実 践 報 告

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

岡田　幸典 *、佐々木　幸喜 **

要　旨

京都大学の学部留学生プログラム Kyoto iUP の春期講習で実施した講座「理系日本語」の報告を行う。本プログラムにおける日本語教育の最終目標の一つにプログラムの留学生が日本語による専門授業を理解できることがあり、その一歩として理系学生には基礎となる①数や式の読み方、②数学や化学における日本語表現の習得を本講座の目標とした。本講座では Kyoto iUP 初の試みとして教材の作成および講義を理系教員と日本語教員が共同して行い、お互いの専門的知識や経験を提供することで質の向上を図った。数と式の読み方に関する講義前後のアンケートおよび演習の結果から、受講生は、目標で示した事柄をこれまで学習したことがなかったため、多くのことを知らなかったが、講義を通して一度学習をすれば状況は大幅に改善し、ほとんど理解できることがわかった。本講座を通じて、理系日本語を学習する機会の提供が重要で、最終目標を達成するためには体系的なカリキュラムを構築する必要があると認識された。

【キーワード】専門日本語教育、数学用語、化学用語、Kyoto iUP、学部留学生

1. はじめに

京都大学（以下、京大）では、2018 年 4 月から Kyoto University International Undergraduate Program（以下､Kyoto iUP）の学生（以下､iUP 生）に対する教育を行っている。このプログラムは、外国人留学生を対象とした 4.5 年の学士課程プログラムであり、その特徴の一つが、出願時点での学生の日本語能力を問わないことにある。一方で、iUP 生には、遅くとも 3 回生になる前に、日本語で行われる授業の内容を理解できることが求められている。iUP 生は表 1 のようなスケジュールにより日本語を学んでいる。

これと併せ、専門分野については、予備教育課程で英語による専門基礎科目を学び、学士課程に入学してからは英語による教養・共通教育、英語又は日本語による専門基礎教育を経て、3 回生以降の専門教育段階では日本語で講義や演習等を受けることになる。

さて、2021 年 3 月、iUP 生の日本語レベルの推移を確認するため、日本語能力試験（JLPT）[注1] 公式問題集により試験を実施した。この結果から、出願時点でいわゆるゼロ初級だった iUP 生が、最低でも 1 回生終了時に中級前期修了（N3 レベル）に到達し､2 回生終了時に中級修了（N2 レベル）に到達していることが確認できた。それに加え、iUP 生の大半は 1 回生終了時に上級（N1 レベル）

*　京都大学国際高等教育院吉田カレッジオフィス
**　京都大学国際高等教育院吉田カレッジオフィス、（兼）同附属日本語・日本文化教育センター

表１　日本語学習に関する iUP 生のスケジュール

段　階	内　容
Pre 予備教育	期間は５月頃から９月。学習時間は 50 時間から 150 時間。 現地日本語教育機関との共同により実施。
予備教育	期間は 10 月から翌２月。学習時間は１週間につき７コマから 10 コマ。 「iUP 予備教育専用日本語科目」と「全学共通科目日本語科目」による。
	春期特訓　期間は２月（4 週間）。主に文系学部を志望する学生が対象。 各学部の入学後の分野を意識した長文読解、論述、口頭表現。
	春期講習　期間は３月（4 週間）。学習時間は１週間につき 10 コマ。 レベル別日本語、専門日本語、特別活動、文化体験。
１回生	**前期**　学習時間は１週間につき１コマから５コマ。 「iUP 専用科目日本語科目」と「全学共通科目日本語科目」による。
	夏期講習　期間は８月～９月（4 週間）。学習時間は１週間につき 10 コマ。 レベル別日本語、専門日本語、特別活動、文化体験。
	後期　学習時間は１週間につき１コマから５コマ。 「iUP 専用科目日本語科目」と「全学共通科目日本語科目」による。
	春期講習　期間は３月（4 週間）。学習時間は１週間につき 10 コマ。 レベル別日本語、専門日本語、特別活動、文化体験。
２回生	**前期**　学習時間は１週間につき１コマから５コマ。 「iUP 専用科目日本語科目」と「全学共通科目日本語科目」による。
	夏期講習　期間は８月～９月（4 週間）。学習時間は１週間につき 10 コマ。 レベル別日本語、専門日本語、特別活動、文化体験。
	後期　学習時間は１週間につき１コマから５コマ。 「iUP 専用科目日本語科目」と「全学共通科目日本語科目」による。
	春期講習　期間は３月（4 週間）。学習時間は１週間につき 10 コマ。 レベル別日本語、専門日本語、特別活動、文化体験。

に到達していることも確認できた。ここから、２回生終了時に全員が中級修了の日本語能力に到達するペースで日本語学習が進んでおり当初の目標は達成していると考えられた。ただし、このことは、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けることを意味してはおらず、対応すべき課題も見えてきた。ここでは、二つ挙げる。

