

産学民連携による問題解決型卒業研究の実践と教育的効果

木幡 進

八代工業高等専門学校生物工学科 (〒866-8501 八代市平山新町 2627)

kohata@as.yatsushiro-nct.ac.jp

Development of Problem-based Engineering Research Programs for a Student through Industry-College-Consumer Collaboration

Susumu KOHATA

Department of Bioengineering, Yatsushiro National College of Technology

Hirayama-shinmachi 2627, Yatsushiro City, Kumamoto 866-8501, Japan

(Received May 21, 2007; Accepted June 18, 2007)

Abstract

A thesis-based research program directed at solving practical industrial problems was developed through industry-college-consumer collaboration. The process was initiated by disseminating information of a new technology to local factory engineers, followed by technical consultation regarding the problem between the factory and the college. Once familiar with the new technology of photocatalysts, the student was able to contribute to the problem-solving process through discussions with factory engineers. In addition, the student undertook the development of prototype devices via exchanges with a potential consumer. This approach was demonstrated to be useful, as the student was able to conduct his research and motivate himself to study engineering.

Keywords: Engineering Education, Industry-College-Consumer Collaboration, Problem-based Education, Graduation Thesis Research, Photocatalyst Device

1. はじめに

高専の教育研究においては、インターンシップ以外の形態での産学共同研究の必要性についての高い意識が学生および企業で持たれている[1]。また、地域への貢献という観点も踏まえ、産業界と結びついて研究実験が実施された例も多い[2, 3]。

八代高専では平成 15～16 年度に熊本県社会人キャリア

アップ講座「工業のいろいろ－技術者の幅を広げる実践講座－」を担当した。著者は、平成 16 年度の講座で「光触媒を用いた技術」に関する情報 (TiO₂ 光触媒の先端技術の紹介) を発信した。その後、講座の参加者であった地元立地する企業 YKP の技術者である力 茂氏より、「ボートエンジン製造工場の洗浄工程で、一定期間循環使用したオイル洗浄液のタンクから悪臭 (不快臭) が発生する問題解決

に光触媒技術を適用できないか」との技術相談を受けた。

一方、著者の研究室へ配属されたベトナムからの留学生 TRUONG CAO TUE (チュオン カオ トゥエ) 君が、著者の4年次の講義「基礎物理化学」の中で取り上げた光触媒技術に高い関心を持ち、光触媒に関する卒業研究を行いたいと希望した。そこで、上述の企業からの技術相談の内容を話したところ、自国の実家ではピーナツオイルを製造しており、オイルに水が混入すると悪臭がするという経験もあったことから、光触媒、オイル、悪臭のキーワードが合致し、光触媒装置による解決策の検討を研究テーマとして取り組むこととした。本報では、学生の卒業研究において、問題解決型テーマとして取り組んだ実践例を、市民の技術支援も含めた産学民連携による教育の観点から報告する。

2. 方法

図1に示すように、留学生卒業研究に至る産学民連携の流れは、①情報発信、②技術相談、③問題解決、④モノづくりである。工場での現場視察と説明を受けて、まず、悪臭原因物質と考えられる微生物の確認を行った。次に、悪臭発生段階にある洗浄液悪臭気を低減させるための問題解決手法について検討させた。これをもとに、試作した光触媒装置Ⅰを工場へ提案したが、装置に問題点のあることが判明した。そこで、本校の歴代留学生と交流のある地域市民の早川勲氏(空調・給排水・衛生設計施工業に従事)の指導のもとに、新たに改良型光触媒装置Ⅱを考案し、早川氏と連携して装置を製作した。この試作装置Ⅱを用いて、悪臭発生段階にある洗浄液の光触媒処理を研究室レベルで検証した。それらの研究成果を工場内で発表する機会も

