



|              |   |
|--------------|---|
| Title        | 高齢者の随伴性判断 : 連合学習の視点から   |
| Author(s)    | 沼田, 恵太郎   |
| Citation     | 生老病死の行動科学. 2015, 19, p. 21-37   |
| Version Type | VoR   |
| URL          | <a href="https://doi.org/10.18910/57145">https://doi.org/10.18910/57145</a> |
| rights       |   |
| Note         |   |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

## 高齢者の随伴性判断 — 連合学習の視点から —

### Contingency judgment by elderly people: From the viewpoint of associative learning

(大阪大学大学院人間科学研究科特任研究員) 沼田 恵太郎  
(Osaka University, Graduate School of Human Sciences) Keitaro Numata

#### Abstract

This article reviews previous studies concerning the contingency judgment of elderly people. An interesting topic within older adults' learning, the field of contingency judgment began to emerge about 20 years ago following the publication of an article on illusory control by Mutter and Pliske (1994). The paper presents a summary of illusory correlation and judgment strategy related to early research in this area. Additionally, there are some schemas for recent studies about prior belief, S-S and R-O contingency, generalization, discrimination, and stimulus competition. This article also outlines the key differences between young and elderly people regarding contingency judgment. The theoretical framework for "associative learning" may be useful not only for contingency judgment studies but also for many areas in gerontological research. Furthermore, other implications of cognitive aging in human judgment are discussed as potential topics for future research.

**Key words:** contingency judgment, elderly people, working memory, perceptual segregation, associative learning

#### はじめに

加齢に伴い認知機能はどのように変化するか、高齢者はどのような認知的特性を持つのかという疑問に関して、近年、様々な分野で研究や実践が行われている(権藤・石岡, 2014)。心理学では、Journal of Gerontology, Experimental Aging Research, Psychology and Agingなどの学術雑誌が刊行されたことを皮切りに、加齢変化に関して、多くの知見が収集されつつある。しかし、増田・坂上・広田(1997)が指摘したように、高齢者の心理に関する実験的研究は、記憶や知能といった領域以外には、まだ十分に蓄積され

ていないのが現状である。

こうした中、わが国は2013年には全人口に占める高齢者比率が25パーセントを超え、歴史上類を見ない超高齢社会を迎えた(総務省統計局, 2014)。高齢者の心理学的・行動学的知見に対する社会的ニーズは今後ますます高まることが確実であり、研究を質・量ともに向上させていくことが必要である。

本研究の目的は、高齢者の随伴性判断に関する研究を展望することにある。随伴性判断(contingency judgment)とは行為と結果の関係や、刺激と刺激の関係を、身の回りにある環境内から抽出することである。たとえば、われわれは「スイッチを押すと電気がつく」ことを前提に日々の暮らしを営んでいる。また、「空が曇ると雨がふる」ことを観察し、傘を準備するかどうかを

---

Correspondence concerning this article should be sent to; Keitaro Numata, Graduate school of Human Sciences, Osaka University, Osaka, 565-0871, Japan (e-mail: knumata@live.jp)

決定している。しかしながら、当たり前のようにも思われるこれらの営みは、出来事と出来事の関係、すなわち随伴性 (contingency) を経験によって理解するという、高次な認知機能にもとづいている。

ものごとの関係を記述するためには2×2の随伴性テーブルが用いられる (図1)。たとえば、前述のスイッチ (押す/押さない) と電気 (つく/つかない)、曇天 (あり/なし) と降雨 (あり/なし) の関係は、2値事象が2個あるので、その組み合わせには4通りの状態があることになる。随伴性判断の実験事態ではaからdまでの各セルの生起頻度を変えることで随伴性を操作し (図2)、被験者がどのように判断を行うか、また規範的な値に従うか否かを検討する<sup>1</sup>。

本稿では、高齢者を対象としてなされてきた、随伴性判断の研究を整理する。さらに、この整理を通して得られた結果から、過去の随伴性判断の研究が主として「記憶」の側面に焦点を当てていることを指摘し、それらとは異なる視点である、「学習」の枠組みを導入することの有用性を主張したいと考えている。次節でははじめに、高齢者の判断に関する初期の研究について概観する<sup>2</sup>。

### 初期の研究

環境からものごとの関係、すなわち事象間の随伴性を抽出し、それに基づいて意思決定を行う能力は私たちの生存に不可欠であり、知能の重要な側面を担う。しかしながら、こうした人間の知的営みは常に合理的であるとは限らない

<sup>1</sup> 随伴性という言葉は、日常生活でほとんど聞くことはない。しかし、観察対象を2値をもった変数としてとらえるのであれば、それら間の関係の強さと方向性は、随伴性を用いて記述することができる。普段われわれが薬効や信頼性、影響力、関係の強さ、規則と呼んでいる概念は、随伴性という概念により統一的理解することができる。

<sup>2</sup> 本稿で述べられる「高齢者」は、60歳から80歳までの年齢のものをさす。一方、「若年者」は20歳前後の年齢のもの (主に大学生) をさす。

|    |   |    |
|----|---|----|
|    | O | ~O |
| C  | a | b  |
| ~C | c | d  |

**Prediction/ Statistical Contingency**  

$$\Delta P_{O|C} = p(O|C) - p(O|\sim C) = \frac{a}{a+b} - \frac{c}{c+d}$$

**Diagnosis**  

$$\Delta P_{C|O} = p(C|O) - p(C|\sim O) = \frac{a}{a+c} - \frac{b}{b+d}$$

**Coefficient of Association**  

$$x^2 = N \cdot \Delta P_{O|C} \cdot \Delta P_{C|O} \quad V = \sqrt{\frac{x^2}{N}}$$

図1 2×2の随伴性テーブル

注) セルaは手がかりと結果の対呈示、セルbは手がかりの単独呈示、セルcは結果の単独呈示、セルdはどちらも呈示されないことを示す。随伴性判断の研究で広く規範値として用いられてきた統計的随伴性 $\Delta P_{O|C}$ は、 $\Delta P_{C|O}$ と共に $\chi^2$ 値やクラメールの連関係数(V)の要素である。Nはaからdまでのセルの総和と対応する。

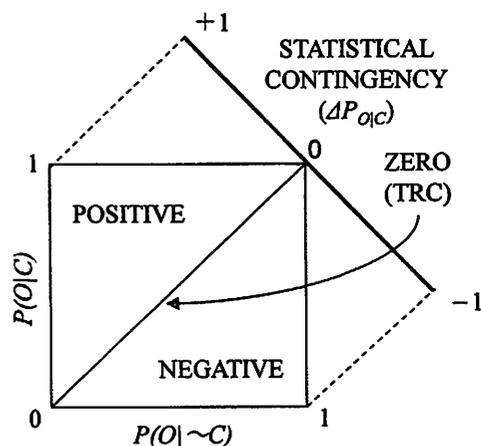


図2 随伴性空間と $\Delta P$ との関係

注) セルaからセルdまでの頻度情報は $P(O|C)$ と $P(O|\sim C)$ の2種類の条件つき確率に変換され、その大小関係はそれらの差分である $\Delta P$ 、および随伴性空間上の一点として表現される。 $\chi^2$ 値やクラメールの連関係数(V)は0以上の正值しかとりえず、事象間の関係の強さのみを表現するのに対し、 $\Delta P$ は負の値をとりうるために、発生や抑制といった関係の方向性をも表現できる。

(Peters, Dieckman, & Weller, 2011)。

ここでは1994年から2000年の間になされた、錯誤相関 (illusory correlation) や判断方略 (judgment strategy) に関する研究を中心に (表1)、若年者と高齢者の間でどのように関係性の認知が異なるかを考察する<sup>3</sup>。

### 1. 錯誤相関

被験者があらかじめ信念をもっていると、その信念に合わない相関関係は無視される。たとえば、二つの事象が (不完全だが) 相関しているという強い先入観をもって課題をはじめると、実際にはそうでないことを被験者に納得させるのに、非常に多くの証拠が必要になる。

