

# 3 加齢による認知・身体機能の変化が 鉄道業務に与える影響について — 列車の運転業務に与える加齢の影響の検討 —

脇水 俊行 芦高 勇氣 福馬 浩一 米沢 隆史

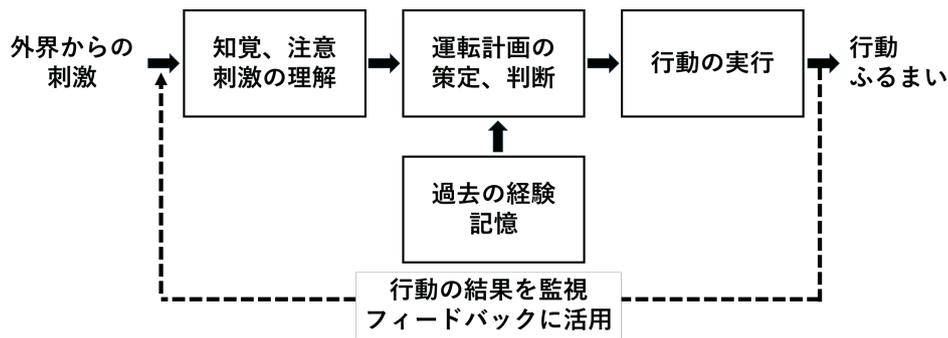
## 1 はじめに

認知機能とは、外界の情報を知覚し、必要な情報に注意を向け、記憶したり、その場の状況や経験から推測や判断をしたりするような心の働きの総称であり、知覚、注意、記憶、言語、実行機能など様々な機能から構成されています。鉄道業務には、依然として人の注意力や判断力に頼る部分が多く存在しており、業務遂行において認知機能や身体機能は非常に重要な役割を担っているといえます。認知・身体機能は、加齢により多くが低下することが数多くの研究で報告されていますが、60歳から65歳までのシニア社員や70歳までのグランドシニア社員の採用が実施され、現場で活躍する60歳以上の高齢社員が増加している当社において、高齢社員が鉄道業務に従事するにあたり、認知・身体機能の変化を考慮した適性の把握や支援の必要性、注意点など十分考慮されているとは言えません。そこで、本研究では今後、運転士の一層の高齢化が予想される中、加齢による認知・身体機能の変化に関わる基礎的知見を得ることを目的とし、加齢により変化する認知・身体機能について調査しました。

## 2 認知・身体機能の加齢変化

図1はErgunらが提唱した自動車運転における認知機能の概念的モデルです<sup>1)</sup>。列車の運転においても同様の認知構造であると考えられます。まず、外界からの刺激は感覚入力を通して、知覚や注意機能が働き、状況の解釈が行われます。次に特定の運転状況や関連する過去の経験、記憶に基づき運転計画が策定、判断され、加減速の制御など行動の実行が行われます。実際に行動に移す際には、意図した通りに身体を動かす身体機能も重要です。知覚、注意、記憶、実行機能と身体機能に加齢の影響が発生すると、運転ミスリスクが高まると考えられます。よって、知覚、注意、記憶、実行機能と身体機能の加齢の影響について列車の運転業務に特に関係が大きいと考えられるものを整理しました。

図1 Ergunの運転の認知モデル



## 2.1 知覚

### (1) 視覚

視力は50歳前後で低下が始まることが報告されています<sup>2)</sup>。矯正視力については、40歳くらいまではほぼすべての健常者で1.0以上を保つものの、加齢とともにその割合は低下し、70歳くらいで半数が1.0以下になることが報告されています<sup>3)</sup>。

また、加齢により薄暗い環境下で視力が低下したり、逆に太陽や対向車の前照灯などの光源が視界にある場合は、視力が大きく低下したりすることも報告されています<sup>4,5)</sup>。

視野は、目を動かさずに見える範囲のことですが、特に視覚認知作業をするときに視覚情報を収集可能な範囲を有効視野といいます。運転など作業を行っている状況での有効視野は、加齢により狭くなるといわれており<sup>6)</sup>、走行中の周辺の異常の検出には注意が必要だと考えられます。

### (2) 聴覚

音が知覚できる音圧の最小値のことを最小可聴閾といいます。最小可聴閾の加齢による変化を調べた研究では、40代以降、高音域から聴力低下が始まることが報告されています<sup>7)</sup>。最小可聴閾の低下は列車の運転において、異音の検出や走行中の報知音の聞き取りに影響すると考えられますが、医学適性検査で確認されることから、加齢による運転リスクの増加は小さいと考えられます。

## 2.2 注意

注意とは、感覚器を通して入り込む膨大な情報から重要と考えられるものを選択し、その選択している状態を維持する働きのことをいいます。注意機能には、選択的注意、焦点的注意、持続性注意、転換性注意、配分性注意の5つの分類があります。

