

Readability 指標による科学テキストの予備分析

小 山 由紀江

1. 始めに

工学部の英語教育に関するニーズ分析を行った際、最も重要なのはリーディングであるとの結果であった。(清水 & 小山, 2001) 専門分野の論文を始め、科学技術関連の文書を英語で読むことは工学部の学生には必須であり、卒業後も職場でエンジニアとして海外の会社やクライアントとのメールや書類のやり取り、また各種の英語文献からの情報収集など、英語の文書を読み正確に速く理解することは重要な課題である。リーディングの能力を解明するために、リーディングのメカニズムやプロセスについては多くの研究がなされ、これまで大別するとボトムアップ・プロセスとトップダウン・プロセスの二つのモデルが提言されてきた。ボトムアップ・プロセスとはテキストの構成要素の小さいものから、即ち単語から句、句から文、文からパラグラフというようにリーディングは積み上げ式に進むというモデルである。他方、トップダウン・プロセスはタイトルや挿入された図や表によって何らかの予測をもって読み始め、読み進める内に背景知識(スキーマ)が生かされて内容理解に修正を加えたり、さらに読み進めたりするという理解の仕方である。しかし、近年はそれらのどちらかの立場を取るというよりは、'modified interactive model' 「修正相互作用モデル」がリーディングの現実を説明するものとして取り入れられる場合が多い。(Grabe & Stoller, 2002)

リーディングのメカニズムについては以上のような議論がされているが、このような概念モデルではなく実際の教材やテスト作成に際しては、材料としてのリーディングのコンテンツが大きな要素となることは論を俟たない。リーディング能力の構成要素に関して Nakamura (2000) は、ラッシュモデルの linearity の考え方に基づいて分析を行い、コンテンツとスキルが構成要素であると結論している。コンテンツがリーディングの重要な要素という場合、コンテンツには「トピック」と「難易度」の二つの側面が考えられる。学習者にと

ってトピックが適切であるかどうかは、学習の目的に合致しているかどうかであるが、限られた学習時間に効果的に習得するためには例えば工学部の学生には科学技術関連のテキストを読むことが適切であると言えよう。また難易度の点では、上述の Nakamura (2000) でリーディングのもう一つの構成要素として挙げられた「スキル」にも関連するが、初級レベルの学習者に難易度の高いテキストを読ませても学習者のモチベーションも下がり、読解力の向上にはつながらない。適切なコンテンツと言う場合には、以上のようにトピックと難易度が共に適切なものであることが必要となる。

さて、英文テキストが難易度の点から学習者に適切であるかどうかを議論する際に、これまで広範に使われてきた指標としてリーダビリティがある。難易度の指標として、Dale-Chall、Flesch Reading Ease、Flesch Grade Level、Fry Graph、FORCAST 等、これまでに多くのリーダビリティ指標が提案されてきた。本稿では対象の異なるソースから抜粋した科学技術に関するテキストを、従来から使われてきたリーダビリティ指標と、新しく提案された指標とを使って分析し、その結果とそれらのテキストの大学英語教育における位置づけについて論ずる。

2. 従来のリーダビリティ指標

リーダビリティ指標は、上記のように Flesch Reading Ease Score、Flesch-Kincaid Grade Level、Dale-Chall を筆頭にこれまでに様々なものが提案されてきた。最も一般的な指標は 1) センテンスの難しさ（一文中の語数の平均）と 2) 語の難しさという二つの要素を基にリーダビリティが計算されているが、語の難しさについては一語中のシラブル数の平均（Flesch Reading Ease Score 等）によって計算する方式と、「よく知られている平易な語」のリストに照らし合わせて平易語の割合によって計算する方式（Dale-Chall 等）がある。以下、前者の代表的な例として Flesch Reading Ease Score と Flesch-Kincaid Grade Level Score を、後者の例として Dale-Chall の指標について詳細を説明する。

2.1 Flesch Reading Ease Score

Flesch Reading Ease Score は Flesch (1948) で提案されたリーダビリティの指標で、計算式は次のようなものである。

$$RE = 206.835 - (1.015 \times ASL) - (84.6 \times ASW)$$

RE = Readability Ease

ASL = Average Sentence Length (総語数を文章の数で割ったもの：一文の平均語数)

