

タイ語を母語とする留学生の
有声破裂音ガ行と無声破裂音カ行の弁別能力は
化学学習の苦手意識に影響するか。
ーテキストマイニングによる教科書分析ー

大沼敦子¹

**Does Thai students' ability to distinguish between the Japanese [g] and
[k] sounds affect their perceived difficulty in learning chemistry?
ー Analysis Textbooks by Text Mining ー**

Atsuko ONUMA

Abstract

As the Thai language has no [g]² sound, Thai students may face difficulty in distinguishing between the [g] and [k]³ sounds. This study examines whether the distinct Japanese [g] and [k] sounds affect Thai students' perceived difficulty in learning chemistry in Japan. The author hypothesized that students' difficulty in understanding might be caused by the large number of words including [g] and [k] sounds in their textbooks. The research method is text mining and analysis of a chemistry textbook by using the KH Coder 3. Beta.03i software. The data suggest that [g] and [k] sounds appeared more frequently in terms in the chemistry textbook than in the corpus of all science vocabulary. This indicates that the ability to discriminate between [g] and [k] sounds is crucial to understand chemistry.

Keywords : Text Mining, KOSEN, Chemical Terms, Japanese Phonetics, Thai native speakers

要 旨

本研究ではタイ語を母語とする留学生が苦手とするガ行（有声破裂音・発音記号 **[g]**）（以下、**[g]** という）とカ行（無声破裂音・発音記号 **[k]**）（以下、**[k]** という）が含まれる語彙の多寡が専門科目の苦手意識に影響するかを分析する。

これまで理系留学生のための専門日本語語彙教育の重要性についてさまざまな研究が行われてきた。一方、有声音・無声音の区別がないタイ語を母語とする学生への日本語音声教育についてもいろいろな研究がなされてきた。特に、**[g]**（有声音・日本語の濁音）と **[k]**（無声音・日本語の清音）の弁別が難しいという調査研究もある。しかし、両分野を掛け合わせての調査・研究はまだ手つかずのようである。

¹ 高知工業高等専門学校 ソーシャルデザイン工学科 特命准教授

² Voiced Stop Consonant

³ Voiceless Stop Consonant

国立高知工業高等専門学校では2022年4月よりタイ人留学生2名を1年次より受け入れているが、彼らが特に苦手意識を持つ科目の一つが化学である。その理由として彼らは「出てくる言葉が難しい」と自己分析している。しかし、他科目も同様に新出専門語彙はあり、理解は難しいはずである。そこで、もし、化学で頻出する語彙と理系科目すべてで頻出する語彙を比較し、**【g】**と**【k】**を含む語彙の出現数と出現割合が化学で有意に多ければ、両音の弁別能力が苦手意識に与える影響は多いと判断できるのではないかと仮説をたてた。また、この仮説が立証されれば、**【g】**と**【k】**の専門語彙の弁別に注目したカリキュラムを組み、初期段階から専門科目の理解向上をはかれるのではないかと考えた。

手順として、化学の教科書のテキストマイニングを行い、頻出語彙上位20を抽出し、先行研究で作られた理系語彙を網羅するコーパスと比較した。その結果、仮説どおり**【g】**と**【k】**を含む専門語彙が化学の教科書に有意に多く出現していることが明らかになった。

キーワード テキストマイニング、高専、化学用語、日本語音声学、タイ語母語話者、教育工学

序 論

2000年代以降、高専生はじめ、理系留学生が「中級修了の日本語能力に到達するペース」で学習してもそれは「必ずしも日本語で行われる専門の授業に支障なくついていくことを意味してはいない」⁴⁾ ため、「物理の文脈を利用した漢字学習の有効性」³⁾といった専門科目と日本語教育のコラボレーションや専門日本語教育についての研究が活発に行われてきている。

一方、日本語教育・音声学の領域では、「タイ語では無声音と対立している有声音がないために、(日本語の)有声音をうまく発音できない」¹⁾など、日本語の濁音と清音の聞き分けが難しいこと、特に「語頭の/g/行が困難である」¹⁴⁾といった傾向が指摘され、解決策として「日本語の**【g】**はタイ語にないため、英語の**【g】**と説明する」¹⁾など、さまざまな提案がなされている。

