

〈研究ノート〉

アクティブ・ラーニングのうそ

— まぼろしの孔子の言葉とラーニング・ピラミッド —

高 松 正 毅

The Misconceptions about Active Learning; the Illusion of Confucius Quote and the Learning Pyramid

Takamatsu Masaki

1. はじめに

今や世は、まさにアクティブ・ラーニングが大流行りである。アクティブ・ラーニングこそが、未来を見通して必要なジェネリック・スキル（汎用的能力）を身につけさせるための最も有効な学習法として脚光を浴びている。文部科学省も、日本の学校教育および高等教育にアクティブ・ラーニングの導入を推進しようとしている。

本稿では、アクティブ・ラーニングの有効性の裏付けとして用いられることが多い孔子の言葉とラーニング・ピラミッドが学術的な裏付けを欠くことを再確認する。加えて、アクティブ・ラーニングの有効性を過大視・万能視することに疑念を呈したい。

筆者自身、アクティブ・ラーニングの実践者である。特に高崎経済大学の教員免許状更新講習において行っている講座「文章作成技法」は毎回とても楽しく、相応の手応えも感じている。

しかしながら、常識的に考えても、また個人的な経験からも、アクティブ・ラーニングは、どのような学習内容に対しても、また、どのような状況下においても、常に有効に働く魔法の万能薬ではない。

2. アクティブ・ラーニングの出自

日本の教育学、そして高等教育論も、言語学や心理学といった他の学問と似て、米国における研究の焼き直しの側面を持つ。アクティブ・ラーニングもまた米国発のものである。

米国では、ベトナム戦争の敗北（1975）とそれに伴って起こったさまざまな社会運動の高まりを受け、1983年に「危機に立つ国家（A Nation at Risk）」というレポートが連邦

政府に提出された。溝上慎一によれば、このレポートを契機として米国では教育制度の改革が推進されていくことになったという¹。

翌1984年には、国立教育研究所から「学習への関与（Involvement in Learning）」というレポートが出され、このレポートで初めて学生中心型教育への転換が宣言された。それは、マス段階に至り大衆化したこれ以降の高等教育が、従来の一方向的なレクチャー型の授業ではもはや立ちゆかないとする認識の上に立ったもので、これを端緒に新たな高等教育観が全米に広まっていったという。

ただし、この時点では、いまだアクティブ・ラーニングという語は使われてはいない。その後、米国におけるアクティブ・ラーニングの機運は1990年代に入って高まっていく²。

この状況を受け、日本でアクティブ・ラーニングという語が一般化したのは今世紀に入ってからである。この語を書名に含んだ出版は、2010年12月5日刊の赤澤千春・西蘭貞子（2010）が最初である。また、宮崎国際大学の「創始者ブログ」（大坪久泰）に「アクティブ・ラーニング」が書かれるのが2011年2月22日である。そして、中央教育審議会答申に「アクティブ・ラーニング」の語が現れるのは2012年8月28日、「新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて」のための「用語集³」であった。それによると、アクティブ・ラーニングとは、次のとおりである。

「教員による一方向的な講義形式の教育とは異なり、学修者の能動的な学修への参加を取り入れた教授・学習法の総称。学修者が能動的に学修することによって、認知的、倫理的、社会的能力、教養、知識、経験を含めた汎用的能力の育成を図る。発見学習、問題解決学習、体験学習、調査学習等が含まれるが、教室内でのグループ・ディスカッション、ディベート、グループ・ワーク等も有効なアクティブ・ラーニングの方法である。」

3 砂上のアクティブ・ラーニング

3. 1 まぼろしの孔子の言葉

さて、筆者が初めて手にしたアクティブ・ラーニングのテキストはMel Silberman（1996）である。Silberman（2005）でも同様であるが、冒頭に孔子の言葉として次の紹介がある。

1 溝上慎一「アクティブラーニングの変遷と今後の在り方」『シリーズ大学教育改革』京都大学高等教育研究開発推進センター、2014年4月9日 <http://www.chieru-magazine.net/magazine/2014-high-magazine/entry-3851.html>

