

## 行動とエラー形式の特性に関する概念図的考察

行場絵里奈\*

岩崎信\*\*

\*東北大学大学院教育情報学教育部博士課程前期

\*\*東北大学大学院教育情報学研究部

**要旨：**学習で生じる誤りは、現象上同一のエラーであっても、発生要因となる認知情報処理のレベルが異なる場合がある。認知特性によって異なる形式で生じるエラーは、Rasmussenによって、知識ベース、ルールベース、スキルベースの3階層の行動モデルに基づいて説明されている。本研究では、情報の表象と認知のずれによって生じる環境との不適合に注目しながら、Rasmussen および Reason の先行研究をはじめとするエラー生成プロセスに関する理論を認知情報処理の観点から整理し、認知制御レベルによって異なる知識や概念の情報処理プロセスを、概念図を用いて明らかにした。また、エラー現象の根底にある認知情報処理特性について検討を加えながら、3階層行動モデルの知識ベース、ルールベース、スキルベースの各認知制御レベルで要求される情報の表象のあり方と学習要素について理論的に検討した。

**キーワード：**認知情報処理、情報の種類、3階層行動モデル、エラー形式、学習要素

### 1. はじめに

学習者のエラーモデルは、オーバーレイモデルや、バグモデル、Gagnéの学習の階層モデルをはじめとして、情報処理理論に基づく階層理論の一部として、学習の前提知識の不足あるいは知識エラーとして研究されてきた。

エラーは、現象上同一のエラーとして発生しても、原因が同じとは限らない場合がある。たとえば、中学校の英語で、「昨日学校へ行った」という英文作成で動詞を適切に使用することができずに間違った現在形の動詞で英作文を行った場合 (e.g., Yesterday, I goes to school.)、考えられる原因は一つではない。たとえば、動詞を過去形にするという全般的知識が獲得されていない、過去形の語尾変化のルールが明確に理解されていない、定型の修得知識に基づく規則動詞の語尾変形規則により誤った過去形が使用されたなどの原因が考えられる。

このようなエラーは、それぞれ、知識の不足、ルールの誤った適用、知識やルールの誤った定着を原因とする認知的に異なる形式のエラーであると考えられる。認知特性によって異なる形式で生じるエラーに着目することにより、Rasmussen (1986) は、人の行動とエラーの形式を知識ベース、ルールベース、

スキルベースの行動レベルに分類し3階層の行動モデルを提案した。また、Reason (1990) は、Rasmussenによる行動モデルの各レベルで発生するエラー形式を詳細に説明し包括的エラー発生モデルを提案した。

認知特性の同一側面を正しい行動結果から考察した場合と、エラー行動結果から考察した場合、エラー形式は情報の認知のしかたによって同一とはならない。情報は必ずしも客観的に認知されるわけではなく、一般的には、むしろ期待と意図によって偏って認知されると考えられる。人間は変化を許容することによって新しい環境に適応してきた (Rasmussen, 1986)。エラーを人間と環境との相互作用において発生する不適合事象であると考えるとき、学習の外的事象としての教授に含まれる情報は、学習者の認知レベルに応じて適切に表現されなければならない。

本稿では、エラーを認知情報論的に理解するために、「行動レベルとエラー形式の特性に関する概念図的考察」を行う。まず、特に情報の表象と認知のずれによって生じる環境との不適合に注目しながら、主に Rasmussen および Reason の先行研究をはじめとするエラー生成プロセスに関する理論を整理する。さらに、以上の検討に基づいて、認知制御レ

ベルによって異なる知識や概念の情報処理プロセスを、概念図を用いて明らかにしたい。そして、エラー現象の根底にある認知情報処理特性について検討を加えながら、知識ベース、ルールベース、スキルベースの各認知制御レベルで要求される情報の表象のしかたについて、つまり、学習を支援する教授事象に必要とされる要素について理論的に検討する。

## 2. 行動モデルとエラー形式

### —認知情報処理特性とエラー生成プロセス—

Rasmussen (1986) によると、情報は、認知レベルでシグナル、サイン、シンボルの3種類に区分され、それぞれ、3階層の行動モデルで特定のパフォーマンスを生起させる。シグナルは連続変数として処理され、サインは記憶されている行動パターンを活性化し、シンボルは抽象的な知識構造を表し、形式的に処理される。3階層の行動モデルで強調されている点は、認知のずれによって生じるエラーを回避するためには、情報内容を人間に理解しやすい方法で表現することにあるという点である。機能特性だけに依拠して意図された課題は、認知のずれによって達成されない場合がある(Rasmussen, 1986)。このため、文脈に適した情報以外の情報は、いかに有効な情報であっても認識されず、その結果として行動エラーが発生し得ると考えることができる。

