているが, 本稿では博士課程学生あるいは学生と表記する。
- [19] いずれも, 企業の副社長あるいは研究開発担当役員。
- [20] ここでは, 博士課程学生も Staff に数えられている。
- [21] これらの数値は文献 (14) による。訪問調査時 (2008年9月) の数値は, 教授10名, 准教授15名, 助教授0名, 博士課程学生70名および修士課程学生40名である。なお, 修士プログラムの定員は60名であり, 現員数との差がなぜ生じるのか不明。このように数値は年々変動し, その正確さに関して不明な点が残されるが, 専攻の規模を把握するうえで有用だと考えられるためこれらの数値を紹介する。
- [22] Anker Degn Jensen 教授および Peter Glargorg 教授聞き取り。
- [23] 原文は MSc Program であるが, 本稿では修士プログラム略記する。
- [24] 原文は Faculty Members であるが, 教員と和訳する。
- [25] これは学位を授与した大学の成績評価システムにより異なることがあり得る。
- [26] 原文は Danish Ministry of Science Order であるが, 大学に関係する省は Ministry of Science, Technology and Innovation であるため, ここでは科学技術革新省令とする。
- [27] 試験センターから直接送付された2年以内の成績である。
- [28] 関連専門分野における高水準学位の取得証明書, 学業成績証明書, 履歴書, 申請目的, 2通の英語による身元保証書 (Letter of Reference), パスポートの写し, IELTS/TOEFL (試験センターから直送), 申請書, 写真ならびに生活および学修に必要な資金の調達に関する文書等が含まれる。
- [29] EEA (European Economic Area) とは欧州自由貿易連合のことで, EU (欧州連合) に加盟することなく, EU の単一市場に参加できるように, 1994年に EFTA と EU との間で発効した協定に基づいて設置された枠組み。授業料免除対象国は, ベルギー, デンマーク, フィンランド, フランス, ギリシャ, オランダ, アイルランド, イタリア, ルクセンブルグ, ポルトガル, スペイン, イギリス, スウェーデン, スイス, ドイツ, オーストリア, キプロス, エストニア, ラトビア, リトアニア, マルタ, ポーランド, スロバキア, スロベニア, チェコ共和国, ハンガリー, プルガリア, ルーマニアおよびアイスランドである。
- [30] それでも不満が解消できない場合, 学生は2週間以内にプログラム委員長 (Dean of the Program) にその旨申し出ることができる。