2 ただし、すでに2003年頃には、構築主義（Constructivism）に基づきアクティブ・ラーニングを乗り越えようとする動き（Beyond Active Learning）——受講者の活動ではなく、指導者の働きかけやかける言葉に重きを置く——も現れている。

3 中央教育審議会『新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて生涯学び続け、主体的に考える力を育成する大学へ（答申）』『用語集』p.37. 2012年8月28日 http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2012/10/04/1325048_3.pdf

Over 2400 years ago, Confucius declared

What I hear, I forget.

What I see, I remember.

What I do, I understand.

上の三行は、中国のことわざとして、さらには上記のとおり孔子（Confucius）の言葉と信じられて、米国ではある程度人口に膾炙しているようである。

孔子といえば『論語』である。ところが、『論語』のどこをどう探しても、一致どころか類似する文言すら見出すことはできない。筆者の調査によれば、オリジナルはWhatがなくandでつないだ以下のもの⁴である。

I hear and I forget, I see and I remember, I do and I understand.

これは、1960年代半ばから後半にかけて起こった「体験学習（Learning through Experience）」の動きに基づくものであり、特にモーシェ・フェルデンクライス⁵は、このことわざを好んで口にしていたといわれている。

そして、その出典は、性悪説で有名な荀子の以下の言葉であるとされる。

「聞かざることは聞くことに若かず。聞くことは見ることに若かず。見ることは知ることに若かず。知ることは行うことに若かず。学は之を行うに至りて止む。（中略）故にこれを聞くと見ざれば博しと雖も必ず謬り、これを見るとも知らざれば識すと雖も必ず妄く、これを知るとも行わざれば敦しと雖も必ず困む。⁶」

（大意：聞かないより聞く方が良く、聞くより見る方が良く、見るより知る方が良く、知るより行う方が良い。学びは行うことで終わる。（中略）ゆえに、どれほど博識篤学でも、聞いても見なければ誤謬に陥り、見ても知らなければ迷妄に陥り、知っても行わなければ困惑に陥る。）

とはいうものの、オリジナルの「聞いたことは忘れ、見たことは覚え、為したことは分かる。」というのとでは別物という印象を受ける。荀子は「XはYに若かず（XはYに

4 米国の子ども博物館（Children's Museum）には、“I hear and I forget, I see and I remember, I do and I understand.”を理念（mottoやphilosophy）としていっているところがあるようである。2002年4月19日に、埼玉県立久喜図書館でのレファレンス記録がある。http://crd.ndl.go.jp/reference/modules/d3ndlcrdentry/index.php?page=ref_view&id=1000017377

本件は、米国のStack Exchange Inc.が運営する質問サイトEnglish Language & Usageでも取り上げられている。1966～1968年の間に、グーグルブックサーチで7件見つけることができるという。

<http://english.stackexchange.com/questions/226886/origin-of-i-hear-and-i-forget-i-see-and-i-remember-i-do-and-i-understand>

5 ウクライナ出身でイスラエルの市民権を持つ物理学者。渡仏中の嘉納治五郎と出会って柔道を学び、身体教育（Somatic Education）であるフェルデンクライス・メソッドを創始した。

6 金谷治訳注（1961）『荀子』巻第四儒效篇第八、岩波文庫 p.137

藤井専英（1966）『荀子 上』新釈漢文体系第五巻、明治書院 p.207 大意は筆者による。

及ばない、XよりYの方が良い）」と言っているだけで、どこにも「忘れる」「覚える」「分かる」がないからである。

荀子の言葉は、「百聞は一見に如かず」（『漢書』趙充国伝）に後人が似せて続けた「百見は一考に如かず、百考は一行に如かず。（百回見るより一回考える方が良く、百回考えるより一回行う方が良い。）」とほとんど同じである。

