

こ・そ・あ・ど / んなこと (原稿)^{*1}

数学教育論の進化論的枠組み

小島 順

数教協・花巻大会 (2006 年 8 月) の AMI サロンでの、私の「数学教育の哲学と科学 — 批判的検討 —」を、『数学教室』2006 年 12 月号の「大会特集」の中で、p.30 で紹介して頂いた。しかしその紹介の内容は、私の話し方のまずさもあって、伝えなかったこととずれている箇所がある。ここではその一つを取り上げる。それは

「NCTM 改革を推進する教育学者たちは構造主義者^{*2}と自称していて、その一例として (小島は) D. Geary の進化心理学を紹介している」

という趣旨の文章である。実際には、全く反対に、Geary は過激な原理主義的構造主義者を批判する形で、発達心理学、教育心理学の進化論的枠組みを対置しているのである。

Geary の重要な論文は彼のウェブサイト

<http://web.missouri.edu/gearyd/>

から入手できる。

[1] Geary, D. C. (1995). Reflections of evolution and culture in children's cognition; Implications for mathematical development and instruction. *American Psychologist*, 50, 24-37.

[2] Geary, D. C. (2002). Principles of evolutionary educational psychology. *Learning and Individual Differences*, 12, 317-345.

[3] Geary, D. C. (2005). Folk knowledge and academic learning.

[4] Geary, D. C. (2006). Development of mathematical understanding.

Geary が論じているテーマは多岐にわたるが、ここでは「生物学的に一次と二次の能力の区別」という論点だけに触れる。彼は人間について、生物学的に一次の (あるいは自然の) 能力と、生物学的に二次の (あるいは文化的) 能力を区別する。

一次の能力とは、生得の認知的システムであり、(implicit な形の) 小さな数についての概念や数える操作などを含む。あるいは、人間の顔の識別や言語活動も一次の能力である。これらは (数万年の単位の) 人類の進化の過程で、その当時の社会と環境 (狩猟と採取の生活) に適合するように、生存競争によって形成された。認知的システムと書いたのは、認知のプロセスが専門化された多数のモジュールの連携の形で存在するからであり、

*1 『数学教室』2007 年 3 月号に掲載された。「原稿」と言いながら、実は少しだけ後で手を入れたので、掲載されたものと正確には同一でない。

*2 正しくは「構成主義者」である。それにつられて (というのは弁解に過ぎないが) 私も間違えて下の文章の中で「過激な原理主義的構成主義者」と書くべきところを「構造主義者」と書いてしまった。この二カ所のミス (structuralist でなく constructivist) を指摘して下さった松下佳代さんに感謝する (7/27, 2007)。

それは土台としての脳神経のシステムで支えられる。一次能力は普遍的であり，社会の文化による差異が少ない。

「生得の」というのは遺伝的制約のことで，生まれたときに完成しているという意味ではない。制約下で，ローカルな環境に対応するように，それは調節されなければならない（例えば，言葉では日本語という環境）。この調節は成熟するまでの発達期間内の子供の経験による。経験を与えるべき子供の活動を引き起こす動機づけもまた進化的に制約されている。子供は生まれつき好奇心があり，社会関係に積極的に参加し，あるいは環境を探索するよう動機付けられているが，それは進化的に，一次の能力を発達させるために必要な活動（例：遊び，ゲーム，スポーツ）に強く向けられる傾向をもつ。その範囲内で子供は意識的な努力もなく，基礎的能力を就学前に身につける。

これに対して，二次の能力は，それ以後の人類の社会組織の複雑化と科学技術の発展に対応すべき能力である。新しく複雑で変化も激しいこれらの目標に対して，進化のメカニズムはまだ対応していない。

算数で言えば，10進法の原理とその下の四則のアルゴリズムは明らかに二次的である。また，一般の分数への四則演算の拡張もまた二次的である。言語については一次能力の「話し言葉」と対比して「読み書き」は二次的である。

一次能力を支えた生物学的システムと，要求される二次の能力のギャップがここでの問題である。あるいは”民間的”な知識（folk knowledge）とアカデミックな学び（あるいは discipline）とのギャップが問題である。

学校はこのギャップを埋めるための社会の要請から発生した。学校の役割は，現代の社会で生活し仕事をするために必要な，この生物学的に二次の能力を発達させるための，子供の活動を組織することにある。そこでは，子供が生まれつき好む活動の傾向と二次のアカデミックな学習のために必要な活動の間のギャップが自覚されている。二次的能力とそれを支える一次のシステムの間のギャップ（動機的，認知的，感情的，行動的）の大きさの程度が，それを埋めるための explicit かつフォーマルな教育（instruction）の必要の程度を決める。（そこには一次システムの転用を許す可塑性の問題や，プロセスを制御するワーキングメモリーの機能，さらに二次能力についての“習熟”の課題などが絡む。）いずれにせよ，学習への動機は，子供にとっては外から，社会の価値観と要請として与えられる必要がある。

はじめに述べた構成主義者の主張はまちまちだが，共通するのは「学びは子供自身が方向を決めるべきである」，「子供は数学を自ら再発見すべきである」という信念であり，上述の教師による instruction には否定的である。この哲学は，その穏和な形では，例えば Geary のいう一次的能力の扱いに限って言えば，納得できる要素がある。しかし過激な例として，Cobb, Yackel & Wood は「歴史的に数千年もかけて発展した数学実践を，子供は（適切な社会的文脈に置かれれば）自らの力で構築することが可能である」と言う。これは大げさな美辞麗句に過ぎず，完全に事実と反する。