Reason (1990)は、Rasmussenの3階層の行動モデルに基づく3種類のエラー形式を同定して詳細化するとともに、基本的なエラー形態としていずれのエラー形式にも同一のエラー発生メカニズムが根底にあるとして、包括的エラーモデリングシステム(GEMS, general error modeling system)を提唱した。GEMSの特徴は、エラー形式とエラー形態を区別して検討することにより、どの行動レベルにおいても同一のエラー発生メカニズムがあることを明らかにしたことである。

Reason (1990) は、同一エラーや繰り返しエラーは「強いが間違った」スキルやルールあるいは「類似しながらも間違った」スキルやルールによって引き出されると説明し、不定のエラーは知識が不足している状況で、経験「頻度」に基づく当推量により不適切な知識が引き出されるために発生すると説明している。言いかえると、人間の情報処理特性として、認知オペレーションが何らかの形で情報不全に

なると、エラー形態は頻度に基づく賭けによって経験則に支配される。このように、「類似性」や「頻度」がエラー形態の違いを駆動する主要な要因であるとして、エラー形態の認知プロセスは、すべてのパフォーマンスレベルで、主に「類似性」と「頻度」の2つの要因によって説明できると述べている(Reason, 1990)。

エラー形態の予測可能性を支配する「類似性」と「頻度」による行動特性は、Reasonによって、情報不全の状況で、不確実な世界に順応するための戦略であると説明されているが、ここでは、Rasmussenの3階層の行動レベルに基づいて、各レベルで発生し得る失敗モードについて簡単に要約したい。

### 2.1. スキルベースの行動レベルで発生する失敗モード

スキルベースの行動は、高度に統合されたスムーズな行動パターンとして現れ、意識的な制御を伴わずに実行される(Rasmussen, 1986)。このため、失敗モードでは、主に、不注意(チェックの省略)あるいは過度の注意によって失敗が生じると考えられている。特に、チェックを省略したときに最も頻繁に起こるエラーは、二重捕獲スリップと呼ばれており、その特徴は、先入観や外乱によって行動の実行時に最も強いスキーマが浮かび上がり、行動の制御が乗っ取られてしまうことである(Reason, 1990)。

Rasmussen (1986) の情報処理モデルに基づく、スキルベースの行動レベルでは、情報はシグナルとして作用する。このため、シグナルが認知の許容限界を超えることによってエラーが発生する場合もあると考えられる。Reason (1990) は、期待する情報と実際の情報が異なる場合、実際の情報は期待する情報のために予め用意されたプロセスで処理されることによりエラーが生じることがあると述べており、このようなエラーの原因を知覚の混乱という言葉で説明している。

また、Reason (1990) によると、行動モデルの大部分はスキーマに基づいて実行される。特定のスキーマによる行動が割り込み情報で妨害、干渉を受けたとき、別スキーマでの処理が必要な割り込み情報が当初予定されていたスキーマによって処理されることによりエラーが発生する。Rasmussenは、スキルベースで交換される情報をシグナルとみなしているが、割り込み処理によって不適切なスキーマ

が活性化されてエラーが生じる場合、このエラーは、当初のスキーマ内でシグナルとして判断されるべき情報が、不適切な別スキーマを呼び出すサインとして作用したことにより生じたエラーであると解釈できるのではないだろうか。Reason (1990)は、先入観、外乱、妨害、干渉などによって不適切なスキーマが活性化されてしまうことを、複数の類似スキーマの干渉とみなし、知覚の混乱と合わせて、スキルベースのエラーは「類似性」によって生成されると説明している。

## 2.2. ルールベースの行動レベルで発生する失敗モード

ルールベースの行動は、すでに経験から獲得されている規則の中から適切な規則が選択されて使用される意識的に制御された行動である。このとき、複数のルールが選択肢として活性化される (Reason, 1990)。これは、Rasmussenのルールレベルでのサインとしての情報の機能に照らし合わせると、サインが不適切に認知された場合に失敗が生じると理解することができる。

Reason (1990) は、学習時に発生するルールベースでの具体的な誤り例として、英語の規則動詞と不規則動詞の学習を例に挙げ、学習者が学習進捗の中間段階でルールベースの間違いを発生させる事象について、学習の中間段階では、学習の初期段階で獲得した手続き的なルールをトップダウン的に厳密に適用しようとするために、不適切な対象にもルールを適用する結果として間違いが発生すると説明している。