研究の意義

しかし、これまで上記2分野を結び付けた先行研究例はないようである。そこで、**【g】**と**【k】**の専門語彙の多寡が苦手意識に影響することを立証できれば、**【g】**と**【k】**を含む専門語彙のリスニングやスピーキングに特化したカリキュラムや教材を作り、初期段階から理解向上をはかれるのではないかと考えた。

リサーチクエスション

なぜ留学生は特定の科目に苦手意識を持つのか。その要因は、苦手科目の教科書に出現する語彙に聞き分けが苦手な**【g】**と**【k】**を含む語彙が多いことではないか。

仮 説

具体的に以下の仮説をたてた。留学生が苦手と話している化学の教科書から抽出した上位20の頻出語彙に出現する【g】と【k】の数を、先行研究から生まれた理工系専門基礎科目コーパス¹⁶⁾⁴のそれと比較し、前者の出現割合が有意に大きければ、【g】と【k】の弁別は、個々の科目に対する苦手意識の要因のひとつといえるのではないか。

先行研究の整理（日本語とタイ語の音声の違いについて）

まずは【g】と【k】について日本語の50音図を以下表1に提示する。現在の日本語では「清音（無声音）と濁音（有声音）が語頭にも語中にも現れ、意味の対立をなしている。⁷⁾」。赤字は清音と濁音の対立のあることを示す。このうち、蛍光色で塗った【g】（ガギグゲゴ）と【k】（カキクケコ）について本稿では述べる。【g】と【k】は、口の中の軟口蓋という場所で音を作り（調音点＝軟口蓋）、音を破裂させて作る（調音法＝破裂音）軟口蓋破裂音である。⁵

表1 日本語の50音

清音	濁音	半濁音
あいうえお		
【k】かきくけこ	【g】がぎぐげご	
さしすせそ	ざじずぜぞ	
たちつと	だちづでど	
なにぬねの		
はひふへほ	ばびぶべぼ	ぱびぷべぽ
まみむめも		
や ゆ よ		
わ を		
ん		

次に、日本語母語者が【g】と【k】をどのように弁別しているか、日本語の音節【ga】【ka】を例にして図1を示す。

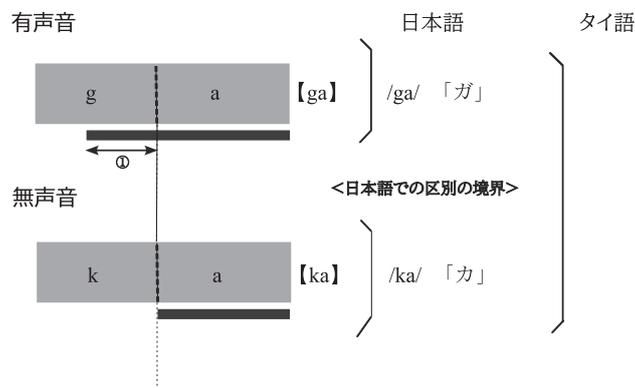


図1 日本語の【g】と【k】

磯村²⁾ p.49より引用し一部改変

⁴ 言語コーパス (language corpus) とは「さまざまな言語を分析するための基礎資料として、書き言葉や話し言葉の資料を体系的に収集し、研究用の情報を付与した言葉のデータベース」(国立国語研究所言語資源開発センター)

⁵ ガ行は今回とりあげる【g】以外に鼻濁音【ŋ】が日本語にもタイ語にも存在するが、本稿では触れない。

違いは、図1中の太線(ボイスバー)、すなわち①部分の有無である。このボイスバーはVOT(Voice Onset Time)といい、声帯振動の有無を表している¹⁰⁾。【g】にはボイスバーがあり、【k】には無い。ボイスバーのある部分は声帯を振動させており、無い部分は振動させない。この振動の有無が有声音無声音の違いであり、その聞き分け能力が、すなわち【g】と【k】の弁別能力である。

それでは、なぜタイ語母語話者は日本語の【g】と【k】の聞き分けが苦手なのか。理由は少なくとも3つ考えられる。

(1) タイ語には【g】が無い

タイ語の軟口蓋破裂音には、無声音【k】はあるが有声音【g】がない(表2)。母語に存在しない音を類似音と聞き分けるのは難しい。【g】と【k】を弁別する習慣がなければ、例えば「合成(ゴウセイ【go:se:】)」と「構成(コウセイ【ko:se:】)」の聞き分けは困難になる。