ASW = Average number of syllables per word (一語の平均シラブル数)

算出されるリーダビリティ指数は 0 から 100 の間で示され、スコアの高いほどテキストが易しいことを示している。テキサス大学の Txreadability のホームページによると、一般的に 30 以下は非常に難度が高く、70 はアメリカの 8-9 年生のレベル、最低 4 年生までの教育を受けていれば、スコアが 100 程度のテキストの内容を理解する事ができると考えられる。

2.2 Flesch-Kincaid Grade Level Score

この Flesch-Kincaid Grade Level Score は 2.1 で述べた Flesch Reading Ease Score 指標を改良し、計算結果のスコアを学年で示すことによって教育の場で教材の難易度を判断しやすいようにしたものである。従って教育関係者によって使われることが多く、このスコアがこの計算式は以下の通りである。

$$\text{Flesch-Kincaid Grade Level Score} = (.39 \times ASL) + (11.8 \times ASW) - 15.59$$

ASL = Average Sentence Length (総語数を文章の数で割ったもの：一文の平均語数)

ASW = Average number of syllables per word (一語の平均シラブル数)

Flesch Reading Ease Score と Flesch-Kincaid Grade Level Score の関連は(染谷、2009)によると以下の表によって示される。

Flesch score	評価	対応する学年レベル(FKG equivalent)
90-100	Very easy	5年生
90-80	Easy	6年生
80-70	Fairly Easy	7年生
70-60	Standard	(8-9)
60-50	Fairly Difficult	高校(10-12)
50-30	Difficult	大学(13-16)
0	Very Difficult	大学卒業以上(17 and above)

2.3 The New Dale-Chall Readability Formula

次に、Dale-Chall 指標について述べるが、これは上記 2 つの指標とは異なり、語の長さではなく、テキストに含まれる語が平易語リストに含まれるか否かによって難易度を算定する方式である。平易語のリストは英語を母語とする小学校 4 年生の 80% が理解できる語とされ、1948 年に提案された古い version では 763 語であった。このリストは 1995 年に改訂され、この新しい version は 3000 語を含んでいる。(*Readability Revisited: The New Dale-Chall Readability Formula*) The New Dale-Chall Readability Formula の計算式は以下に示す通りである。

$$\text{Raw Score} = 0.1579 * (\text{PDW}) + 0.0496 * \text{ASL}$$

Raw Score = Reading Grade of a reader who can comprehend your text at 3rd grade or below.

PDW = Percentage of Difficult Words (難語のパーセンテージ)

ASL = Average Sentence Length in words (総語数を文章の数で割ったもの : 一文の平均語数)

難語(PDW)の率が 5%以上だった場合は以下の調整が必要 :

$$\text{Adjusted Score} = \text{Raw Score} + 3.6365, \quad (\text{さもなければ Adjusted Score} = \text{Raw Score})$$

Adjusted Score = Reading Grade of a reader who can comprehend your text at 4th grade or above.

さらにスコアから調整された学年レベルを導くためには以下の表を使用する。

ADJUSTED SCORE	GRADE LEVEL
4.9 and Below	Grade 4 and Below
5.0 to 5.9	Grades 5 - 6
6.0 to 6.9	Grades 7 - 8
7.0 to 7.9	Grades 9 - 10
8.0 to 8.9	Grades 11 - 12
9.0 to 9.9	Grades 13 - 15 (College)
10 and Above	Grades 16 and Above (College Graduate)

3. リーダビリティー指標の問題点

従来のリーダビリティー指標にはいくつかの問題点が指摘されている。(染谷, 2009 ; 田中, 2009) 一つは、学年レベルでスコアを出す場合は、母語話者の学年が指標となっており、そのまま EFL の状況に適用することは適切ではないという点がある。またさらに田中 (2009) はこれまでのリーダビリティーは指標としての学年が量的に捉えられており、学年が上がるにつれ一定に上がっていくことを仮定していることは、日本の英語教育の現状には適さないことも指摘している。

またさらにより本質的な問題としては、従来の多くのリーダビリティー指標がテキストに含まれる文や語の長さ・短さ、あるいは構文が複雑か・単純かといった形式的な要素を基に計算されているということがある。染谷 (2009) はリーダビリティーの指標について次のように述べている。

