

9. 工学部・工学研究科

I	工学部・工学研究科の研究目的と特徴	9 - 2
II	分析項目ごとの水準の判断	9 - 3
	分析項目 I 研究活動の状況	9 - 3
	分析項目 II 研究成果の状況	9 - 4
III	質の向上度の判断	9 - 8

I 工学部・工学研究科の研究目的と特徴

1 研究目的

大阪大学工学部・大学院工学研究科は、「輝く(One & Only の)個の集まりで世界に羽ばたき、社会から高い評価を受ける」ことを目指し、「知を生みだし」、「知を繋ぎ」、「知を融合させ」、「知を伝播・活用する」と共に、「新しい知を創る」という「知のサイクル」の実践を行っている。

20世紀は「工学」による技術革新によって著しい産業社会の発展をもたらしたと共に、地球温暖化、人口膨張と食糧危機、資源の枯渇、などの地球規模の課題をもたらした。工学部・工学研究科では、工学を通じて、地球と人類の調和を目指し、真の豊かさと共に安心・安全な社会を造り上げなければならないと考え、「新しい知」を活用し、人々の持つ「夢」を「かたち」にすることを切望している。

以上の背景のもと、「工学と社会」を常に意識しつつ、以下を目的として研究活動を推進している。

- 1) 時代の要請と長期的視野に基づき、独創的な研究、基礎技術、統合研究、応用研究を促進する
- 2) 多様な社会連携の形態を創出する
- 3) 研究成果を多様な形で社会へ還元する
- 4) 研究水準・成果の達成状況の把握に努め、常に検証し、研究水準の向上・改善に努める

2 特徴

【沿革】

大阪大学工学部は、明治29年(1896)に官民で設立された官立大阪工業学校に始まり、1933年に大阪工業大学が大阪帝国大学に編入されて、現在の工学部の礎が築かれた。大阪帝国大学編入時は、大阪大学工学部は、機械工学、応用化学、醸造学、冶金学、造船学、電気工学の6学科であったが、その後、精密工学、通信工学、溶接工学、環境工学、電子制御機械工学、情報システム工学等の全国の大学と比較してもユニークな学科を次々と設置し、今や我が国有数の工学部となった。

【組織】

平成7～10年度にかけての大学院重点化では従来の専攻に加えて、専攻横断的な新しい学問体系の4つの専任専攻を設け24専攻へ改組し、活力ある研究と研究センター型の教育体制へと変換した。16年度には本学経済学研究科と連携し、マネジメントについても知識豊かな新しいタイプの技術者を養成するためのビジネスエンジニアリング専攻を設置し、新しい研究分野を広げた。さらに、17年度からは、専攻横断型の学問体系をより発展させ、多様でありながら教育研究の尖鋭化を図ることを目的として、従来の24専攻を再編し10専攻体制へと移行した。また、工学部は大学院との整合性に配慮し、18年度から、応用自然科学科、応用理工学科、電子情報工学科、環境・エネルギー工学科、地球総合工学科の5学科体制へと移行した。

【想定する関係者とその期待】

大阪大学工学研究科・工学部は、産業界を中心とする社会に対しては、科学技術の進歩、社会のニーズの変化といった時代の要請に応え、学会に対しては、研究型大学として世界に誇る高いレベルの研究を維持するとともに、地域社会との密な連携と国際社会との様々な交流を通して、様々な知の創造教育への工夫を続けている。

II 分析項目ごとの水準の判断

分析項目 I 研究活動の状況

(1) 観点ごとの分析

観点 研究活動の実施状況

(観点に係る状況)

【時代の要請に応じた研究テーマの取り組み】

主な重点領域はナノサイエンス・ナノテクノロジーとし、次いで、バイオテクノロジー、自然共生学、構造・機能先進材料、次世代エレクトロニクス・情報通信、エネルギー、先端生産技術、統合環境学などである。上記のような分野について、18年度の活動としては、全本務教員数 452 人に対し、学会での発表件数は 1706、受賞数は 135、論文数は 2036 および著書数は 136 であり（資料 1）、ここ数年高水準を保ち、研究大学院として社会からの期待に応えるため、広い分野の研究領域を維持しつつ、時代の要請に応じた研究テーマに重点的に取り組んでいる。