- その後最終決定が下される。
- [31] 不服書類提出後2週間以内に教員から回答書が返され、学生は1週間以内にそれに対する意見を述べる。その後、学生課（Office for Study Programmes and Student Affairs）が、教員の回答と学生の意見に基づき、新しい評価の実施、再試験の実施あるいは苦情の却下のいずれかを決定する。学生は2週間以内に新しい評価あるいは再試験の実施を受け入れることを通知する。苦情が却下された場合、2週間以内に控訴することができる。
- [32] 原文は the Scientific staff (not a PhD student) with a permanent position at DTU)。
- [33] 原文では Credit and Dispensation Committee for the MSc Program in Engineering であるが、本稿では単位制度に関する委員会と略称する。
- [34] 原文では Defense あるいは Oral Defense が使用されているが、日本の大学院で一般的に行われている口頭発表および質疑応答からなる公聴会に相当するので、本稿では公聴会と和訳する。
- [35] 原文では faculty and other scientific personnel であるが、まとめて大学教員とする。
- [36] 原文は PhD Student であり、博士課程に在学中の学生をさす。本章では冗長を避けるため、以降単に学生と称する。
- [37] 原文は Dean of Graduate Studies and International Affairs であるが、本稿では大学院学務部長と略称する。
- [38] デンマークの長期高等教育プログラムにおける2年間の修士課程で学修することが必要で、博士プログラムに従って個別に評価される。
- [39] 研究指導の担当者には教授等のほかに上級研究員も含まれるが、本稿ではこれらを合わせて指導教員と記述する。指導教員には、主指導教員（Principal Supervisor）とプロジェクト指導教員（Project Supervisor）とが含まれる。原文では、主指導教員に対して Principal Supervisor と Supervisor の両方が用いられており、本稿でも主指導教員（Principal Supervisor）を指導教員（Supervisor）と記述する。なお、企業から派遣された学生などの場合、Principal Supervisor に加えて Project Supervisor を指名することもある。Project Supervisor の資格は専門分野内で審査される。
- [40] 原文は、Professor, Senior Associate Professor および Associate Professor である。文献(11)には、Professor, Associate Professor および Assistant Professor は記載されているが、Senior Associate Professor はない。また、文献(14)にも Senior Associate Professor は現れない。したがって、ここでの Professor, Senior Associate Professor および Associate Professor は前述の文献の Professor, Associate Professor および Assistant Professor に相当するものと考えて、それぞれ教授、准教授および助教授とする。
- [41] 原文は Half Year Report であり、半年ごとの報告書を意味するが、本稿では中間報告書と呼ぶ。
- [42] 原文では Thesis あるいは PhD Theses と表記されているが、一般の論文と区別するため本章では博士論文と和訳する。
- [43] 本稿で東京大学とあるのは、東京大学工学部および東京大学大学院工学系研究科をさし、大学評価・学位授与機構毛利尚武教授からの聞き取り調査に基づいて記載した。
- [44] 文献(23)の「77関係学科別進路別卒業生数」による。
- [45] 数値は文献(24)による。アンケート調査対象とした「理工系」とは、わが国の「理工農学系」から、医薬学・農学系および一部の生命・環境等に関連する学際的な学系を除いた分野を指し、工学と理学とを合わせた狭義の理工学系を表している。アンケート調査の回答が寄せられたのは684専攻であり、そのうち理学系に属するのは136専攻(20%)である。このように工学系専攻が大きな割合を占めることに加えて、日本の大学院修士課程では工学専攻と理学専攻との間に顕著な差がないことを考慮すると、これらの数値は工学系修士課程の値に近いと考えられる。
- [46] 文献(23)の「29職名別教員数および30職名別外国人教員数」によると、大学の外国人教員の全教員に対する割合はわずかに3.4%である。また、文献(25)では、「日本では、研究大学においてですら、外国人スタッフの数は他の多くのOECD加盟国と比べると圧倒

的に少ない。たとえば東京大学では、2005年度の統計で外国籍の研究者の割合は教授で1%、准教授で3%に過ぎなかった。」と述べられている。

- [47] 文献 (23) の「14専攻分野別大学院学生数および27専攻分野別外国人学生数」によると、工学系大学院の全学生に占める留学生の割合は9.6%である。また、アンケート調査 (24) では、工学系修士課程の全専攻のうち10名以上50名未満の専攻が4分の3であり、留学生の数2名以内の専攻が62%を占めている。
- [48] たとえば、文献 (25) では、「デンマーク、フィンランド、オランダのような他の OECD 加盟国が高等教育機関の国際化、グローバル化を目指したあらゆる努力を刺激し、展開させ、解釈するための包括的な政策委の枠組みを持っているのに対し、日本の文部科学省が同じような枠組みを用意しているようには見受けられない。」と述べられている。
- [49] 日本の大学では、博士課程学生についての指導内容を明示した教員指导向けのガイドラインが公表されている例はないようである (26)。
- [50] 文献 (24) によると、教授および准教授に対しては約40%の専攻が5名以内であり、約60%の専攻で助教は指導できない。

