

数学的表現の黙読時における内声 Inner Reading Voices of Mathematical Expressions.

栗津 俊二
Shunji Awazu

実践女子大学
Jissen Women's University
awazu-shunji@jissen.ac.jp

概要

黙読時に主観的に経験される内なる声(以下 IRV)について、日本語文の IRV を認識する程度と、抽象性の高い数学概念や数式の IRV を認識する程度の関係を探査した。68 名によるアンケートへの回答を分析したところ、日本語文 IRV を認識する程度と数学概念・数式の IRV を認識程度には有意な相関がみられた。しかし偏りが見られ、数学概念や数式の IRV を認識するには、その内容に関連する知識や経験が寄与する可能性が示唆された。

キーワード：文理解(sentence comprehension), 身体性(embodiment), 内声(internal voices)

1. 目的

本研究では、文の黙読時に読み手が主観的に経験する内声(IRV)を、身体性認知科学でいう知覚運動シミュレーションの1つと捉える。IRVの個人差を切り口に、言語理解の程度および理解過程そのものの個人差・刺激差の解明を目指す。

身体性認知科学では、言語の意味理解に、知覚運動シミュレーションが関与すると考える(Barsalou, 1999)。この説を支持する研究は数多いが(栗津,2021 など)、その多くは視覚か身体動作のシミュレーションが対象であり、聴覚的なシミュレーションは、その有無も含めてほぼ検討されていない。

一方、文字言語の黙読時に、存在しない音声を、頭の中で主観的・内的に経験する者は多い。このような音声は Inner speech, subvocal などとも呼ばれるが、本稿では黙読時の内声であることを強調し、Inner Reading Voice(IRV)と呼ぶ(Vilhauer, 2017)。これまで IRV は、読解時の構音、作業記憶の音韻ループ、語句の音韻表象との関係などが調べられてきた(高橋,2013)。また、聞こえ易さや聞こえる程度に個人差・刺激差(文差)があること、訓練である程度制御可能なこと、妨害すると理解が抑制されること、などが報告されてきた(Mitrenga et al., 2019)。つまり IRV は、理解に寄与し、個人差や刺激差があり、訓練によって制御しうるような、言語理解過程の一要素である。IRV を知覚運動シ

ミュレーションと考えると、IRV の認識しやすさに関する個人差や刺激差は、言語理解時に知覚運動シミュレーションを発生させる程度の差異を表している可能性がある。

実際、日本語文黙読時には、70%程度の日本人が何らかの文で IRV を感じるが、IRV を認識する程度には個人差が大きく、本人の視覚的イメージ鮮明性や(栗津・小林, 2019)、論理的あるいは情緒的な事項の理解について回答者自身が得意と認識する程度と正の相関関係にある(栗津,2023)。IRV を認識する程度の個人差は、日本文読解時の認知方略の個人差と考えられる。

しかし栗津(2023)では、日本語文に IRV を認識する程度と、数式の理解を得意と認識する程度とにのみ、相関が見られなかった。数学的内容や数式は抽象度が高いため、具体的な会話や状況を表した日本語文とは、知覚運動シミュレーションの働きが異なる可能性もある。言い換えれば、数学的内容を表す文字表現では、そもそも IRV を感じにくい可能性がある。そこで本研究では、数式や数学概念の IRV について検討する。

2. 方法

女子大学生 68 名に、栗津 (2023) でも使用したメッセージ文、会話文 2 点、説明文の合計 4 つの日本語文について、黙読時に「頭の中で、自分または他人の声が聞こえる」かどうかを 5 段階(5:よくあてはまる~1:全くあてはまらない)で尋ねた。また、それぞれの刺激文に対して「この内容や表現は、馴染みのあるものだ」を同じく 5 段階で尋ねた。

また、2 つの数式および 2 つの統計概念の説明文に対しても IRV を認識する程度(以下、数式 IRV および数学概念 IRV)と、馴染みの程度を 5 段階で尋ねた。

次に、回答者が所属学部で履修可能な数学・統計・データサイエンス関係の科目名(以下 DS 科目)を列挙し、履修中または履修した科目に○をつけさせた。また、列挙した科目以外に、数学や統計に関する科目を履修

していれば、科目名を自由記述欄に全て書かせた。

3. 結果

日本語4文への5段階評定の合計を、その協力者の日本語IRV得点(平均16.65 標準偏差3.18)とした。また、数学概念2文及び数式2つへの5段階評定の合計を、それぞれその協力者の数学概念IRV得点(平均6.68 標準偏差2.73)と、数式IRV得点(平均4.91, 標準偏差2.44)とした。なお、数学概念と数式に対するIRV得点の合計は平均11.59 標準偏差4.49であり、刺激数が同じく4である日本語IRV得点より有意に低かった[t(67)=10.81, p<.01]。