「単にテキストの表面的・形態的な特徴のみによってリーダビリティーを判断しているため、たとえば *A green boy is a dog and cat in the house of fire.* のような全く意味を成さない文字列や *Four king sons had the.* のような非文でも、『読みやすい文』(!) という評価になる。反対に、長めの地名や人名が多く出てくる文章や、カンマやセミコロン等で付加的な語句を重層的につなげたものは、仮に文章としてはごく簡単に理解できるものであっても、リーダビリティー評価は低くなる。」

このような点から見ても、リーダビリティーの指標が、難易度を示す指標としてただ単に正確さに欠けるというよりは、「読んで理解する」というリーディングのメカニズムを視野に入れていないという意味で、これ自体では極めて不十分な指標とすることができるだろう。以下、新しく提案されているリーダビ

リティー指標のうち、田中 (2009) の順序ロジットモデルと、Graesser, A. C..et al., (2004)による Co-Metrix を使って、レベルが異なると推測される科学に関する 4 種類のテキストを分析とその結果について考察する。

4. 新しいリーディング指標

4.1 順序ロジットモデルによるリーダビリティ

学年を示す従来のリーダビリティ指標が、学年を量的に捉えるという点を改良するために田中 (2009) は学年を各学年等しい量を持つものとしてではなく順序と考え、順序ロジットモデルを提案した。これは日本人英語学習者にとっては「学年における間隔」と「リーダビリティの間隔」が異なる可能性があることを考慮したもので、英語の母語話者を対象として構築された従来の多くのリーダビリティ指標に比べ、より正確な指標を得ることができるものである。

4.2 Coh-Metrix

語や文の数といった形式的な要素を基にしているという従来のリーダビリティ指標に対する批判に応える形で、2004年に提案されたのが Coh-Metrix (Graesser, A. C.et al., 2004)である。Graesser, A. C.et al., (2004)は“Readability formulas ignore dozens of language and discourse components that are theoretically expected to influence comprehension difficulty.” (p194)と述べ、従来のリーダビリティ指標の欠点を補う形で Coh-Metrix が開発された。Coh-Metrix はテキストの coherence や cohesion、さらに様々な文章構造を細かく分析した上でスコアを算定し、語レベルのみならず談話レベルの特性を示す。その意味で言語プロセスのメカニズムをコンピューターによって数値化することのできるツールである。Graesser, A. C..et al., (2004)は coherence を“a characteristic of the reader’s mental representation of the text content”、cohesion を“a characteristic of the text”と定義しているが、これらの概念をリーディングの大きな要素として分析することが Coh-Metrix 開発の主要な目的である。

Coh-Metrix が算定するスコアは全部で 62 あるが、これらは 1. 一般的情報、

2.リーダビリティ、3. 一般的なテキスト自体の情報、4. 構文指数、5. 指示・意味指数、6. 状況モデル、以上の 6 種類に大別される。以下がそのリストである。(なお今回分析に使用したのは、Coh-Metrix 2.0 である。)

==

1. General identification and reference information
2. Readability indices
 - a. Flesch Reading Ease: READFRE(index 59)
 - b. Flesch-Kincaid Grade Level: READFKGL (index 60)
3. General Word and Text Information
 - 3.1 Basic count (語・センテンス・パラグラフの数等)
 - 3.2 Frequencies (内容語の頻度)
 - 3.3 Concreteness
 - 3.4 Hypernymy
4. Syntax Indices
 - 4.1 Constituents
 - 4.2 Pronouns, Types, and Tokens
 - 4.4 Connectives
 - 4.5 Logical Operators
 - 4.6. Sentence syntax similarity
5. Referential and Semantic Indices
 - 5.1 Anaphor
 - 5.2 Coreference
 - 5.3 Latent Semantic Analysis (LSA)
6. Situation model dimensions
 - 6.1 Causal dimension
 - 6.2 Intentional dimension
 - 6.3 Temporal dimension
 - 6.4 Spatial dimension