しかし、どのようなルールも、適用対象との関係で適切にも不適切にもなるのであるから、ルールをルール適用対象との組み合わせで考えると、ルールベースの行動でのエラーは、関係性のエラーとして大きく捉えることができる。

## 2.3. 知識ベースの行動レベルで発生する失敗モード

不慣れた状況では、過去の経験からのノウハウやルールが存在しない。このような場合には、さらに高次の概念レベルに移ってパフォーマンスの制御を行う必要がある。知識ベースの失敗は、合理的な認知の限界と、問題空間の不完全あるいは不十分な表象に起因すると説明されている (Reason, 1990)。Reasonが述べるとおり、エラー発生の本格的なプ

ロセスがパターン認知に強く依存する人間の認知特性に基づいているのであれば、知識ベースの失敗モードは、情報の不全によって全体を見渡すことができずに生じる結果であるということができる。

逆に、Rasmussenの考え方に基づいて、環境との間での人間の情報処理のしかたを解釈してみると、知識ベースの行動レベルで処理される情報はシンボルとして捉えられなければならない、情報がシグナルやサインとして表象されるとき、知識ベースでの行動は問題を適切に処理することができない。つまり、情報をシンボルとして捉えそこなったときに、対象の世界モデルを理解できない結果となる。言いかえると、主体の側に世界モデルに相当する内的メンタルモデルが存在しないということができる。

Reasonは、人間の認知特性がパターン認知志向であると強調しているが、全体パターンの認識は、シンボル表象だけが駆動し得る内的メンタルモデルと世界モデルとの照合によって形作られると考えることができる。したがって、知識や概念の有効性は、状況あるいは文脈との関係がない限り判断することができないといえる。

## 3. 各階層の知識表象と学習過程

Rasmussenの認知制御モデルに基づく行動モデルとReasonのエラー分類から、各行動レベルの知識表象および学習過程とエラー表象および生成過程は、次のような一連の概念図を用いて説明することができる。

### 3.1. 知識ベースでの理解と知識表象

知識ベースでの行動は、スキルやルールの背後にある原理的知識に基づく活動である。2.3項で検討したとおり、知識や概念の有効性は、状況あるいは文脈との関係で判断される。学習の初期の段階で、新しい知識や概念は図1に示すとおり、既存の概念や知識とのネットワークが十分に形成されず、全体の文脈や知識体系の中で十分に確立された位置が確保されていない状況にあると考えることができる。

問題解決は、経験を頼りにして、過去の知識を利用しながら使用する手順を考えながら遂行される。知識は、対象概念を含む世界モデルに相当する内的メンタルモデルが形成されてはじめて適切な文脈内に位置を占めることができる。つまり、学習初期の

知識ベースでの理解では、新しい知識が状況や文脈との関係で適切な位置づけが与えられ、新たに知識構造が組み替えられると考えることができる。

このため、知識レベルでの学習を促進するためには、新しい知識と文脈内の適切な位置づけについての確実な理解と全体の文脈や状況を把握するための正確な推論能力の育成が重要となる。つまり、原因と結果、因果関係、理由、一般法則性などについて、学習者の理解を深めるような叙述が必要である。2, 3項で検討したとおり、知識ベースでの行動が要求される場合、主体に対して与えられる情報は、概念表象つまりシンボルとして知覚されなければならない。知識ベースの行動が駆動されるためには概念的な情報処理が必要とされる。このため、知識ベースの行動を活性化するためには、概念的な情報処理の重要性を強調するための学習が必要とされる。Gagné (1977) によると、概念の学習には、他の概念との弁別を学習する必要がある、学ぶべき概念に相当する正事例と負事例を示すことが有効である。また、学習された概念は般化可能であり般化の有無はテストによって測定できると説明されている。