日本のことわざなら、「畳の上の水練」がある。実際に水に入って泳ぐことなしに泳ぎは身につけられない。すなわち、理論や方法をいくら教わっても、出来るようにはならない。出来るようになりたかったら、実際にやってみる以外にないという意味である。

以上のとおり、類似するものはいくつか散見されるものの、中国古典（漢文）に一致するものを見出すことはできない。すなわち、この言葉が孔子の言葉というのは明白な誤りなのである。脚注4のEnglish Language & Usage も“Confucius never said this.”と断じている⁷。

3. 2 まぼろしのラーニング・ピラミッド

Silbermanは、すでにオリジナルとは微妙に異なる上記の言葉に、以下のとおりさらなる改変を加えた。

When I only hear, I forget.

When I hear and see, I remember a little.

When I hear, see, and ask questions and discuss with someone else, I begin to understand.

When I hear, see, question, discuss, and do, I acquire knowledge and skill.

When I teach someone, I master what I learned.

こうして、次に述べる「ラーニング・ピラミッド」とのつながりをいささか強引に生じさせている。

ラーニング・ピラミッドとは、学習行為との関連から学習者の記憶保持比率（retention rates）を示した次のような三角形（図1）である。

⁷ <https://english.stackexchange.com/questions/226886/origin-of-i-hear-and-i-forget-i-see-and-i-remember-i-do-and-i-understand> (2016年6月22日の書き込み)

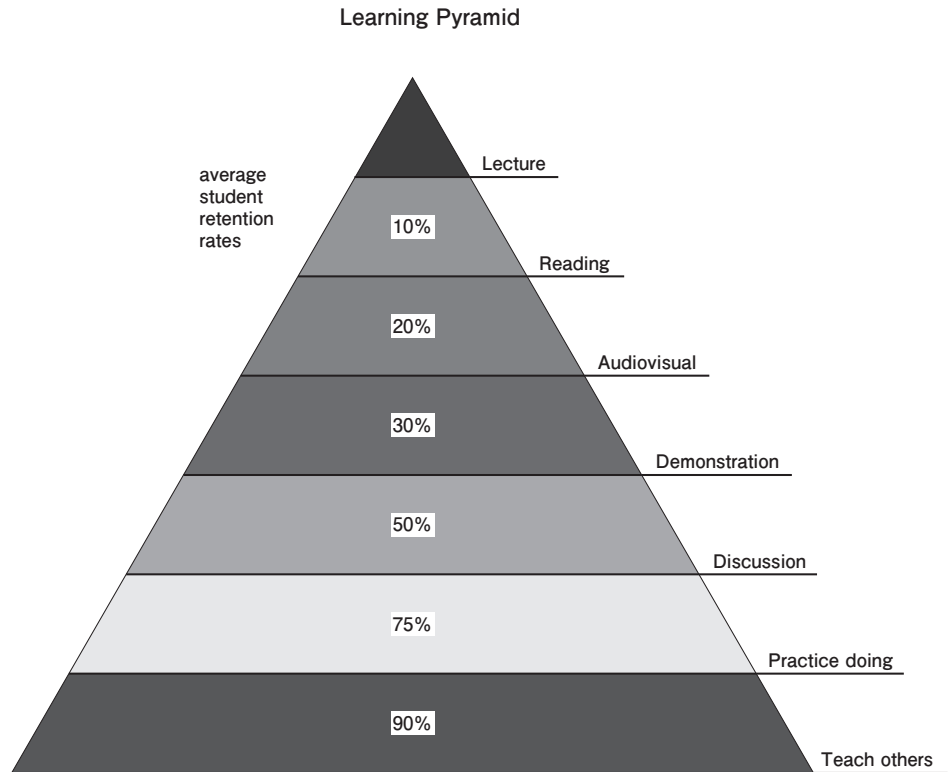
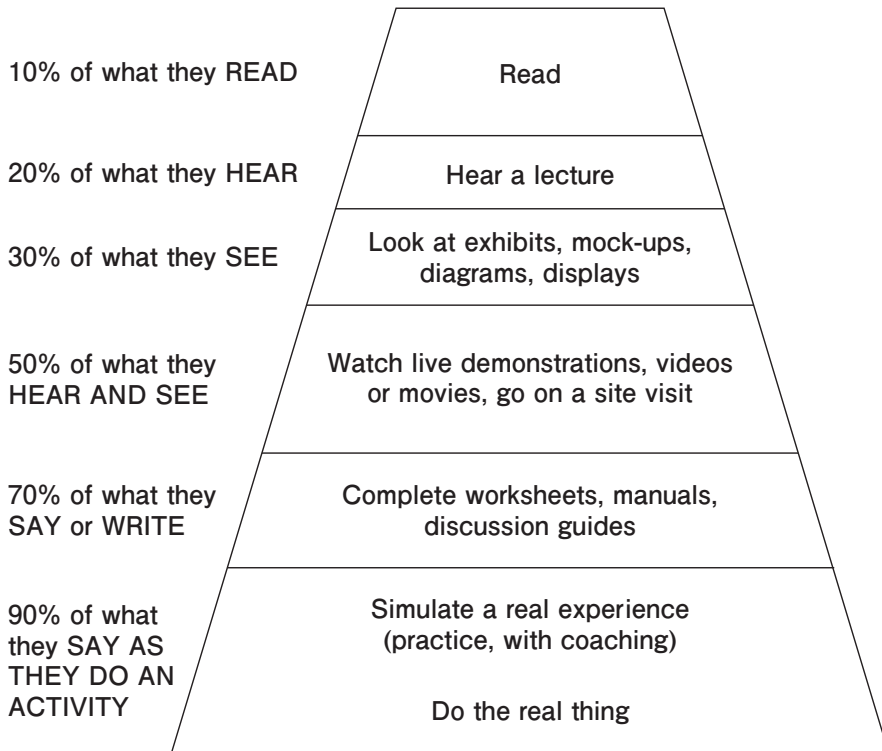


