留学生教育の視点から見た日本語工学語彙特性の分析

An Analysis of the Features of Japanese Technological Terms from the
Viewpoint of International Student Education

松 田 真希子^{※1}
Makiko MATSUDA

高 橋 智 恵^{※1}
Tomoe TAKAHASHI

湯 川 高 志^{※1}
Takashi YUKAWA

三 上 喜 貴^{※1}
Yoshiki MIKAMI

In this paper, we analyzed the features of the adoption strategy in creating Japanese technological terms, by comparing with those of other Asian countries. In addition, we investigated how those technological terms are used differently in each engineering field. As a result, in adopting technological terms, phonetic adoption is found more often in Japan (especially in the new research fields like IT). In contrast, semantic adoption is found more often in China and Vietnam. It is also found that architecture field shares many terms with civil engineering, and electrical field shares many terms with communication. Those findings are quite useful to the engineering education for foreign students.

Keywords : Engineering Education, Asian Languages, Engineering and Scientific Term Dictionary, Education for Overseas Students, Comparison among academic fields
キーワード : 工学教育, アジア言語, 工學術語辞書, 留学生教育, 分野間の比較

1. まえがき

わが国の工学教育は、外国人を教師とし、外国語（主として英語）を教授言語とする教育として出発した。日本語による図書や教材が普及し、論文が日本語によって書かれるようになるまでには、分野にもよるが40年以上の歳月を要している¹⁾。そして、日本語化を進める上での大きな課題が工学学術用語の邦語化であった²⁾。工学字彙（1886）など、明治以降多くの専門家の努力によって日本語の工学語彙体系が形成されたことは、現在の日本の工学の研究・教育水準を世界屈指のレベルにまで成長させた要因のひとつである。

一方、現在日本の大学に学ぶアジア系留学生は10万人に上り、近年はベトナム、タイなど書字として漢字を有さないアジア諸国からの留学生が急増している。日本に留学して勉強することは英語圏への留学とは別種の困難を伴う。工科系の学部や高専で学ぶ非漢字圏留学生の多くは、日本語という言語の壁のみならず、日本の難解な工学系専門用語の理解の壁にも突き当たっている。アジアでは高等教育を英語で行う国が多い中、日本は独自の豊かな術語体系を有するが故に、日本語の専門用語習得を余儀なくされる。特に本学で実施しているベトナムの工科系大学とのツィニング・プログラムで学ぶ学生にとって、日本語の専門用語理解の壁は大きい。今後優秀な留学生を日本の工学教育

に数多く巻き込むためには、専門用語（術語）の障壁を緩和する必要がある。各国語による対訳辞書の開発はそのための重要な対策の一つである。

そのため、筆者らは現在日本の大学工学部で学ぶ留学生のための多言語工学用語辞典を開発しており、2008年8月には第一弾として『日越工学用語辞典』を発行した³⁾。今後更に10ヶ国語（マレー、タイ、シンハラ、タガログ、ミャンマー、モンゴル、ラオ、中国、韓国、スペイン）に拡大・出版する予定であり、既にデータベースは構築済である。

筆者らは多言語での辞書開発を通じて、日本の工学術語の術語形成パターンの特徴（意識・音訳の比率、英語の術語の使用比率など）、及び領域間の共起包含関係について分析を行った。分析結果より、日本語の工學術語の語形成の傾向が領域間で異なっていることがわかった。また留学生の母語によって日本語の工学術語の共有の難易に差が生じうることにもわかった。これらの結果を応用することで、今後留学生の母語と各領域に応じた配慮を加えた工学教育のデザインが可能になると考えられる。

2. 多言語工学用語辞典データベースの構築

2.1 概要

本データベースは11領域、約1万語で構成される。基になっているデータベースはBABEL⁴⁾である。BABELは国立高等専門学校（高専）機構が中心となり、高専留学生向けの工学辞書として作成された。各高専

表1 データベース概要

領域(語数)	領域の代表的研究テーマと術語例
建築(1,414)	建築計画, 建築意匠, 都市計画など (例)あばら筋, 動線計画, 平面トラス
土木(1,209)	測量, 交通, 地盤, 構造・材料, 衛生など (例)アスファルト舗装, ゲルバーばり
化学(1,035)	無機化学, 有機化学, 高分子化学など (例)アルキル基転移, アデノシン三リン酸
制御(1,342)	システム制御, メカトロニクスなど (例)浮子式粘度計, 網制御装置
通信(1,203)	弱电関係(電子回路, 無線など) (例)アンペアの周回積分の法則, びびり
情報(1,288)	情報処理(IT)など (例)部分木, 直接アドレス指定方式
電気(1,454)	強電関係(エネルギーなど) (例)圧電素子, 直線検波器
船舶(1,156)	船舶, 海洋工学関係 (例)上げ潮流, 灯浮標, 横揺れ止め装置
機械(1,580)	機械力学, 流体力学, 材料力学など (例)はすば歯車, ハッドフィールド銅
物理(975)	力学, 熱力学, 電磁気学など (例)万有引力の法則, ドブロイ波長
数学(1,043)	代数, 幾何, 解析, 統計, 計算機など (例)アフィン変換, 微積分の基本定理
共通(152)	基礎, 安定, 部品, 分析, 誤差, 原則