一つは、専門分野を学ぶ言語が途中で変わることである。多くの iUP 生は英語で専門基礎教育を受け、それをもとに、日本語で専門教育を受ける。同じ分野を学ぶ中で教授言語が変わる点は、学習上、他の外国人留学生との大きな違いである。もう一つは、英語と日本語の対応を学ぶ機会が十分でないことである。専門分野で学ぶ内容・項目に関して、英語と日本語とがどう対応するかを学ぶ機会が不足、欠落している。教養・共通教育および専門基礎教育を英語で受講する場合、それぞれの専門分野に特化した日本語語彙、口頭表現、講義聴解、レポート作成能力を鍛錬する機会が乏しい。また、教養・共通教育および専門基礎教育を一部日本語で受講する場合、日本語能力が十分でなく、内容の理解が不十分となる可能性も大きい。また、学部によっては、早い段階から、日本語による専門基礎科目の履修が求められることもある（表２）。

表２は、iUP 生が京大において要求される日本語課題を示したものである。比較対象として、京大に在籍する他の日本語予備教育プログラム生が進学直後に求められる日本語タスクも併せて示す。分類に際し、松田（2016）[文献1] を参考にした。

表２に示したとおり、iUP 生は、他の予備教育プログラム生と比べ、日本語で専門基礎科目を学

表２　京都大学において日本語予備教育プログラム生が進学直後に求められる日本語タスク

プログラム名	開始時の専門レベル	予備教育期間	進学直後に遂行する日本語タスク		
			講義	演習	研究
iUP 予備教育（理系）	高校終了	6 か月	○	×	×
iUP 予備教育（文系）	高校終了	6 か月	◎	×	×
日韓共同理工系学部留学生入学前教育プログラム	高校終了	1 年間	◎	×	×
文部科学省奨学金留学生日本語予備教育集中プログラム	大学専門科目終了	6 か月	△	△	△

◎：「ほぼ必ず使う」、「必ず使う」　○：「使う場面は多い」
△：「使う場面は時々ある」　×：「使う場面はあまりない」

び始めるまでの期間が短いと言える。また、京大で提供される日本語科目は、日常で用いられる日本語や文理共通あるいは文系分野の専門語を学習する科目は提供されているが、理系分野の文献を講読し、その専門語を学習する科目（以下、理系日本語）は現在提供されていない[注2]。そこで、授業期間中の iUP 生の学習負担を軽くすることを目指し、授業期間中に英語で受講した専門基礎科目を、春期、夏期期間中に日本語で学ぶ機会を取り入れることを計画した。表 1 で網かけをした部分である。このうち、本稿では、2021 年 3 月に実施した春期講習での専門日本語クラス（理系日本語クラス）に関する報告を行う。

2. 理系日本語教育に対する手法

稿者らは、専門日本語教育の実施に際し、反転授業と CBI（Content-Based Instruction）を組み合わせることとした。まずは反転授業について見ておきたい。iUP 生は、授業日までに、対訳つきの文字や語彙をインターネットなどで学習し、語彙リストを作成する。また、提示された事前課題に取り組む。実際の授業では、理系教員から、内容を日本語で学ぶ。

次に CBI について見ておきたい。これは、初級日本語教育を学んだ後、専門基礎科目を日本語で学ぶものであり、日本語学習者は、専門分野に関して、知識とともに日本語での表現も学ぶことになる。CBI は非常に有益な指導方法である一方、注意すべき点もある。この方法で専門基礎教育を受ける場合、提示される内容は専門分野の難易度に従い、日本語の難易度は考慮されないという点である。仮に、日本語教員が理系の内容を授業で取り入れることを試みたとしても、専門分野が異なるため、学習者の学習意欲を低下させることがある（田中・池田（2010）[文献2]）。反対に、理系教員が日本語の言語課題的な難易度を踏まえ教材を作成するということも難しく、結果的に、日本語教育と理系教育が別個に行われることが多い。これに対し、Kyoto iUP の教員組織は、理系担当と日本語担当により構成されている。そのため、CBI を行う際に生じうる上記の問題点は比較的解決しやすい。また、CBI の部分は、理系担当（岡田）と日本語担当（佐々木）のティームティーチングで行うこととした。

3. カリキュラム

「理系日本語」（以下、本講座）の到達目標を二つ掲げた。第一に、専門基礎科目として基本的な

表３「理系日本語」のカリキュラム

科目	テーマ	目　　標
数学	数と式	数や式の読み方を学習し、聴きとることができる。
	数学の日本語表現	理系の文章によく出てくる数学の日本語表現を習得する。
化学	文献講読 I	「酸化と還元」に関する教科書を読んだ後、関連する講義で化学の専門語を含む日本語を聴きとることができる。
	文献講読 II	金属錯体に関する大学の教科書を講読し、化学で頻出の日本語表現と語彙を習得する。