Mutter and Pliske (1994) は精神医学的診断で用いられる一連のカードを用い、もっともらしい徴候と診断名の組み合わせ (たとえば、肛門性愛と同性愛) が見出されると、その他に同性愛のより妥当な手がかりとなる徴候 (たとえば、特定のロールシャッハ図版に「恐竜」をみること) があつたとしても、被験者がよく知られている方の徴候を診断に用いてしまうことを報告している。

この研究では、図版に対する反応 (肛門や恐竜など) と診断名 (同性愛など) の組み合わせが操作された。実験1では、同性愛者が肛門性愛を示す条件つき確率  $P(A|H)$  はその他の徴候との組み合わせと同じ50%であるにも関わらず、若年者と高齢者の被験者はこれらの関係を最も高く評価することが示された。実験2では同性愛者が肛門性愛を示す条件つき確率  $P(A|H)$  は50%であったが、一方で同性愛者が恐竜反応を示す条件つき確率  $P(M|H)$  は83%に設定された。

<sup>3</sup> 随伴性判断の研究領域では、人間は外界におこる事象間の相関関係を正確に、また、かなりの速さで抽出できることが仮定されてきた。この立場では、人間は直観的統計学者 (intuitive statistician) とみなされ、機械的で受動的な側面が強調されることが多い。しかしながら、認知バイアスの知見から、この考えについては批判もなされている。

つまり、実験1とは異なり、徴候と診断名の関係が先入観どおりでないことが強調された。その結果、若年者は肛門性愛と同性愛の関係を低く評価したが、高齢者は実験1と同様、これらの関係を高く評価した。このことは若年者が先入観を否定する情報によって信念を修正したのに対し、高齢者では信念が修正されなかったことを示していた。彼らは想起し易いものを起こり易いと解釈する、利用可能性ヒューリスティック (availability heuristic) の観点からこの加齢差を説明している。このことは、もっともらしい出来事の組み合わせは、実際にはそうでなくとも「よく生じる」と判断され易いことを意味している。

このように、われわれは2つの変数の間に実際には相関関係が存在しないにもかかわらず、相関を知覚してしまうことがある。この現象は錯誤相関と呼ばれ、近年は心理検査などの場面の他、様々な研究文脈の下でみられることが報告されている。

Mutter (2000) は社会的ステレオタイプの課題において、度数分布に歪みがある (たとえば、それぞれの変数に多数派と少数派が存在する) と、各変数の多数派同士と少数派同士が結びついてしまうことを報告している。この研究では、集団の属性 (多数派/少数派) と人格特性 (望ましい/望ましくない) の組み合わせが操作された。課題では、多数派が望ましい人格特性をもつ条件つき確率  $P(\text{Desirable traits} | \text{Majority})$  は、少数派が望ましい人格特性をもつ条件つき確率  $P(\text{Desirable traits} | \text{Minority})$  と同じ67%に設定された。また、被験者は指摘された数字に足し算を繰り返す累積加算課題 (cumulative addition task) を行う群と行わない群のどちらかに割り当てられた。これは被験者の認知的負荷を操作するために実施された。その結果、若年者も高齢者も少数派と望ましくない人格特性の関係を過大評価し、少数派を多数派よりも好ましくないと評価した。これらの傾向は計算課題を行わない群よりも行う群で顕著であった。計算課題を挿入することで、各セル頻度推定や観察した事

例の再認については若年者よりも高齢者で成績が低下したが、好ましさの判断にはその影響がみられなかったことから、彼らは加齢により記憶の機能は低下するものの、オンラインの印象形成、すなわち感情の機能は維持されることを強調している。

## 2. 判断方略

錯誤相関に関する実験事態では、出来事と出来事の統計的随伴性 ( $\Delta P$ ) はゼロ (あるいは負) に設定されることが多い。にもかかわらず、被験者がそれらに関係を見出すことは一種の認知バイアスであり、人間の予測や判断に種々の規則的な誤りがあることの証左であると考えられてきた。

ただし、若年者や高齢者を含め、人間が実験課題において条件つき確率の差分そのものを計算している保証はどこにもない。Shimazaki, Tsuda, and Imada (1991) や嶋崎 (1999) が指摘したように、人間は設定された随伴性に対して敏感であることが多い。しかし、そのプロセスについては多くの謎が残されているのである。

たとえば、条件つき確率の差分である  $\Delta P$  を計算するためには4つのセル、すべての頻度情報を考慮する必要がある。Mutter and Pliske (1996) ではこの他にも、4つのセルを用いるが計算が比較的簡単な  $\Delta D$  方略 (i.e.,  $\Delta D = [a + d] - [b + c]$ )、セル a とセル b の2つを用いる A vs B 方略 (i.e.,  $a - b$ )、セル a のみを用いる Cell A 方略を想定し、若年者と高齢者の随伴性判断が、正・ゼロ・負の随伴性条件下でどの方略に分類できるかを検討した。なお、Cell A 方略は1つ、A vs B 方略は2つ、 $\Delta D$  方略と  $\Delta P$  方略は4つのセルの頻度情報を用いるため、これらの順番に認知的負荷が大きく、洗練された方略となる。

この研究では、被験者は課題で観察した各セルの頻度情報を数えて紙に書きとめる記憶要求低群と、書きとめず課題後に頻度情報を思い出す記憶要求高群に割り当てられた。これは記銘した情報の検索のし易さを操作するために実施された。その結果、若年者で記憶要求が低い場

合は  $\Delta D$  方略が多く用いられたが、記憶要求が高まると単純な Cell A 方略が用いられるようになった。一方、高齢者では記憶要求の高低に関わらず Cell A 方略が用いられた<sup>4</sup>。

この知見は、記憶の要求によって判断方略が変化することを示唆しており、高齢者では頻度情報の記憶が低下することを示していた。なお、随伴性判断の研究ではないが、Mutter and Goedert (1997) は単語の出現頻度を弁別・推定させる実験を行い、高齢者では出現頻度の推定成績が低下することを見出している。このことは先に述べた、「高齢者で頻度情報の記憶が低下する」という仮説を支持している。

## 最近の研究

錯誤相関や判断方略の実験では、被験者に随伴性テーブル内の頻度情報を与え、共生起の確率や頻度など、事象間の関係についての判断を求める。その方法は様々であるが、中には冊子形式で頁をめくると言語的に情報を得ることも含まれる。そこには、随伴性判断を「確率判断」や「頻度推定」の事態と捉え、認知加齢について「記憶」の観点から接近する、という姿勢を垣間みることができる (表1)。

ただし、別の見方では、随伴性判断とは「ああすればこうなる」という事象間の関係を「学習」することだともいえる (中島・今田, 2003)。たとえば、「スイッチを押すと電気がつく」ことは道具的条件づけの「反応と結果」の関係、「空が

<sup>4</sup>  $\Delta P$  方略以外の方略が「悪い」方略というわけではない。たとえば、Cell A 方略では与えられた頻度情報のほとんどの部分を使わないため、不正確な結論に至ることも多い。しかし、この方略は少ない認知資源しか必要としないゆえに情報処理にかかる時間も短く、割り当てる処理資源も少なくすむ。日常生活では随伴性の客観的な判断が必要とされる場面よりもむしろ、「短い時間と最小の努力で、ありそうな状況を予測する」という場面が多い。これらの背景を含めて考えると、Cell A 方略であっても、それは随伴性の判断のための有効なヒューリスティックであるといえる。