選択的注意は、処理する必要のある情報に選択的に注意を向けることです。選択的注意は、特に複雑な条件で加齢による低下が報告されています<sup>8)</sup>。よって、複々線などで複数

の信号機が並ぶ中、自線の信号機を探索する際の時間が加齢により遅延する可能性などが考えられます。

焦点的注意は、妨害する情報がある中で、ある特定の情報源に注意を集中することです。この機能は加齢による低下が小さいといわれています<sup>9)</sup>。列車の運転タスクにおいては、信号や標識の内容を認識する際などに働いていると考えられます。

持続性注意は、特定の時間の間ずっと注意を維持し、入力情報を能動的に処理する能力です。この機能は、長い時間いつくるかわからない刺激(支障物など)に反応しなければならない前方注視作業に特に関連があります。持続性注意も加齢により低下し、反応時間の遅延や刺激の見逃しなどが増加することが報告されています<sup>10)</sup>。

転換性注意と配分性注意は、注意の対象を素早く切り替えたり、同時に複数の対象に注意を向けたりする能力です。列車走行中に進路に異常がないか確認しながら速度計や信号、標識の確認する際などに重要な機能であると考えられます。この機能は課題が複雑な条件において反応時間の遅延など加齢の影響が顕著になることが報告されています<sup>11)</sup>。

## 2.3 記憶

記憶とは、外界の情報がインプットされ、それがアウトプットされるまでの過程であり、短期記憶と長期記憶に分類できます。短期記憶には一時記憶、長期記憶としては意味記憶、エピソード記憶、展望的記憶、手続き記憶などがあります。

一時記憶とは、一時的(数十秒程度)に情報を保持する機能です。一時記憶は20代~70代までは加齢の影響は小さいものの、80代以降は機能低下が見られたことが報告されています<sup>12)</sup>。列車の運転において、一時記憶は時刻表と懐中時計の時間を照合する際などに使用されると考えられます。

意味記憶とは、概念や知識に関する記憶です。意味記憶は、繰り返し経験される中で習得され、言語とその意味、知覚対象の意味や対象間の関係等の知識として蓄積されます。意味記憶は加齢による低下はみられず、むしろ経験により向上するような機能であるという報告があります<sup>12)</sup>。ベテラン運転士の蓄積された経験や知識はこの意味記憶に分類され、様々な場面での対応力等に活かされていると考えられます。

エピソード記憶とは、自分に起こった特定の出来事について想起する能力です。エピソード記憶は、20代以降加齢により低下を続けることが報告されています<sup>12)</sup>。列車の運転においては、引継ぎの際に、走行中発生した気付きな事象を報告したり、逆に報告を受けた内容を保持したりする際に機能すると考えられます。

展望的記憶とは、「運転引継ぎの際に、車両のブレーキの効きが少し悪いことを伝えよう」などという、将来の予定の記憶です。この機能では加齢の影響はあまり見られません<sup>13)</sup>。

手続き記憶とは、学習された運動機能の記憶であり、自転車の乗り方や列車の運転方法（加減速や緊急停止など）の記憶などが該当します。この記憶も加齢の影響は小さいことが報告されています。

## 2.4 実行機能

実行機能とは、「将来の目標達成のために適切な構えを維持する能力」と定義されており、具体的には、目標設定、計画立案、計画実行、効果的遂行などの要素から成り立っています<sup>14)</sup>。実行機能は、当該の状況で優位な行動や思考を抑制する抑制機能、課題を柔軟に切り替える心理的柔軟性、ワーキングメモリーに保持されている情報を監視し、更新するアップデートングの3要素から構成されることが示されています<sup>15)</sup>。

### (1) 抑制

抑制とは、意識的・無意識的に刺激に対する反応を抑えることです。列車の運転では、車掌の発合図につられて早発してしまいそうな反応を抑える際や、前に乗った列車の両数の停止位置に誤って停止してしまいそうになる反応を抑える際に重要な機能です。抑制機能は加齢により低下するといわれており、反応時間の遅延や誤った反応の増加が報告されています<sup>16)</sup>。

### (2) 心理的柔軟性

心理的柔軟性は、2つの異なる概念について思考を切替え、同時に複数の概念について考える精神的能力のことをいいます。列車の運転業務においては、通常の走行から、信号現示や進路の支障物により列車の停止タスクに移行する際に関係すると考えられます。心理的柔軟性は加齢により、切り替え時間が遅延することが報告されています<sup>17)</sup>。

### (3) ワーキングメモリー

ワーキングメモリーとは、言語理解、学習、推論などの複雑な認知作業に必要な情報を一時的に記憶し、操作する脳のシステムのことをいい、情報の記憶と処理を同時に行っています。ワーキングメモリーは注意の制御にも作用しており、列車の運転においては、時刻表と時間の照合など、頭の中で記憶した情報と視認した情報を結び付けたり、注意の制御を行ったり、かなり広範なタスクに関与していると思われます。ワーキングメモリーは加齢より低下することが報告されています<sup>12)</sup>。

