

## 汎用的問題解決のための用語や表現の変換の学習

松田 稔樹

東京工業大学リベラルアーツ研究教育院／江戸川大学情報教育研究所

matsuda@et4te.org

コンピュータは汎用的な情報処理ツールである。よって、それを使いこなす人間には、多様な問題解決にツールを活用する汎用的問題解決能力が必要になる。限られた時間で修得した学習成果の汎用性を高めるには、類推能力が必要になるが、それを支えるのは、修得した知識を目的や状況に応じて言い替える力である。本稿では、情報（科）教育でその能力を高める方策について考察する。

### 1. はじめに

情報（科）教育の重要な目標の1つに、汎用的な問題解決力の育成がある。領域固有の問題解決力は個別教科でも育成される。よって、それらを超えて汎用性のある問題解決力を育成することこそが、情報科固有の目標になる。さらに、その汎用性は、ICT そのものの汎用性を基盤として、より高度化させることが可能になる。

コンピュータが単なるゲーム機やコミュニケーションツールとして使われるなら、コンピュータの汎用性を活かしているのは開発者側であり、ユーザ側ではない。インターネットを通じて提供される情報を単に取捨選択しているだけなら、そこには情報の主体的な活用は無い。

モノに対する情報の大きな違い（優位性）は、コピーに加えて変換（加工や処理）が容易な点にある。コンピュータが情報処理機械である以上、その機能を最大限に活用するには、それを活用する人間の側に情報の変換を目的や条件に応じて自由自在に発想できる力が必要になる。

### 2. 正解／テスト主義の学校教育の限界

図1は、日本と米国のリベラルアーツ教育の認識の違いの背景にある（西洋的な）学問の捉え方を説明する図式である。基礎科学は真理を追求するから、正解の存在を前提とした仮説検証を重視する。ただし、仮説は暫定解であり、未解明の現象や新たな現象を説明するために、一貫性や整合性を考慮しながら詳細化や改良が行われる。

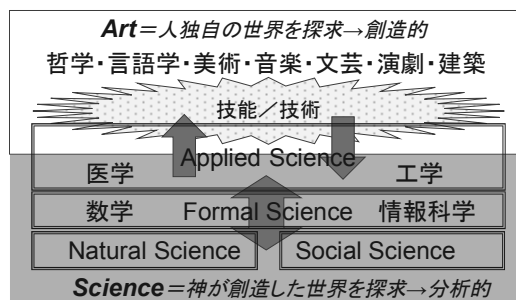


図1 西洋的な学問体系(分類)の捉え方

同じ科学でも、応用科学は Science と Art の中間に位置する。工学に代表されるように、基礎科学では完全に説明できない実世界の問題の解決を目指す。正解の存在を仮定するよりも、理想状態からのズレをより小さくする有効解を追究する。ある種のトライ&エラーが必要となり、多様な代替案を発想する能力が求められる。

人が実社会で生きていくには、Art に近い能力が重要であり、真理の追究は専門家集団が担うべきである。普通教育がカバーすべきなのは、基礎科学をふまえた上での Art に近い側の教育であり、情報科は応用科学（情報学では CS より IS）を基盤とした技術教育を重視すべきである。基礎科学と応用科学との関係を考えれば、現状の学校教育が陥っているテスト主義や正解主義は、育成すべき資質・能力を養う阻害要因になるだけである。

### 3. 代替案発想能力のモデル化

端的に言えば、より良い問題解決ができるか否かは、発想する代替案の質と量に依存する。質に加えて量も必要なのは、最適解は純粋解ではなく混合解の中にあるからであり、また、演繹的に答を決めることはできず、帰納的に評価し改善する必要があるからである。

現実世界の問題解決に ICT を活用するには、図2の「現実モデル⇒情報モデル⇒結果⇒解決」というアプローチが必要である。ただし、「情報モデル⇒結果」（特に、プログラミング）は、実験を一般人が行わないのと同様、逐一行う必要はない。

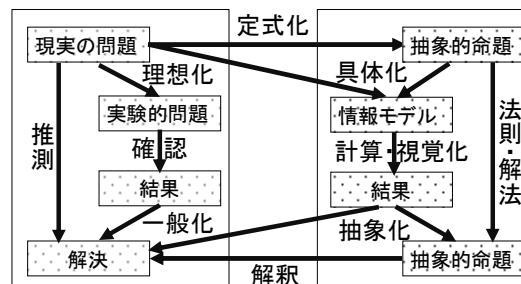


図2 科学的な問題解決のための複数アプローチ

実験やシミュレーション等を行わずに問題解決を図る方法が「類推」である。そのプロセスは、「ターゲットの表現⇒ベースの検索⇒写像⇒正当化⇒学習」とされる<sup>(1)</sup>。類推の成否の鍵は写像だと思われがちだが、不適切な例が理解を支援しないのと同様、適切なベースの検索こそが鍵となる。