5. 分析対象とする科学テキスト

さて以上述べてきたように、順序ロジットモデルによるリーダビリティと Coh-Metrix は異なる視点からではあるが、従来のリーダビリティ指標の持つ問題点を改善したツールである。これらを使って科学に関する4種類のテキストを分析し、その結果を従来の指標と比較することによって両者のツールの特性を見ることにする。対象テキストは以下の表に示されたように、科学専門誌 (*Science*) から日本の高等学校の教科書 (*Crown*) まで、難易度が異なることが推定されるソースから抽出された。語数はそれぞれ、*Science*: 205、*Scientific American*: 192、*Physics*: 240、*Crown II*: 192 と少なく、このことから本研究は、今後の大規模なコーパス分析の前段階としてサンプルを予備分析したものとの位置づけである。*Science* はアブストラクト全体を、他のソースはパラグラフの切れ目で、約 200 語になるところで区切り、その部分を対象テキストとして抽出した。内容はいずれも科学的なトピックのものを選んだ。

テキストの種類	科学専門誌	科学一般雑誌	米国高校教科書	日本高校教科書
テキストのソース	<i>Science</i>	<i>Scientific American</i>	<i>Physics</i>	<i>Crown II</i>
内容	脳に関する論文の アブストラクト	女性と痛み	物理とは	火星

6. 分析結果

6.1 順序ロジットモデルによる分析結果

田中 (2009) が提案した順序ロジットモデルによる各テキストの分析結果は以下の表の通りである。この結果を見ると、平均的なセンテンスの長さは専門誌、一般科学雑誌、米国高校教科書、日本高校教科書の順に短くなり、特に日本の高校の教科書は 14.8 語とかなり短いものになっている。使用されている語彙の分布では、高校レベルを超える難度の高い語が、専門誌が 34.9% で一番多く、次に米国英語教科書が 26.5%、一般科学雑誌と日本高校英語教科書がほとんど同じ 17% 台である。しかし最も易しい中学 1 年で学習する語彙の割合は、一般科学雑誌、専門誌、米国高校教科書、日本高校教科書の順に多くなっていて、一般科学雑誌と米国高校教科書の難易度の違いはこの語彙レベルの分類に

よっては判断できない。さて、肝心の推定されたロジット・リーダビリティはいずれのテキストも全体的なレベルは SR（高校を越える）レベルと同レベルに判定された。しかし、学年別の probability を見ると、日本高校教科書のみがすべての学年に数値結果が出され、他のテキストとの違いが明確である。米国高校教科書に関しては、S1 が 0.5、S2 が 2.1 とわずかに高校レベルの学習者に関してもリーダブルであることが分かる。

	専門雑誌	一般科学雑誌	米国高校教科書	日本高校英語教科書
	Science	Scientific American	Physics	Crown
* Average Sentence Length	25.6	24	20	14.8
* Word distribution				
J1	36.50%	34.80%	39.30%	46.30%
J2	12.20%	15.20%	14.50%	17.70%
J3	3.70%	4.90%	6.00%	6.10%
S1	2.60%	8.20%	3.80%	3.70%
S2	5.80%	12.00%	4.70%	4.90%
SR	4.20%	7.60%	5.10%	4.30%
OVER	34.90%	17.40%	26.50%	17.10%

[Ordered Logit Readability]

* Estimated grade	SR	SR	SR	SR
* Estimated probabilities				
J1	0.00%	0.00%	0.00%	0.10%
J2	0.00%	0.00%	0.00%	0.30%
J3	0.00%	0.00%	0.00%	1.70%
S1	0.00%	0.00%	0.50%	15.90%
S2	0.10%	0.10%	2.10%	34.00%
SR	99.90%	99.90%	97.30%	48.00%

以上の結果から、田中（2009）の順序ロジットモデルによる分析は、今回対象とした科学専門誌、一般科学雑誌の分析には難易度の点で必ずしも適切でないことが明らかとなった。しかし高校教科書レベルまでのテキストの分析については学年別のリーダビリティが得られ、大学初年時の教材作成には重要な情報を与えてくれるツールと言える。

