

理科系学習者のための科学的トピックによるフレーム教材の開発

‘Frame-Driven’ JSL Textbooks for Students in Scientific Disciplines with Topics in Science

鎌田倫子（富山大学）・渡部学（アルストロムアンドアソシエイツ）・中河和子（富山大学）
KAMADA Tomoko (University of Toyama), WATANABE Manabu (Ahlstrom & Associates),
NAKAGAWA Kazuko (University of Toyama)

要 旨

理科系日本語学習者のために科学に関する知識フレームを活かした中級教科書を開発した。本文には科学的トピックの文章をリライトして使用し、学習者の知識フレームと理科系文章の言語フレームを利用することで日本語の学習が容易になることを目指した。この開発過程で理科系の文章には[課題—解決]型と[課題—説明]型の文章構成フレームが多く、通常の中級日本語教科書で重視される[課題—議論]型は少ないことがわかった。

We developed an intermediate level Japanese textbook on scientific topics for JSL students in science disciplines. The textbook aims to help students' language acquisition by utilizing the students' knowledge frame in science along with linguistic frames observed in Japanese scientific discourse. Japanese passages written on scientific topics were adopted and edited for the textbook. After the initial development stages, we found that both —problem-solving— and —problem-explanation— linguistic frames are much more prevalent in Japanese scientific discourse than the —problem-discussion— pattern that is often stressed in many other intermediate level Japanese textbooks.

【キーワード】 理科系学習者, 科学的概念, 知識フレーム, 言語フレーム, 中級教科書

1. はじめに

理科系大学院で研究活動を行う留学生及び研究生（以下、理科系学習者）にとって中級以降の日本語学習を続けていくには、いくつかの実際的な問題がある（鎌田他 2008）。それは、理科系学習者が日常の生活の大部分を研究室で過ごし、日本語に触れる機会がほとんどなく、実験も時間が不規則になりがちで日本語クラスに参加しづらいという事情があるからである。今一つは多くの日本語教科書が扱う文科系のトピックでは彼らの生活実態とかけ離れ、学習者の知的興味を刺激しにくいという事情もある。このような事情で本実践では理科系学習者の自然科学に関する知識（知識フレーム）と、教材の中に現れる複数のレベルの言語的な特徴（言語フレーム）を積極的に活用した、学習者の興味と目的にあった教材開発が必要なのではと考えた。本稿はその理念と実践過程の報告である。

2. 実践の目的

本実践では理科系学習者の学習環境に鑑み、中級クラスの学習者に関心の高い自然科学系のトピックを採用した。しかし、自然科学系のトピックで書かれた日本語の教科書がほとんど見られないことから、本実践では、クラスで使用する教材を開発・作成した。

3. 教材開発の理念

本実践では2つのフレーム^{注(1)}(型枠)という考え方が重要な意味を持っている。

その1つは教材を自然科学的なトピックに絞り、そこに現れる理科系学習者に馴染み深い知識フレーム(金水・今仁 2000, Coulson 2001, Feldman 2006, Gibbs 2006)を活用して、日本語の学習を進めるというものである。この点で、この実践は content-driven な言語学習の側面を持っており、理科系学習者の自然科学についての知識は、教材の内容理解を助け、言語学習を牽引する(driving force) 知的道具である(渡部・渡部 2007 及び Watanabe & Watanabe 2008 では、工学系大学院生を対象にした英語クラスについて報告している)。また教材では図表・絵・統計などを駆使して、教材の内容を視覚的(非言語的)に伝える工夫も施されている。これにより学習者は教材の内容を容易に理解でき、日本語の学習に集中しやすくなると考えられる。またこのような図表等は、関連する知識フレームを視覚的に示すだけでなく、知識フレーム相互を体系化し、より上位の知識フレームを学習者に示す役割も担っている。

もう1つのフレームは、教材を自然科学という特定のジャンルに特化することにより得られる、文・段落・文章の各レベルに現れる特徴的な言語形式(言語フレーム)のことである。本実践では、文型フレーム、段落を構成する段落内構成フレーム、文章を組み立てる単位となる段落間構成フレーム、そして文章の型を表す文章構成フレームという4段階の言語フレームを認めた。これは従来、比較的日本語教育で注目されることの多かった文レベルの文型フレームだけではなく、段落内、段落間、そして文章構成のレベルの言語フレームを重視することで、文章全体の意味を大まかにすばやく把握し、内容理解を促進することを意図しているからである。この結果取り出された4つのレベルの言語フレームは、理科系学習者の興味と必要に即した実践的な教材開発と日本語学習の促進につながると考えられる。