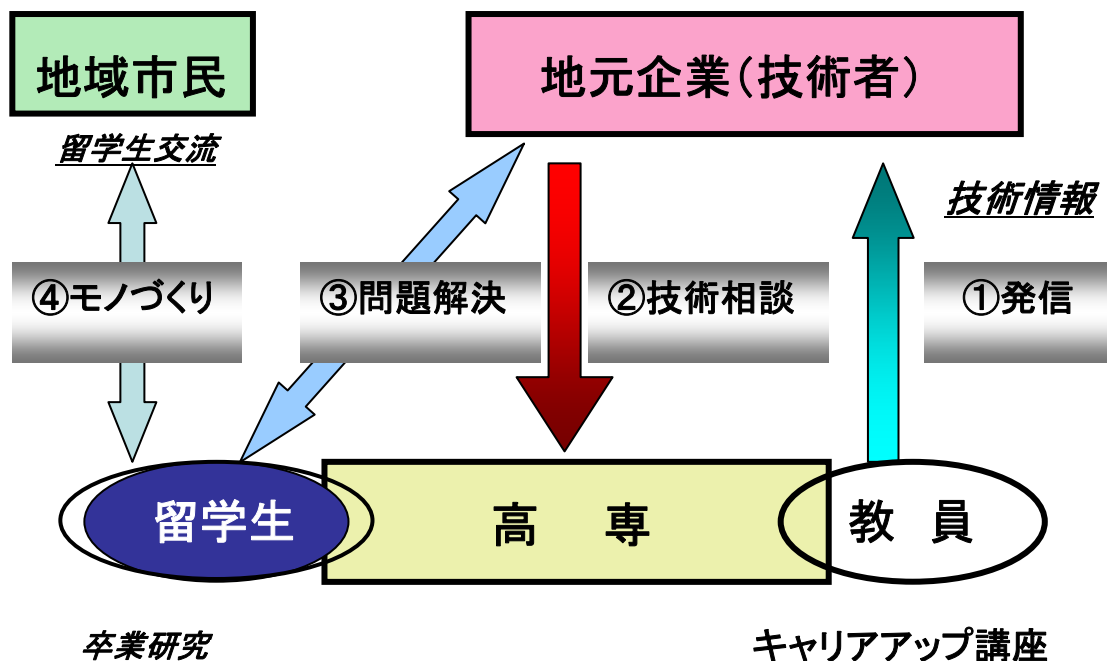


図1 留学生卒業研究に至る産学民連携の流れ

得ることができ、現場の技術者との意見交換を通じて工場
で使用できる実機製作への最終課題を抽出・認識すること
ができた。(図2)

3. 結果および考察

3-1 卒業研究の経緯と成果

問題解決にあたっては、悪臭原因となる微生物の確認を
行うとともに、悪臭気を低減し改善する手法として、オー
トクレーブ処理、マスキング法および酸化チタン光触媒の
効果を検討させて、工場現場での適用評価(コスト等)を
行うことができた。具体的な取り組み結果を以下に記す。

(1) エンジン製造工程における洗浄液に含まれる、潤滑
油、作動油、工業用水、切削油と稼働中の洗浄液について
植菌培養ののち電子顕微鏡で観察したところ、工業用水と
稼働中の洗浄液中に、短桿菌と球菌を確認できた。(図3)

(2) オートクレーブ処理を行うと、悪臭が消失するとと
もに、油と溶液を分離できる効果も認められたが、工場現
場での設置場所と装置コストの点から実用上は困難であ
ると考えた。

(3) 環状オリゴ糖である3種のシクロデキストリン(β
および γ シクロデキストリン(和光純薬工業)ならびに
水溶性L-ポリ-シクロデキストリン(ナカライ))を洗