個々の概念やルールが完全な体系性をなさず、経験頻度に基づいて存在する

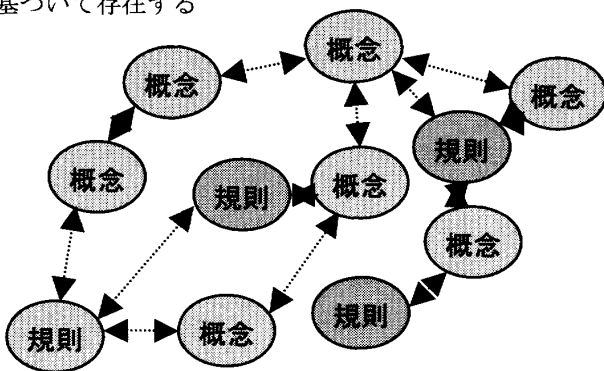


図1 知識ベースでの理解のレベルと知識表象

### 3.2. ルールベースでの理解と知識表象

ルールベースでの行動は、状況の認識と行動を結びつける知識に基づく活動である。知識や概念は、図2に示すとおり、既存の概念や知識とのネットワーク内で適切な位置に関連付けられており、1つのパターンを形成している状況にあると考えることができる。つまり、ルールベースで行動を実行できる段階では、対象物を処理する方法について規則や概念間の関係が理解されている。

課題の処理に際しては全体ルールの確認が必要である。慣れない操作に対しては、ルールベースでの行動が必要となる。一つ一つの手順を確認しながら必要とされる操作が実行される。つまり、種々のルールの中から最も状況に適したルールが正しい手順として活性化され、手順に従った形で行動が進められる。たとえば、運転教習では、教習内容が実車の操作段階に移行した時点で、学習者は、車の発進にアクセル、停止にブレーキ、方向制御にハンドル、と個々の操作を意識しながら実行しなければならない。説明などにより正しいルールを獲得させ、タスクを課すことでその運用能力を向上させることが重要である。

このように、たとえば運転教習のルールベースでの学習の段階では、実際に車に触れさせることにより、特定の操作に対して得られる結果を理解させることが必要である。機能と関連性が獲得できて初めて技能が確立される。一般的に、ルールベースの学習段階では、全体の状況あるいは全体ルールにおける個々の手順の位置づけを理解することが重要な要素となる。

2.2.項で述べたとおり、外部情報は、既得ルール内で状況に適したルールを活性化するためのサインとして作用するようになる。このように、ルールベースでの行動が駆動されるためには、状況の認識と行為を結びつける規則や手順についての明示的な教授が必要とされる。このため、ルールベースの行動を活性化するためには、意識的な情報処理が必要であり、意識や意図的記憶の重要性を強化するような学習が必要とされる。Gagné (1977) は、一連の連鎖的な手順の学習には、「はじめから終わりまで正しいリンクでできた所定の連鎖を確立すること」が必

規則や概念間の関係は理解しているが、課題の処理に際しては全体ルールの確認が必要である

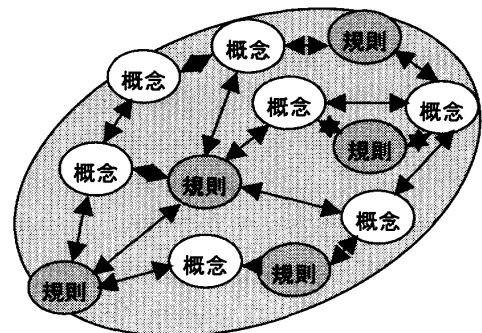


図2 ルールベースでの理解のレベルと知識表象

要であると述べている。一連の手順の学習において、不要な手順が含まれている場合、全体的に正しい手順が実行されない場合がある。また、ルールは言語として説明するだけでは不十分であり、実際に適用できるようになって学習されたということができると説明されている。

### 3.3. スキルベースでの理解と知識表象

スキルベースでの行動は、反射的な活動であり、対象の処理手順が自動化されている。2.1項で検討したとおり、スキルベースの行動は、高度に統合化されたパターンとしてあらわれ意識的な制御を伴わずに実行される。スキルベースでの知識表象レベルでは、図3に示すとおり、個々の知識や概念が文脈全体の中に適切に位置づけられ全体パターンを構成していると考えることができる。

スキルベースの行動レベルでは、実行目的が意識されずに達成されるようになる(2.1項参照)。たとえば運転教習では、教習の最終段階になると、学習者は、意識をせずにハンドル、アクセル、ブレーキを使い、車を操作できる。処理は3つの行動レベルの中で一番速く効率的である。このとき、知覚情報はシグナルとして作用し、ハンドルの微調整やアクセルの微調整などの身体の個々の動作も車を制御するためのシグナルとして作用し、運転環境全体の多変量変数として機能する。このように、スキルベースの行動レベルでは、全体パターン内の行動要素つまり変数の変動許容範囲を確定することが不適合を回避する大きな要因となる。このため、単純な繰り返しによって適合の限界を見極めることにより能力を向上させることができる。運転教習では、実際に車を運転させ、安全に運転できるようになるまで繰り返し練習させることが必要である。このように、スキルベースでの行動を学習させるためには、具体的な操作や技能、運動の仕方についての指示や訓練的