表1 高齢者の随伴性判断に関する主な実験研究の内容(1994~2000)

| 研究                        | 課題の種類 | 課題の内容   | 結果と考察   | 仮説・理論的アプローチ |    |    |
|---------------------------|-------|---|---|-------------|----|----|
|                           |       |   |   | 記憶          | 知覚 | 学習 |
| Mutter and Pliske (1994)  | 実験1   | S-S<br>ロールシャッハ図版に対する患者の反応と精神障害の診断名の共生起を観察し、課題後にそれらの関係を評価する。   | 若年者も高齢者も、もっともらしい患者の反応と精神障害の関係をその他に比べ過大評価した(錯誤相関)。   | ○           |    |    |
|                           | 実験2   |   | 高齢者のみ、その他に有効な精神障害の手がかり(患者の反応)があっても、実験1と同じ傾向を示した(錯誤相関)。  | ○           |    |    |
| Mutter and Pliske (1996)  | S-S   | 単語と単語の共生起を観察し、課題後にそれらの関係を評価する。セルの頻度を紙に書いてに数える記憶要求低群と、課題後に思い出す記憶要求高群に被験者を分けて、判断方略の違いを比較する。                                     | 若年者は記憶要求を高めることで、より単純な判断方略を用いたが、高齢者では記憶要求の高低に関わらず、単純な判断方略を用いた。一部の条件では、高齢者よりも若年者で正確な随伴性の評価が示された。  | ○           |    |    |
| Mutter and Goedert (1997) | S     | 単語のリストを観察し、課題後にターゲットとなる単語の生起頻度を判断・推定する。観察時に単語を数え、後にテストすることを教示する焦点注意群と、これに加えて指定された数字へと単語が呈示される毎に足し算を繰り返す分割注意群に被験者を分けて、成績を比較する。 | 2次課題を求められた分割注意群では、焦点注意群よりも、頻度弁別(標的語と妨害語の相対評価)と頻度推定(標的語の絶対評価)の正確さが低下した。また、頻度弁別で若年者と高齢者に違いはみられなかったが、頻度推定では若年者よりも高齢者で成績が低下することが示された。                             | ○           | ○  |    |
| Parr and Mercier (1998)   | 実験1   | S-S<br>戦車にカモフラージュを施すか否かと、地雷原を安全に走行できるか否かを観察し、課題後にそれらの関係を評価する。実験1では試行数と試行間隔を、実験2ではこれらと刺激呈示時間を操作した。                             | 試行数が少ない条件と試行間隔が短い条件で判断の正確さが低下した。この傾向は若年者より高齢者で顕著であった。   | ○           |    | ○  |
|                           | 実験2   |   | 実験1の結果が再現され、刺激呈示時間が判断に影響すること、若年者より高齢者でその効果が大きいことが示された。  | ○           |    | ○  |
| Mutter (2000)             | S-S   | 2つの集団の各成員による社会的に望ましい行動と望ましくない行動の組み合わせを観察し、課題後にそれらの関係を評価する。各集団に対する印象をも求める。指定された数字に足し算を繰り返す妨害課題あり群となし群に被験者を分け、成績を比較する。          | 若年者も高齢者も、少数派と望ましくない行動の関係を過大評価した(錯誤相関)。また、少数派を多数派よりも好ましくないと評価した。これらの傾向は、妨害課題あり群でより顕著であった。各集団への印象に若年者と高齢者で違いはみられなかったが、頻度推定や観察した事例の再認で、若年者よりも高齢者で成績が低下することが示された。 | ○           | ○  |    |

注) 「課題の種類」に関して、S-Sは刺激と刺激の随伴性、R-Oは反応と結果の随伴性、Sは刺激の出現頻度を判断することを示す。また、「課題の内容」には、随伴性の操作を除く独立変数と、主要な従属変数を示す。「仮説・理論的アプローチ」には、実験結果の説明に用いられた枠組みを示す。

曇ると雨がふる」ことは古典的条件づけの「条件刺激と無条件刺激」の関性に類似している。このことは、随伴性判断の実験事態が「人間と動物に共通する認知機能を研究する」という文脈を提供できることを意味する（澤・栗原・沼田・永石，2011）。

この見解を裏付けるように、近年では随伴性判断の実験に動物の条件づけ理論、特に連合学習に関する枠組みを適用する試みが増えてきた（沼田・嶋崎，2009；沼田・太田・嶋崎，2011；嶋崎，2009）。そこには緩やかではあるが、「確率判断」から「連合学習」への流れをみるができる。興味深いことに、こうした研究動向は高齢者の研究でも例外ではない。

ここからは主に2001年から2014年の間になされた展開を追いつつ（表2）、高齢者の認知の特徴について整理してみたい。

### 1. 文脈の影響

課題で用いられる情報の性質は、被験者が過去に経験した日常的随伴性や事前知識の効果を通じ、随伴性判断に影響を与えることが報告されている。

Mutter, Strain, and Plumlee (2007) は、事前知識の有無やその性質が、課題中に呈示された随伴性判断に影響を及ぼすか否かを検討した。たとえば、「カロリー摂取と体重増加」は正の随伴性、「身長と大学の成績」は随伴性ゼロ、「テレビの視聴時間と読書量」は負の随伴性についての事前知識があるカバーストーリーであり、「体脂肪率と赤血球量」は事前知識がないストーリーということになる。こうした事象間の随伴性について「新たな事実が得られたので評定してください」という教示を与え、2事象間の関係に関する情報を示した。課題では冊子が配布されており、被験者はページをめくることで継時的に情報を得ることができた。

この研究では随伴性の評価に加え、記憶の正確さを調べるために、各セルの頻度推定を求めた。その結果、若年者の頻度推定は高齢者より正確であり、事前知識と観察した随伴性の方向

が一致した際に、随伴性を大きく（または小さく）評価した。一方、高齢者では若年者よりも頻度推定が不正確であり、観察した随伴性よりも事前知識を参照した評価を行うことが示された。この傾向は、負の随伴性を判断する際に顕著であった。これらの知見から、(1) 随伴性判断への事前知識の影響は若年者よりも高齢者で大きいこと、(2) 事前知識が高齢者の記憶に影響を与えることが示された。彼らは加齢によって低下した作業記憶（working memory）の機能を補償するために、高齢者が事前知識を重視するようになることを主張している。

その後、Mutter and Plumlee (2009) は、カバーストーリーの有意味性が課題中に呈示された随伴性判断に影響を及ぼすか否かを検討している。この研究では、肥料と開花（自然文脈）や性格と行動（社会文脈）の関係を観察する具体的なカバーストーリーと、図形の共生起を観察する抽象的なカバーストーリーを用い、被験者に事象間の随伴性の判断を求めた。また、判断の内容から4つのセルの重み付けを求めた。その結果、若年者と高齢者で、観察した事例にもとづく随伴性の弁別がみられた。抽象的な課題では年齢差はみられず、具体的な課題で若年者よりも高齢者で判断の成績が低下する傾向がみられた。この傾向は負の随伴性を判断する際に顕著であった。また、これらの知見から、(1) 状況によって非確信事例であるセルbやセルcの重み付けが変化すること、(2) ただし、そのような柔軟性は高齢者よりも若年者でみられることが示された<sup>5</sup>。このことは、認知資源の低下と思考の機能が関連することを示唆している。

### 2. 実験の事態

随伴性判断の実験課題では、被験者は特定の

<sup>5</sup> 一般に2つの事象間の関係が正の方向に強まるほど、セルaとセルdの頻度が上昇する。このためセルa、dは確信事例とよばれる。一方、セルbとセルcは2つの事象間の関係が弱まる、あるいは負の方向に強まるほど頻度が上昇することから、非確信事例とよばれる。