表2 日本語とタイ語の軟口蓋破裂音

	日本語	タイ語
軟口蓋破裂音	【k】 【g】	【k】 【k ^h 】

国際音声記号(2003)より一部抜粋

(2) タイ語と日本語で【k】の音が異なる

タイ語の【k】と日本語の【k】は、国際音声記号表⁸⁾によれば同じ軟口蓋破裂音のカテゴリーで同じ記号を用いるが、実は完全に同じ音ではない。例えば、日本人向けタイ語教科書ではタイ語の【k】について「ゴォー(Kは濁点がつく発音)」¹³⁾、「カ行をややガ行よりの音で」⁵⁾など、むしろ【g】に近い発音を指導しており、日本語の【k】とは異なることがわかる。

(3) タイ語にあって日本語にない【k^h】

タイ語には【k^h】という無声有気破裂音がある。これは国際音声記号上では日本語に無い音「とされる」。「である」ではなく、「とされる」とした詳細は脚注⁶⁾と本項後半で述べる。

【k^h】の特徴として、無声破裂音【k】に続いて母音【a】に移る間に、図2・矢印②に表示されるような、氣息⁷⁾だけを出し音は出さない状態がある。タイ語話者はタイ語の【k^h】と【k】を明確に弁別する。(2)で述べたとおり、タイ語の【k】は有声音【g】寄りのため、同じ無声音の日本語の【k】より聞き分けが容易であることが想像できる。

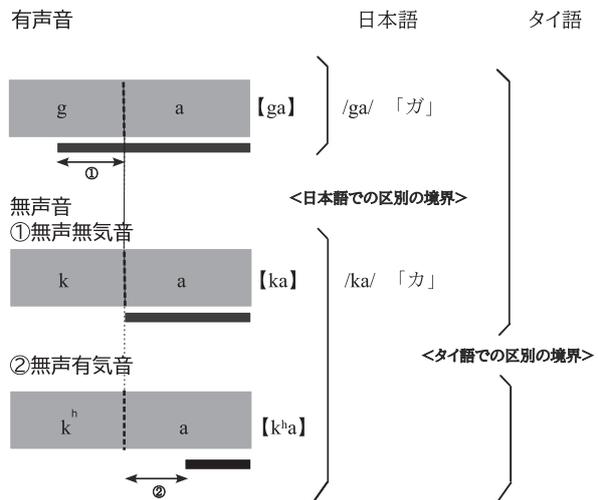


図2 日本語の【g】【k】、タイ語の【k】【k^h】
磯村²⁾ p.49より引用し一部改変

⁶⁾ ただし、キャットフォード(2006)¹⁰⁾の訳者注によれば、「日本語の【k】は無気音か弱い有気音である」とあり、この説明によれば日本語に有気音は存在する。また、加藤他⁷⁾も、無気音で息が全く出していないわけではないとしている。

⁷⁾ 柿【kaki】の場合、音節は【ka】と【ki】。

こうした母語の干渉を受けると日本語の【k】を聞く際、日本語に存在しないはずの【kʰ】と日本語の【k】を無意識に弁別しようとして混乱に陥る。

さらに問題を複雑にするのは、【kʰ】と【k】の境界線が曖昧な点にある。【kʰ】と【k】は理論上では氣息の有無すなわち有気音⇔無気音で二項対立しているが、加藤他⁷⁾の指摘どおり、現実には、息の量や強さなどは連続的なもので、デジタルに有気と無気に分けられない。

では、現実にはどこで線引きされているのか。Ladefoged他によれば、同じ語(例:柿【kaki】)を違う人が発音する場合はもちろん、同一人物が発音する場合でも「1つひとつの音節⁷⁾は発音される度ごとにわずかに異なっている」が、「かなり似ているところが存在」し、「似通った音のパターンがいくつもまとまって複雑に知覚空間内で結びつき、まとまりを作っている」とし、その「まとまりの中心が、その語のプロトタイプ、つまり最良な典型事例とみなされる音」としている。

つまり、柿という語の場合、【ka】を【kʰa】のように発音する例もあるが、その氣息の長さが日本語話者の感じる【ka】らしさから著しく逸脱していなければ、【ka】と見なす⁸⁾。一方、タイ語話者にとっては【kʰ】は【k】の範疇に入らず、独立したプロトタイプを持つ音と見なされ、そのギャップがタイ語話者を混乱させる。