<資料 1 論文等の執筆状況、学会での発表状況、受賞状況>

年度	全本務教員数	学会での発表状況	受賞状況	論文数	著書数
2004	432	1382	111	2198	167
2005	463	1423	131	2007	176
2006	452	1706	135	2036	136

(出典：大阪大学教員基礎データ 平成 20 年 5 月末現在登録数)

【多様な社会連携と成果の還元】

研究成果の社会への還元のための具体的方策として、社会連携室を窓口として研究成果を公開し、企業等との連携によって新産業創出につなげ、それをもとに産業界との共同研究促進のため、企業との研究連携契約の締結を積極的に進めている。さらに、新しい社会連携の模索として、学外に大阪大学社会連携サテライトオフィス、サステイナビリティ・デザイン・オンサイト研究センターを設置し、地域企業との共同研究を進めている。また、文部科学省科学技術振興調整費戦略的研究拠点育成プログラムにより設置したフロンティア研究センターを活用し、企業との共同研究にマッチングファンド方式を導入して、研究成果の産業化を推進している。このような取り組みにより、18年度の特許の取得状況は、出願数 171、産業財産権の保有件数は 78 となり（資料 B1-2006 データ分析集：No. 23 研究成果により知的財産権の出願・取得状況）、これまでに設立されたベンチャーの数は 10 を越え、現在、共同研究講座は 9 講座に達している（別添資料「共同研究講座」）。このように、多様な社会連携と成果の還元の結果、マッチングファンドの数や特許・知的財産などの形で着実に成果を上げてきている。

【研究の水準・成果の把握・検証】

- 1) 企業における研究成果の実用化や報道に見られる社会からの注目度、論文発表や特許取得等の客観データ、個々の専門領域におけるピアレビューなどにに基づき、
- 2) 研究水準・成果の目標への達成度を検証し、
- 3) その結果を研究目標の設定や研究体制の改善につなげている。さらに、
- 4) 専攻の枠を超えた専攻横断的研究組織（研究イニシアティブ）の設立、オーバーヘッドチャージ等によって得た資金をもとに研究科の戦略プログラムへの重点的な資金配分や、個人・専攻への運営費交付金での支援、個人・組織達成度評価などにより、個人・組織のモチベーションの向上等も図っている。

以上のような研究水準・成果の把握・検証およびその個人・組織へのフィードバックにより、研究資金の獲得状況においても、科学研究費補助金については内定件数 163、内定金額 13 億円（内定率 28.7%）に達する（資料 B1-2006 データ分析集：No.24 科研費申請・内定の状況）。また、競争的資金については 119 件、26 億円を、共同研究については 253 件、8 億円を超える額を獲得している（資料 B1-2006 データ分析集：No.26 競争的的外部資金内定状況）。さらに受託研究（競争的資金の委託分含む）では 184 件、22 億円（資料 B1-2006 データ分析集：No.29 受託研究の実施及び受入状況）、寄附金も 498 件、6 億円に達しており（シート番号 29、資料 B1-2006 データ分析集：No.31 寄附金受入状況）、獲得資金についてはここ数年増加あるいは高水準を維持している。一方、専攻の枠を超え、学問的特長のある研究活動により世界トップレベルの研究拠点形成を目指し、16 の専攻横断的研究組織（研究イニシアティブ）が活動しているなど（別添資料「専攻横断的研究組織」）、その効果は獲得資金などに着実に現れている。

また、研究や教員の質の向上を目指して、これまでに 49 の国外研究機関と学術交流協定を結び、アジアやヨーロッパ諸国から年間 300 名以上の外国人研究者を受け入れるなど、十分な国際交流もなされて来ている。