本実践では、理科系学習者の自然科学に関する知識と、日本語の言語フレームを活用し、学習者の日本語学習を促進するような、総合的なフレーム教材の開発を意図している。

4. 教材化の方法

4-1 教材の対象者と目的

この教材の対象者は、主に非漢字圏の初級修了程度の学習者である。留学生センターの研修コース、あるいは補講の日本語初級コースを修了した非漢字圏の学習者が、大学院の日本語による専門の授業を受講すると、漢字の専門用語のあまりの多さに、理解することをほとんどあきらめてしまっている現実がある。

そこでそうした学習者の問題解決を支援するために、中級の日本語教材に科学的なトピックを採用し、中級の学習項目とともに、日本語で書かれた科学的な文章の言語フレームを併せて学習し、大学院での授業の議論や発表の日本語が少しでも早く身につくことを目的としている。また理科系学習者にとってなじみ深い科学的な知識フレームを活かすことで、語彙の獲得が容易になる効果も狙っている。

4-2 教材の選定とリライト

教材の本文としては、従来自然科学系のトピックについてすでに日本語で書かれた文章を用意するか、資料を集めて書き下ろすことが多いが、往々にして原文のままでは中級学習者にとっては難しすぎるが多い。そこで本研究では、原稿となる文章を用意し、それを書き直す、リライトと呼ばれる作業をすることにした。

本実践では、リライトを始めるにあたってまず、原文から段落内、段落間、そして文章構成のレベルに現れる言語フレームを抽出した。そしてそれをもとに、文レベルでは複雑な構造の文や難解な語彙を言い換えにより簡略化する。ただし本教材は、知識・言語フレームに着目したトップダウン式の理解及び読みの練習を目指しているので、文レベルの高度な文型は書き換えるが、段落内フレームに関わる構成要素となる接続詞などはあまり変えない。事実、科学的トピックによる読み物では、文レベルではあまり高度な文型は見当たらないので、全体量を減らすことなどが大きなリライトの目的となる。

一方語彙は、キーワードとなるものはそのままの形にする。それらは一般的な中級レベルとしては難解だが、本教材の目的である「専門への橋渡し」としては必要な語彙なので、容易な語彙習得に結びつくような「仕掛け」をする（これについては5.1で後述）。このように本実践でのリライト作業は、「言語レベルを総合的に低くした」これまでの日本語教材とは異なる特徴をもち、これも本教材開発理念の特徴の1つとなっている。

5. 教材の構成

各課に共通の全体構成は、1) 内容導入頁、2) 本文を3つ程度に区切った各部分、3) フレーム練習頁、4) 語彙リストという構成になっている。導入頁では既存の知識フレームを確認し、キーワードを導入する。次に、本文を1コマの授業でできる分量に区切った1回分の本文とその文法説明、練習の部分があり、最後にフレーム練習頁で、その課に現れた段落間構成フレームの重要なものを練習するという構成になっている。

5-1 導入頁と語彙表（知識フレームとキーワード）

各課の冒頭には、図表などを使って教材の内容に関する学習者の科学的な知識フレームを喚起し、確認する頁を配した。また、このトピックについての既存知識や問題点を想起し、考えを深めていくような設問を配置する。さらに、この課の文章全体の構成を表す、段落間構成フレームをフローチャートのような形で提示する。

見開きの次頁にはキーワード語彙表とともに、知識フレームを視覚的に示した図の中や、文中にキーワード入れる練習を配し、キーワードを文脈の中で理解・練習するという「仕掛け」を施した。

課全体の語彙表は、各課の末尾に掲げる。語彙表には、1) 日本語能力試験1級ないし級外であってもこのトピックを語るために欠かせない専門用語、2) 日本語能力試験2級以上の語、3) 本文3部分中2部分以上に現れる語などを入れた。語彙リストは、あいうえお順に並べ、調べやすくし、さらにこの課のキーワードや科学的な文章で一般的によく使われる重要語は強調文字にした。

5-2 各部分の構成

各課の本文は2-3部分に分け、各部分がなるべく1回のクラスで完結できる程度に分

量に留めた。本文の下に各段落が全体の文章の中で果たす機能を段落間構成フレームとして枠内に視覚化し、各段落の意味を要約して書くスペースを残した。このスペースの右に、その段落機能を支える言語的な手がかりを明示し、この言語的な手がかりが段落内言語フレームとなる。

続いて、各部分の学習項目の例文の提示、内容把握問題、段落内構成フレームの手がかりとなる接続詞の問題などを配する。本教材では知識フレームを活かしたトップダウンの素早い読解を支援するため、内容質問も正誤問題ではなく、口頭で答える問題とした。また常に内容を予測しながら、能動的な読解を進めるために、次の部分の内容予想問題も各部分の最後に配置した。