課題の処理手順がパターン化している

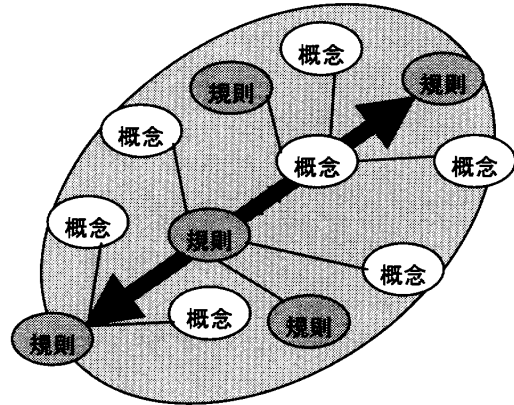


図3 スキルベースでの理解のレベルと知識表象

な教授が必要とされる。スキルベースの行動には、自動的、無意識的、反射的な情報処理が必要で、訓練による自動的・反射的な行動制御を重視した学習が必要である。

### 4. 各レベルの階層におけるエラー形式

人間の情報処理特性として、認知オペレーションが何らかの形で情報不全になると、知識ベース、ルールベース、スキルベースの各行動レベルで異なった形式のエラーが発生する(2項参照)。つまり、発現するエラーは現象上同一のエラーであっても、エラー発生元の行動レベルには複数の候補がある。理科実験で遠心分離機を正しく使用することを学習課題例として、エラー現象として発生する試験管破損事故、および装置操作学習/習得レベルに応じて考えられるエラー要因を認知情報処理モデルに基づいて観察してみると、以下の表に示すとおりとなる。

表1に示すとおり、認知情報处理的な行動モデルの各レベルで行動特性や知識表象が異なるように、各レベルでエラー表象も異なる。各行動レベルにおけるエラー生成過程について、以下に概念図を用いて考察する。

表1 エラーのレベルおよび考えられる要因

行動レベル	学習モデル/成果レベル	エラー現象	考えられるエラー要因
知識ベース	遠沈管とは、試験管より短い試験器具で、遠心分離機専用の器具である	試験管を使用して試験管破損事故が発生	遠心分離用の器具を知らなかった
ルールベース	遠心分離では遠沈管を使う		遠心分離で試験管を使っても大丈夫だと思った
スキルベース	ルールや知識を参照せず、意識せずに遠心分離では遠沈管を使う		うっかりと自動的に、他の一般的実験と同様に試験管を使用してしまった

#### 4.1. 知識ベースのエラー形式

知識ベースのレベルでのエラーは、課題解決や行動の場面で、必要な概念や知識が適切な文脈内に位置づけられていない場合あるいは欠如している場合に生じる。

図4の左側の図は、遠心分離実験で使われる遠沈管の概念が知識表象内に存在するものの、全体の知識表象内で他の実験条件との関係が定着していない状況を示す。右側の図は、他の実験条件との関係が未定着であったためにエラーが生じる様子を示している。学習者の既存の知識として、実験では試験管を使用することが理解されており、遠心分離専用の遠沈管に関する知識が欠如している場合、間違っ

て試験管を使用し器具の破損状況が生じる。2.3項で述べたとおり、外界の情報は内的メンタルモデルを活性化させるシンボルとして作用しなければならない。シンボルによって表象される知識が内的メンタルモデル内の適切な位置で活性化されない場合、あるいは適切な位置に存在しない場合、与えられた情報は価値を失う。つまり、このような場合、過去の経験頻度によって、使用頻度の高い知識が活性化され、全体の状況に適合しない解決法が採用される。

このように、知識ベースの行動では、スキルやルールの背後にある原理的知識を理解している必要がある。知識ベースの行動では、ゴールが環境の分析と個人の全体的な目的に基づいて明示的に意識化されなければならない。

#### 4.2. ルールベースのエラー形式

ルールベースのレベルでのエラーは、課題解決や行動の場面で適切なルールが適用されなかった場合、つまり、一連の手順が文脈との関係で適切に呼び出されなかった場合に生じる。