（２）分析項目の水準及びその判断理由

（水準）期待される成果を大きく上回る成果が得られた。

（判断理由）

以上のように、時代の要請に応じた研究と様々な社会連携、さらには特許など知的財産等の点から、産業界を中心とする社会に対しては科学技術の進歩と社会のニーズの変化などの時代の要請に十分応えている。また、獲得資金において増加あるいは高水準を維持し、またそれらを用いた研究の成果である論文数等でも高い水準を保ち、研究型大学として世界に誇る高いレベルの研究を維持するなど学会等へも十分貢献している。さらに、地域社会に対する貢献や国際社会との交流も十分な成果をあげている。従っていづれについても十分に期待される成果を上回る成果が得られている。

分析項目Ⅱ 研究成果の状況

（１）観点ごとの分析

観点 研究成果の状況（大学共同利用機関、大学の全国共同利用機能を有する附置研究所及び研究施設においては、共同利用・共同研究の成果の状況を含めること。）

（観点に係る状況）

本研究科では、10 の専攻の約 500 名の教員により、従来からある工学分野から人文や医学との境界領域までの様々な分野で、物事の本質にこだわった基礎研究から実用化を目指した応用研究まで種々の研究が行われている。以下、重点的に取り組んだ分野ごとに、代表的な結果を記述する。

1) 次世代エレクトロニクス・情報通信

【情報学】の分野では、世界初の人間酷似型ロボットであるアンドロイドや遠隔操作型アンドロイドを開発し、人間理解とロボット開発を融合したロボット工学における新しい研究分野であるアンドロイドサイエンスを確立した(1003)。また、世界 40 カ国と地域から 400 チーム、2000 人が参加するロボカップを提唱・推進し、1997 年第一回世界大会(名古屋)を皮切りに、国内外の大会で本研究科教員がプレジデント、理事等をつとめた(1004)。アンドロイドの開発に関しては、ロボットや情報分野で様々な権威ある国際会議で基調講演や招待講演を行ったのを始め、TV、新聞、WEB、雑誌など多数の国内外のメディアから取材を受け、これら世界にインパクトを与えた結果、その開発者は米国科学雑誌(Mental Floss)により、世界を変える 8 人の一人に選ばれたことが CNN.com によって公表された。一方、ロボカップは、従来の研究システムと

は異なり、明確な目標を掲げそれに共鳴する研究者等による自発的なネットワークにより NPO を活用して研究開発を実施した成果であり、政府の科学技術政策研究所が授与する「科学技術への顕著な貢献 in 2006(ナイス ステップな研究者)」〈イノベーション部門〉を受賞した。このように阪大固有の取組の成果が、世界向けに発信されただけでなく、世界的な標準になろうとしている。

この他、情報学における自律分散アーキテクチャー(1007)や人間医工学における人工視覚システムの研究(1011)、さらには工学教育分野における OJE 方式の実践型演習(1013)など様々な分野で賞を受けている。

2) ナノサイエンス・ナノテクノロジー

【ナノ・マイクロ科学】の分野では、新しく室温原子間力顕微鏡(AFM)を開発し、周辺原子との化学結合効果に影響されない原子分解能を有する非破壊 Si 半導体系の新しい元素識別法の開発に成功した(1018)。また、「異種原子交換型水平原子操作」現象を発見して、世界初の「原子埋め込み文字」の創成に成功した(1019)。また、コヒーレントアンチストークスラマン散乱(CARS)顕微鏡を提案し DNA 分子を 15 ナノメートルの空間分解能で可視化する事に成功した(1024)。それにより局在プラズモン励起により電場を局所増強したナノ光源を用いて特定の分子振動の選択的イメージングを実現している。AFM による研究成果は、Nature 誌に掲載されるとともに、Nature 誌や日本物理学会誌などの表紙に採用され、日本学術振興会ナノプローブテクノロジー第 167 委員会のナノプローブテクノロジー奨励賞(16 年度)などを受賞した。また、CARS 顕微鏡による研究成果は、17 年度文部科学大臣表彰科学技術賞を受賞した。さらに Photonics West 2005 など様々な権威のある国際会議で多数の招待講演を行った。この他、カーボンナノチューブ(1026)、ナノ磁性体(1027)などナノ材料の分野での多くの発明があり、ナノテクノロジーの分野では、特に世界初となる成果を数多くあげている。