以上の3要素が複雑にからみあい、タイ語母語話者による日本語の【g】と【k】の聞き分けの困難さに影響している。

研究手法 (実験、調査、実践など)

本研究ではデータとして、東京書籍教科書「化学基礎」¹¹⁾を使用した。まず、教科書の全ページをスキャンしてOCRでテキスト認識し、テキストエディタに貼り付けたものを元データとした。分析にはテキストマイニングフリーソフトウェアKH Corder 3. Beta.03i¹³⁾を使用し、頻出の語彙を上位20まで抜き出した。この時点で、頻出語彙がすべて名詞だったため、比較するデータも名詞にしぼった。比較データは松田¹⁵⁾の構築した理工コーパスが抽出した理系全体の語彙データ上位20の語彙(名詞)を選んだ。合計40の名詞の読みをひらがなでつけたのち、ひらがなを発音記号変換ツールEasyPronunciation.comを用いて発音記号に変換した。

次に40の名詞【g】と【k】の出現数と出現割合を算出した。抽出にあたっては、口蓋化した【kʰ】など【g】と【k】変種(バリエーション)も含んだが、音を作り出す調音法の違う鼻濁音【ŋ】は含めない。

⁸⁾ 「摩擦的な音を立てる(中略)息を音声学では、気音または氣息(aspiration)と呼び、氣息をともなう音を有気音(aspirated)、氣息を伴わない音を無気音(unaspirated)と呼んで区別する。」⁷⁾

結果・考察

抽出した結果は以下表3のとおりである。

表3 理工単語と化学単語上位20に出現する【g】と【k】

順位	理工単語	発音記号	化学単語	発音記号
1	エネルギー	e neru ^β g ^{ji} :	原子	genei
2	データ	de : ta	イオン	ion
3	細胞	saibo:	分子	bu ^β nei
4	関数	kansu ^β :	結合	ketsu ^β go:
5	温度	ondo	電子	denei
6	速度	soku ^β do	元素	genso
7	電圧	denatsu ^β	個	ko
8	方法	ho:ho:	共有	ko:ju ^β :
9	物質	bu ^β ceitsu ^β	質量	eitsu ^β rio:
10	環境	kan ^β ko:	結晶	kecco:
11	状態	dzo:tai	金属	k ^β indzoku ^β
12	回路	kairo	物質	bu ^β ceitsu ^β
13	分子	bu ^β nei	周期	eu ^β :ki
14	ベクトル	beku ^β toru ^β	化学	kagaku ^β
15	構造	ko:dzo:	水素	su ^β iso
16	ガス	gasu ^β	数	kadzu ^β
17	電子	denei	構造	ko:dzo:
18	材料	dzairio:	極性	kioku ^β se:
19	システム	eitsu ^β temu ^β	水	m ^β idzu ^β
20	一般	ippan	対	tsu ^β i

この出現数と、それぞれ20語に【g】と【k】がいくつ現れたか = 出現率（出現数/20）を表4に示す。

表4 理工コーパスと化学教科書の頻出名詞語彙20に出現する【g】と【k】の出現数と出現率

	理工/数	化学/数	理工/率	化学/率
【k】	7	13	35%	65%
【g】	2	3	10%	15%

【g】の出現数はほぼ同じであったが、【k】の出現数は化学の教科書のほうが有意に多い。

次に、KH Corderによる化学の教科書頻出語彙の結びつきを図3に示す。円が大きい単語ほど出現回数が多く、線が近い単語同士ほど結びつきが強い。結びつきが強いということは、文の中で互いの単語が近くに現れやすいだけでなく、複合語になる可能性も含む。