図 1

さすがに2400年以上前とはいかないが、このラーニング・ピラミッドも歴史は古い。残念なことに明確な年は不明であるが、1960年代の初頭、“*Audio-Visual Methods in Teaching*” という本の Revised edition (1954) を、National Education Association's Adult Education Division（後の National Training Laboratories Institute）に所属する Maine Bethel という人物が、独自に改作したものであるとされている。次の図 2 が、その元とされるものである。

PEOPLE GENERALLY REMEMBER

An important learning principle, supported by extensive research, is that people learn best when they are actively involved in the learning process. The “lower down the cone” you go, the more you learn and retain.



Adapted from *Audio-Visual Methods in Teaching*, Edgar Dale Dryden Press, N.Y., 1954, p.43.⁸

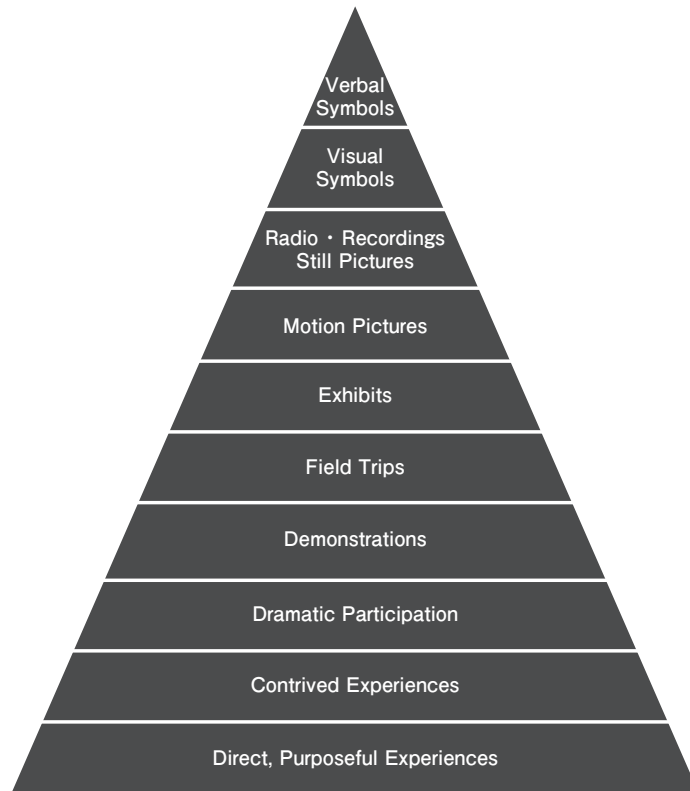
図 2

ちなみに、“*Audio-Visual Methods in Teaching*”は3rd edition (1969)まで出版された。図は少しずつ発展するものの、パーセンテージ (retention rates) は最後まで現れない。上の数字を加えたのは、どこまでもMaine Bethelである。

というわけで、その大本はEdgar Dale (1946)⁹のCHAPTER 4 ‘The “Cone of Experience”’ 39頁にある次の図3である。著者のDaleは、この図で下にいくほど抽象度が下がり、直接経験度が高まるとしている。一方、改作したBethelは、下にいくほど学べ、記憶に残るとした。

8 Learning Pyramidは、すでに幾多の人が探し当てようと努め、失敗 (empty handed) に終わっている。“About the Learning Pyramid” <http://homepages.gold.ac.uk/polovina/learnpyramid/about.htm>

9 初版 (1946) は、以下で全文が読める。http://ocw.metu.edu.tr/file.php/118/dale_audio-visual_20methods_20in_20teaching_1_.pdf



1946 Audio-visual Methods in Teaching 1st Edition

図 3

以上により明らかとなるのは、この図が最初から三角形をしていたということ、また、Maine Bethelは頂上の部分を切り捨て、台形にしていることである。それが後に三角形に復され、ラーニング・ピラミッドと呼ばれるようになったというわけである。

ところが、なんとかさかのぼってたどれるのはここまでで、今日流布しているラーニング・ピラミッドの平均学習定着率のパーセンテージの典拠となった学術研究、またはそのことを記した学術論文には、どこをどう探してもたどり着くことはできない¹⁰。すなわち、数値を論証する研究もまた論文も存在しないのである。

このことについて最も早く確実に指摘したのは、Lalley & Miller（2007）¹¹であるが、Bruyckere, Kirschner & Hulshof（2015）¹²により決定的となった。

以上、孔子の言葉も、ラーニング・ピラミッドも、ともに1960年代以降に流布拡散し始めるが、いずれもが虚偽であることは2015年の時点では確実なものとなっていた。ところ

10 2015年1月29日に、国立教育政策研究所教育図書館でレファレンスされている。出典が明記されている記事・論文を見つけることはできなかったとしている。http://crd.ndl.go.jp/reference/detail?page=ref_view&id=1000166891

11 <http://www.impudent.org.uk/wordpress/wp-content/uploads/2015/03/Lalley-Miller-TheLearningPyramid-Education-200709-.pdf>

12 同書、pp.28-35.

が、一般にはいまだにこれら二つの誤りがインターネット上に垂れ流され続けている。本稿により、もうこれ以上脚注10にあるような徒労に終わる探索が行われなくなることを切に願う。

ところで、アクティブ・ラーニングの効果が学術的に確実に検証され、真に有効なものであるのなら、存在しないものに頼る必要などない。すなわち、孔子の言葉と確認できないものを孔子の言葉として権威付けに引用するのは不適切だし、確実なデータが存在しない記憶保持率をその効果の裏付けとして用いるのも不当である。

なお、少し調べればすぐに分かることだが、実はアクティブ・ラーニングの有効性を実証した研究は今日なお少ない。また、たとえその効果が認められたとしても、どこまでも限定的なものようである。だからこそ、溝上慎一らの「アクティブラーニングとしての反転学習の効果検証¹³」の報告が切に待たれるところなのである。

