

## CHAPTER 2

### Foundations and Opportunities for an Interdisciplinary Science of Learning

Bransford, J. D., Barron, B., Pea, R. D., Meltzoff, A., Kuhl, P., Bell, P., Stevens, R., Schwartz, D. L., Vye, N., Reeves, B., Roschelle, J., & Sabelli, N. H. (2006). Foundations and opportunities for an interdisciplinary science of learning. In R. K. Sawyer (Ed.), *the Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (pp. 19 - 34).

この chapter では、今後の学びの科学を考えて行く上で少なからず影響を及ぼすであろう 3 つの流れについて概観し、それをまとめていく。

(1) implicit learning (潜在学習)

(2) informal learning (非公式的な学習)

(3) designs for formal learning and beyond (公式的学習のデザインと今後)

#### **潜在学習と脳 (Implicit Learning and the Brain)**

潜在学習：「複雑な情報が何の努力もせずに獲得され、よってその知識が言語的に表現しづらい」といった現象。こうした現象は教育的あるいは進化論的に価値がある。生命体は新しい環境に直面したときに、**いっさいの形式的な教育や意識的な努力をせずともそれに適応していくことができる**ということを意味している。

#### **神経科学の研究は学習研究に何をもたらすことができるのか？**

今後は「事象関連電位 (event-related potentials)」, 「機能的磁気共鳴画像法 (fMRI)」, 「脳磁気図 (MEG)」といった脳の活動の状況の測定方法が認知神経科学として、学習科学の一部と捉えるべき。こうした科学は、どのように学習が生じるのかを理解するための素地を提供するし、これまでの認知研究とは違う側面から学習が生じていることを測定可能とする。そして微妙な個人差を検討するための指標としては有効活用が可能であろう。

#### **【大島のコメント】**

こうした研究は、今後 engineering approach of educational research の中

でどう利用されていくのだろうか？一つの方向性として川島さんらの「大人の脳のトレーニング」アプローチも取り入れられるのかな？

### 脳科学における発見とその示唆

Greenough, Black, & Wallace (1987)は、より複雑な住環境で生活したラットのシナプスの量が統制群のラットよりも多いことを示した。すなわち**環境要因が脳の発達に影響**していることを示唆。

臨界期 (critical period) をどう捉えればよいか？ 異なる処理系で異なる時期を持つようであるし、それぞれの系の中でも実はかなり柔軟であるようだ。Kuhlらの neural commitment to language patterns という考え方 (e.g., Kuhl, Conboy, Padden, Nelson, et al., 2005) によれば、**乳幼児期初期に獲得する言語の情報によって形成される神経ネットワークは、その後同じ言語体系による情報に対してより dedicated となり、その他の言語体系については感知しなくなる**。こうしたパターン化の繰り返しによって、native language は獲得されて行くと考えると、それは神経ネットワークが形成されるための経験の関数であり、必ずしも特定の時期にその獲得のすべてが決定づけられるというものではない。

Neural commitment 以前の学習 (Neuroplasticity) Kuhl, Tsao, & Liu (2003)では、生後9ヶ月の乳児にたいして、Mandarin で読み聞かせやおもちゃで遊ぶ行為を繰り返し行うことで、彼らの first language への neural commitment を修正して行くことができることもわかっている。英語だけでなく、Mandarin に対してもそれを母国語とする乳児と同じレベルで音素を認識することができた。

### 他者からの学習：観察学習

最近の脳科学では、模倣に特化した neuron (mirror neurons) の存在が明らかになっている (e.g., Rizzolatti, Fadiga, Fogassi, & Gallese, 2002)。模倣あるいは観察による学習はその対象が親だけでなく、友達、その他の大人、あるいはテレビにまで拡張可能であり、その影響について検討せねばならない。

## 非公式的な学習 (Informal Learning)

一般に非公式的な学習は「学校の外」で行われることが多いので、その比較が「学校外の学習と学校での学習」と捉えられがちではあるが、本質的な違いはそうした物理的な要因に寄与するものではない。学校においても非公式的な学習は生じ、学校外においても公式的な学習は見られるのである。

### 学校教育における認知的な既決と学習状況の対比

Scribner, & Cole (1973) による公式的学習と非公式的学習の境界：「学校がそれに特化して教育的経験のセットとしているものは、**日常我々が直面するそれとは分離されたもの**であり、それ故に日々の実践的な活動を通して成長する人々とは**相異なる学習あるいは思考の方法を要求促進**している。」

#### 【非公式的学習の特徴】

- (1) 非公式的な学習は個々の学習者指向 (person-oriented) である。どれくらいの performance が期待されるかは、その学習者が何を達成したかというよりも誰かということに基づいている。
- (2) 非公式的な学習は伝統を重んじる文化を促進する。
- (3) 非公式的な学習には、感情的な側面と知的な領域との両者が常に関わっている。すなわち学習する知識そのものが、個人の identity と切り離せない。

#### 【公式的学習の特徴】

- (1) universal な価値、基準、performance のスタンダードによって規定されている。
- (2) 言語が最もかつ dominant な教授・学習活動の medium である。
- (3) 文脈からはなれた形で教授・学習が行われる。

比較文化研究が明らかにしてきたこと：

- (1) 学校教育は、abstract reasoning を促進することに貢献している。
- (2) 学校教育を長く受けているものは、自己の思考をより言語に依拠して表現しようとする。

## Identity の重要性と、より後半な分析の単位

感情的側面と知的領域の融合、あるいは社会性と自我同一性 (identity) の論

議は、その後の研究において、非公式的な学習に参加する形態と、学習者の identity の形成という問題で取り扱われてきた (Scaffolding, apprenticeship learning, legitimate peripheral participation, guided participation). これらの研究では、それまでの研究よりもより広範な分析の単位を採用している (cultural practice and activity as fundamental units of analysis).