## 文献

- (1) 大学審議会、『大学院制度の弾力化について』(答申), 昭和63年12月19日)
- (2) 大学審議会、『大学院の整備拡充について』(答申), 平成3年5月17日)
- (3) 大学審議会、『大学院の量的整備について』(答申), 平成3年11月25日)
- (4) 橋本弘信, 濱中義隆, 角田敏一 (2011) 「研究室再考—理工系大学院の教員意識調査の分析—」『大学評価・学位研究』, 12, 31-48.
- (5) 中央教育審議会、『新時代の大学院教育—国際的に魅力ある大学院教育の構築に向けて—』(答申), 平成17年9月5日)
- (6) 文部科学省 (2008) 『平成20年度学校基本調査報告書 (高等教育機関編)』
- (7) The Ministry of Education (2008) *Facts and Figures 2007*
- (8) European Commission, *Organization of the Education System in Denmark 2009/10 Edition*
- (9) European Commission, *Structures of Education and Training Systems in Europe, Denmark 2009/10 Edition*
- (10) United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, *International Standard Classification of Education, ISCED 1997 (May 2006, Re-edition)*
- (11) [http://www.dtu.dk/English/About\\_DTU](http://www.dtu.dk/English/About_DTU), 2011
- (12) DTU, *Study Handbook 2010/2011*
- (13) DTU, *Hello Future! MSc Programs 2008-DTU*
- (14) DTU, Department of Chemical and Biochemical Engineering, *Annual Report 2007*
- (15) DTU, Department of Chemical Engineering, *Graduate Schools Yearbook 2006*
- (16) 久保亮五, 長倉三郎, 井口洋夫, 江沢洋, (編集) (1987) 『理化学辞典第4版』岩波書店, 147.
- (17) Ministry of Science, Technology and Innovation, *Ministerial Order Concerning the Act on Universities (The University Act), Consolidation Act No. 1368, December 07, 2007*
- (18) <http://www.dtu.dk/English/education/MSc/>
- (19) DTU, *Rules and Regulations*
- (20) Danish Ministry of Education, *7-Point Grading Scale*
- (21) [http://www.dtu.dk/English/education/Phd\\_Education/](http://www.dtu.dk/English/education/Phd_Education/)
- (22) The Ministry of Science, Technology and Innovation, *Ministerial Order on the PhD Programme at the Universities (PhD Order)*
- (23) 文部科学省 (2009) 『平成21年度学校基本調査報告書 (高等教育機関編)』
- (24) 大学評価・学位授与機構学位審査研究部 (2009) 『「大学院教育・修士の学位審査に関するアンケート」集計結果 (速報)』
- (25) OECD (編著), 森利枝 (訳), 米澤彰純 (解説) (2009) 『日本の大学改革』明石書店, 106.
- (26) 田中正人 (2006) 「工学系博士の質保証に関する日英比較」『大学評価・学位研究』4, 93-101.

## 謝辞

本研究は、科学研究費基盤研究（C）および大学評価・学位授与機構の海外派遣制度の経済的援助を受け実施された。デンマーク工科大学の訪問調査を実施した際に、同大学の P. Glarborg 教授を始め多くの教員から心温まる歓迎を受けるとともに、懇切丁寧なご教示をいただいた。また、本稿の作成にあたり、大学評価・学位授与機構の森利枝准教授および濱中義隆准教授から貴重な資料ならびにご意見をいただいた。合わせて、深甚なる謝意を表す。

（受稿日 平成23年 8月18日）

（受理日 平成24年 2月14日）

[ABSTRACT]

## Overview of the Education Program and Degree Awarding in the Technical University of Denmark

KADOTA Toshikazu \*

This paper overviews the current state of engineering education and degree awarding in the Technical University of Denmark (DTU), which is one of the most successful and leading technical universities in Europe. This information may be useful for graduate schools of engineering of Japanese universities as they seek to improve themselves.

Internationalization continues, with more than one fifth of the scientific staff recruited from outside Denmark and with many foreign students. DTU has completed the official implementation of the Bachelor-Master-Doctor structure of education based on the Bologna Declaration. Students wishing to enroll in the Master and Doctor courses must first attain proficiency in English, which is used for lectures, seminars, exercises, research, theses, defense, and so forth. The rules concerning the organization, management, education and degree awarding are published in detail in English on the DTU website. The students are represented on the important committees of the university, including the Board of Governors, Academic Council and Advisory Program Committee. The assessment committee for PhD degrees is composed of three members, at least two of whom must be external members, and at least one of these must be a researcher from abroad. Supervisors cannot be appointed as members of the assessment committee.

---

\* Professor, Research Department, National Institution for Academic Degrees and University Evaluation