表2 高齢者の随伴性判断に関する主な実験研究の内容(2001~2014)

| 研究   | 実験の種類 | 課題の内容  | 結果と考察  | 仮説・理論的アプローチ |    |    |
|--|-------|--|--|-------------|----|----|
|  |       |  |  | 記憶          | 知覚 | 学習 |
| Mutter and Williams (2004)                     | 実験1   | R-O  | スペースキーを押すか否かと、図形(三角形)がPC画面上に出現するか否かを観察し、課題後にそれらの関係を評価する。   |             |    | ○  |
|  | 実験2   |  | 実験1では試行数と反応-結果のサンプリング間隔(セグメントの長さ)、実験2では試行数のみ、実験3では試行数と反応-結果のサンプリング間隔を操作する。   |             |    | ○  |
|  | 実験3   |  | 試行数が少なく反応-結果のサンプリング間隔が短い条件で、若年者よりも高齢者で反応率(活動性)の低下がみられた。  |             |    | ○  |
| Mutter, Haggblom, Plumlee, and Schirmer (2006) | S-S   | 抽象図形が画面上に出現した後に、どの図形のものでキーを押すと、"正解""不正解"の音声がかかるかを観察する。若年者を7ケタの数字を覚えさせる記憶負荷群と覚えさせない通常群に分け、高齢者と比較する。 | 特徴正弁別の方が特徴負弁別より容易であることが示され、そのルールの転移も同様であることが示された。また、この傾向は通常群(若年者)よりも、記憶負荷群(若年者)と高齢者で顕著であり、学習成績や転移の年齢差が作業記憶と関連することが示唆された。   | ○           |    | ○  |
|  |       |  | 観察した事例にもとづく随伴性の弁別がみられた。若年者の頻度推定は正確で、事前知識と観察した随伴性の方向が一致した際に、随伴性を大きく(小さく)評価した。高齢者では頻度推定の値が不正確であり、観察した随伴性よりも事前知識を参照することが示された。   | ○           |    | ○  |
| Mutter, Strain, and Plumlee (2007)             | S-S   | 正と負の随伴性、随伴性なしという事前知識のある課題と事前知識のない課題を用意し、それらが正しいか否か、事例の観察を行い判断する。随伴性判断に加え、頻度推定も測定した。                | 観察した事例にもとづく随伴性の弁別がみられた。若年者では結果の遅延時間が長くなると正の随伴性はより大きく、負の随伴性はより小さく評価されることが示された。高齢者では正の随伴性条件で結果の遅延時間の影響がみられたが、負の随伴性条件で影響はみられなかった。そこには刺激を想起・利用することの失敗が判断と関連することが示唆された。 | ○           |    | ○  |
| Mutter, DeCaro, and Plumlee (2009)             | 実験1   | R-O  | スペースキーを押すか否かと、図形(三角形)がPC画面上に出現するか否かを観察し、課題後にそれらの関係を評価する。   |             |    | ○  |
|  | 実験2   |  | 実験1と2では反応準備時間と結果の遅延時間を操作した。  |             |    | ○  |
| Mutter and Plumlee (2009)                      | S-S   | 肥料と開花(自然文脈)や性格と行動(社会文脈)を観察する具体的な課題と図形の共生起を観察する抽象的な課題を行い、事象間の関係を観察する。随伴性判断からセルの重み付けを求める。            | 若年者と高齢者で観察した事例にもとづく随伴性の弁別がみられた。抽象的な課題では年齢差はみられず、具体的な課題で高齢者よりも若年者で正確な判断がみられた。その際は、非確証事例の重み付けが変化するが、加齢や処理速度によってそのあり方が調整されることが示された。                                   | ○           |    |    |

|                                     |      |     |  |  |   |   |
|-------------------------------------|------|-----|--|--|---|---|
| Allan, Hannah, and Siegel (2009)    | 実験1  | S-S | 抽象図形の共生起を高速呈示する課題を行い、事象間の関係を観察する。信号検出理論を用い、被験者の反応から「随伴性への感度」と「反応バイアス」を求める。実験1では正の随伴性の程度を操作し、実験2では実験1より試行数を増やし、実験3では手がかり図形を増やして(刺激間競合)、検討を行う。                 | 若年者よりも高齢者で、正の随伴性(の程度)への感度が低下することが示された。   | ○ |   |
|                                     | 実験2  |     |  | 実験1の結果が再現され、試行数を増加させても、高齢者の随伴性への感度は若年者よりも低いことが示された。  | ○ |   |
|                                     | 実験3  |     |  | ブロック刺激と結果の随伴性が高まると、ターゲット刺激と結果の随伴性の感度が低くなることを示された(同時ブロッキング)。この傾向は若年者のみでみられ、高齢者ではブロッキング効果はみられなかった。 | ○ |   |
| Mutter, Atchley, and Plumlee (2012) | 実験1  | S-S | 複数の食べ物とアレルギーの関係を観察し、課題後にそれらの関係を評価する。随伴性判断に加え、要素間連合(食べ物間の結びつき)を測定するための再認テストを測定した。複合刺激として、実験1と3では日常は経験しない食べ合わせを、実験2aと  | 若年者で隠蔽解除の現象がみられたが、高齢者ではみられなかった。若年者よりも高齢者で再認成績の低下がみられた。   | ○ |   |
|                                     | 実験2a |     | 2bでは日常経験する組み合わせを用いて、回顧的再評価の実験を行う。  | 「関係がある」と判断され易い刺激の組み合わせを用いても、高齢者で隠蔽解除はみられなかった。実験1とは異なり、若年者と高齢者で再認成績に違いはなかった。                      | ○ |   |
|                                     | 実験2b |     |  | 実験2aの知見が再現された。   | ○ |   |
|                                     | 実験3  |     |  | 「関係がない」と判断され易い刺激の組み合わせを用いても、標的刺激の明瞭度を高めると高齢者で隠蔽解除がみられた。再認成績に年齢差はなかった。                            | ○ |   |
| Hannah, Allan, and Young (2012)     | 実験1  | S-S | 抽象図形の共生起を高速呈示する課題を行い、事象間の関係を観察する。課題後にそれらの関係を評価する。実験1は刺激-刺激間の単純な随伴性判断であり、随伴性や結果の密度を操作する。実験2から4までは刺激間競合の事態で、ブロック刺激と結果の随伴性を操作する。実験3と4では標的と結果の随伴性を強調するヒントが呈示される。 | 刺激-刺激間の単純な随伴性判断では、随伴性の弁別や結果の密度の影響などに年齢差はみられなかった。   | ○ |   |
|                                     | 実験2  |     |  | 複数の手がかりが呈示される刺激間競合の事態では、若年者で同時ブロッキングが生じたものの、高齢者では生じなかった。   | ○ |   |
|                                     | 実験3  |     |  | 標的となる手がかり刺激と結果を強調することで(知覚分離を促すことで)、高齢者で同時ブロッキングがみられた。  | ○ |   |
|                                     | 実験4  |     |  | 実験3とは異なる方法を用いて標的刺激とブロック刺激の知覚分離を促したとしても、高齢者で同時ブロッキングがみられた。  | ○ |   |
| Mutter and Plumlee (2014)           | 実験1  | S-S | 複数の食べ物が画面上に出現した後に、どの食べ物を食べると(キーを押すと)、アレルギーありなしの文字が現れるかを観察する。実験1では課題中の弁別成績により、若年者を成績高群と低群に分け、高齢者と比較する。実験2では課題中の弁別成績が同程度の若年者と高齢者を比較する。                         | 弁別の成績高群(若年者)でのみ正と負のパターニングと転移がみられ、成績低群(若年者)と高齢者ではその傾向はみられなかった(前者は法則性、後者は類似性にもとづく般化を示した)。          | ○ | ○ |
|                                     | 実験2  |     |  | 実験1と同様に、若年者でのみ正と負のパターニングと転移がみられ、高齢者でその傾向はみられなかった。また若年者では高齢者よりもよく法則性に気づいていた。                      | ○ | ○ |

注) 「課題の種類」に関して、S-Sは刺激と刺激の随伴性、R-Oは反応と結果の随伴性、Sは刺激の出現頻度を判断することを示す。また、「課題の内容」

には、随伴性の操作を除く独立変数と、主要な従属変数を示す。「仮説・理論的アプローチ」には、実験結果の説明に用いられた枠組みを示す。

カバーストーリー下において、時間的に先行する手がかりと後続する結果の共生起情報を与えられ、続いて事象間の関係の評価、あるいは主観報告を求められる。このような課題構造のうち、「手がかりと結果の対呈示」という手続きは古典的条件づけにおける「条件刺激と無条件刺激の対呈示」の類似とみなすことができる<sup>6</sup>。

Parr and Mercier (1998) は刺激-刺激間の随伴性を判断させる課題を用いて、時間変数が随伴性判断に影響するか否かを検討した。この研究では、被験者はカモフラージュを施すか否かによって、戦車が地雷原を安全に走行できるか否かを観察し、課題後にそれらの関係の評価を求められた。実験1では試行数と試行間間隔が、実験2ではこれらと刺激呈示時間が操作された。