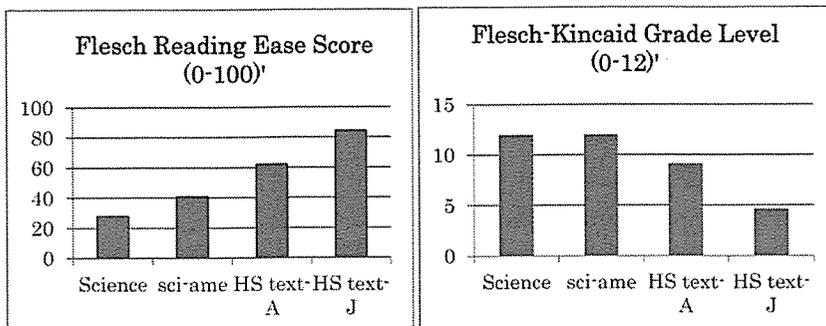
6.2 Coh-Metrix による分析結果

Coh-Metrix による各テキストの分析結果は以下の通りである。Coh-Metrix は従来のリーダビリティである Flesch Reading Ease と Flesch-Kincaid Grade Level の指数も算出するため、本章ではこれら二つの指標と、さらに Coh-Metrix の特徴的な指標である coherence 等の意味的なつながりに関わる 5 つの指標に限って、分析の結果を考察することにする。

まず Flesch Reading Ease であるが、これは、科学専門誌、一般科学雑誌、米国高校教科書、日本高校教科書の順に、28.123-41.024-62.296-84.54 と指数が高くなり、科学専門誌が最も難度が高く、日本の高校教科書が一番平易という順当な結果が出た。80 以上はかなり易しく 30 未満は相当難度が高いとされるので、これらの 4 つのテキストはこの指標によると段階的に広い範囲の能力の学習者に対応することが分かる。

次に Flesch-Kincaid Grade Level であるが、これは同様の順番で 12-12-9.157-4.648 と対応学年が下がる傾向にある。しかし、科学専門誌と一般科学雑誌の難易度は対応学年としては同じ 12 年生（高校最上級生）という結果になった。米国の高校の教科書である *Physics* については 9.157 と高校の初学年のレベルに相当するという結果となり、教科書使用の実際の対象者（米国の高校生）にとって適切な難易度の教材と言えよう。日本の高校の英語教科書は 4.648 という数値であるが、これは他のテキストと比べてもかなり易しいことが明らかである。この結果を見る限り、アメリカの高校の教科書は大学の 1-2 年生が読むテキストとして、適切な難易度であるということができる。

以上の結果をグラフで示すと以下の通りである。Flesch Reading Ease での分析結果では、専門誌→一般科学雑誌→米国教科書→日本の高校教科書と滑らかな段階を追って平易になっていることが分かる。



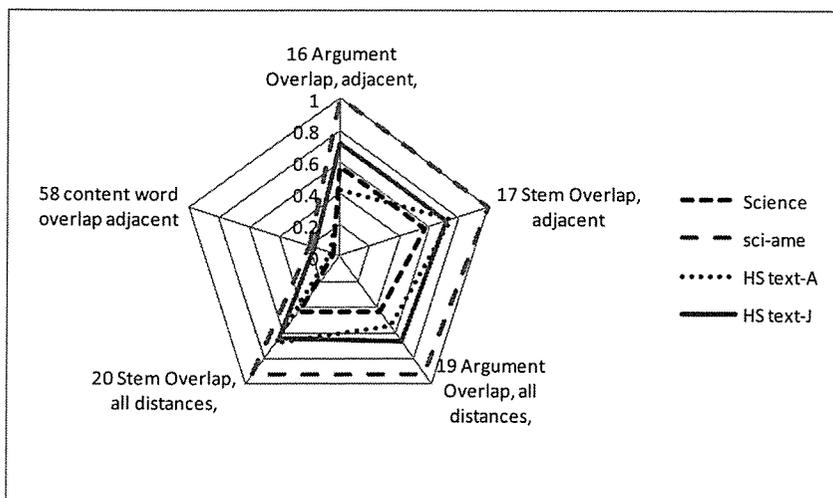
さて、Coh-Metrix の意味やつながりに関連する指標であるが、今回考察の対象とする以下の 5 つの指標については次のように説明されている。

- Adjacent argument overlap: CREFA1u : 隣接する文が 1 つ以上の argument (noun, pronoun, noun-phrase) をシェアする割合
- Argument overlap: CREFAau : 一つのパラグラフの中のすべての文のペアが argument をシェアする割合
- Adjacent stem overlap: CREFS1u : 隣接する文が 1 つ以上の word stem をシェアする割合
- Stem overlap: CREFSau : 一つのパラグラフの中のすべての文のペアが word stem をシェアする割合
- Content word overlap: CREFC1u : 隣接する文が共通する内容語を有する割合