ここで浮上する疑念は、アクティブ・ラーニングには、たとえその効果の検証がまったく不十分であったとしても、なお先走って飛びつきたくなる何かがあると考えられることである。

4 なぜアクティブ・ラーニングが求められるのか

4. 1 以前にもあった類似の教育——「体験学習」と「労作教育」——

実はこのアクティブ・ラーニングと似た学習法や教育は、以前にも存在した。一つは上にも触れた「体験学習」である。

体験学習とは、実際の活動を通すことにより学習効果を狙った学習形態である。今日の日本では、経験主義に基づく学習よりも狭義に捉えられ、「座学」に対する実体験を通した学習といった意味合いで用いられている。

具体的には、理科の実験や観察、社会科の見学、技能系教科の実習、また生徒会活動や学校行事、部活動など、あらかじめ各教科内や学校生活に組み込まれたもの、他に、ボランティア体験や自然体験、職場体験といった様々な実際の生活場面に立脚した学習活動などを広く指す。これらをアクティブ・ラーニングの一環として位置づけることはもちろん可能であるが、1960年代以降、ごく一般的に行われてきたものであり、何ら特別なものではない。

もう一つが「労作教育」である。

労作教育（Arbeitserziehung, 作業教育、勤労教育、労働教育とも）とは、19世紀末にヨーロッパの新教育運動の一環として、特にドイツを中心に展開された教育観もしくはその教育実践運動である。労作学校（Arbeitsschule）において行われた児童・生徒の身体的・精神的活動を重視した教育活動をいう。狭義には、特に園芸などの手作業を中心とした身体的活動（労作）を通して行われる教育を指す。

13 科学研究費研究課題／領域番号：15K12411

19世紀までの書物中心の観念的な教育、すなわち主知主義的・受動的教育を基調とする学習学校（Lernschule）に反対し、手工の労作を基本に、あくまで児童生徒の自発的、能動的な労作（作業）を中心として、児童・生徒の人間形成をめざした。

日本では、全人教育の理念に基づき玉川学園を創設した小原國芳（1887-1977）がこれを取り入れた。小原は、「『百聞は一見に如かず、百見は一労作に如かず』と繰り返し語っており、『真の知育は注入や棒暗記、試験勉強や単なる説明などの方法では得られるものではない。苦しみ、作り、体験し、試み、考え、行うことによってこそ得られる』と考え、労作を重視した。本に頼るのではなく、畑を耕したり、動物を飼育したり、バイオリンを作ったりといった『自発的な活動や創造的な仕事』を学びのなかに積極的に取り込んでいった。¹⁴」という。

もちろん、労作教育は額に汗して実際に働くことの中に真の学びを見出そうとするわけで、授業内に活動をさせるアクティブ・ラーニングと完全に同一ではない。しかし、上記三者に通底するものは、させてみる、実際に行うといった過程が習得にはどうしても必要だとする考えである。そこでは、その裏腹として「知識」が否定されることになる。

4. 2 文部科学省がアクティブ・ラーニングを推進する理由

教育基本法の改正¹⁵に伴い、「学校教育法等の一部を改正する法律」が公布された¹⁶。改正された学校教育法の第30条は、以下のとおりである。

「第30条 小学校における教育は、前条に規定する目的を実現するために必要な程度において第21条各号に掲げる目標を達成するよう行われるものとする。

2 前項の場合において、生涯にわたり学習する基盤が培われるよう、基礎的な知識及び技能を習得させるとともに、これらを活用して課題を解決するために必要な思考力、判断力、表現力その他の能力をはぐくみ、主体的に学習に取り組む態度を養うことに、特に意を用いなければならない。（第30条第2項は、中学校及び高等学校に準用）」

（カッコ内および下線は引用者）

この第30条第2項を根拠として、「学力の3要素」が提示された。「学力の3要素」は、「新しい学力観」（1987年）、「生きる力」（1996年）、「確かな学力」（2002年）などに続くものである。