実験1の結果、試行数が少ない条件と試行間間隔が短い条件で随伴性評価の正確さが低下した。この傾向は若年者より高齢者で顕著であった。また、実験2では実験1の結果が再現され、さらには刺激呈示時間が判断に影響すること、若年者より高齢者でその効果が大きいことが示された。彼らは、加齢によって記憶表象の活性化の程度が弱まるとし、実験でみられた時間的な制約の判断への影響は、連合学習理論の1つである Wagner (1981) の SOP (standard operating procedure) モデルで上手く説明できることを報告している。

ところで、随伴性判断の実験における手がかりは「刺激」でなく、被験者による何らかの「反応」であることもある。随伴性の概念では、手がかりが「刺激」であるか「反応」であるかは区別されないために、これらを同様の枠組みで扱うことになる(図3)。

人間が環境に適応するためには、道具的条件づけによって自らの行動を変えることが重要であるが、そのメカニズムの一端は随伴性判断の実験からもうかがい知ることができる。

Mutter and Williams (2004) は、反応-刺激間の随伴性を判断させる課題を用い、Parr and Mercier (1998) とは異なる時間変数が、随伴性判断に影響するか否かを検討した。この研究の被験者は、スペースキーを押すか否かによって、図形(三角形)がPC画面上に出現するか否かを観察し、課題後にそれらの関係の評価を求められた。実験1では試行数と反応-結果のサンプリング間隔、実験2では試行数のみ、実験3では試行数と反応-結果のサンプリング間隔が操作された。ここでいうサンプリング間隔とは、試行を構成する時間の単位であり、1秒などの短い間隔であれば、課題全体の時間が同じであっても、多くの試行数が用意できることになり、4秒などの長い間隔で課題全体を区切れば試行数はおのずと少ないことになる<sup>7</sup>。実験1の結果、試行数が少なく反応-結果の時間

|           |                  |     |
|-----------|------------------|-----|
|           | US               | ~US |
| CS        | a                | b   |
| ~CS       | c                | d   |
|           | Outcome ~Outcome |     |
| Response  | a                | b   |
| ~Response | c                | d   |

図3 2×2の随伴性テーブル

注) 上段は古典的条件づけにおける条件刺激(conditioned stimulus, CS)と無条件刺激(unconditioned stimulus, US), 下段は道具的条件づけにおける反応(response)と結果(outcome)の随伴性を示す。随伴性の概念上はこれらを等価に扱うことができる。

<sup>6</sup> 刺激-刺激間の随伴性を判断させる課題では、2つの事象の頻度情報を一括で示す「要約的呈示法」と、1つずつ系列的に示す「継時的呈示法」が用いられる。後者について、連合学習の枠組みをあてはめることは容易であるが、前者の場合にはこの枠組みをあてはめることは困難である。

間隔が短い条件（つまり、課題全体の時間が短いとき）で判断の正確さが低下し、この傾向は若年者より高齢者で顕著であることが示された。実験2では実験1の結果が再現され、(1) 試行数の増加に伴って判断が統計的随伴性である  $\Delta P$  に近づくこと、(2) 若年者よりも高齢者で随伴性の区別が不明瞭であり、(3) 学習曲線がほとんどみられないことが示された。これらのうち、(2) と (3) の傾向は負の随伴性条件で顕著であった。また、実験3では試行数が少なく反応-結果のサンプリング間隔が短い条件で、若年者よりも高齢者で、結果を出現させるための目標志向的な行動である反応率（活動性）が低下していた。彼らはこれらの結果から、加齢により刺激-刺激間の随伴性だけでなく、反応-結果の随伴性の検出にも低下がみられること、その影響は「そこにはない手がかり (absent cue) と結果間の連合形成」の失敗によって理解できると主張している。

Mutter, DeCaro, and Plumlee (2009) では Mutter and Williams (2004) を発展させ、反応-刺激間の随伴性を判断させる課題を用いて、時間的接近の要因が随伴性判断に影響するか否かを検討した。この研究の被験者は、Mutter and Williams (2004) と同様に、スペースキーを押すか否かと、図形（三角形）が PC 画面上に出現するか否かを観察し、課題後にそれらの関係性を評価するように求められた。実験1と2では、反応準備時間と結果の遅延時間を操作した。ここでいう反応準備時間とは区切られたセグメント（すなわち、試行）の中で反応が有効となる時間間隔であり、結果の遅延時間とは反応してから結果が出てくるまでの時間間隔のことをさす。実験1の結果、

若年者では結果の遅延時間が長くなると正の随伴性はより大きく（正方向に）、負の随伴性はより小さく（負方向に）評価された。また、高齢者では正の随伴性条件で結果の遅延時間の影響がみられたが、負の随伴性条件ではどのような状況でも評価が歪んでおり、時間遅延の影響はみられなかった。彼らは先行研究と同様に、「そこにはない刺激」を想起・利用することの失敗が、判断の加齢変化に影響すると主張しており、この現象が文脈処理と関わりとされる海馬 (hippocampus) や、前頭前野 (prefrontal cortex) などの脳部位と関連することを示唆している。

### 3. 般化と弁別

環境にある刺激はそれを経験する状況に依存して、そのあり様を変えてしまうことがある。ある程度は異なっていたとしても、よく似ている刺激に対して反応を示すことは、適応的な機能である。この現象は刺激般化 (stimulus generalization) と呼ばれ、人間や動物が目にする刺激が構造的、あるいは知覚的に類似しているか否かを検証するために用いられる。その一方で、よく似ていたとしても異なる機能をもつ刺激があれば、それらを区別する必要が生じる。このように有意義な刺激に反応し、無意味な刺激には反応しないことを刺激弁別 (stimulus discrimination) と呼ぶ。般化と弁別の現象は、「生活体はいかに情報の取捨選択を行うか」という疑問を解決するため、これまで盛んに研究されてきた経緯がある。

Mutter, Haggblomm, Plumlee, and Schirmer (2006) では、特徴正弁別 (feature-positive discrimination) と特徴負弁別 (feature-negative discrimination) の課題を用いて、若年者と高齢者が複雑な事象間の関係を見抜くかどうかを検証している。特徴正弁別とは標的となる手がかりだけが呈示された試行 (X) で反応せず、特徴となるその他の手がかりとともに標的が呈示された複合試行 (AX) では反応するように求める課題である (X-, AX+) <sup>8</sup>。一方、特徴負弁別では正弁別とは逆に、標的の手がかりの単独

<sup>7</sup> 反応-結果間の随伴性を検出させる事態では、離散型試行手続き (discrete trial procedure) と、フリーオペラント手続き (free-operant procedure) とよばれる方法が用いられる。離散型試行手続きでは試行の開始と終了が被験者に明確に知らされており、被験者は実験者に求められたときにだけ、反応することができる。一方、フリーオペラント手続きでは、実験セッションにおいて任意の時点で反応することができる。

呈示試行 (X) で反応し、特徴となる他の手がかりとともに呈示された試行 (AX) では反応しないように求められる課題である (X+, AX-)。つまり、前者の場合は「手がかりが X だけなら結果は生じないが、A と一緒なら生じる」ことを、後者の場合は「手がかりが X だけなら結果は生じるが、A と一緒なら生じない」というルールを学習することになる。ここでは (1) 若年者と高齢者で 2 種類の弁別ができるか否か、および (2) 被験者が経験により獲得したルールを他の刺激を用いた課題にも適用できるか否か (すなわち、転移が生じるか否か) が焦点となる。

この研究では、被験者は抽象図形 (単独か複数) が画面上に出現した後に、どの図形のもとでキーを押すと、「正解」「不正解」の音声の流れるかを観察するよう求められる。課題後にはどの図形が“正解”と関係しているか尋ねられる。被験者のうち、若年者を 7 ケタの数字を覚えさせる (数字再生課題, digit recall task) 記憶負荷群と覚えさせない通常群の 2 群に分け、高齢者と比較した。

実験の結果、特徴正弁別の方が特徴負弁別よりも容易であることが示され、ルールの適用 (転移) も同様であることが示された。また、これらの傾向は通常群 (若年者) よりも、記憶負荷群 (若年者) と高齢者で顕著であり、弁別の成績や転移の年齢差が作業記憶と関連することが示唆された。