分析結果を見てみると、a. Adjacent argument overlap (表内 16) については、一般科学雑誌が 1. と最も高く、米国高校教科書が 0.417 と最も低い。c. Adjacent stem overlap (表内 17) についても全く同じ順であった。また b. Argument overlap (表内 19) については一般科学雑誌 0.929 - 日本高校教科書 0.663 - 米国高校教科書 0.547 - 科学専門誌 0.429 の順である。これも d. Stem overlap (表内 20) の分析結果と全く同じ順番である。一般科学雑誌は説明が解りやすいということであろうか。また科学専門誌はアブストラクトをサンプルとしたため、内容が凝縮されていて表現の overlap が少ないことが考えられる。さらに内容語の重複を示す e. Content word overlap (表内 58) の結果にも同様の傾向が見られた。一般科学雑誌が 0.201 と一番高く、順に日本高校教科書 0.17、米国高校教科書 0.064、科学専門誌 0.044 という値になっている。ここ

からもやはり一般科学雑誌の overlap が一番多く、従って cohesion の点からも読みやすいテキストであると考えられるだろう。

これらの5つの指標について4つのテキスト別に結果をグラフにしたものを以下に示す。このグラフを見ると、一般科学雑誌（Scie+ame）が全ての指標において高い値を得ていることがよく分かる。即ち、前後関係などを考えた場合、一般科学雑誌は読みやすいテキスト、逆に科学専門誌（Science）は全般に低い値を取っており、内容把握も含め読みにくいテキストという結果がより明らかに示されたわけである。



次に、今回の考察で取り上げなかった他の指標も含め、全ての項目の分析結果を参考までに以下の表の形で挙げておく。

1	Title 'Title'	science-brain-new	women-new	physics	highschool text-mars
2	Genre 'Genre'	Science	Science	Science	Science
3	Source 'Source'	science	women-sci-ame	physics textbook	crown II
4	JobCode 'JobCode'	120205-science	120205-women	120124-3	-2147484
5	LSASpace 'LSASpace'	CollegeLevel	CollegeLevel	CollegeLevel	CollegeLevel
6	Date 'Date'	1/24/2012 12:00:00 AM	1/24/2012 12:00:00 AM	1/24/2012 12:00:00 AM	1/28/2012 12:00:00 AM

7	CAUSVP 'Incidence of causal verbs, links, and particles'	58.537	26.042	75	31.25
8	CAUSC 'Ratio of causal particles to causal verbs (cp divided by cv+1)'	0.625	0.5	0.9	0.75
9	CONADpi 'Incidence of positive additive connectives'	43.902	36.458	29.167	36.458
10	CONTPpi 'Incidence of positive temporal connectives'	4.878	15.625	8.333	10.417
11	CONCSpi 'Incidence of positive causal connectives'	24.39	10.417	37.5	15.625
12	CONADni 'Incidence of negative additive connectives'	4.878	5.208	8.333	15.625
13	CONTPni 'Incidence of negative temporal connectives'	0	0	0	0
14	CONCSni 'Incidence of negative causal connectives'	0	0	0	0
15	CONi 'Incidence of all connectives'	78.049	62.5	83.333	72.917
16	CREFAIu 'Argument Overlap, adjacent, unweighted'	0.571	1	0.417	0.714
17	CREFSIu 'Stem Overlap, adjacent, unweighted'	0.571	1	0.75	0.714
18	CREFP1u 'Anaphor reference, adjacent, unweighted'	0.286	0.286	0.333	0.071
19	CREFAAu 'Argument Overlap, all distances, unweighted'	0.429	0.929	0.547	0.663
20	CREFSAu 'Stem Overlap, all distances, unweighted'	0.429	0.929	0.68	0.642
21	CREFPau 'Anaphor reference, all distances, unweighted'	0.12	0.08	0.1	0.083
22	DENSNP 'Noun Phrase Incidence Score (per thousand words)'	263.415	270.833	304.167	317.708
23	DENSPR2 'Ratio of pronouns to noun phrases'	0.074	0.135	0.178	0.098
24	DENCONDi 'Number of conditional expressions, incidence score'	0	0	4.167	5.208
25	DENNEGi 'Number of negations, incidence score'	0	10.417	0	0
26	DENLOGi 'Logical operator incidence score (and + if + or + cond + neg)'	43.902	46.875	33.333	31.25
27	LSAassa 'LSA, Sentence to Sentence, adjacent, mean'	0.242	0.457	0.313	0.385
28	LSApsa 'LSA, sentences, all combinations, mean'	0.251	0.589	.	0.364
29	LSAppa 'LSA, Paragraph to Paragraph, mean'	0.486	0.437	0.313	0.678
30	DENPRPi 'Personal pronoun incidence score'	19.512	36.458	54.167	31.25
31	HYNOUNaw 'Mean hypernym values of nouns'	4.448	4.668	5.366	5.237
32	HYVERBaw 'Mean hypernym values of verbs'	1.744	1.631	1.91	1.229