## 2.5 身体機能

身体能力についても加齢により多くの機能が低下することが報告されています。様々な運動能力について、加齢の影響を調査した研究では、20代と比較して70代では、手指の巧緻性は約20%、握力と開眼時の平衡感覚は約30%、歩行速度と持久力は約40%、柔軟性は約80%の低下が見られたことが報告されています<sup>18)</sup>。また瞬発反応に関して、反応時間は加齢によって増加することや、個人差も増大することが報告されています<sup>19)</sup>。列車の運転において、瞬発反応は異常を視認した際の迅速な緊急停止に重要な要素です。また他の身体機能の低下についても、運転中の疲労増加に繋がるなどの影響があると考えられます。

## 3 おわりに

本研究では、列車の運転に関係の大きい認知・身体機能の加齢変化について整理しました。加齢による認知・身体機能の低下は個人差があるものの、誰にでも起こり避けられないものです。そのため、自分はこういった機能が低下していて、どういう注意が必要かということ認識し、常に意識しておくことはとても重要なことだといえます。また、個人の努力だけでは不十分と考えられる場合は、支援装置等によるフォローが必要となります。安全研究所では、より高齢の運転士や現場社員が活躍できるよう、加齢が業務にどのような影響を与えるのか、またどんな支援や教育が必要なのか明らかにするため、今後も研究を進めていきます。

### 【文献】

- 1) Uc, Ergun. Y., Rizzo, M. Driving and neurodegenerative diseases. *Current neurology and neuroscience reports*, 8(5), pp.377-383, 2008.
- 2) 鈴木昭弘. 空間における動体視知覚の動揺と視覚適性の開発, 日本眼科学会誌, 75, pp.1974-2006, 1971.
- 3) 鶴飼一彦. 高齢者の視覚. 照明学会誌, 80(7), pp.463-466, 1996.
- 4) 明石行生・中川慶子. 加齢による水晶体の黄色化が薄明視レベルの視作業性に及ぼす影響. 照明学会誌, 96(5), pp.298-302, 2012.
- 5) 矢野正・金谷末子・市川一夫. 高齢者の不快グレアー光色との関係一, 照明学会誌, 77(6), pp.296-303, 1993.
- 6) Nakano, T., Yamada, M., et al. A method for assessing the driving ability of the elderly and thoughts on its systematization. *IATSS research*, 32(1), 44-53, 2008.
- 7) 横内幸子. 聴力の生理的年齢変化について. 日耳鼻, 67, pp.1307-1319, 1964.
- 8) Plude, D. J., Doussard-Roosevelt, J. A. Aging, selective attention, and feature integration. *Psychology and aging*, 4(1), pp.98-105. 1989.
- 9) Wright, L. L., Elias, J. W. Age differences in the effects of perceptual noise. *Journal of gerontology*, 34(5), pp.704-708, 1979.
- 10) Parasuraman, R., Giambra, L. Skill development in

- vigilance: effects of event rate and age. *Psychology and aging*, 6(2), pp.155-169, 1991.
- 11) McDowd, J. M., Craik, F. I. Effects of aging and task difficulty on divided attention performance. *Journal of experimental psychology: human perception and performance*, 14(2), pp.267-280, 1988.
  - 12) Park, D. C., Lautenschlager, G., et al. Models of visuospatial and verbal memory across the adult life span. *Psychology and aging*, 17(2), p.299, 2002.
  - 13) Einstein, G. O., McDaniel, M. A. Normal aging and prospective memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, memory, and cognition*, 16(4), pp.717-726, 1990.
  - 14) Lezak, M. D. The problem of assessing executive functions. *International journal of Psychology*, 17(1-4), pp.281-297, 1982.
  - 15) Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., et al. The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive psychology*, 41(1), pp.49-100, 2000.
  - 16) 永原直子・伊藤恵美・岩原昭彦・堀田千絵・八田武志. 認知機能スクリーニング検査としてのストループ検査の有用性の検討. *人間環境学研究*, 10(1), pp.29-33. 2012.
  - 17) Reimers, S., Maylor, E. A. Task switching across the life span: effects of age on general and specific switch costs. *Developmental psychology*, 41(4), pp.661-671, 2005.
  - 18) 衣笠隆・長崎浩・伊東元・橋詰謙・古名丈人・丸山仁司. 男性 (18~ 83 歳) を対象にした運動能力の加齢変化の研究. *体力科学*, 43(5), pp.343-351, 1994.
  - 19) Bleecker, M. L., Bolla - Wilson, K., et al. Simple visual reaction time: Sex and age differences. *Developmental Neuropsychology*, 3(2), pp.165-172, 1987.