また、Mutter and Plumlee (2014) では Mutter et al. (2006) を発展させ、正パターンニング (positive patterning) と負パターンニング (negative patterning) の課題を用い、若年者と高齢者が複雑な事象間の関係を見抜くかを検証した。正パターンニングとは特徴正弁別課題に特徴となる手がかりの単独呈示試行を加えたものであり (X-, AX+, A-), 負パターンニングとは特徴負弁別課題に特徴となる手がかりの単独強化試行を加えたものである (X+, AX-, A+)。す

<sup>8</sup> + は結果が呈示される試行、- は結果が呈示されない試行をさす。

なわち、前者の場合は「手がかりが 1 つのときに結果は生じないが、2 つのときは生じる」ことを、後者の場合は「手がかりが 1 つのときに結果は生じるが、2 つのときは生じない」というルールを学習することになる。

この研究では、被験者は複数の食べ物が画面上に出現した後にキー押しの有無を判断した。被験者が特定の食べ物 (手がかり) の下でキーを押すと、架空の患者に「アレルギー」が生じたか否かが呈示された。被験者は観察した内容を参考に、課題中と課題後、どの食べ物がアレルギーを予測するか否かを尋ねられた。実験 1 では課題中の弁別成績により、若年者を成績高群と低群に分け、課題後に高齢者と比較した。実験 2 では課題中の弁別成績が同程度の若年者と高齢者を選出し、課題後に成績を比較した。

実験 1 の結果、弁別の成績高群 (若年者) でのみ正と負のパターニングと転移がみられ、成績低群 (若年者) と高齢者ではその傾向はみられなかった。この結果から、前者は法則性 (すなわち、課題の構造)、後者は知覚的類似性にもとづいて、般化を示すことが示唆された。実験 2 では実験 1 と同様に、若年者でのみ正と負のパターニングと般化がみられ、高齢者でその傾向はみられなかった。また若年者では高齢者よりもよく法則性に気づいていた。これらの事実から、彼らは加齢によって刺激の形態化 (configuration) が促進されるために弁別成績が低下し (すなわち、刺激の類似性を高く見積るようになり)、その結果として法則性の発見が遅延することを示唆している。

#### 4. 刺激間競合

過去の随伴性判断の研究では、1 つの手がかりと 1 つの結果を対呈示する、比較的単純な手続きが用いられてきた。それは環境統制のために、実験の操作対象を可能な限り単純化する必要があったためだと推察される (図 4, 図 5)。

しかし、人間が生きている現実世界では、ある結果に対して特定の手がかりのみが明示されるという状況はきわめて稀である。むしろ、

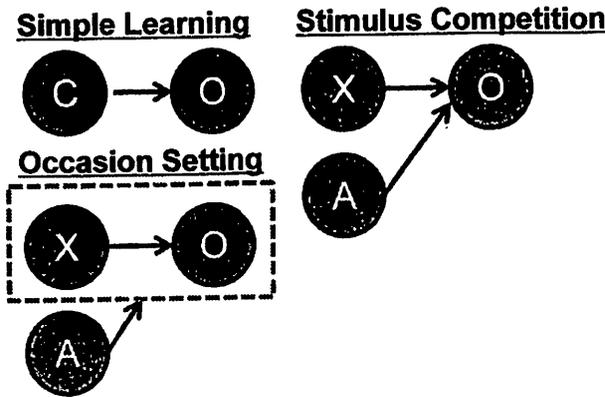


図4 事象間の関係のバリエーション

注) 上段左は2事象をあつかう単純な事態を, 下段左は3事象をあつかう場面設定子の事態を, 上段右は3事象をあつかう刺激間競合の事態を示している。

|      | O | ~O |
|------|---|----|
| AX   | a | b  |
| A~X  | c | d  |
| ~AX  | e | f  |
| ~A~X | g | h  |

図5 手がかりが複数ある場合の随伴性テーブル

注) ここで,  $\Delta P_{X|A}$  と  $\Delta P_{X|\sim A}$  はそれぞれ事象 A が生起している場合と, 非生起の場合の, 事象 X と結果 O の条件つき随伴性を表している。この交互作用対比によって, 2つの手がかりが共生起した場合に, 結果が生起する確率を算出できる。AX の交互作用を計算するためには, (1)  $P_{XA}$ , (2)  $P_{\sim XA}$ , (3)  $P_{X\sim A}$ , (4)  $P_{\sim X\sim A}$  からなる4つの条件つき確率が求められなければならない。もしも, 頻度情報の不足により, これらのうち1つでも算出できない場合に, 交互作用は計算不可能になり判断ができない(評価が低下する)という結果が導かれる。

一般には1つの結果が呈示された場合, その前後には無数の刺激があり, その中の顕著なものが手がかりとして機能するようになると考えた方が妥当である。刺激間競合 (stimulus competition) の現象は, 先にあげた特徴の弁別やパターンニングと同様, この問題を考える上で重要な役割を担っている。

たとえば, Allan, Hannah, and Siegel (2009) では, 四角形や三角形といった抽象図形の共生起を高速呈示する手続き (連続型試行手続き, streamed-trial procedure) を用い, 若年者と高齢者で刺激間競合に違いがあるか否かを検討した。被験者は事象間の関係について観察した後, 「随伴性があるか否か」を判断するよう求められた。この研究では信号検出理論を用い, 被験者の反応から「随伴性の感度」と「反応バイアス」を求める。実験1では正の随伴性の程度を操作し, 実験2では実験1より試行数を増やし, 実験3では手がかり図形を増やして, 同時ブロッキングの検討を行った。ここでいう同時ブロッキング (one-phase blocking) とは, 複数の手がかりを結果と対呈示したが (AX+), 同じ時期にその他の手がかりと結果が対呈示されていたために (A+), 標的となる手がかり X に対する信念の獲得が妨げられる現象である。

その結果, 実験1では若年者よりも高齢者で, 正の随伴性 (の程度) への感度が低下することが示された。実験2では実験1の結果が再現され, 試行数を増加させても, 高齢者の随伴性への感度は若年者よりも低いままであることが示された。また, 実験3では, 妨害刺激となる手がかりと結果の随伴性が高まると, 標的となる手がかりと結果の随伴性の感度が低くなること (同時ブロッキング) が示された。この傾向は若年者のみでみられ, 高齢者で同時ブロッキングの効果はみられなかった。

Hannah, Allan, and Young (2012) では, Allan et al. (2009) と同様に抽象図形の共生起を高速呈示する課題を用い, 刺激間競合について検証した。被験者は事象間の関係について観察した後, 「随伴性の強さ」を評価するように求められた。実

験1は刺激-刺激間の単純な随伴性判断であり、随伴性や結果の相対頻度(密度)を操作した<sup>9</sup>。実験2から4までは刺激間競合の事態であり(同時ブロッキング)、妨害刺激と結果の随伴性を操作する。実験3と4では標的刺激と結果の随伴性を強調するヒントが呈示された。

実験1の結果、単純な2値2事象の随伴性判断の事態では、随伴性の弁別や結果の密度の影響などに年齢差はみられなかった。実験2では、複数の手がかりが呈示される刺激間競合の事態では、若年者で同時ブロッキングが生じたものの、高齢者では生じないことが示された。実験3では標的となる刺激と結果を強調することで(知覚分離を促すことで)、高齢者で同時ブロッキングが生じることが、実験4では実験3とは異なる方法で標的刺激とブロック刺激の知覚分離を促したとしても、高齢者で同時ブロッキングが生じることが示された。

Mutter, Atchley, & Plumlee (2012)では、刺激間競合の一種である隠蔽解除(unovershadowing,あるいはrelease from overshadowing)が生じるか否かを検討した。ここでいう隠蔽解除とは、複数の手がかりを結果と対呈示した後に(A X +)、妨害手がかりであるAに対する信念が失われることで(A -)、標的手がかりであるXに対する信念が増加する現象である。