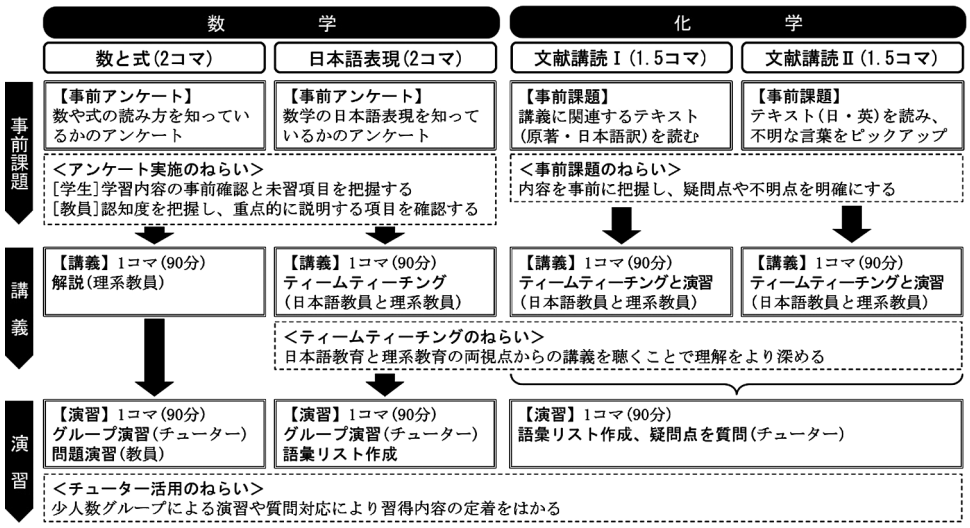

図１　テーマごとの授業構成

用語や数式を「聴く」「読む」ことができるようになる。第二に、日本語科目として専門分野で使われることの多い漢字・文法を学び、日本語全般の学習にもつなげられることである。これに基づき作成したカリキュラムを表３、テーマごとの授業構成を図１に示す。各テーマの選定理由を以下に示す。

3.1　数学

理系学部では、数式を含む数学を使う講義が多くある。理系の講義を理解する上で、数式を聴き取り、数学的な日本語表現を知っていることは肝要である。

数と式

ここで取り扱うべき数式とは複雑で長い数式のことではない。それらを読み上げる教員は少ないし、ほとんどはプリントや黒板に書かれているので問題はない。一方、$\frac{\sqrt{3}}{2}$や$a < b$といった簡単な数式は、口頭だけですませることもよくあるのではないだろうか。複数の日本語教員に確認すると全学共通科目などの日本語の授業では、数の数え方は万の位まで、数式は簡単な小数や分数の読み方しか学習しないことが判明した。つまり、iUP 生には、理系の授業で頻出の不等式やべき乗といった数式の日本語読みを学ぶ機会はないのである[注3]。

数学の日本語表現

「あなたの専門分野で使われる「専門語」を１つ思い浮かべて下さい」と言われれば、読者は何を思い浮かべるだろうか。例えば、数学ならば「固有値」や「微分方程式」、物理学ならば「角運動量」や「ビオ・サバールの法則」、化学ならば「エントロピー」や「混成軌道」と言った言葉が挙げられるのではないだろうか。これらは、iUP 生を含む外国人留学生に限らずほとんどの学生が大学で初めて見聞きする言葉である。教員も「専門語」と認識し、授業ではそれらの意味や概念を詳しく説明するだろう。つまり、日本語能力の差は別にして、留学生が学ぶ上で後述するものに比べて大きなハンディがないと言える。

では、日本では高等学校までに学習する「因数分解」、「運動量」、「物質量」といった専門語はどうだろうか。日本で初等・中等教育を受けた学生は 12 年間でこれらを学習してきたわけであるが、iUP 生はこのような専門語の概念を母語や英語で学習しているものの前述の通り対応する日本語を学ぶ授業はない。つまり、12 年分のハンディが存在するわけである[注4]（佐藤（2005）[文献3]）。また、教員もこれらを「既習の専門語」と認識しているので、授業で説明されることはほとんどない。しかし、一見、大きなハンディがあるように思えるが、これらの多くは名詞であり、かつ「因数分解」⇔ “factorization” のように 1:1 の対訳が可能なものである。電子機器やインターネットが発達した現代では、このような機器を利用することで短時間かつ容易に意味を知ることができる。つまり、自学自習をしやすい専門語であるとも言え、見た目よりもハンディは少ないとも言える[注5]。