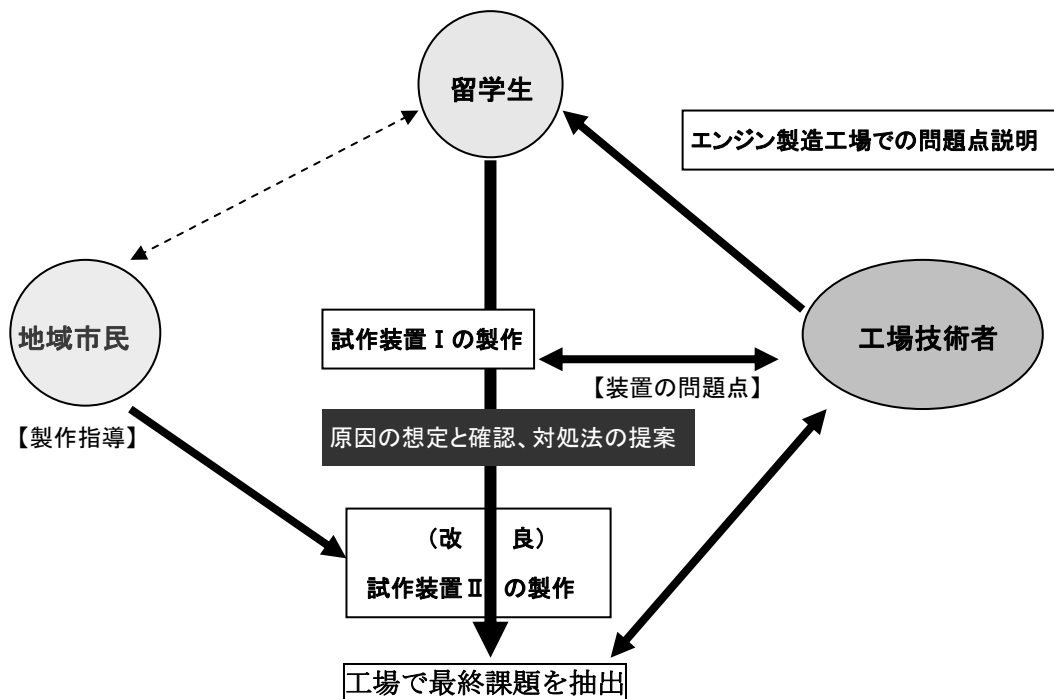


図2 問題解決型卒業研究の取り組みの流れ

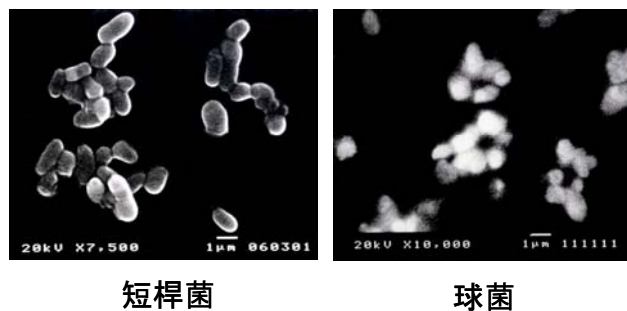


図3 検出された微生物

浄液 20ml に 20mg 添加して測定した。なお測定器の測定値をもとに、添加しない試料の数値を 100%とすると、各シクロデキストリンの数値はそれぞれ 8%, 5%, 5%の減少を示したが、嗅覚試験ではほとんど悪臭は消失していなかった。この中で最も安価であるβシクロデキストリンについて、その添加量を 5g まで増やすと、嗅覚で認識できる程度まで悪臭が低減された。その包接作用により臭気成分をマスキングする方法で改善できたが、この方法はコストに問題があると考えた。

(4) セラミック球光触媒(石原産業, 図4)を使用した試作装置 I (概念図5)を、工場現場で試運転したところ、洗浄液中に含まれる金属切削屑が混入し、ポンプが循環できなくなった。装置の分解掃除中に光触媒を固定している石英管が割れたため、メンテナンス上問題があると判断した。