「学力の3要素」とは、以下のとおりである（高大接続システム改革会議「最終報告」3頁による）。

14 玉川大学・玉川学園ウェブサイト「玉川学園について 玉川の『労作』教育」
http://www.tamagawa.jp/introduction/enkaku/history/detail_5991.html

15 「新教育基本法」2006年12月15日第165回臨時国会にて成立、2006年12月22日公布・施行。

16 「学校教育法等の一部を改正する法律（平成19年法律第96号）」2007年6月27日公布。

- (1) 十分な知識・技能
- (2) それらを基盤にして答えが一つに定まらない問題に自ら解を見いだしていく思考力・判断力・表現力等の能力
- (3) これらの基になる主体性を持って多様な人々と協働して学ぶ態度

この「学力の3要素」を育成するために、文科省は「アクティブ・ラーニングの視点からの不断の授業改善」が必要であると繰り返し強調する。

アクティブ・ラーニングとは、「主体的な学び」「対話的な学び」「深い学び」の三つを合わせた「主体的・対話的で深い学び」である。なお、2017年2月14日に公表された小中学校の学習指導要領の改定案¹⁷には、「多義的な言葉で語義が確立していない」として「アクティブ・ラーニング」という語は用いられず、代わりにこの「主体的・対話的で深い学び」という表現が用いられた。

ここで注意すべきは、「アクティブ・ラーニングの視点からの不断の授業改善」を求めることの背景には、上記説明の裏腹として、今日の学びが「受動的・一方的で浅い学び」に墮してしまっているとする否定的な見方があるということである。

すなわち、文科省はこれまでの教育を知識偏重であるとして否定し、「学力の3要素」のうち(2)と(3)の獲得のためにアクティブ・ラーニングを導入しようとしているわけである。

筆者は、この文科省の政策を、「詰め込み教育」からの「ゆとり教育」、「ゆとり教育」からの「脱ゆとり教育」と同じく、単なる揺り戻しに過ぎないと捉えている。

5 おわりに ― アクティブ・ラーニングへの疑念 ―

繰り返すが、アクティブ・ラーニングは、いかなる状況下でも、どのような内容に対しても効果をあげる魔法の万能薬ではない。また筆者は、アクティブ・ラーニングの実践者として、アクティブ・ラーニングの成立には三つの要件が必要だと考えている。

三つの要件とは、第一に、十分な時間、第二に、十分な基礎知識、最後に、最も重要なものとして、受講者に学びへの強い意志や欲求、切実さやハングリー精神（これをマインドセット、アティチュード、レディネスなどと呼んでも良い）が明らかで確固たることである。

第二に関連して、今日の状況においては、現在基礎学力の低下が起こっており、アクティブ・ラーニングを実施できる状況下にはないとするのが筆者の見方である。基礎学力の低下を立証するのは容易なことではないが、学習時間や読書量の減少については客観的なデータが揃っている¹⁸。

17 小学校は平成32年度から、中学校は平成33年度から、新たな学習指導要領等に基づき全面实施される予定、また、高等学校は平成30年度に改訂を行い、34年度から年次進行で実施される予定である。

18 たとえば、高校生の勉強時間が減少していること（Benesse教育研究開発センター「第4回学習基本調査」）、本を全く読まない大学生が初めて4割を超えたこと（全国大学生生活協同組合連合会「第49回学生生活実態調査」）などがある。

適応する学習内容については、その効果の検証はまだまだ不十分である。すなわち今日、アクティブ・ラーニングは、教授法の研究こそ盛んだが、その効果のほどは未だほとんど立証されておらず、今後の研究に俟つ部分が極めて大きい。

文科省がこのような躍起になるのには、日本の労働生産性が国際的に低下していることへの焦りに加え、AIによる第四次産業革命で、産業構造に予測不能な急速な変化が訪れかねないとする危機意識があると考えられる。