の専門教員が分担して領域ごとの見出し語を1,000語程度選定し,そこに英語訳とタイ語訳が付されている。BABELは基本的な語彙を中心に幅広く選定されているため,留学生への工学教育にも有効と判断し,準拠することとした。データベースの概要を表1に示す。

2.2 語彙選定方法

術語は狭義と広義に分け,以下のように定義する。狭義の術語は「その領域で専ら用いられる語で,他の領域では用いられない,または出現しない語」である。例えば「浮子式粘度計」「焼結」などの語が相当する。広義の術語は「一般的に広く知られた語であるが,その領域において非常に重要で高頻度で用いられる語,また時には一般的な用法とは異なる意味で用いられる語」である。例えば「電圧」「抵抗」「(細胞)組織」などである。語彙選定においては,狭義の術語に加え広義の術語も含めて取り扱った。

選定については,まず基となったBABELを本学で編成した委員会が選定の適否を見直した。掲載語彙の適否については,留学生向けの辞書であることを考え,術語を形成する形態素が日本語能力試験の出題語彙において各レベルにどの程度の割合で含まれているかを調べた。確認にはReading Tutor⁵⁾の語彙チェッカーを利用した。その結果,全ての分野で5割程度の形態素が出題基準語彙に含まれていることを確認した。その後複数の専門家により日本語と英語の用語訳と領域に関する修正を施した後,各国語訳を行った。また6

図1 日本語能力試験出題基準に照らした各領域の術語形態素の難易度

領域以上にまたがる語彙は全領域に渡り必要な語と判定し「共通」領域に置いた。日本語能力試験出題基準に照らした術語形態素の難易度を図1に示す。

3. 各国語における工學術語形成パターンの特徴

次に理工工學術語データベースを構築し,それを分析することによって明らかにした日本語と諸外国語の工學術語形成パターンの特徴について述べる。特に中国語・タイ語・ベトナム語に焦点を当てて述べる。

データベースを分析した結果,自国で生まれた術語以外の工學術語の導入方法については,大きく2つの流れがあることが明らかになった。ひとつは日本語のカタカナ語に相当するような,外国語からの借用語をその国の音韻体系に合わせて音訳し邦訳とみなす方法,もうひとつはその単語と意味的に対応する母国語に翻訳する方法である。前者を音訳,後者を意識と呼ぶことにする。

表2は機械工学領域における工學術語に占める意識と音訳の割合を日本・ベトナム・タイ・中国の四カ国語で比較したものである。

比較の結果,日本語は四カ国語中もっとも音訳が多く,3割がカタカナ語という結果となった。それに対

表2 機械工学領域における工学用語の特徴

導入方法	語源	割合			
		日本	ベトナム	タイ	中国
意 訳		0.68	0.89	0.78	0.96
音 訳	英 語	0.32	0.09	0.21	0.04
	他言語	0	0.02	0.01	0

して、中国語は100%近くが意識で4%が音訳という結果となった。その音訳も「アルキメデス(阿基米德)」といった歴史上の人名や「オーステナイト(奥氏体)」といった希少な物質名などである。中国語は漢字のみで表記される言語で、外来語の表記にも漢字を当てる必要がある。そのため当て字で意味が不明瞭になるより、意味的に近い語を当てることが優先される傾向があり、4言語中最も意識が多くなっている。

ベトナムも中国、日本同様に漢字文化圏である。表記に漢字こそ用いられないが、語彙の7割は中国語由来の漢語(漢越語)であり、漢語率が6割の日本語よりも比率が高くなっている。そのため、中国語同様、漢字の意味を媒介として術語が翻訳されている。機械以外の領域の調査でも漢越語の比率は高く、中でも数学用語に占める漢越語率はほぼ100%であった⁶⁾。また、ベトナム語には英語以外の外国語からの音訳語も見られた。例えば自転車(xích lô: シクロ)のような輸送貨物関係語彙である。これらはフランス植民地統治時代に導入されたため、フランス語の音訳語が多い。ベトナム語には他にも科学(khoa học), 化学(hóa học)など日本語の和製漢語からの借用も多く含まれている⁷⁾。