この研究では、被験者は複数の食べ物とアレルギーの関係を観察し、課題後にそれらの関係を評価するよう求められた。ここでは、随伴性の評価に加え、要素間連合(食べ物間の結びつき)を測定するための再認テストを測定した。複合刺激として、実験1と3では日常は経験しない食べ合わせを、実験2aと2bでは日常経験する

組み合わせを用いた。

実験1の結果、若年者では隠蔽解除がみられたが、高齢者で隠蔽解除はみられなかった。また、ここでは若年者よりも高齢者で再認成績の低下がみられた。実験2aでは、「関係がある」と判断され易い食べ物の組み合わせを用いても、高齢者で隠蔽解除はみられなかった。ただし、実験1とは異なり、若年者と高齢者の間で再認成績に違いはなかった。実験2bでは実験2aの知見が再現された。実験3では「関係がない」と判断され易い刺激の組み合わせを用いても、標的刺激の明瞭度を高めることで高齢者に隠蔽解除がみられた。若年者と高齢者の間で再認成績に年齢差はなかった。彼らは加齢によって、「そこにはない刺激(A)」と「その他の刺激(Xや結果)」との間の連合形成が低下すると考え、予測誤差(prediction error)の観点から実験結果の説明を試みている<sup>10</sup>。

#### 高齢者の判断の特徴

これまでの随伴性判断の研究では、高齢者の比較対象として若年者を用意し、課題の成績を比較することで、加齢の影響を探ることが試みられてきた。判断に関する年齢差はいたる所でみられるが、この領域では(1)作業記憶の低下(2)知覚分離の抑制(3)連合形成の失敗の3つの側面から説明が試みられているようである。内容は研究毎に異なるが、それらに共通するのは「知識の出力」というよりはむしろ「知識の入力」に加齢の影響がみられるという見解である。「知識の入力」が低下するという考えは、古典的ではあるものの、「学習」という観点から節約的に理解することができるかと推察される。

<sup>9</sup> 結果の密度(outcome density,  $P(O)$ )とは、課題中に結果がどの程度されるかの指標であり、セルaとセルbが課題全体で生じる割合(i.e.,  $P(O) = [a + c] / [a + b + c + d]$ )、あるいは $P(O|C)$ と $P(O|\sim C)$ の算術平均(i.e.,  $[P(O|C) + P(O|\sim C)] / 2$ )で求めることができる。人間の判断は統計的随伴性( $\Delta P$ )だけでなく、結果の密度にも左右されることが知られている。

<sup>10</sup> 刺激間競合におけるブロッキングや隠蔽解除の現象は、原因帰属における割引原理(discounting principle)や割増原理(augmentation)と類似している。近年は、随伴性判断の課題と機能的核磁気共鳴画像法(functional magnetic resonance imaging, fMRI)を併用することで、これらの現象の共通点を見出そうとする試みも、わずかではあるがなされている(Numata, Komatsu, Uetsuki, Kakigi, Yokoyama, & Sato, 2012)。

一般に、加齢とは何かを失っていくだけの単純な変化ではない。その緩やかな変化にあわせて、新たな適応をうみだしていく過程でもある。記憶や学習という観点では物覚えの問題など、「それまでできていたことができなくなる」といった喪失の側面が強調されがちである。しかしながら、たった1つだけの能力の低下が日常生活に支障をきたすことは考えにくい。時間経過による緩やかな変化の中では、低下した能力を別の機能で補償することも、当然のことながら考えられる。ここでは、これまでのレビュー内容をふり返り「高齢者は若年者と比べて何が得意で何が不得意か」について考えてみたい。

### 1. 先行知識の影響

過去研究では、(1) 高齢者は若年者よりももっともらしい手がかりと結果の間に関係をみいだす (Mutter, 2000; Mutter & Pliske, 1994), (2) 経験の内容よりも事前知識を参照して判断を行う (Mutter, Strain, & Plumlee, 2007), (3) 具体的なカバーストーリーの下では容易な判断を行う (Mutter & Plumlee, 2009), ことが示されている。これらの研究の多くでは、被験者に呈示した随伴情報についての頻度推定を求めており、高齢者で客観的な数値 (すなわち、統計的随伴性) からの逸脱がみられている。このことは低下した頻度情報の「記憶」や「学習」の能力を、先行知識を参照することで補償していることを示唆している。Mutter and Pliske (1996) では高齢者で Cell A 方略の使用がみられたが、このことは「2つの事象が共生起する」という信念にもとづいて、被験者がセル a に注目していた可能性を示す。特定のセルに固執するという事実に鑑みると、錯誤相関の頑健さと判断方略の間に共通点を見出すことができる。

### 2. 共変情報の感度

Allan, Hannah, and Siegel (2009) が報告したように、単純な学習や刺激間競合の事態では、高齢者では若年者に比して共変情報についての感度の低下が認められる。ただし、後続研究であ

る Hannah, Allan, and Young (2012) では、このうち刺激間競合の事態での知見を支持する結果が得られているが、単純な学習の事態で感度の低下はみられなかった。これらの事実は、共変情報の感度の低下が普遍的にみられる訳ではないことを示唆している。

たとえば, Parr and Mercier (1998), Mutter and Williams (2004), Mutter et al. (2009) などの過去研究では、正の随伴性条件でバイアスはみられず、むしろ負の随伴性条件で大きなバイアスがみられている。これらの知見から、高齢者は正の随伴性を検出することは比較的得意であるが、負の随伴性を検出することは苦手であることがみとれる。これは「関係がある (正の随伴性)」という判断よりも、「関係がない (随伴性ゼロ)」や「逆の関係がある (負の随伴性)」の判断が、加齢により困難になることを示唆している。

なお, Mutter and Williams (2004) や Mutter et al. (2009) では、視覚的に呈示されていない手がかりや結果の情報、すなわちセル b, c, d を高齢者があまり考慮していないことが示唆されており、「そこにはない手がかり」の情報処理が、加齢によって影響を受けることがわかる。この事実は、高齢者で「目にみえる」と「目にみえない」情報の統合が苦手になることを示唆している。

### 3. 連合形成の失敗

論文数こそ少ないものの、弁別と般化 (Mutter et al., 2006; Mutter & Plumlee, 2014) や、刺激間競合 (Mutter et al., 2012) の研究において、高齢者は標的となる手がかり以外の刺激 (妨害刺激や特徴刺激) を別の刺激と関連づけないことが示唆されている。また, Hannah et al. (2012) では若年者が課題中に呈示される刺激を容易に分離するのに対し、高齢者ではこの作業が苦手であることも示唆されている。このことは、(1) 若年者よりも高齢者で「要素間連合」が低下すること、(2) また知覚分離が困難になることを示唆している。

## おわりに

これまで、過去 20 年に発表された高齢者の随伴性判断についての研究内容を紹介した。高齢者の判断に関する知見が、緩やかだが着実に蓄積されてきたことが示せたのではないかと思う。特に、2001 年以降の進展には目覚ましいものがあり、記憶という観点だけでなく、知覚や学習の観点から加齢変化をとらえる動きも出始めている。

ところで、本稿でレビューした高齢者の判断に関する 1994 年から 2000 年までの研究は、老年心理学に関連する雑誌が 4 本であったのに対し、実験心理学に関連する雑誌は 1 本のみであった。ところが、2001 年から 2014 年までの研究では、前者は 4 本で、後者は 5 本であった。研究数の少ない現時点では断定できないが、高齢者を対象とした研究は、人間がもつ普遍的なメカニズムを探る上でも確立した地位を築きつつあることがうかがえる。以後、判断研究のますますの発展が期待される。

また、これまでみてきたように、随伴性判断は人間がもつ基礎的な能力であるため、様々な認知機能や実験変数の影響を受ける。紙幅の都合上、詳しく触れることはできなかったが、随伴性判断については、近年、性差や過去の生活環境などの影響を受けることも示唆されている (Young, Sutherland, & Cole, 2011)。今後さらに研究が進むことで、「加齢によって何ができなくなり、何ができるようになるのだろうか」という疑問の答えを提供できるようになることは間違いない。そのためには、近年急速に発展した認知科学や神経科学をはじめ、近接領域との学際的な研究も必要となることが予想される。