果たして、留学生にとってこれらだけが「専門語」なのだろうか。例えば、次のような日常的によく使われる下線部の語句はどうだろうか（佐藤（2014）[文献4]）。

（1）　みかんの数を x 個とおく。

（2）　分母を払う。

（3）　3 で割り切れる数。

上記（1）～（3）は、日本では中学校までに教科書に出てくる表現である。日常的に、（1）の「おく」は「物・事柄に、ある位置を占めさせる」、（2）の「払う」は「金銭を渡す」、（3）の「割り切れる」は「疑問・例外などが残らないように、かたづく」の意味でしばしば用いられる（岩波国語辞典・第七版・新版・電子版）。しかし、上記の文脈では、（1）の「おく」は「みかんの数を x 個と設定する」、（2）の「払う」は「両辺にある数を掛けて分母を取り除く」、（3）の「割り切れる」は「3 で割ると余りがない」と前述したものとは全く異なる意味で用いられる[注6]。このような語を佐藤（2014）は「「気づかない」専門語」と呼び、「形は日常語でありながら専門的概念を表し、しかも術語でないような語は、それが専門語であることを誰も（一般の人も専門家も）気づかない」、「通常の国語辞典にも専門用語辞典にも意味が載っていないので、留学生が自身で調べることができず、数学の学習を困難にしている」と述べている。したがって、自学自習するのが困難なこの「気づかない」専門語が留学生にとって最も大きなハンディとなる「専門語」と言える。

3.2　化学

日本語で書かれた理系分野の教科書を講読し、授業を体験することで、日本語による講義のイメージを掴む機会が必要である。担当する理系教員が化学系出身であったために、今回は化学に関する文献を取り扱うこととした。

4. 教材の作成

4.1　数学

数と式

日本の中学校までに学習する表４に示した数や式を取り扱うこととし、それらに関する教材を執筆した。高等学校で学習する数式に sin や log などがあるがその多くは発音の違いはあっても基本的に英語の読み方と同じであるために講義では取り扱わず、余裕のある学生に対して演習で扱うこととした。

表４　本講座で扱った数と式

章	テ　ー　マ
１数	大きな数（億、兆）　小数　分数　べき乗　平方根と立方根
２単位	長さ　質量　面積　体積　速度　密度　百分率　温度　角度
３記号	等号　不等号　比　∴　∵　∩　∪　’（ダッシュ）
４計算	足し算　引き算　掛け算　割り算　括弧
５句読点	「、」と「,」「。」と「.」

数学の日本語表現

以下に示した日本の高等学校で使用される数学の教科書を理系教員が通読し、「気づかない」専門語や理系科目で頻出の日本語表現を抽出した。

大島利雄他（編），『改訂版　数学 I』，数研出版（2016）.
大島利雄他（編），『改訂版　数学 A』，数研出版（2016）.
大島利雄他（編），『改訂版　数学 II』，数研出版（2017）.
大島利雄他（編），『改訂版　数学 B』，数研出版（2017）.
大島利雄他（編），『数学 III』，数研出版（2012）.

その中で頻出のものと重要度の高いもの（表５）を選び、それらを解説する教材を執筆した。その一例を図２に示す。日本語の例文とその英訳を示した。英訳では直訳と意訳の違いがわかるように配慮した。

4.2　化学

日本語で書かれた化学の教科書を講読する。教材の選定にあたり以下の方針 (1) ～ (3) を設けた。

方針（1）　大学生向けに書かれた教科書であること。
方針（2）　既習内容もしくはその知識を用いて容易に理解できる内容であること。
方針（3）　原著が英語であること。あるいは、原著が日本語の場合は英語に翻訳した本が出版されていること。

表５　本講座で扱った数学の日本語表現

章	表　現
１指示・動作	（係数を）言え［4 級］ 証明せよ［2 級］　示せ［2 級］　説明せよ［3 級］　確認せよ［2 級］ 求めよ［2 級］　定めよ［1 級］　決定せよ［2 級］　～を用いよ［2 級］ 代入する　（$A = x + y$）とおく［4 級］（m）を（整数）とする［4 級］ 分母を払う［払う：3 級］
２疑問文	何通りか？　どんなときか？
３接続	よって　故に［1 級］　すなわち［2 級］　上と同様に［同様：2 級］ さらに［2 級］
４仮定	～とすると…　～ならば…
５名詞	与式　複号同順　題意
６条件	すべての（数）　ある（数）　任意の（数）　どんな（数）でも 少なくとも一方で割り切れる　いずれか　特に断らない限り 常に～とは限らない　必ずしも～でない　もれなく　重複を許す
７その他（抜粋）	以上［3 級］　以下［3 級］　未満［2 級］　各々の［2 級］　無数［2 級］ （式を）変形する　なす角　とりうる（数）　～に限りなく近づく

※（　）内の語句はわかりやすくするために補ったものである。
※［　］内の記号は日本語能力試験（JLPT）・旧試験での出題レベルを示す[文献5]。一部の動詞は名詞のレベルを示す。（例）「証明せよ」→「証明」。

日　本　語	English, [L]: literal translation.
$2a$ の係数（けいすう）をいえ。	**Find** the coefficient of $2a$. [L] **Say** the coefficient of $2a$.
何通り（なんとお）あるか。	**How many ways** …?