3.1 各IRV得点の関係

日本語文IRV得点と数学概念IRV得点の散布図(r=0.52, p<.01)を図1上段に、数式IRV得点と日本語文IRV得点の散布図(r=0.41, p<.01)を図1下段に示す。

いずれにおいても有意な正の相関が確認できたが、数式IRVの方が相関が小さかった。また、分布に偏りがみられ、散布図の左上にあたる回答者はほとんどいなかった。つまり、日本語文IRVを認識できても数式IRVや数学概念IRVを認識できない者はいたが、その逆の者はほとんどいなかった。

3.2 熟知度とIRVの関係

各刺激に対するIRVと熟知度の平均評定値、および両者の相関係数を表1に示す。メッセージ文、会話文1、説明文においては、IRVと熟知度の評定値に有意な相関がなかった。また説明文では有意な相関がみられたが、弱い相関であった。一方数学概念と数式では、全て中程度の有意な相関がみられた。

3.3 IRV得点と数学・統計・データサイエンス(DS)科目の忌避

必修科目以外にDS関連科目を履修したものを非忌避群(40名)、必修科目のみを履修したものを忌避群(28名)とした。また、日本語文IRVの程度によってIRV低群(9名)、中群(22名)、高群(20名)、満点群(17名)に分類した。各群別のIRV得点を表2に示す

刺激(数学概念説明文と数式)×DS忌避(非忌避・忌避)×日本語文IRV(低~満点)の3要因混合計画の分散分析を行った。日本語文IRVの主効果[F(3,60)=11.92, p<.01], DS忌避の主効果[F(1,60)=3.95, p=.05], 刺激の

主効果[F(1,60)=24.44, p<.01], および日本語文IRV×DS忌避の交互作用[F(3,60)=3.63, p=.02]が有意であり、刺激×DS忌避の交互作用も有意と考えられた[F(1,60)=3.51, p=.07]。日本語文IRV×DS忌避の交互作用に単純主効果検定を行ったところ、日本語文IRV低群(p=.06)と中群(p=.02)では、DS非忌避群の方が数式IRVも数学概念IRVも認識しやすかった。刺激×忌避の交互作用について単純主効果検定を行ったところ、DS非忌避群の方が数学概念IRV得点が高かったが(p<.01), 数式IRV得点には差がなかった(p>.05)。

図1 IRV得点間の散布図

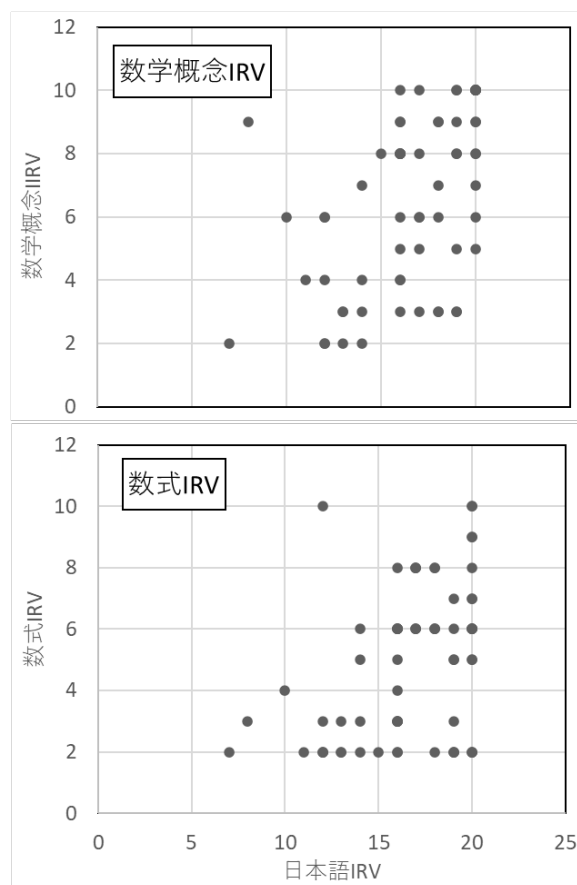


表1 IRVと熟知度の平均評定値および相関係数

刺激	IRV	熟知度	相関係数
メッセージ文	4.21	3.40	0.02
会話文1	4.59	3.43	0.13
会話文2	4.46	4.41	0.35 **
説明文	3.40	2.49	0.28
数学概念1	3.49	2.85	0.41 **
数学概念2	3.19	2.51	0.41 **
数式(易)	3.19	3.50	0.40 **
数式(難)	1.72	1.50	0.46 **