3) エネルギー

【プラズマ科学】の分野では、超高強度レーザーにより 1 億アンペアにも相当する高密度電子流を生成し、その伝播を操作する新しい方法を見出した。高密度プラズマで高強度光や荷電粒子を制御する「高エネルギー密度プラズマフォトンクス」という概念を初めて提唱した(1047)。

【総合工学】の分野では、原子力発電プラントや石油化学コンビナートに使用されている圧力容器や配管の長期健全性を確保するために必要となる力学的評価に対して、温度場・ミクロ組織場・応力ひずみ場の連成効果を取り入れた解析手法を開発し、溶接力学場解析に組織変化を考慮した系統的な評価手法を導出した(1193)。

レーザー核融合に関する研究成果は、Nature 誌に掲載されるとともに、我が国オリジナルの新学問領域「プラズマフォトンクス」を提唱。圧力容器の力学的評価解析は、圧力容器や配管材料のグローバルスタンダードである「ASME 規格」の米国機械学会において、ASME PVPD Outstanding Paper Award を受賞した。

この他、超高強度レーザーを用いた高速点火レーザー核融合実験のレビュー(1048)が特筆すべき業績として、原子力発電所の地震を起因とした確率論的安全評価実施基準の作成(1194)が時代のニーズに即した研究成果としてあげられる。

4) 構造・機能先進材料

【複合化学】の分野では、複数個の金属原子が 2 次元的に集合して生じた単層金属シートを炭素配位子間に挟み込んだ分子を世界で初めて化学合成することに成功した。この成果は、触媒や機能性分子を設計する上で新たな構造的指針を与えるものになると期待されている。この「サンドイッチ化合物」と呼ばれる重要な分子群の構造概念を大きく進展させた単層金属シートの研究成果は、Science 誌に掲載されるとともに、

日本化学会進歩賞および錯体化学会研究奨励賞を受賞した(1054)。この他、光不斉合成に関するレビュー(1055)が Nature 誌に掲載され、アクリル酸エステルポリマーの溶解方法が特許として出願されている(1062)。

【材料工学】の分野では、超微細粒金属材料が、加工により硬化し焼鈍により軟化するという従来の材料科学の常識とは全く逆の力学特性を示すことをはじめて見だし、その詳細を示した研究がサイエンスに掲載された(1163)。この他、ナノ薄膜の磁性と構造(1148)、水素吸蔵合金の空孔形成メカニズム(1152)やアノード酸化によるナノチューブ酸化物のコーティング(1164)などの研究開発が行われている。

5) 先端生産技術

【機械工学】の分野では、複雑な形状を加工する5軸制御工作機械を効果的に作動させるため、微小な直線を結んで工具経路を作成する従来方式を変え、曲面を利用して高速に生成する手法を編み出した。これにより迅速な工具経路生成が可能になった(1097)。干渉回避 NC データを高速に生成できる方法の研究は、5軸制御加工機のために曲面形状補間というアイデアを持ち込み、第28次工作機械技術振興賞(論文賞)を受賞した。これは、国による「ものづくり」の技術開発が叫ばれている昨今、CAMシステムの研究が高く評価されたものである。

この他、レーザー光により被測定物の形状をナノメオーダーで三次元的に測定する技術(1098)や、サブナノメートルの精度で加工されたミラーによるX線の集光技術(1100)などが開発された。

6) 統合環境学

【電気電子工学】の分野では、高勾配磁気分離法の特長を活かし、製紙工場からの廃水処理システムを開発した。2000トン/日規模のパイロットプラントを実際の製紙工場に設置し、廃水処理試験を実施し、水質 COD<40ppm という良好な結果を得た。また、数ヶ月にわたる運転試験の結果、常に水質浄化の結果は良好であった。この取り組みにより、新エネルギー・産業総合開発機構(NEDO)『超伝導磁気分離を利用した製紙工場排水からの廃水処理システム』が採択されている(1117)。