図２　数学の日本語表現に関する教材（抜粋）

方針（2）は、本講座が化学に関する新しいトピックを学ぶ場ではなく、理系日本語を理解することを目的としていることから容易に理解できよう。また、方針（3）は、本来、日本語学習において、英語に頼りすぎると日本語能力の向上にあまりいい影響を及ぼさないと言われるが、受講者のほとんどが日本語学習歴１年未満であることを考慮し、英語で書かれたものを補助教材として使用することにした。

上記の方針に合致する以下の２つを教材として使用することとした。

（教材 1）
影近 弘之，平野 智也 訳『ライフサイエンスのための基礎化学』東京化学同人（2011），第 13 章「酸化反応と還元反応」.
（教材 1 の原著）
R. Sutton, B. Rockett, and P. Swindells, “Chemistry for the Life Sciences – 2nd. Edition”, CRC Press (2009), Chapter 13 “Oxidation and Reduction Reactions.”

（教材２）
京都大学大学院人間･環境学研究科化学部会編『基礎化学実験（第２版増補）』共立出版（2019），付録 D「金属錯体とキレート」.
（教材２の英語版）
J. Lintuluoto, C. Tassel, T. Kato, and K. B. Landenberger, “Fundamental Chemical Experiments – Second Edition”, (2019), Appendix D “Metal Complexes and Chelates.”

4.3　教材の事前確認

本報告で特筆すべき点は、理系教員が作成した教材を日本語教員と共に確認・議論を行い、改良を加えたことである。理系教員は iUP 生にとって必要な専門教育の視点で、日本語教員は受講者の日本語レベルを考慮した日本語教育の観点から議論を行った。

議論の大半は、化学の教材に関するものであった。化学の教材１・２（以下、原文）を通読した複数の日本語教員から「日本語が上級レベルの留学生であっても原文を容易に理解するのが難しい」という意見が出された。受講生の日本語学習歴を考慮して、以下の方針に基づき、原文を共同で書き改めた。書き改めた文を以下「加筆文」とする。

方針 I　文章の大意は変更しない。
方針 II　将来、必要な専門語は難易度に関わらず変更しない。
方針 III　方針 II 以外の言葉は、受講者が理解できる言葉に変更する。
方針 IV　文体について、次のようにする。
・長い文章は、２文以上に分ける。
・普通体（ダ体、デアル体）は丁寧体（デス・マス体）にする。
・受動態は能動態にする。

上記方針に基づいて加筆した例を表６に示す。

例１では、方針 II に基づき、化学･生物の専門語である「抗酸化剤」[注7] はそのまま用いることとし、方針 IV に基づき、受動態を能動態に、語尾を丁寧体にした。普通体を避けたのは、京大では日本語中級 I クラス（JLPT N3 レベル）で学ぶからで、未習の学生に配慮したものである。

表６　化学の教材１・２で書き改めた文の例

例１	原文	このような分子は抗酸化剤とよばれる。
	加筆文	このような分子を抗酸化剤といいます。
例２	原文	図に示すように *cis* 体と *trans* 体の立体異性体が現れる。
	加筆文	図のように *cis* 体と *trans* 体の立体異性体があります。
例３	原文	生きた細胞の中で起こる化学反応の多くに、酸化と還元が関与している。
	加筆文	生きている細胞の中では化学反応が起こっています。その多くの反応は酸化と還元が関係しています。
例４	原文	化学物質が還元されていることの最も有力な証拠は、…（以下、略）。
	加筆文	化学物質が還元されているとはっきりわかるのは、…（以下、略）。

例２では、自発の「現れる」を「あります」に書き改めた。例１の「よばれる」は受動態で、これは日本語初級 II クラスで学習する。一方、自発は中級レベルの表現であり、混乱を避けるために「れる」と「られる」の使用は控えた。

例３では、「生きた」を「生きている」に書き換えた。どちらも動詞＋助動詞からなるが、タ形は過去を表すことが多く、後者と区別することが困難な学生が多い。「生きた細胞」を「前までは生きていたが今は死んでしまった細胞」と誤って解釈しないようにと配慮したものである。また、本文は長いために２文に分割することで文構造を把握しやすくした。

例４では、「最も有力な証拠」を「はっきりとわかる」に書き換えた。「最も」が旧日本語能力試験２級相当、「有力」と「証拠」が１級相当[文献5]であり難易度の高い言葉が連続しているのが書き換えの理由である。実際に、原文と加筆文の意味は厳密には異なるが、書き換えにより言葉や文構造が変わることで意味が少々変わるのは避けられない。文章全体では意味が大きく変わらないので本加筆文を採用した。方針 I で「意味」ではなく「大意」としたのはこのためである。

以上のような検討・加筆を全文に対して行った。授業では加筆文を使用し、余裕がある学生には原文も読ませることにした。

5. 授業

コロナ禍のため、講義、演習共にすべてオンラインで行った。受講学生の構成を表７に示す。このうち、「化学」は化学系・生物系の iUP 生（理学部と工学部各３名）を対象とした。