タイ語も日本語に比べれば意識が多いが、タイの工科系高等教育は英語で行われるため、母語化はされていても利用度は低いといえる。

また、音訳の度合いは領域によっても異なっている。表3は日本語の全領域についてカタカナ語の比率を調べたものである。その結果、情報、通信、制御、機械の領域ではカタカナ語率が3割以上で、建築、船舶、数学領域ではカタカナ語率が1割以下であることが明らかになった。これはその学術領域がいつ頃日本で定着したかに関係がある。表4は日本の主な学会の設立年を示している。これを見ると、学会が設立された年が新しいものはカタカナ語率が高く、古い学会ほどカタカナ語率が低いことがわかる。

これより、日本語は新しい分野では音訳が多く、古い分野では意識が多い傾向にあること、タイ語は意識が多いがあまり普及していないこと、ベトナム語と中国語は意識が多く、中国語は圧倒的に意識が多いことが明らかになった。傾向を図2に示す。

4. 日本語の工学術語における領域間共起包含関係

次に、理工学領域の中でどの領域が内容的に隣接しているかを明らかにするため、見出し語に記載された領域の共有率(二領域間)について調査を行った。結果を図3に示す。分析については、各領域に2つの領域が同時に生起する語数を集計し、割合を示した。同じ領域名が交差する値は単独での出現比率を示している。また合計値が100%とならないのは複数の領域にまたがって出現しているためである。

表3 日本語の理工学用語におけるカタカナ語率

領域名	見出し語数	カタカナ語数	比率
船 舶	1,403	51	0.036
数 学	1,284	50	0.038
建 築	1,798	147	0.081
土 木	1,263	156	0.123
物 理	945	120	0.126
電 気	1,200	250	0.208
化 学	958	234	0.244
通 信	1,410	422	0.299
制 御	1,545	497	0.321
機 械	1,186	385	0.324
情 報	1,538	650	0.422

表4 日本の主な学会の設立年(設立順)

領 域	学 会 名	設立年
数 学	日本数学会	1877
物 理	日本物理学会	1877
化 学	日本化学会	1878
建 築	日本建築学会	1886
電 気	電気学会	1888
機 械	日本機械学会	1897
船 舶	日本船舶海洋工学会	1898
土 木	土木学会	1914
制 御	システム制御情報学会	1957
通 信・情 報	情報処理学会	1960
	情報通信学会	1983
	電子情報通信学会	1987

中国語	意識	音訳
ベトナム語	意識	音訳
タイ語	意識	音訳
日本語	意識	音訳

図2 各国語の工学術語受容の相違

この図から領域間の共起包含関係について次のことがわかる。土木と建築は共起する語が多く、双方で3割程度にのぼっている。電気・通信についても、共起する語が多く(478語)、通信にいたっては単独で出現する語(387語)よりも電気と共有する語のほうが多くなっている。また情報と通信についても共起する語が多く(283語)、双方で2割を超えていることから、これら三つの領域は重なりが大きいといえる。

物理の総語数に占める電気用語の出現比率は27%で、電気の総語数に占める物理の出現比率は18%であることより、この二領域も隣接度合いが高いといえる。

数学は単独で出現する比率が高く、71%に上っている。それに対して物理は単独で出現する比率が低く40%程度であった。

お互いほとんど語彙を共有しない領域としては、数学以外では建築-制御(共に3%), 土木-制御(共に4%), 機械-通信(通信6%, 機械4%), 機械-

	建築	土木	化学	制御	通信	情報	電気	船舶	機械	物理	数学
建築	57%	33%	9%	3%	5%	7%	6%	11%	10%	9%	4%
土木	28%	44%	11%	4%	7%	5%	7%	11%	13%	12%	4%
化学	7%	9%	58%	3%	6%	4%	9%	6%	11%	18%	4%
制御	3%	4%	3%	61%	14%	13%	14%	7%	7%	8%	11%
通信	5%	7%	7%	12%	32%	22%	33%	12%	4%	19%	6%
情報	6%	6%	5%	12%	24%	55%	13%	6%	3%	6%	12%
電気	6%	8%	13%	15%	40%	15%	38%	13%	11%	27%	3%
船舶	9%	10%	7%	6%	12%	6%	10%	59%	10%	11%	4%
機械	12%	17%	17%	9%	6%	4%	12%	14%	58%	19%	3%
物理	6%	10%	17%	6%	16%	4%	18%	10%	12%	40%	4%
数学	3%	3%	4%	9%	5%	10%	2%	4%	2%	4%	71%