図5の左側の図は、遠心分離実験で使われる遠沈管が他の実験条件との関係で理解されており遠心分離実験の手順が確立されている状況を示す。右側の図は、実験の手順として試験管を使用する手順がステレオタイプ化されており、遠沈管を使用した手順が必要とされる実験であったのに、ステレオタイプの試験管使用手順が呼び出されてしまったためにエラーが生じる様子を示している。

2.2項および3.2項で検討したとおり、ルールベースの行動は、すでに経験から獲得されている規則の中から適切な規則が選択されて意識的に制御された行動である。ルールとルールの適用対象との関係で考えると、ルールベースの行動でのエラーは、関係性のエラーとして捉えることができる。つまり、ルールベースの理解では、知識や概念との関係、ルールとその適用の対象との関係が明確にされていなければならない。複数のルールが選択肢として活性化されている状況で、不適切でありながら最も強いルールが採用されたときにエラーが発生する。したがって、ルールベースのレベルでは、状況に合致した知識を意識的に選択して行動する必要があり、状況の認識と行為を結びつける知識を理解している必要がある。

エラー表象の例：遠心分離機での試験管破損事故

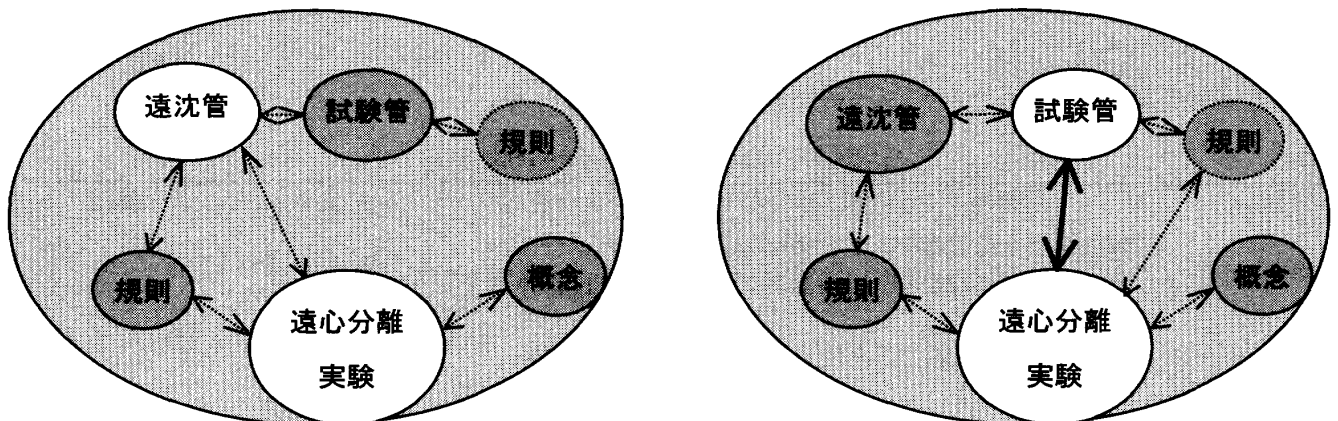


図4 知識ベースのエラー形式

エラー表象の例：遠心分離機での試験管破損事故

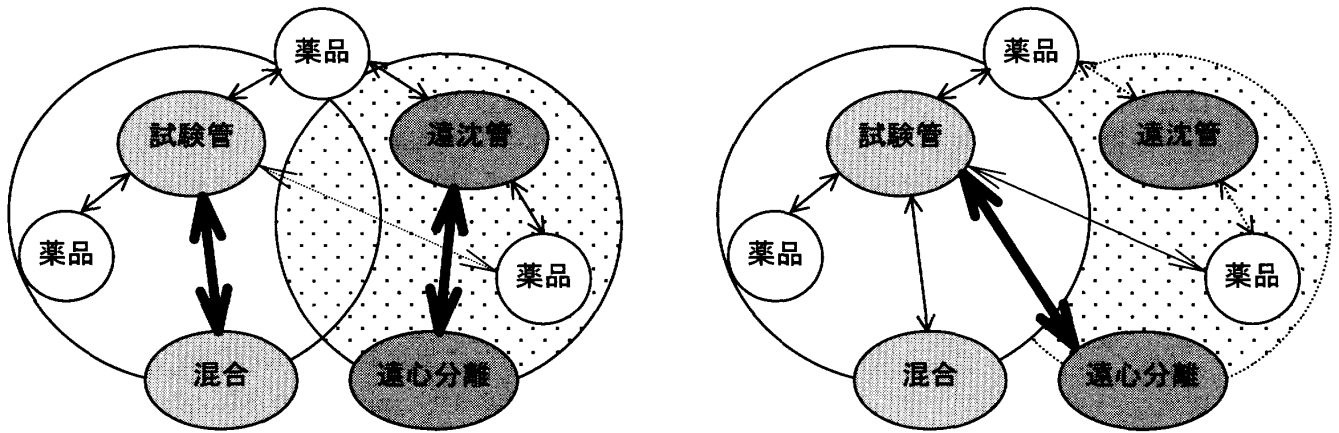


図5 ルールベースのエラー形式

#### 4.3. スキルベースのエラー形式

スキルベースのレベルでのエラーは、特定の行動パターンが他の定型スキーマによって妨害されることによって生じる。図6の左側の図は、遠心分離実験の手順の全体が特定の行動パターンとして理解されスキーマとして確立されている状況を示す。右側の図は、たとえば、薬品のラベルに注意を向けることによって、遠沈管使用の実験スキーマが、試験管使用の実験スキーマによって妨害されエラーが生じた様子を示している。