表７　受講学生の構成

日本語レベル		所属学部	
上級	５人	総合人間	１人
中級 II	６人	経済	２人
中級 I	３人	理	４人
初級 II	４人	工	10 人
		農	１人

※予備教育生は志望学部を所属学部とした。

5.1　数学

数と式

講義に先立ち、受講する iUP 生に対し事前アンケートを実施した。その結果を表８の「事前アンケート」欄に示す。表中にある数や式の日本語での読み方を知っているか否かを問うた。認知度が特に低かったものは、べき乗、平方根、単位（面積と体積）、不等号と比であった。この結果は 3.1 項で指摘したことと一致した。

講義では、アンケートで認知度が低いもの、英語と日本語とでは読み方が逆になり間違いやすい分数に時間を特に割いた。また、iUP 生が日本語で講義を受けることを考慮して、例えば、5.30 を「ごー・てん・さん・まる」と読むような慣用的な読み方も解説した。

講義後の演習では、学生チューター１人に対し、iUP 生３～４人からなる日本語レベル別グループをつくり、練習時間を設けた。練習後、理解度を確認するため、演習問題を行った。具体的には、

表８　数と式に関する事前アンケートと講義後演習問題の結果

章・テーマ		事前アンケート（N = 17）		講義後演習問題（N = 15）	
		数　式	認知度	数　式	正答率
1 数	大きな数	306 兆 6090 億	53%	163,800	87%
				24 億 5348 万	27%
				106 兆 6097 億	13%
	小数	0.74	71%	2.236	100%
				26.09	93%
	分数	$\frac{2}{3}$	53%	$\frac{4}{7}$	100%
				$\frac{46}{23}$	80%
	べき乗	2^3	18%	a^5	100%
	平方根	$4\sqrt{7}$	12%	$\sqrt{8}$	100%
				$3\sqrt{11}$	93%
				$\frac{\sqrt{621}}{\sqrt{2}}$	73%
2 単位	面積	3 m^2	29%	4 m^2	93%
	体積	5 cm^3	18%	100 cm^3	100%
				1 L	100%
	密度	---	---	9 g/L	100%
3 記号	不等号	$a < b$	18%	$a > 300$	93%
				$x^2 \leq 12$	80%
	比	3:5	18%	---	---
4 計算	足し算	$2 + 3 = 5$	65%	$a + 5 = 3$	100%
				y に 83 をたす※	80%
	引き算	$2 - 3 = -1$	53%	$b - 2 = 0$	93%
				5 から 14 をひく※	80%
	掛け算	$2 \times 3 = 6$	59%	$8 \times 3 = 24$	87%
				2.5×10^6	87%
				a を b 倍する※	73%
	割り算	---	---	$7 \div 3$	73%

※：日本語で読み上げられた文に対応する式を答える問題。

理系教員が数や式を 2 度読み上げ､それを書き取るものである。正答率を表 8 の「講義後演習問題」欄に示す。億や兆を含む大きな数を除いて、どの項目も正答率が大幅に上昇した。iUP 生が数と式の日本語での読み方を理解し、聴き取れることが確認できた。億や兆を含む数の正答率が低かったのは、一部を間違って書き取った答案が多かったことから、他と比べて読み上げ時間が長く完全に聴き取るのが難しかったからだと考えられる。

数学の日本語表現

数と式と同様に数学の日本語表現の認知度に関する事前アンケートを実施した。その結果を表 9

に示す。認知度が低かったもののうち、「分母を払う」（12%）、「何通り」（18%）、「与式」（18%）や「割り切れる」（29%）は数学（算数）で使われる表現であるが、「少なくとも一方」（29%）や「もれなく」（6%）は一般にも広く使われる表現である。

講義では、これらを含む表５の表現を解説した。講義後の演習では、数と式のときと同様に学生チューターと iUP 生によるグループセッションを設け、日本語で書かれた数学の問題文を理解することを目標に大学入試などの問題を読ませた。疑問点は学生チューターに質問し、同時に、意味や読みがわからないものの「語彙リスト」[注8] を作成・提出させた。提出されたリストの中で、「垂直二等分線」といった誰もが認める専門語以外でかつ複数人がリストアップした語彙は以下の通りである。どれも日常で使われる言葉であった。

（条件を）満たす　マス目　取り除く　（箱に）詰める　真北　道のり　計（3 個）
※（　）内はわかりやすくするために稿者が補記した言葉。

表９　数学の日本語表現に関する事前アンケート（N = 17）

章	表　　現	認知度
1 指示・動作	$x = y$ を確認せよ。	88%
	A の値を定めよ。	53%
	分母を払う。	12%
2 疑問文	何通りあるか。	18%
	$a = b$ となるのはどのようなときか。	82%
3 接続	ゆえに	41%
5 名詞	与式	18%
6 条件	3 と 4 の少なくとも一方で割り切れる数	29%
	もれなく数える。	6%
	ある A について $A = B$ が成り立つ。	47%
7 その他	A は 1 以上 5 以下である。	88%
	A は 5 未満である。	71%

5.2　化学

教材 1

iUP 生に英語の原著および加筆文を事前に読ませた後、教材を基に酸化と還元の定義および関連知識を説明する模擬講義を行った。精読ではなく模擬講義にしたのは、酸化と還元が既習のトピックであり、書かれている内容も平易だったからである。講義の後、原著に収録されている演習問題に取り組ませた。