図3 領域間の共有包含関係（比率）

図4 領域間の共起包含関係（傾向図）

情報（共に4%）などが見られた。領域間の結びつきの強弱のイメージを図4に示す。

5. あとがき：留学生への工学教育への提案

本稿では多言語術語データベースに基づき、各国語の工學術語の特性や領域ごとの共起包含関係について検討した。その結果、日本語の工學術語は戦後急速に発達した領域と明治期から存在した領域とでカタカナ語率が大きく異なること、全体的に見た場合は中国語、ベトナム語より音訳による邦語化が多いことが明らかになった。これらの結果より、留学生に対しては、分野に応じてカタカナ語教育を行うことで効果があがる可能性があるといえる。カタカナ語は“spread”が「スプレッド」と表記されるように、英語の閉音節を全て開音節で表記・発音するため、カタカナ語を聞いて外国人が英語を想起するのは難しい。しかし英語の音声をカタカナ語化する方法を一度教えておけば、英語力のある留学生は音訳語からの術語利用によって術語の涵養が促進されることが予想される。また、ベトナム

人留学生については母語の術語に占める漢越語率が高いため、日本語の漢字語に対応するベトナム語の漢越音の対応を教えておけば、日本語の工學術語に対する類推力が上がると予想される。

次に、語彙上の重なりから見た各領域間の共起包含関係を分析した結果、土木－建築、情報－通信－電気、電気－物理の間に強い共起関係が認められた。また、多領域に渡って関係がある領域としては船舶（6領域）、物理（6領域）、電気（6領域）が認められた。これらの結果より、留学生の分野別にそれぞれ専門の語彙教育を検討するのではなく、領域間の語彙の隣接状況によってまとめて教育を行うことが可能になる。特に土木と建築を専攻する学生は、他の領域との用語の重なりが乏しいため、別に専門語彙教育を行う必要がある。

最後に本稿の主題ではないが、辞書作成の過程で明らかになった工学語彙特性の傾向を指摘しておく。

まず今回の分析対象言語（タイ、ベトナム、中国）以外のアジア言語の工学語彙特性についてである。全般的な傾向としてマレー語は英語からの音訳が非常に多く、モンゴル語はロシア語からの音訳が多く見られた。ミャンマー、スリランカ、ラオスの言語にはインドの古典語（サンスクリット語）からの意訳が目立った。フィリピン（タガログ語）、マレーシア、スリランカ（シンハラ）、ラオスはタイと同様、英語で高等教育が行われるため、術語が母語化されていても定着・普及度は低い傾向にある。

次に、分野ごとの語彙特性であるが、いわゆる難読語の多くは建築、土木、船舶に見られた。これらの領域はカタカナ語比率も1%程度で外国語の影響が非常に低い。また、建築と船舶については全体的に訳語を得るのが困難であった。特に船舶については海洋関係の語彙が数多く存在し対応関係を決定するのが難しかった言語（タガログ語）、そもそも海がない国のため対訳を得るのが難しかった言語（モンゴル語、ラオ語）もあった。そのため、多言語辞書の翻訳でも対訳を得ることが難しく、直訳解説調になりがちであった。

以上、本稿では日本語の工學術語の形成方法の傾向を他のアジア言語や分野間での相対的關係の中で分析し、工学教育への提言を行った。今後も工學術語の多言語データベースを基に日本語の工學術語の分析を深め、国内外の工学教育の一助としたい。

参 考 文 献

- 1) 高橋智恵, 松田真希子, 上村靖司, 三上喜貴: 我が国の工学教育揺籃期における卒業論文の使用言語, 日本の技術革新－理工系における技術史研究－第4回国際シンポジウム報告, pp.170－171, 2008
- 2) 門野重九郎: 工科学, 工学会誌, 187, pp.455－459, 1897
- 3) 長岡技術科学大学工学用語辞典編纂委員会編: 日越工学用語辞典, 春風社, 2008
- 4) 早勢欣和, 川田重夫: BABEL: エンジニア支援のための多言語辞書とハイパーテキスト生成, 日本計算工学会講演会論文集, 6-1, pp.363－366, 2001
- 5) 川村よし子, 北村達也: 日本語読解学習支援システム Reading Tutor, Webページ, <http://language.tiu.ac.jp/>, 参照日: 2008. 5. 14
- 6) Makiko Matsuda, Tomoe Takahashi, Hiroki,

Goto, Nagano Robin Lee, Hayase Yoshikazu and Mikami Yoshiki: Technical Terminology in Asian Languages: Different Approaches to Adopting Engineering Terms, The 6th Asian Language Resource Workshop, Hyderabad, India, January 11－12, 2008

- 7) 松田真希子, タン・ティ・キム・テュエン, ゴ・ミン・トゥイ, 金村久美, 中平勝子, 三上喜貴: ベトナム語母語話者にとって漢越語知識は日本語学習にどの程度有利に働くか－日越漢字語の一致度に基づく分析－, 世界の日本語教育, 18, pp.21－33, 2008

.....

著 者 紹 介

松田真希子

大阪外国語大学大学博士後期課程単位取得退学。長岡技術科学大学工学部教育開発系講師。専門は日本語教育、自然言語処理。

修士（言語教育）所属学会：日本語教育学会、言語処理学会、電子情報通信学会
連絡先：matsuda@vos.nagaokaut.ac.jp