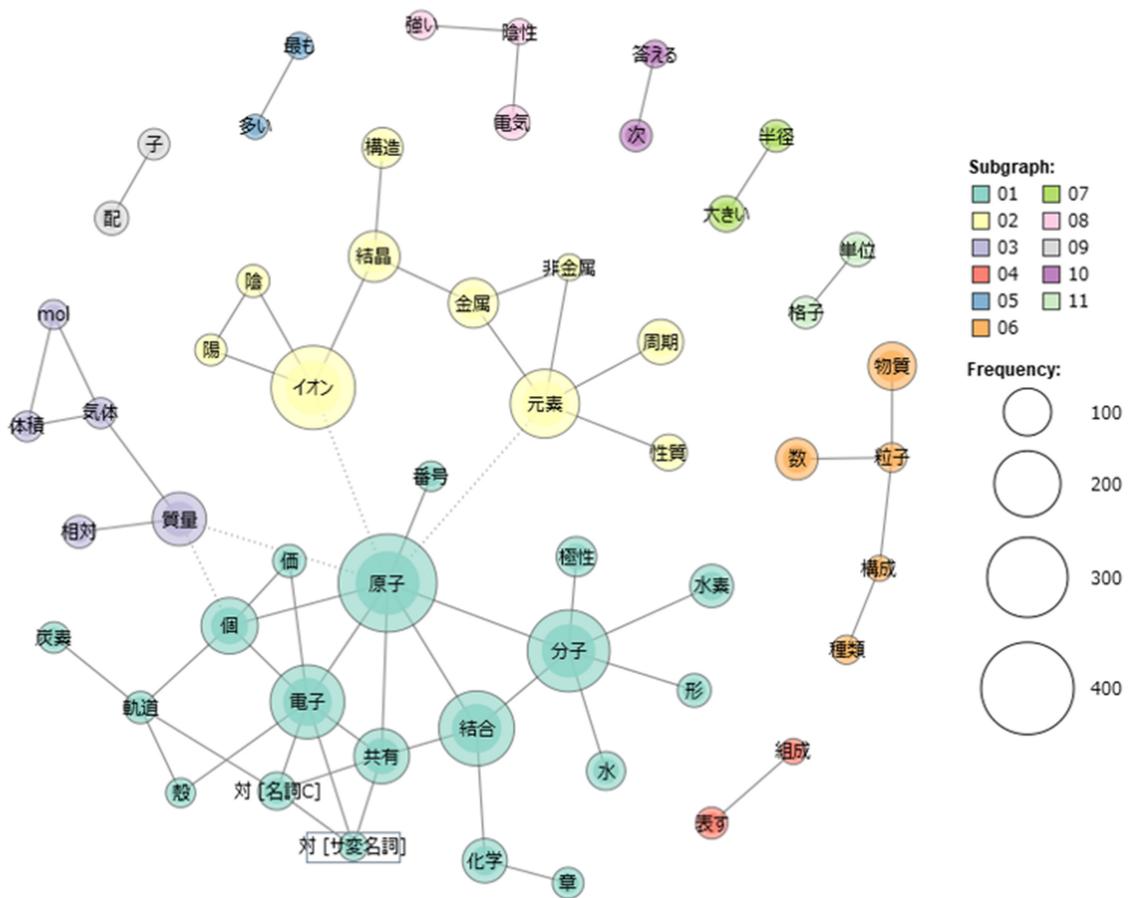


図3 化学教科書に頻出する語彙の共起（結びつき）

本来独立した単語が二つ以上結合する複合語では、ひとつひとつの単語に【g】と【k】が多ければ、以下の表5のように当然に【g】と【k】の出現数が増える。

表5 複合語に現れる【g】と【k】

複合語	よみがな	発音記号	【g】出現回数	【k】出現回数
原子+結合	げんしけつごう	gɛnɕikɛtsuβgo:	2	1
原子+共有	げんしきょうゆう	gɛnɕikjo:juβ:	1	1
原子+価+結合	げんしかけつごう	gɛnɕikakɛtsuβgo: ho:	2	2

同様に、複合語ほど結びつきは強くないものの、中黒「・」や助詞「の」でゆるく結ばれて連続して現れる専門用語にも、【g】と【k】が連続していく。以下は、「金属・非金属の結晶構造（きんぞく・ひきんぞくのけっしょうこうぞう）」を発音記号で示したもので、【k】が6回現れている。

kɛndzokuβ·çikɛndzokuβの kecco:ko:dzo:

以上の結果から、化学の教科書に出現する語彙には、他科目と比べて【g】と【k】が多く含まれることが明らかになり、さらにそれぞれの結びつきが強ければ、複合語として、あるいは隣接して出現することもわかった。