教材 2

英語版、加筆文と原文を読み、わからない言葉をピックアップする事前課題を与えた。講義では、原文と加筆文を比較しながら精読を行った。精読後、教材 1 と同様に演習問題に取り組み、頻度の高い専門語は書き取り練習帳を用いて、書き取りの練習も行った（図 3）。

講義後の演習では、チューターの支援のもと教材 1 と 2 でわからなかった言葉の語彙リストを作成・提出させた。数学の日本語表現のときと同様に専門語以外の言葉で複数人がリストアップした語彙は以下の通りである。今回も日常でも使われる語彙ばかりであった。

①	きんぞくさくたい	metal complex
	金属錯体	
②	はいいけつごう	coordination bond
	配位結合	

※各左下の専門語を右下の空欄に書き写して練習するためのものである。

図３　専門語の書き取り練習帳（抜粋）

関与　及ぼす　しばしば　有する　介する　捉える　目印

iUP 生からは、加筆文は原文と比較して大変読みやすかったというフィードバックが得られた。

5.3　ティームティーチング

数と式以外の講義ではティームティーチングの手法を用いた。具体的には、最初の 60 ～ 70 分で理系教員が説明を行い、残りの 20 ～ 30 分は日本語教員が日本語学習の視点から教材に出てきた語彙や文法、および「ポイントは○○」や「別の言葉で言うと」といった講義中に理系教員が発した講義を聴く上で注意を払うべき言葉の解説を行った。

6.　今後の展望

今回、数学に関する事前アンケート（表 8、9）からわかるように、数や式の読み方や数学の日本語表現の意味を知らないものが多かった。一方、数と式の講義後に行った演習結果（表 8）でほとんどの数式で高い正答率になったことから、これまでそのようなものに触れる機会がなかったが、一度学習する機会を設ければ十分克服できることが確認できた。

本講座では、Kyoto iUP として初めて理系教員と日本語教員が共同して教材の作成や講義を行った。お互いの専門知識や経験を提供し、不得意な部分をカバーしあうことでよりよいものをつくることができた。また、ティームティーチングは、iUP 生が一度の講義で理系および日本語の解説を同時に受けることができ、学習に対する質の向上が期待できる。今回、理系と日本語の説明を完全にわけて実施したが、学習事項の定着率を向上させる方法としてトピックごとに理系と日本語の説明を交互に行うことも検討すべきであろう。いずれにしても、今後も両教員が密に連携することで質の高い授業を提供できると確信する。

今回、春期講習の一科目として「理系日本語」を実施したが、時間の制約から多くのことができなかった。数学の日本語表現では、今回取り上げたものは高等学校レベルの表現で、その中でもごく一部である。さらに、大学で頻繁に使われる表現、例えば、「定量的に考察せよ」や「天下り的に説明すると…」もたくさんあるが扱えなかった。文献講読についても、様々なトピックの文章をたくさん読み、そこに出てくる「微分方程式」といった誰もが認める専門語を学び、知っている語彙を増やしていかなければならない。また、iUP 生が作成した語彙リストには、日常語彙や一般的

な学術語彙も多く含まれていた。教えるべき語を選定するためには、iUP 生がどの程度の言語知識を持っているか、例えば、日本語学術共通語彙テスト[注9]や TTBJ[注10]などを用い、事前に測るとともに、追跡して測ることも検討したい。そうすることで各受講者に合わせた質の高い講座を提供できるようになるだろう。講義聴解の練習として、模擬講義や講義ビデオ（動画）を活用して経験値を上げ、「聴く力」をつけさせる必要もある[注11]。これらをバランスよく、かつ、質も量も向上させれば冒頭で述べた本プログラムの最終目標である日本語による専門授業が理解できるようになるだろう。そのためには今後、予備教育と学部教育前半の計 2.5 年を通して、理系日本語を体系的に学習できる履修モデルの構築とそれに伴う講座編成がこれからの課題であるが、最終目標のための方向性も見えてきた。

謝辞

本稿の執筆を勧めて下さった国際高等教育院・Kyoto iUP プログラムマネージャーの長谷部伸治先生、教材作成時に有用なアドバイスを下さった同附属日本語・日本文化教育センターの河合淳子先生、家本太郎先生、阿久澤弘陽先生、査読時に有益なコメント・指摘をしていただいた査読委員の先生方に感謝申し上げます。

注

1. 日本語能力試験のホームページによると日本語能力試験の各レベルの認定の目安は、表 A の通りである。

表 A　新旧日本語能力試験におけるレベル認定の目安

現試験	旧試験	目　　安
N1	1 級	幅広い場面で使われる日本語を理解することができる。
N2	2 級	日常的な場面で使われる日本語の理解に加え、より幅広い場面で使われる日本語をある程度理解することができる。
N3	なし	日常的な場面で使われる日本語をある程度理解することができる。
N4	3 級	基本的な日本語を理解することができる。
N5	4 級	基本的な日本語をある程度理解することができる。