この他、DC マイクログリッドを用いた分散電源と電力貯蔵装置の制御法(1118)の研究が行われている。

【建築学】の分野では、地震荷重下の座屈後挙動を詳細に評価するための解析技術の開発、構造実験結果との比較による解析技術の検証、数値解析による倒壊挙動のシミュレーション、座屈制御による耐震性能向上の提案、異種プログラムの統合による高度解析システムの構築などについての研究があり、このうち地震荷重下での座屈挙動の解析は、2007年日本建築学会賞(論文)を受賞した(1134)。この他数理計画手法を用いた公共施設の整備方策に関する研究(1142)や高松4町パティオデザインプロジェクト(1145)がより地域社会に密着した研究としてあげられる。

7) 自然共生学

【材料工学】の分野では、熱エネルギーと電気エネルギーの間の直接変換を実現する「熱電変換材料」において、世界最高水準の変換特性を示す新材料(Ag_9TlTe_5)を発見し、熱電変換性能指数(ZT)は最大で1.23に達し、実用材料のZT(=0.8)を大きく上回る結果となった(1151)。この廃熱利用を目指した高性能熱電変換材料の合成についての成果は、当該分野の学会より Best Paper Award に選出された。

【環境学】の分野でも、ウキクサとその根圏微生物による水質浄化が第15回生物工学賞に(1016)、生分解プラスチックの埋め立て処分地における分解性能評価が chemosphere 誌のダウンロード Top25 に(1015)に選ばれている。

8) バイオテクノロジー

【プロセス工学】の分野では、脊椎動物の細胞分裂において、セントロメア部分のコヒーシンが体細胞分裂後期に到るまでシュゴシンタンパク質により保存される機構に

ついて、プロヒビチン 2 (PHB2) タンパク質が体細胞中における姉妹染色分体の接着に関係している事を明らかにした。同研究は、医学・生物学と工学が融合したものであり、ナノテクノロジーの駆使により、世界的な成果が得られている(1176)。この他、大腸菌によるアミノ酸飢餓応答の研究(1174)や出芽酵母の第 12 番染色体の構造と役割に関する研究(1175)などが IF の高い雑誌に掲載されている。

【生物科学】の分野では、超好熱古細菌酵素を用いることにより、自己切断前の前駆体の結晶構造を決定することに初めて成功した。また、その構造形成にはプロペプチドではなくカルシウムイオンが必須であることを初めて明らかにした。以上の結果、超好熱菌由来サチライシンの構造形成は、プロペプチドの自己切断の前にほぼ完了することを明らかにした(1196)。この他、レーザーによる骨髄幹細胞の分化促進メカニズムの研究などが行われている(1200)。

(2) 分析項目の水準及びその判断理由

(水準) 期待される水準を大きく上回る成果が得られた。

(判断理由)

以上のような重点的に取り組んだ領域をはじめそれ以外の物理学、複合化学、機械工学などの分野でも、その成果は Nature や Science など各分野で権威ある雑誌に論文が掲載され、学会や省庁など様々な団体から表彰され続けるなど、研究型大学院として世界に誇る高いレベルの研究維持している。特にナノサイエンスとロボット工学の分野では、ここ数年で阪大が最初となる成果をあげた。また、科学技術の進歩と社会のニーズに即した実用性の高い研究も行っており、いずれの観点からも期待される水準を大きく上回る成果が得られている。

Ⅲ 質の向上度の判断

①事例1「データベースを活用した研究資金の選択的配分による組織・個人のモチベーション向上とその結果としての外部資金獲得数の増加」(分析項目I)

(質の向上があったと判断する取組)

工学研究科では17年度以降毎年、個人や組織の論文数や獲得資金などデータ化した個人・組織基礎データベースをもとに、各個人および組織について、その達成度を評価する個人評価・組織評価を行っている。また、オーバーヘッドチャージなどを元にした資金の重点的な配分に加え、個人と専攻への運営費交付金による支援など柔軟性のある資金配分も行っている。さらに専攻横断的研究組織(研究イニシアティブ)など従来の組織の枠を超えた様々な研究組織の設置も推奨している。このような個人・組織のモチベーションの向上、資金・組織面での柔軟性が、競争的資金の獲得や共同研究の増加に繋がっている。またそれにより生み出された研究成果に基づくCOEの採択などは、外部資金獲得に加え、非常勤の研究員の雇用などを促進し、さらなる研究の展開を可能にしている。

(資料 B1-2006 データ分析集：No.9 研究員数)