### **発達における相乗効果 (mutual influence) の視点**

初期の相互交渉の研究では、子どもとその caretakers の間の関係は年長者から年少者への一方的な働きかけとしか見られていなかった。しかし、その後の研究では、年少者がいかに積極的にそうした実践的活動へ参加し caretakers の働きかけを制御しているかもわかってきている (Ash, 2003; Rogoff, 2003).

Crowley & Jacobs (2002) の「islands of expertise」という概念：子どもが何に興味を持っているのか、それ自体は生活の中で子どもが積極的にサインを出している。それは熟達の小島のようなもので、それが突出してくるのを caretakers は自らが彼らの発達を支援する方法あるいは内容へと反映していく。

Peers も個々の学習者の発達を促す大きな役割を担っている。

### **熟達化への道筋 (Pathways to Expertise)**

「学校の中での成功者（あるいは失敗者）が、必ずしも実社会で成功（あるいは失敗）しない。」という現象は、学校教育システムのデザインを考えていく上で、重要な疑問を投げかけている。異なる文脈での学習をどのように融合するか（あるいは人工授粉, cross-pollinate, させるか）。

### **公式的学習のデザインとその拡張**

熟達化 (expertise) から適応的熟達化 (adaptive expertise) へ

まずはこれまでの熟達化の研究からわかっていること

**「熟達者は初心者が認識しないような問題状況の特徴に注意を向けることができる」**

- (1) 単に熟達者の行動を観察することから初心者学ぶことはない。
- (2) 「経験から学ぶ」だけでなく、「経験することを学ぶ」

## 「熟達者の知識構造は精緻化されている」

### 適応的熟達化

「routine experts と adaptive experts の違い」 Routine experts は確立した知識をより効率的に用いるためにそれを適用する中で磨いていく。適応的熟達者は、**常に自らの知識の幅と深さを拡張することによって核となる competence を進化させようとする**。このために、彼らは時として知的な初心者 (intelligent novices) となり学習する。

Schwartz, Bransford, & Sears (2005)は適応的熟達化を支える二つの次元を提唱している：

- (1) 革新 (innovation) あるいは発明 (invention)
  - (2) 効率化 (efficiency)
- ここで新たに提唱したいのは、
- (3) 上述した二つの次元についてのメタ認知的な気づき

### 効率化と革新の評価

「これまでの評価のほとんどは効率化を測定するものであった。」

- (1) direct application
- (2) sequestered problem solving assessments

「適応的熟達化を評価する」

- (1) preparation for future learning (e.g., Schwartz, & Bransford, 1998)  
knowledge-rich な環境で学習する能力

RFL は learning to learn とは異なる。後者は領域に関わらない一般的な方略的知識を意味することが多いが、PFL はある意味 domain-specific.

### 適応的熟達化を発展させるための教授的方略についての研究

これまで認知科学では、「どのように routine expertise が獲得されるか」を問題にしてきた。すなわち、人々が同じような問題に直面したときにより正確にそしてスピーディーにその問題を解決できるようになることを目指したのである。[scripts, schemas, frames, procedures など]

こうした知識体系は確かに人間の有限な心的能力を有効活用するためには重要であるが、熟達者はそうした構造を乗り越えてさらに新しい体系を知識を組み直すことができねばならない。適応的熟達はそれを意味しているのである。

学習者の適応的熟達を促進するためには、学習環境は内省的思考とメタ認知を駆使する活動が豊富にちりばめられていなくてはならない：

- (1) 知識陳述方略から知識変換方略へ (Bereiter, & Scardamalia, 1989, 1993)
- (2) 理論構築と非確証を強調するシステムティックな追究 (Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974/1975 ; Krajcik & Blumenfeld, this volume)
- (3) 効率性を追究するために innovation が必要となるような”working smart”環境をデザイン

### **学びの統合的な科学へ向けて**

これまで述べてきた独立に発展してきた 3 つの研究の流れを統合することで新しい学びの科学を検討することができる。

#### **「これら 3 つの流れをまとめるための主な挑戦」**

- (1) a better understanding of the dynamics between people and resources in any learning ecology (Barron, 2004)
- (2) Situative perspective (Greeno, this volume)
- (3) Learning as the cultural practice

#### **「研究テーマの方向性」**

- (1) Moving beyond the individual
- (2) The role of affect in learning
- (3) Expanding our conception of what is learned