（出典：https://www.jlpt.jp/about/pdf/comparison01.pdf）

2. 春期講習の一講座で、京大の卒業生でありノーベル化学賞受賞者の吉野彰博士（2019 年）によるリチウム電池に関するラジオ講座のテキスト（吉野彰『NHK カルチャーラジオ　科学と人間　電池が起こすエネルギー革命』NHK 出版（2017））を取り扱ったことはあるが、これは一般向けに書かれたものである。
3. 稿者自身、中学、高等学校、大学の英語の授業で、このような数式の読み方を集中して習った記憶がない。また、高等学校や大学から英語圏の学校に通った日本人学生が日本で英語での数式の読み方を習わなかったので授業を理解するのに苦労をしたということをよく耳にする。これらのことを鑑みると日本語の授業で習わないのも特段不自然なことではないように思える。
4. 漢字圏出身の学生は、漢字から意味をおおよそ想像できるようであり、それほど大きなハンディではないようである。ただし、同じ漢語であっても、母語と日本語とでその語意が完全に一致するとは限らない。これについては、別稿を設けたい。
5. 理系の講義科目の多くは、持ち込みなしの期末試験が実施される。したがって、試験までにはそれらの専門語を覚える必要があるという点ではハンディはある。

6. 「払う」は「埃を払う」のように日常でも「取り除く」という意味で用いられるが、「分母を払う」は、「両辺にある数を掛ける」という操作をして「取り除く」ということまで理解しなければならないので、日本語を習い始めた留学生には両者が同じ類の「払う」であると理解するのは難しいだろう。
7. 参考文献５では、「抗酸化剤」という語を見つけることはできなかったが、「酸化」が旧日本語能力試験１級レベルであることからすると同様のレベルにあるのは想像に難くない。
8. 語彙リストは、「日本語」、「日本語の読み」、「英語もしくは母語」の項目からなる所謂「単語帳」である。
9. 松下達彦氏（東京大学）の「松下言語学習ラボ」で公開されている。URL は、http://www17408ui.sakura.ne.jp/tatsum/webtest.html（2021 年 12 月 14 日閲覧）
10. Tsukuba Test-Battery of Japanese の略。筑波大学がプレースメントテスト用に開発したもので、オンライン公開されている。URL は、https://ttbj.cegloc.tsukuba.ac.jp/p2.html（2021 年 12 月 14 日閲覧）
11. すでに日本語で専門授業を受講している上級レベルの iUP 生によると授業の中で教員の説明を完全に聴きとるのが一番難しいと多くが指摘する。

参考文献

1. 森篤嗣（編），松田真希子『現場に役立つ日本語教育研究２　ニーズを踏まえた語彙シラバス』くろしお出版（2016），pp. 139–158.
2. 田中敦子・池田朋子，学習者を支援する教室環境作りを目指して―理工系大学院生の専門日本語教育―，『2010 年度日本語教育学会秋季大会予稿集』（2010），pp. 285–290.
3. 佐藤宏孝，数学における専門日本語語彙の分類―留学生への数学教育の立場から―，『専門日本語教育研究』，7，13–20 (2005).
4. 佐藤宏孝，数学において特別な意味を有する動詞について，『東京外国語大学 留学生日本語教育センター論集』，40，153–160 (2014).
5. 国際交流基金・日本国際教育協会（編）『日本語能力試験出題基準【改訂版】』凡人社（2002）.

Perspectives and Issues of Technical Japanese Language Education for International Students of Natural Sciences

Yukinori Okada*, Yuki Sasaki**

Abstract

This paper reports on a lecture “Technical Japanese for Natural Sciences” by Kyoto University International Undergraduate Program in spring intensive courses. The program sets one of the final goals for its students as understanding their specialized subjects taught in Japanese. The object of the lecture is to master (1) how to read numbers and formulas and (2) Japanese expressions in mathematics and chemistry to establish the basis of the goal. The natural science and Japanese language teachers prepared the materials and gave the lecture together as the first attempt in the program. They shared their technical knowledge and experience to improve the quality of teaching. The results of the pre-class questionnaire and the post-class exercise about how to read numbers and figures in Japanese showed that the international students in the program didn’t know them a lot because they had never learned before. After they learned them in the lecture, they could understand most of them and improved dramatically. Through the lessons, the authors recognized the importance of providing the students with opportunities to learn technical Japanese for natural sciences. The article concludes that a systematic curriculum needs to be built to achieve the ultimate goal.

Keywords: Technical Japanese Education, Mathematical Terms, Chemical Terms, Kyoto iUP, Undergraduate International Students

* Kyoto University International Undergraduate Program Office, Institute for Liberal Arts and Sciences, Kyoto University

** Kyoto University International Undergraduate Program Office, and Education Center for Japanese Language and Culture, Institute for Liberal Arts and Sciences, Kyoto University