33	READNP 'Number of Paragraphs'	2	5	13	3
34	READNS 'Number of Sentences'	8	8	13	15
35	READNW 'Number of Words'	205	192	240	192
36	READAPL 'Average Sentences per Paragraph'	4	1.6	1	5
37	READASL 'Average Words per Sentence'	25.625	24	18.462	12.8
38	READASW 'Average Syllables per Word'	1.805	1.672	1.487	1.292
39	READFRE 'Flesch Reading Ease Score (0-100)'	28.123	41.024	62.296	84.54
40	READFKGL 'Flesch-Kincaid Grade Level (0-12)'	12	12	9.157	4.648
41	SYNNP 'Mean number of modifiers per noun-phrase'	0.963	0.865	0.808	0.672
42	SYNHw 'Mean number of higher level constituents per word'	0.717	0.745	0.725	0.776
43	SYNLE 'Mean number of words before the main verb of main clause in sentences'	10.125	14.625	6.077	2.733
44	TYPTOKc 'Type-token ratio for all content words'	0.929	0.683	0.825	0.709
45	FRQCRacw 'Celex, raw, mean for content words (0-1,000,000)'	1200.01	2753.431	1052.462	5508.713
46	FRQCLacw 'Celex, logarithm, mean for content words (0-6)'	1.916	2.393	2.058	2.494
47	FRQCRmcs 'Celex, raw, minimum in sentence for content words (0-1,000,000)'	3.75	12.5	11.5	40.429
48	FRQCLmcs 'Celex, logarithm, minimum in sentence for content words (0-6)'	1.07	0.987	0.912	1.298
49	WORDCacw 'Concreteness, mean for content words'	390.448	392.973	386.786	397.447
50	CONLGpi 'Incidence of positive logical connectives'	19.512	15.625	37.5	26.042
51	CONLGni 'Incidence of negative logical connectives'	4.878	5.208	8.333	15.625
52	INTEC 'Ratio of intentional particles to intentional content'	0	0	0	0
53	INTEi 'Incidence of intentional actions, events, and particles.'	14.634	15.625	33.333	20.833
54	TEMPta 'Mean of tense and aspect repetition scores'	0.714	0.786	0.958	0.571
55	STRUTa 'Sentence syntax similarity, adjacent'	0.074	0.118	0.125	0.123
56	STRUTt 'Sentence syntax similarity, all, across paragraphs'	0.068	0.083	0.106	0.099
57	STRUTp 'Sentence syntax similarity, sentence all, within paragraphs'	0.069	0.129	0	0.109

58	CREFC1u 'Proportion of content words that overlap between adjacent sentences'	0.044	0.201	0.064	0.17
59	SPATC 'Mean of location and motion ratio scores.'	0.639	0.679	0.478	0.461
60	WORDCmcs 'Concreteness, minimum in sentence for content words'	225	225	194	194
61	GNRPure 'Genre purity'	0.5	0.5	0.5	0.5
62	TOPSENr 'Topic sentence-hood'	0	0	0	1

7. まとめ

以上、科学専門誌、一般科学雑誌、米国高校教科書、日本高校教科書のサンプルテキストを、Flesch Reading Ease と Flesch-Kincaid Grade Level という従来からあるリーダビリティの2指標、また新しく提案された順序ロジットモデルと Coh-Metrix の2指標によって分析した結果について述べた。