表2 両刺激における各群別の IRV 得点

刺激	DS	日本語IRV	N	平均値	標準偏差
数学概念文	忌避	低	3	2.67	1.15
		中	11	4.18	2.32
		高	6	7.00	2.76
		満点	8	8.63	1.85
	非忌避	低	6	5.50	2.35
		中高満点	11	7.64	1.57
数式	忌避	低	3	2.00	0.00
		中	11	3.82	1.94
		高	6	7.17	0.98
		満点	8	5.50	2.62
	非忌避	低	6	4.00	3.03
		中高満点	11	4.18	1.83
		高	14	4.79	2.19
		満点	9	6.89	2.47

4. 考察

日本語文 IRV と数式 IRV や数学概念 IRV の認識程度の個人差を見ると、総じて正の相関があった。しかし、日本語 IRV 得点が高くて数学的内容の IRV 得点が低い者はいても、その逆の者はほとんどいなかった。ここから、一般的な日本語文刺激の IRV を認識する過程を土台として、抽象度の高い数学的概念の説明文や、数式の IRV を認識する過程が成立している可能性が考えられる。日本語文 IRV を認識する過程に何らかの要因が加わることで、数学的内容の IRV が認識されるのかもしれない。

この何らかの要因として、数学的内容に関する知識や経験が考えられる。文の熟知度と IRV の認識程度を比較したところ、一般的な日本語文においては熟知度との相関は大きくないが、数学的表現においては刺激に馴染みがあるほど IRV の認識もしやすかった。本研究で用いた数学概念とは、統計・データサイエンスに関する基礎知識と数式である。これらに関する知識や経験が、IRV の認識に影響したと考えられる。

実際、データサイエンス科目を忌避したかどうかによって、数学概念の説明文と数式に対する IRV 得点には差異が見られた。履修によって刺激への熟知度が上昇すると考えれば、DS 関連科目を忌避しない(履修した)ことで、数学概念の説明文に対する IRV が認識しやすくなったと考えられる。これは、数学的表現に関

する IRV が、関連する事柄の知識や学習経験によって変化する可能性を示す。

栗津(2023)では、日本語文での IRV を認識する程度と、数式の理解を得意と感じる程度にのみ相関が示されなかった。この結果も、数学的表現で IRV を認識できるかどうかに関連知識が必要なため、日本語文で IRV を認識しやすいが数学的知識が少ないという回答者が多かったと考えられる。数学的表現の理解における IRV 発生/認識の過程が、通常の日本語文理解における IRV 発生/認識の過程と異なるのかもしれない。

ただし本研究で明らかになったのはあくまでも相関であり、因果関係を特定できるものではない。数学概念や数式でも IRV を認識できる者が、数学・統計的な学修を忌避しないという可能性も排除できない。

また、本研究は IRV の内容を特定していない。特にこれは数式の場合には問題となる。例えば本研究で用いた数式(難)は標準偏差の計算式であるが、この読解時に聞こえた音声は、数式を音読したもの(エヌブンノイチシグマ・・・)ではなく、「ヒョウジュンヘンサンノシキ」などの意味的なものである可能性も考えられる。数式における IRV の内容も、確認すべきである。

文献

- 栗津俊二(2021). 文理解時の知覚運動シミュレーション. 認知科学, 28(4), 612-628.
- 栗津俊二(2023) 黙読時の内声と理解の個人差. 日本認知心理学会第 21 回大会.
- 栗津俊二, 小林茜音. (2021) 文章読解時の内なる声と視覚的イメージの相関—言葉の身体性の観点から—. 日本心理学会第 85 回大会.
- Barsalou, L. W. (1999). Perceptual symbol systems. *Behavioral and Brain Sciences*, 22(4), 577-609.
- Mitrenga, K. J., Alderson-Day, B., May, L., Moffatt, J., Moseley, P., & Fernyhough, C. (2019). Reading characters in voices: Ratings of personality characteristics from voices predict proneness to auditory verbal hallucinations. *PLoS ONE*, 14(8), 1-16.
- 高橋 麻衣子. (2013). 読解過程における音読と黙読の役割-音韻情報の処理に着目した実験的検討. 東京大学博士論文.
- Vilhauer, R. P. (2017). Characteristics of inner reading voices. *Scandinavian Journal of Psychology*, 58(4), 269-274.