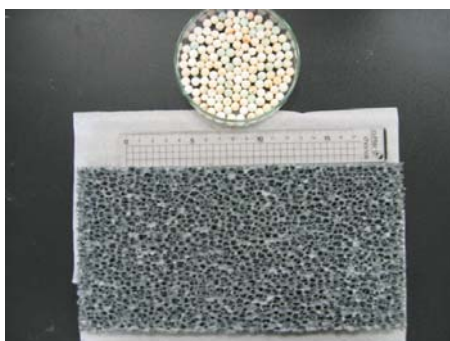


図4 装置に用いた光触媒の形状

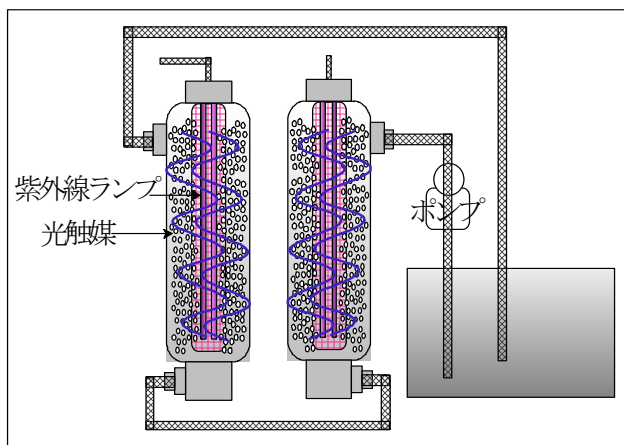


図5 試作装置 I の概念図

(セラミック球光触媒はケースの螺旋溝に沿って、中央部石英管塔との間に充填されている)

(5) 3次元セラミックフィルター光触媒(光触媒研究所, 図4)を使用した改良装置 II (図6)を試作して、実洗浄液での試験を行った。この過程で、市民との連携として、早川氏に流量調整機能(循環処理液および光触媒ならびに光の接触が最適となるように調整)についての工夫点を取り入れた装置の製作指導を受けることができた。装置 II は (i)メンテナンスが容易である点, (ii)光触媒と処理液の接触面と受光面を確保するために重要となる, 光触媒処理部での処理液の液面高さを, 上下方向に可動できる筒(図中Cの両矢印位置)をろ過器内に設けることにより流量を微調整できる, (iii)200lの溶液処理に対応できるなどの特長をもつ。

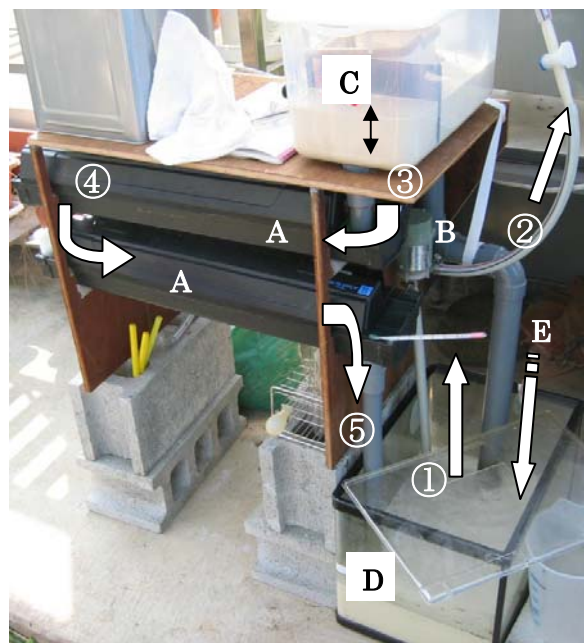


図6 改良試作装置 II (光触媒装置) の外観

(A:セラミックフィルター光触媒部と 20W 紫外線ランプ部{東芝 GL20-A, 波長 253.7nm, 60cm, 2 段}, B:循環ポンプ, C:フィルター部, D:実処理洗浄液, E:オーバーフロー管, 流路①→⑤)

本光触媒装置に UV 光を照射して実洗浄液溶液 200l に対する処理試験を行ったところ, 3~4 日間の循環 (約 20l/分) 処理で悪臭は消失し, 油自体のニオイだけが残って

いた。においの測定は、シャーレに移した測定サンプル液をデシケータに入れ、40℃で20分間加熱して発生するにおいを対象として、におい測定器（カルモア KALMOR-Σ, SK-210）を用いて測定した。（図7）



図7 におい測定の様子

本装置で実試料を処理すると、図8に示すように UV 照射のみのコントロールと比較して、臭気分解能力が高いことがわかった。

これらの結果をもとに、学生が工場で研究成果の発表を行った。技術者とのディスカッションを通じて、装置をさらにコンパクト化すること、メンテナンス性をさらに向上させることなどの要請を受け、また、光触媒処理後の洗浄剤の洗浄能力の評価を工場サイドで行うことを協議して課題の抽出を行うことができ、問題解決型の取り組みを終えた。その後、工場の力氏より光触媒処理洗浄液の洗浄能力に問題はなかったとの報告を受けている。現在、抽出課題の解決に向けての装置改良を、卒業研究生が引き継いで