(資料 B1-2006 データ分析集：No.24 科研費申請・内定状況)

(資料 B1-2006 データ分析集：No.26 競争的外部資金内定状況)

(資料 B1-2006 データ分析集：No.27 共同研究の実施及び受入状況)

(資料 B1-2006 データ分析集：No.29 受託研究の実施及び受入状況)

(資料 B1-2006 データ分析集：No.31 寄附金受入状況)

②事例2「グローバル若手研究者フロンティア研究拠点の設置」(分析項目I)

(質の向上があったと判断する取組)

文部科学省科学技術振興調整費の委託事業「若手研究者の自立的な研究環境整備促進」プログラムの支援を受け、

- 1) 国際的・社会的にグローバルに評価される優秀な教員の確保
- 2) 研究教育に挑戦的で、次代を担い、リーダーとして活躍する教員の確実な育成
- 3) 大学にとって重要学問分野の強化や新設につながる戦略的人事の達成

の三つを目的として、18年度工学研究科に「グローバル若手研究者フロンティア研究拠点」を新たに設置した。以降、毎年5名(2年間で合計10名、内女性2名、外国からの赴任1名、外国人1名)を採用し、「若手育成委員会」の指導により効率的な支援を実施し、「特進キャリアパス」を運用し、文部科学大臣表彰若手科学者賞1件、学会賞受賞4件、Nature誌掲載1件など画期的な成果を挙げている。

③事例3「COE、グローバルCOEによる特定の研究に特化した研究環境の構築」(分析項目I)

(質の向上があったと判断する取組)

21世紀COEプログラム「構造・機能先進材料デザイン研究拠点の形成(14年度～18年度)」、「原子論的生産技術の創出拠点(ナノメーターレベルの表面創成システムの開発)(15年度～19年度)」では、専攻を超えた研究組織、柔軟な資金運用、研究状況に応じた研究員の雇用など研究環境の構築も合わせて行うことにより、非常に活発な研究活動を行った。その成果は高い評価を受け、19年度からは「生命環境化学グローバル教育研究拠点」、「構造・機能先進材料デザイン教育研究拠点」および「次世代電子デバイス教育研究拠点開発」の3件のグローバルCOEが採択されたが、これにより新しい研究活動により即した研究環境の構築を行っている。

④事例4「フロンティア研究センターによる研究環境の整備と新たな社会連携」(分析項目I)

(質の向上があったと判断する取組)

工学研究科では、13年度文部科学省科学技術振興調整費戦略的研究拠点育成プログラムとして採択された「フロンティア研究拠点構想」の一環として設置されたフロンティア研究機構により、新産業領域の創出と新学問分野の創成を目指して研究活動を推し進めてきた。17年度に振興調整費充当期間が終了した後の事後評価において、組織運営改革による研究体制・環境の質の向上に対して総合評価 A かつすべての個別評価項目について a を得た。具体的には、18年度に附属フロンティア研究センター（FRC）を設置し、FRC 1号館・FRC 2号館を建設して、企業との高度な先端的共同研究において、知財漏洩の心配が少ない研究環境を設けた。その結果、研究の充実と社会への貢献を目的とした新しい社会連携のあり方である共同研究講座の設置についても、18年度3件、19年度は9件と増加している。このように、新たな社会の要請に応じて社会の発展に資する研究活動を継続的に行うための新しい社会連携のあり方とその質の向上をはかっている。

⑤事例5「重点的に取り組む分野での研究の質の向上」（分析項目Ⅱ）

（質の向上があったと判断する取組）

事例①～④に述べた研究環境の整備による研究活動の活発化により、分析項目Ⅰに述べるような論文数、獲得資金等で十分に高い水準を維持した。特に分析項目Ⅱで述べた社会の要請に則した高度な研究活動により、とりわけナノサイエンス・ナノテクノロジー、次世代エレクトロニクスやバイオテクノロジーなどの重点的に取り組む分野を中心に質の高い成果をあげ、ナノテクノロジー分野での成果は質の高い雑誌に掲載され様々な賞を受賞し、ロボット工学では阪大の主導の元での成果が発信された。