従来の2指標による分析では、科学専門誌→一般科学雑誌→米国高校教科書→日本の高校教科書と段階的に難易度が減少しこれら4種のテキストは専門誌読解をゴールとする教材作成に適切な段階を踏んでいると考えられる。また学年レベルの指標では科学専門誌と一般科学雑誌がどちらも12年生に適していると分析されたが、その他の二つは→米国高校教科書→日本の高校の教科書という段階で低学年に移行しており、この点でも高校卒業後の大学初年時の教材として米国高校教科書が有力な候補になることが考えられる。

他方、順序ロジットモデルによる分析では科学専門誌と一般科学雑誌は同じ probability 指数(S=0.1%, SR=99.9%) になり両者に差が付かなかった。これはもともと分析の際に対象とするテキストが中学から高校のレベルであったことによるものであり、この意味で4種のテキストのリーダビリティの正確な分析はできなかった。しかし適切な難易度のテキストであれば、中学・高校の学習者に適した教材作成に大いに役立つことが期待される。

最後に Coh-Metrix による分析結果について述べる。テキストの意味的なつながりを算出するこの分析では、62の指標の内5つの指標について考察したが、一般科学雑誌のテキストが最も高い値を示し、科学専門誌は5つの内4つの指標において最も低い値を示した。Flesch Reading Ease と Flesch-Kincaid Grade Level の分析では、一般科学雑誌は科学専門誌と同等の難度であったにも拘らず意味と前後のつながりを考えた場合は、大きく違う結果となったわけ

である。一般科学雑誌は日本の高校の英語教科書よりも高い値を示し、この 4 種のテキストの中で、ある意味では「もっとも読みやすい」テキストという側面を持つことが明らかになった。これは従来のリーディング指標では見出すことのできなかつたテキストの重要な要素である。

本研究で対象としたテキストは長さも 200 語前後と短く、またサンプル数も 4 つと極めて限定されたものであった。そのため、今回の分析結果のみによって一般的な結論を安易に引き出すことはできない。しかし、学習者の能力に合った適切なリーディング教材を選択・作成する場合、テキストの難易度を従来のリーディング指標で測るのみならず、cohesion や coherence をも視野に入れた Coh-Metrix のようなツールで分析し、意味的つながりによる読みやすさの指標を取り入れることの重要性は明らかである。文章の難しさが、単語と文の長さだけで決まるわけではないことは、母語の文章を読むときの経験を思い起こせば容易に想像がつく。英語教材を選択したり作成したりする場合には、安易に従来のリーディング指標のみで判断することは避けなければならない。ましてや英語教員が「直観」に頼って選ぶのではなく、コンピュータによるテキスト分析が発達し簡便なツールが身近に使える状況にある現在、適切なリーディング指標を使用して適切な難易度の教材を選択することが求められていると言えよう。

参考文献

- 清水裕子・小山由紀江(2001).「工学系大学卒業生の英語ニーズ分析—質問紙調査に基づいて—」『立命館経済学』50(4), 56-73
- 染谷康正 (2009).「オンライン版『英文語彙難易度解析プログラム』(Word Level Checker)の概要とその応用可能性について」 <http://someya-net.com/wlc/readability.html>
Retrieved Jan. 5th, 2012
- 田中省作 (2009).「順序尺度としての学年を指標とした日本人英語学習者のための英文書リーダビリティの推定」『統計数理研究所共同研究レポート』233, 35-47
- Chall, J.S., & Dale, E. (1995). *Readability Revisited: The New Dale-Chall Readability Formula*. Northampton MA.:Brookline Books
- Coh-metrix 2.0 <http://cohmatrix.memphis.edu/CohMetrixWeb2/HelpFile2.htm#References>
Retrieved Jan. 5th, 2012
- Graesser, A. C., McNamara, D. S., Louwerse, M. M., & Cai, Z. (2004). Coh-Metrix:

Analysis of text on cohesion and language. *Behavior Research Methods, Instruments, and Computers* 36, 193-202.

Grabe, W. and Stoller, F. (2002), *Teaching and Researching Reading*. Longman.

Txreadability

<http://www.utexas.edu/disability/ai/resource/readability/manual/forcast-versus-flesch-Japanese.html>

Retrieved Jan. 13th, 2012