このことを前提に汎用的問題解決力の育成を考えると、類推に役立つ範例を問題解決の状況に応じて適切に検索できるように指導することが重要になる。その上で、問題解決の目的に応じて、それを新規課題に写像する方法も指導する。この考え方に近い指導法に、「3種の知識」による情報モラル指導法<sup>(2)</sup>があり、それを発展させたものが「問題解決の縦糸・横糸モデル」<sup>(3)</sup>である。

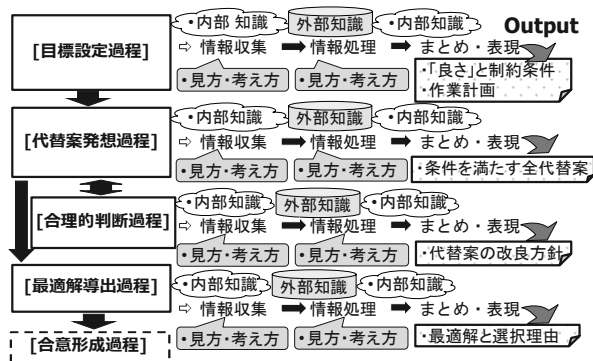


図3 問題解決の縦糸・横糸モデル(共通概要版)

類推の過程と図3を対応づけると、ターゲットの表現が目標設定過程に対応し、ベースの検索と写像が代替案発想過程、正当化が合理的判断過程に対応すると捉えられるかもしれない。しかし、適切なベースの選択が重要な役割を果たすと考えると、それだけでも代替案発想と合理的判断を費やし、多様な案からより適切なものを選択するために検討すべきである。もちろん、写像に関しても、2つの過程を経た吟味が必要で、正当化を最適解導出過程、学習を(図3には無いが)ふり返り過程に対応づける方が良いだろう。

以上の想定の下、類推を汎用的により良く行えるよう、内部知識や見方・考え方を提供する。その際、適切なベースは、ターゲットに対して単に表面的な類似性を持つものより、構造的類似性やプラグマティックな類似性を持つものだ<sup>(1)</sup>という点に着目する。

表面的な類似性でなく、構造的な類似性に着目して事例を検索するには、一見、ベースになりそうにないが構造的には類似している適切なベースを検索できるように、ターゲットを表現する必要があり、そのための表現の変換が鍵になる。これを支援するために提供するのが内部知識や見方・考え方である。言い替えると、提供する内部知識

や見方・考え方が以上の目的に即したものでなければ、それらは無用の長物に過ぎない。

プラグマティックな類似性は、目的の類似性と言い替えられる。図3で言えば、目標設定過程のOutputである「良さ」や「制約条件」の類似性である。一般に、問題解決で達成すべき「良さ」は1つではなく複数であり、それらの間にはトレードオフ関係があるのが通例である。問題解決の鍵は、個々の良さを達成する解決策を決めることではなく、トレードオフを解消し、より多くの良さを同時に達成する解決策を決めることである。それ故、目標と条件が類似している事例をベースにすることが、より良い解決への近道になる。

例えば、図3をより具体化・詳細化した情報科用の縦糸・横糸モデルでは、見方・考え方として、「多様な良さに着目する」「トレードオフを考える」「目標と条件に分けるなど、体系的に問題を捉える」などを挙げている。また、内部知識として「解の良さ」や「解決方法の良さ」を「良い⇒安い、時間がかからない、正確な、…」などと言い替え、さらに方法論へと言い替える変換の図式を教える。多様な良さを考慮させるために、多様なユーザとそれらの人が典型的に求める良さの知識も教える。もちろん、ベースとなる事例知識も、検索しやすいような知識体系として教える。

代替案発想過程では、良さを実現するICTやそのICTが持つ弱点や課題をトレードオフ関係と関連づけて指導する。ただし内部知識とすべきは、ICTの理解枠やある目的を持ったICTの総括的フレーム知識である。変化する個々の技術は外部知識として参照すればよく、それを自己学習して意思決定に使えるような汎用的能力の育成を目指す。

#### 4. おわりに

筆者は、縦糸・横糸モデルを系統的に指導するために、ゲーミング教材に組み込める汎用的モジュールの開発を行っている。本考察の成果は、そのモジュールに組み込むことを想定している。

#### 謝 辞

本研究に関して、JSPS 科研費 JP19K02969 の助成を受けた。記して感謝する次第である。

#### 参考文献

- (1) 鈴木宏昭：類似と思考，共立出版(1996)。
- (2) 玉田和恵・松田稔樹：「3種の知識」による情報モラル指導法の開発，日本教育工学雑誌，28，2，79-88(2004)。
- (3) 松田稔樹：問題解決の本質とICTを活用する目的の意識化，Informatio，13，117-126(2016)。