結論・課題・展望

本研究において、留学生が苦手とする化学の教科書に頻出する語彙には【g】と【k】が多く含まれ、これは理系専門科目全体に頻出する語彙に含まれる数より有意に多いことがわかった。また、これら【g】と【k】の多い語彙動詞が結びついて複合名詞になれば、さらに出現頻度が上がることが明らかになった。

この結果から、タイ語母語話者留学生への日本語授業のごく初期の段階から【g】と【k】の頻出語彙を導入して取り入れることで、聴解能力向上と語彙量増大、専門科目の理解しやすさに結びつき、ひいては苦手意識払拭につながる可能性が示唆された。

しかしながら、本研究はOCRでテキスト認識した際の文字化け修正を手作業で行ったためデータクレンジングが十分ではなかった。このため、調査は名詞にとどまり、一文の中での名詞と動詞の共起や強いつながりを発見するには至っていない。また、今回は触れることができなかった鼻濁音【ŋ】を合わせて調べていく必要もある。

今後はデジタルデータ等を有効活用して、より大量に、かつ、より正確な抽出を目指すとともに、専門理系科目習得に寄り添った音声トレーニング教材づくりに取り組むことを課題とし、今後、さらに高専での受け入れが増えるタイ語母語話者の留学生の役にたつよう研究を進めていきたい。

参考文献

Type IPA phonetic symbols <https://ipa.typeit.org/full/> (参照 2022-10-30).

easypronunciation.com. <https://easypronunciation.com/ja/japanese-kanji-to-romaji-converter> (参照 2022-10-30).

言語コーパスガイドンス. 国立国語研究所言語開発センター <https://clrd.ninjal.ac.jp/guidance.html> (参照 2022-10-30).

引用文献

- 1) アサダーユット・チューシー. タイ語母語話者の日本語発音に関する干渉の考察と指導提案. 国際交流基金バンコク日本文化センター日本語教育紀要. 2004, p.21-27.
- 2) 磯村 一弘. 音声を教える: 国際交流基金日本語教授法シリーズ 2. ひつじ書房, 2009, p. 49.
- 3) 太田亨, 佐藤尚子, 藤田清士, 金蘭美. 専門科目(物理)と漢字のコラボレーション授業: 物理の文脈を利用した漢字学習の有効性. 金沢大学国際機構紀要. 2019, 1, p.1-14.
- 4) 岡田幸典, 佐々木幸喜. 理系学部留学生のための専門日本語教育の課題と可能性. 京都大学国際高等教育院紀要. 2022, (5), p.103-117.
- 5) 小野健一. らくらく話せる! タイ語レッスン. ナツメ社, 2016, p.18.
- 6) 岡滋訓. タイ語発音教室: 基礎からネイティブの音まで. ボイス, 2008.
- 7) 加藤重弘, 安藤智子. 基礎から学ぶ 音声学講義. 研究社, 2016, p.35.
- 8) 窪園晴夫. 日本語の音声. 岩波書店, 2004, p. 67.
- 9) 国際音声記号ガイドブック. 国際音声学会編. 大修館書店, 2003, p.158-161, p.198-203.
- 10) ジョン・カニソン・キャットフォード. 実践音声学入門. 大修館書店, 2001, p.70-76.
- 11) 竹内京子, 木村琢也. たのしい音声学. くろしお出版, 2019, p.129-130.

- 12) 小川桂一郎, 松尾基之ほか. 化学基礎. 東京書籍. 2022.
- 13) 難波江 ティチャー. みっちり学ぶ初級タイ語. ベレ出版, 2021, p.30.
- 14) Peter Ladefoged, Sandra Ferrari Disner. (田村幸誠, 貞光宮城訳) Vowels and Consonants, Third Edition 母音と子音—音声学の世界に踏み出そう, 開拓社, 2021, p.151-152.
- 15) 樋口耕一. 社会調査のための計量テキスト分析：内容分析の継承と発展を目指して (第2版). ナカニシヤ出版, 2020.
- 16) 平岩ゆか. タイ人日本語学習者に対する発音指導のための基礎的研究. 日本語教育方法研究会誌. 2004, 11(1), p.10-11.
- 17) 松田真希子. 理工系留学生のための文字・語彙シラバス：ニーズを踏まえた語彙シラバス. 現場に役立つ日本語教育研究. くろしお出版, 2016, p.138-158.

受理日：2022年11月9日