5-3 段落内構成フレームの練習頁

各課の最後に、重要な機能の段落の段落内言語フレームを練習する頁を配する。教材全体を通して、様々な機能の段落内フレームが練習できるように調整し、同じ機能の段落が繰り返し出て来る場合には、次第に高度な段落内構成を提示するように調整した。教材では段落内構成フレームとして言語的な手がかりを提示するが、重要なポイントだけにおさえ、あまり形にとらわれず自由に口頭で、内容を構成できるように練習する。

6. 教材から抽出された言語フレーム

2007年度と2008年度の試作版6教材の本文を俯瞰し、各段落の機能を規定してみると、「課題、事実、説明、解決、議論」の5種類の基本的な段落機能が認められた。さらに、その下に数種の下位分類が認められ、それらの段落の役割と配置を段落間構成フレームとして考察すると、[課題-解決][事実/課題-説明][課題-議論]などの典型的な段落機能の組み合わせが認められる。この一般化された段落の組み合わせを、文章全体の骨子となる文章構成フレームと考える。科学的なトピックの文章では[課題-解決][事実/課題-説明]などの限られた種類の文章構成フレームが繰り返し現れる傾向が見られた。

例えば「マラリア」には[課題-解決]型が3回登場し、他には「背景説明」が「課題」の前に、「手法説明」が[解決]の前に現れるが、それらは繰り返し現れる骨子の[課題-解決]型を補強する形になっている。したがって[課題-解決]型は、自然科学系の論文型の文章に特徴的な文章構成フレームであると考えられる。

2007年度の3教材には[事実-説明]型、2008年度の「脳の不思議」にはテーマを説明する[課題-説明]型の文章構成フレームが現れ、これらの「説明」型は教科書や啓蒙書に特徴的な文章構成フレームであると考えられる。一方、[課題-議論]型の文章構成フレームは「ヒトの進化」に見られた。一般に文科系の論説文、論文ではこのような議論型、意見陳述の文章構成フレームが多いため、中級の日本語クラスでは意見を述べる文型練習などが非常に多いが、理科系の学習者にはそうしたタイプの文章を読み書きする機会はあまり多くないのではないかと思われる。

7. 結論

今回の実践からは、科学的なトピックについて書かれた文章には、論文に多く見られる[課題-解決]型と教科書などに多く見られる[課題-説明]型の文章構成フレームが非常

に多く、[課題-議論]型は比較的限られる傾向が見られた。このことから、理科系学習者を対象にした教材開発では、内容のみならず言語フレームの面からも文科系の教材とはタイプの差異があり、理科系学習者を対象にした教材開発の必要性はその点にも求められるのではないかと考える。

謝辞：2007年度版、2008年度版の教材作成には、深川美帆、岩本阿由美、高島智美、田上栄子、松岡裕見子の各氏に御協力頂いた事をここに記し、御礼申し上げます。

注

- (1) 英語教育の読解等の研究では同種概念を scheme という語で代表していることが多い。本稿では言語形式と知識の「型枠」という意味で、より一般的な frame という語を採用した。

参考文献

- (1) 渡部友子・渡部学(2007)『『内容保証の原則』に基づいた高度実践英語教育 工学系大学院生を対象にしたクラスの実例から』『富山県立大学紀要』VOL. 17, 84-92
- (2) 鎌田倫子・渡部学・中河和子・岩本阿由美・高島智美・深川美帆(2008)「理系学部の日本語コース設計と評価に影響する要因」『日本語教育方法研究会誌』Vol. 15 No. 1, 48-49
- (3) Watanabe, Tomoko and Manabu Watanabe (2008) Implicational relations among linguistic skills - A view from a skill-based postgraduate English course - 『富山県立大学紀要』VOL. 18, 67-77
- (4) 金水敏・今仁生美(2000)『意味と文脈』岩波書店
- (5) Coulson, Seana (2001) *Semantic Leaps*. Cambridge: Cambridge University Press.
- (6) Feldman, Jerome A. (2006) *From Molecule to Metaphor*. The MIT: The MIT Press.
- (7) Gibbs, Raymond W. Jr. (2006) *Embodiment and Cognitive Science*. Cambridge: Cambridge University Press.