2.1項で述べたとおり、当初のスキーマ内でシグナルとして判断されるべき情報がサインとして作用するとき、不適切な別スキーマが呼び出されると考えられる。つまり、先入観や外乱が生じたとき、類似性によって最も強いスキーマが浮かび上がり行動

の制御が乗っ取られてしまうと考えられる。

#### 5. まとめと今後の展望

概念図を用いて考察したとおり、シンボル、サイン、シグナルの3種類の情報が適切に表象されることによって、主体は、それら情報種類に応じた適切な認知制御レベル（それぞれ知識ベース、ルールベース、スキルベースに対応）で情報を処理し行動することができる。エラー行動は情報の不全によって発生するだけではなく、情報の不適切な表象によっても発生する。

したがって、各認知制御レベルに合致した情報の種類を考慮して教育計画を工夫する必要がある。知識ベースの行動には概念的な情報処理が必要であり、

エラー表象の例：遠心分離機での試験管破損事故

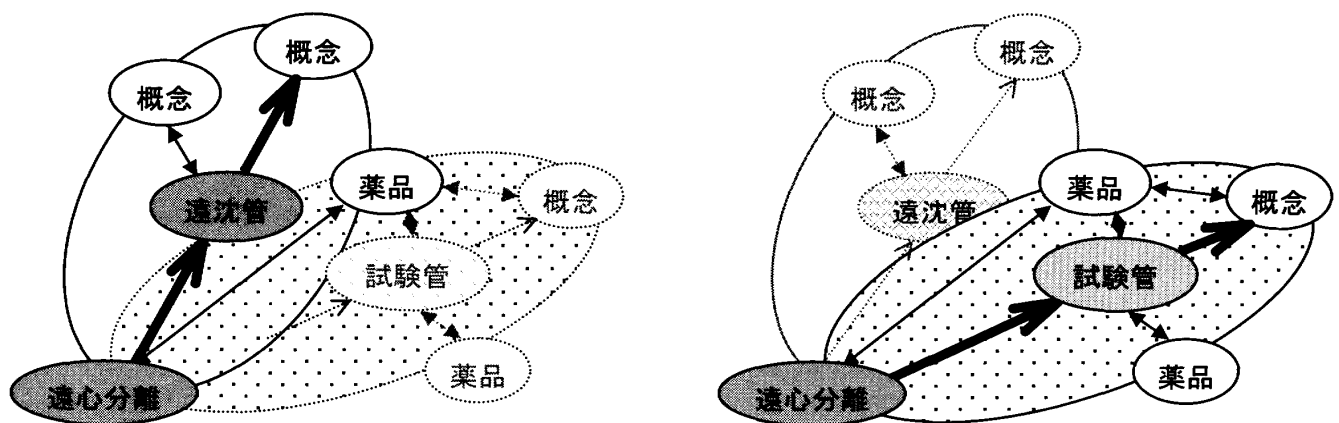


図6 スキルベースのエラー形式

知識や概念と文脈内の適切な位置づけ、原因と結果、因果関係、理由、一般法則性などについて、学習者の理解を深めるような叙述が必要である。ルールベースの行動には意識的な情報処理が必要であり、意識や意図的記憶の重要性を強化するような学習が必要とされる。スキルベースの行動には自動的、無意識的、反射的な情報処理が必要であり、自動的・反射的な行動制御を重視した学習が必要である。このことから、認知情報処理モデルの各行動レベルでエラー防止に配慮した教育に必要な要素を要約すると以下のとおりとなる。