取り組んでいる。

3-2 教育効果

地域企業との共同研究は、高専の学生にとって工学の分野を問わず魅力ある研究テーマである[4]。本報告例では、学生の個性（興味・関心・意欲の高さ、社交性の高さ、考察力、留学生の場合十分な日本語能力）に因るところも看過できないが、学生への教育効果として、興味ある光触媒技術の基礎応用を習得できたこと、企業の技術者とのコミュニケーションを通じて問題解決のプロセスを体験できたこと、市民との交流を通じて実践的なモノづくりを体験できたことが挙げられる。本報告例は、学生が専門分野へのモチベーションを維持して研究に取り組む、産学民連携による教育のモデルとして有意であった。



図9 工場での発表と技術者との討議
(手前側が留学生)

ニオイ測定機

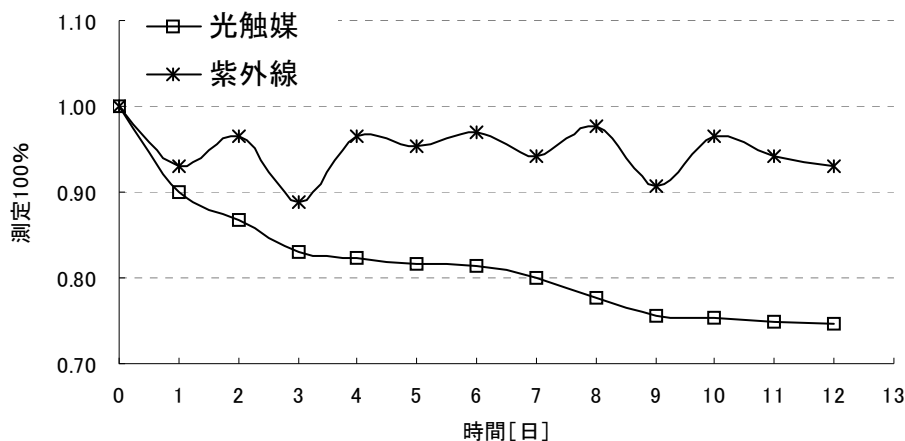


図8 光触媒装置Ⅱによる臭気の経時変化

4. おわりに

高専から地域への技術情報発信と、それに続く工場から高専への技術相談を契機として、産学民の連携のもとに学生の問題解決型卒業研究を共同教育として展開することができた。また、工場技術者から当該企業のベトナム工場での現状等についての情報を与えられたことは、産学民連携による卒業研究の締めくくりとして、母国ベトナムで技術者を目指す留学生にとっては貴重な機会となった。本報告で取り上げた留学生に限らず、高専の学生が短期インターンシップでは体験できない問題解決型の研究実験や課題について、地域の技術者や民間人と交流して取り組む「共同教育」の実践は、高専の技術者教育と高専の地域貢献を相互に融合できる点で、今後ますます重要な教育手法となることが展望される。

謝辞

本研究の契機である熊本県社会人キャリアアップ講座において講義の機会を賜った熊本県社会人キャリアア

ップ推進委員会および留学生の指導を賜った YKP 力氏と技術者の方々ならびに早川勲氏に対して謝意を表す。また、問題解決の原因解明における微生物の確認にあたっては、八代工業高等専門学校生物工学科種村公平教授ならびに弓原多代准教授にご指導いただいたことを記して感謝する

参考文献

- 1) 井上誠, 川淵浩之, 伊藤通子, 川越みゆき, 丁子哲治, 「産学共同研究における学生および企業の意識調査」, 高専教育, 第 25 号, 519-524(2002).
- 2) 井上哲雄, 「産学連携による新しい教育の試み」, 工学教育, 51 (1), 120-123(2004).
- 3) 山岡邦雄, 加藤美都子, 柏木亨, 「産業界と結びついた実験テーマの成功例」, 工学教育, 52(2), 29-32(2004).
- 4) 舟木英岳, 北原紀之, 片山英昭, 東田剛志, 「地域企業との共同研究に参加した学生の研究成果への影響」, 高専教育, 第 28 号, 529-534(2005).