図1 知識フレームと言語記号

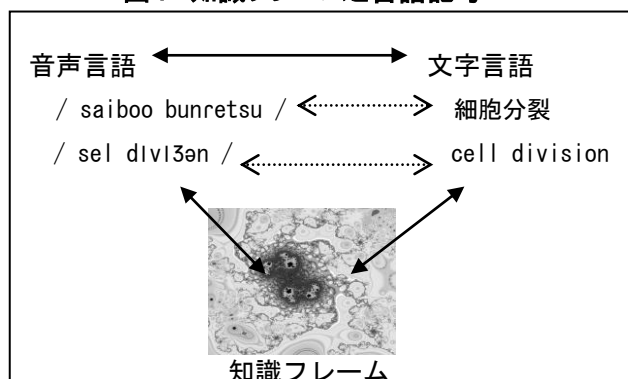


表1 2008年度版 段落間構成フレームの例

マラリア	ヒトの進化	脳の不思議
マラリア1	ヒトの進化1	脳の不思議1
背景1	事実1	テーマ
背景2	事実2	説明 実験の方法
マラリア2	理由	事実 発見
問題1	感想	脳の不思議2
問題2	ヒトの進化2	テーマ
解決1	仮説	比較1
マラリア3	反論	比較2
解決2	問題	比較3
手法の説明	議論	結論
問題3	ヒトの進化3	脳の不思議3
解決3	事実(関係)	テーマ
	説明(理由)	例
	問題	説明 理由
	例 2つ	結論
	説明(その原因)	

表2 段落内構成フレームの例

マラリア2		
問題1	薬剤耐性	問題点の1つは／しかし,
問題2	薬剤資源不足	しかし／ことから…できていない
解決1	薬の合成	最近…開発した／成功した
人類の進化2		
事実	ネアンデルタール人	…は, …ていた。
仮定	旧説	以前は…と考えられていた。
反論	DNA分析による新説	しかし, 現在では…考えられている。 …と考えられる。 この…の結果, …と考えられている。
脳の不思議3		
テーマ	脳の情報処理	特徴…その一つは…
例1	漢字の意味と位置の違和感	たとえば…だろうか。
説明	違和感の理由	これは…ことによる。それで…のだ。これは…ということである。
例2+説明	記憶の並行処理	また…らしい。たとえば…だろうか。それに対して…はずだ。…ためだ。
結論		このように…わけである。

図2 フレームによる導入頁の例

1) 「マラリア」全体のフレーム導入頁

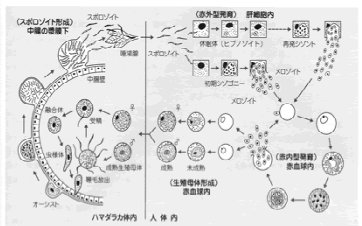



図1-3-1 三日熱マラリア原虫の生活史 (Giles & Warrell: Essential Malariology, 1989より改定)

マラリア
文庫フレーム

- ① 設定
- ② 背景
- ③ 問題
- ④ 解決
- ⑤ 解決
- ⑥ 評価
- ⑦ 問題
- ⑧ 解決



ハマダラカ
本死虫のマラリア原虫
マラリア原虫

<マラリア> 発病のしくみ

マラリアを起こす寄生虫、マラリア原虫はハマダラカによって [] されます。

蚊が人を [] と、マラリア原虫スポゾド (SPOROZOITES) は、人の体内に入り、人に [] して、生きていきます。人はこうしてマラリアに [] します。

つぎに、寄生虫のメロゾイド (MEROZOITES) は肝臓に [] して、数を [] し、肝臓の細胞 (セル) を破壊します。

それから、寄生虫のメロゾイドは赤血球に入り、 [] して、トロフォゾイド (TROPHOZOITES) になります。

トロフォゾイドはヘモグロビンを食べて、増殖して、シント (SCHIZONTS) になります。

シントの中にたくさんのメロゾイドがあるので、赤血球を [] して、メロゾイドを [] します。


そのメロゾイドが多くの新しい赤血球に入り、赤血球を破壊して血液中に出た時に、 [] します。

放出する/殺す/産する/増殖する/発熱する
刺す/破壊する/増やす/寄生する/移動する/感染する

2) 「マラリア3」の導入頁

マラリア (3)

マラリアを防ぐ
蚊に刺されないようにする



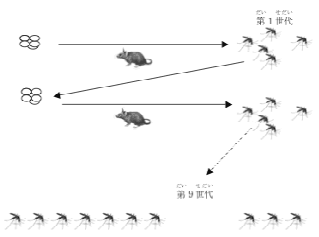
マラリアを媒介する蚊の繁殖

マラリア原虫に耐性のある蚊
マラリア原虫に耐性のない蚊

マラリアに感染したマウスを飼

蚊の卵を箱から取り出す

マラリアに感染していないマウスを飼



第1世代
第2世代

マラリア原虫に耐性のある蚊 70%
マラリア原虫に耐性のない蚊 30%

問題: マラリア原虫に耐性のある蚊の命が短い

蚊の遺伝子操作

SN1タンパク質あり
SN1タンパク質なし 野生の蚊

野生の蚊と同じ寿命