#### (1)知識ベースの行動レベル

原因と結果、因果関係、理由、一般法則性などについての理解を深めるような学習が有効である。概念的な情報処理が必要で、概念的な情報処理の重要性を強調するような教授が必要である。

#### (2)ルールベースの行動レベル

状況の認識と行為を結びつける規則や手順についての明示的な教授が必要とされる。意識的な情報処理ができるようにするために、意識や意図的記憶の重要性を強調するような教授が必要とされる。不適切な例と適切な例を理由とともに合わせて教示しなければならない。

#### (3)スキルベースの行動レベル

操作や運動のしかたについて、具体的な指示や訓練が必要とされる。自動的、無意識的、反射的な情報処理ができるようにするために、訓練による自動的・反射的な行動制御を重視した学習が必要である。スムーズに安全な行動が実行されるためには繰り返しの練習や肯定的なフィードバックが有効である。否定的なフィードバックは学習者の自信や意欲を低下させるため望ましくない。

このように知識ベース、ルールベース、スキルベースに必要な教授要素は、学習の情報処理モデルを認知的側面から補強するモデルとして種々の学習分野に適用できると考える。たとえば、本研究ではエラーの具体例として理科実験で生じる器具破損事故を取り上げて考察したが、現象上同一のエラーが異なる認知情報処理レベルで生じている可能性があるこ

とから、安全教育を計画する際には、行動モデルの各レベルに必要な教授要素に考慮する必要がある。また英語教育では、日常会話を重視するとスキルベースの学習に重点が置かれるが、知識ベースあるいはルールベースで文法や単語などの知識や基本的規則を学習しない限り、状況に応じてスキルを変形して利用するための基礎力が習得されない。これに対して、たとえば特定のソフトウェアの操作を教える情報教育では、コンピュータやソフトウェアの機能を概念的に教えるよりも、最初に操作に習熟させたほうが情報処理やコンピュータ一般に関する拒否反応が少なく、結果として学習効率が良いケースが多くみられる。また、災害教育でも最初に自然災害の特性を概念的に教えたほうがよいのか、即座に特定の行動をとる(例えば津波のときは潮がひいたら避難行動をとる)ための手順や行動を教えたほうがよいのか議論がなされている。

本研究の成果に基づき、学習過程で生じる知識ベース、ルールベース、スキルベースのエラーの性質を探り分析するとともに、種々の学習分野に応じた能力育成のための体系的モデルの設計を目的として、引き続き研究を深めていきたい。

#### 引用文献

- Gagné, M, R. (1977) *The conditions of learning Third Edition* 金子敏・平野朝久(訳) 1982 学芸図書株式会社
- Rasmussen, J (1986) *Information processing and human-machine interaction* 海保博之・加藤隆・赤井真喜・田辺文也(訳) 1990 インタフェースの認知工学 啓学出版株式会社
- Rasmussen, J. (1986) Cognitive Control and Human Error Mechanism. *New technology and human error*, pp.53-61 (1987) edited by Jens Rasmussen, Keith Duncan, Jacques Leplat New Technologies and Work a Wiley Series
- Reason, J. (1990) *Human error* 林喜男(監訳) 1994 ヒューマンエラー - 認知科学的アプローチ 海文堂



## **Illustrative Explanations of the Cognitive Behavior levels and Error types**

**Erina Gyoba\*, Shin Iwasaki\*\***

*\*Graduate School of Educational Informatics /Education Division, Tohoku University*

*\*\*Graduate School of Educational Informatics/ Research Division, Tohoku University*

There are often the case that errors in learning occur in different cognitive levels in spite of the fact that they seem to be the same errors. The errors which occur in different cognitive process levels have been classified by Rasmussen into three levels as knowledge-based, rule-based, and skill-based errors.

This paper tried to describe symbols of information and cognitive gaps based on Rasmussen's cognitive process model and Reason's error level by illustrating representational knowledge and concept patterns.

Focusing on a claim of Rasmussen that errors should be resulted from gaps between the representation and cognition of information, this paper reviewed previous studies on error generating mechanisms, including those made by Rasmussen and Reason, and rendered illustrative explanation on various errors evoked depending on hierarchical cognitive control levels.

Furthermore, effective learning components for avoiding recurrence of errors were argued with reference to each cognitive control levels; knowledge-based, rule-based, and skill-based level.

Key words: cognitive information processing, kinds of information, 3-level behavior model, form of error, components of learning