なお、高齢者の判断については基礎的な研究だけでなく、応用的・実践的な研究も必要である。現実の場面では消費者庁 (2009) が調査しているように、近年は振り込め詐欺など、高齢者の判断力 (judgment capacity) に関する問題が後をたたない。ここでいう判断力には様々な解釈があると考えられるが、本稿で紹介した知見の中でも、「行為と結果の随伴性」を査定する能力の年齢差は、この問題と密接な関連があると推察

される。

たとえば、民法上の判断では単独で法律行為をなし得る「行為能力」と並んで、「意思能力」が重視される。これは「自分の行為の結果を正しく認識し、これにもとづいて正しく意思決定をする精神能力」であり、一般に「意思能力」がない人間のした行為は無効となることも多い (田口, 2013)。こうした「意思能力」の定義のうち、「自身の行為の結果を正しく認識」することは「行為と結果の随伴性を正しく査定」することと同義であるようにもみえる。

このような観点からの研究は、現在までのところほとんど見出されない。しかしながら、今後の研究により、現実場面と日常場面とのギャップが埋められ、現実にある問題への応用可能性が高まることも期待できよう。随伴性判断の研究で得られた知見は基礎だけでなく、応用という観点にも多くの示唆を与えてくれる。

そして本稿では最後に、17 世紀フランスの文豪 La Rochefoucauld による、「人間は年を取るにつれていっそうもの狂おしくなるとともに、賢くもなる」という言葉に触れておきたい。これまでに指摘されてきたように、加齢にはよい側面もあれば、悪い側面もある。年をとると体や心はどのように変化していくのだろうか？

随伴性判断の過去研究をふりかえる限り、「知識の入力」が加齢に伴って低下する可能性は高い。ただし、先行研究の一部では、それと同時に先行知識などの外的手がかりを用いることで、低下した機能を補償することも示唆されている。これらの事実からは、「加齢」がもつ「適応」的な側面をうかがい知ることができよう。しかしながら、高齢者を対象とした判断研究は十分とはいえず、その多くは実験室内で得られた知見にとどまっている。さらなるエビデンスの集積が必要である。

## 引用文献

- Allan, L. G., Hannah, S. D., & Siegel, S. (2009). Signal detection, aging, and contingency assessment. *Proceedings of the 25th Annual Meeting of the International Society for*

- Psychophysics*, 203–208.
- Hannah, S. D., Allan, L. G., & Young, M. E. (2012). Age differences in contingency judgment linked to perceptual segregation. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **65**, 1195–1213.
- 権藤恭之・石岡良子 (2014). 高齢者心理学の研究動向 — 認知加齢に注目して —. *日本老年医学会雑誌*, **54**, 195–202.
- 増田真也・坂上貴之・広田すみれ (1997). 高齢者の意思決定：選択からの逃避. *心理学評論*, **40**, 457–465.
- Mutter, S. A. (2000). Illusory correlation and group impression formation in young and older adults. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences*, **55B**, P224–P237.
- Mutter, S. A., Atchley, A. R., & Plumlee, L. F. (2012). Aging and retrospective revaluation of causal learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, **38**, 102–117.
- Mutter, S. A., DeCaro, M. S., & Plumlee, L. F. (2009). The role of contingency and contiguity in young and older adults' causal learning. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences*, **64B**, 315–325.
- Mutter, S. A., Haggblom, S. J., Plumlee, L. F., & Schirmer, A. R. (2006). Aging, working memory, and discrimination learning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **59**, 1556–1566.
- Mutter, S. A., & Goedert, K. M. (1997). Frequency discrimination vs. frequency estimation: Adult age differences and the effect of divided attention. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences*, **52B**, P319–P328.
- Mutter, S. A., & Pliske, R. M. (1994). Aging and illusory correlation in judgments of co-occurrence. *Psychology and Aging*, **9**, 53–63.
- Mutter, S. A., & Pliske, R. M. (1996). Judging event covariation: Effects of age and memory demand. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences*, **51B**, P70–P80.
- Mutter, S. A., & Plumlee, L. F. (2009). Aging and integration of contingency evidence in causal judgment. *Psychology and Aging*, **24**, 916–926.
- Mutter, S. A., & Plumlee, L. F. (2014). The effects of age on associative and rule-based causal learning and generalization. *Psychology and Aging*, **29**, 173–186.
- Mutter, S. A., Strain, L. M., & Plumlee, L. F. (2007). The role of age and prior beliefs in contingency judgment. *Memory and Cognition*, **35**, 875–884.
- Mutter, S. A., & Williams, T. W. (2004). Aging and the detection of contingency in causal learning. *Psychology and Aging*, **19**, 13–26.
- 中島定彦 (編)・今田寛 (監修) (2003). 学習心理学における古典的条件づけの理論—パヴロフから連合学習研究の最先端まで—. 東京：培風館.
- Numata, K., Komatsu, T., Uetsuki, S., Kakigi, T., Yokoyama, K., & Sato, N. (2012). Causal knowledge modulates backward blocking: An fMRI study. *Program of the 35<sup>th</sup> Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society*, 167.
- 沼田恵太郎・太田麻里奈・嶋崎恒雄 (2011). ヒトの随伴性学習における復元効果の実験的検討. *行動科学*, **49**, 115–124.
- 沼田恵太郎・嶋崎恒雄 (2009). ヒトの随伴性学習における2次の回顧的再価値化の実験的検討. *心理学研究*, **80**, 54–60.
- Parr, W. V., & Mercier, P. (1998). Adult age differences in on-line contingency judgments. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, **52**, 147–158.
- Peters, E., Dieckmann, N. F., & Weller, J. (2011). Age differences in complex decision making. In K. W. Schaie and S. L. Willis (Eds.). *Handbook of the Psychology of Aging*, 7th Edition (pp 133–151). Oxford: Elsevier.
- 澤幸祐・栗原彬・沼田恵太郎・永石高敏 (2011). 学習と認知 — 随伴性判断を中心に —. 大山正 (監修)・廣中直行 (編著), *心理学研究法 3— 学習・動機・情動 —* (第3章, pp.

70-92). 東京：誠信書房。

嶋崎恒雄 (1999). 随伴性判断の獲得過程に対する連合学習モデルの適用の妥当性に関して. *心理学研究*, **70**, 409-416.

嶋崎恒雄 (2009). ヒトとヒト以外を隔てるもの—実験心理学の立場から—. *認知科学*, **16**, 148-153.

Shimazaki, T., Tsuda, Y., & Imada, H. (1991). Strategy changes in human contingency judgments as a function of contingency table. *Journal of General Psychology*, **118**, 349-360.

総務省統計局 (2014). 人口推計 (平成 25 年 10 月 1 日現在). 2014 年 8 月 31 日に以下のサイトより閲覧 <http://www.stat.go.jp/data/jinsui/2013np/>

消費者庁 (2009). 消費者の意思決定行動に係わる経済実験の実施及び分析調査報告書 (株式会社日本総合研究所). 2014 年 8 月 31 日に以下のサイトより閲覧 <http://www.caa.go.jp/seikatsu/keizajikken/nou3-1.pdf>

田口さつき (2013). 情勢判断能力に疑義のある高齢者等との金融取引—農協へのアンケート調査結果から—. *農林金融*, **66**, 812-817.

Wagner, A. R. (1981). SOP: A model of automatic memory processing in animal behavior. In N. E. Spear & R. R. Miller (Eds.), *Information processing in animals: Memory mechanism* (pp. 5-47). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Young, M. E., Sutherland, S. C., & Cole, J. J. (2011). Individual differences in causal judgment under time pressure: Sex and prior video game experience as predictors. *International Journal of Comparative Psychology*, **24**, 76-98.

#### 謝 辞

初期原稿において、査読者の方から貴重なご意見を頂き、感謝致します。また、本稿の執筆にあたり、関西学院大学文学部の嶋崎恒雄先生、神戸学院大学人文学部の堀麻佑子先生から、貴

重なご意見を頂きました。ここに記して、感謝致します。