OECDデータに基づく日本の労働生産性水準（就業1時間当たり付加価値）は42.1ドル（4,439円）で、OECD加盟35カ国中20位だった¹⁹。就業者1人当たりでみた労働生産性も74,315ドル（783万円）で、OECD加盟35カ国中22位である²⁰。今日、G7とかG20といった形で先進国を限定するが、日本は世界のトップ20位にも入れないでいるのである。

ここに、筆者の言う「AIインパクト²¹」が追い打ちをかける。2016年は、AIインパクトが決定的となった年と言っても過言ではないであろう。

2011年から日本の国立情報学研究所が開発した「東ロボ君」はセンター試験模試で受験した5教科（英語・国語・数学・物理・世界史）のすべてで平均点を上回り、総合偏差値57.1をマークした。これはMARCHや関関同立、一部の国公立大学に合格可能なレベルである。圧倒的な記憶力と計算力をほこる東ロボ君ではあるが、読解力は全くない。それでいて全国の高校生の平均を軽々と上回ってしまうのである。

3月には、米IT企業グーグル傘下の英グーグル・ディープマインド社が開発した“AlphaGo”が、世界で最も強い棋士の一人、韓国の李セドル九段を破った。このAlphaGoの後継機Masterは、もはや向かうところ敵なしで60戦無敗を記録している。チェスと将棋に加え、囲碁においても、もはやAIは人間をはるかに凌駕してしまったのである。

C&Cユーザーフォーラム&iEXPO2016²²の特別講演TO-6「人工知能は人間を超えるか？」に登壇した羽生善治は、「練習方法が変わってくることは間違いない。私自身が10代の時にやっていたトレーニングというのは、江戸時代に作られた昔の古典の作品を解いていく。1題解くために、1週間とか1カ月かかる。今、そのトレーニングをしている人はほほいないのではないかと思う。それは、大量のデータをすぐに見ることもできるし、ネット上で練習の対局もできるようになったということもあり、私がやってきた勉強方法はこれから先は役に立たない²³」と述べた。

たしかに、学習方法は変わらざるを得ないであろう。しかし、これからの教育政策が選択すべき正解がアクティブ・ラーニングであるという保証はどこにもない。アクティ

19 GDP基準改定後のGDPから試算した労働生産性水準は6.3%上昇し、44.8ドル（4,718円）で、OECD加盟国中19位となっている。

20 労働生産性本部「労働生産性の国際比較2016年版」2016年12月19日 http://www.jpc-net.jp/intl_comparison/

21 筆者の造語。AIとは、ただ人工知能ばかりでなく、インターネットやコンピュータ、モバイル・デバイスやロボットといったものも含む。

22 「C&Cユーザーフォーラム&iEXPO2016」2016年11月2日、東京国際フォーラム

23 「テレ朝NEWS」2016年11月2日羽生善治氏「人工知能の時代に過去の方法役立たず」http://news.tv-asahi.co.jp/news_economy/articles/000086927.html

同趣旨の内容は、羽生善治・NHKスペシャル取材班（2017）『人工知能の核心』NHK出版pp.89-95などにも見える。

ブ・ラーニングが、日本の労働生産性の低下に歯止めをかけ、産業構造の急速な変化への対応策となると考えるのは、甘すぎる幻想に過ぎないであろう。アクティブ・ラーニングさえ導入すれば万事うまくいくと考えるのは危険極まりない。我々は真に有効かつ必要な対策を具体的に講じていかなければならない。

(たかまつ まさき・本学経済学部教授)

参考文献

- 赤澤千春・西蘭貞子 (2010) 『アクティブ・ラーニングIBLで進める成人看護学演習法』 金芳堂
- Edgar Dale (1946) *Audio-Visual Methods in Teaching*, Dryden Press.
- James P. Lalley, Robert H. Miller (2007) *The Learning Pyramid: Dose it Point Teachers in the Right Direction?* Education, 128 (1) , 64-80.
- Mel Silberman (1996) *Active Learning 101 Strategies to Teach Any Subject*, Allyn & Bacon
- Mel Silberman (2005) *Active Training: A handbook of Techniques, Designs, Case Examples, and Tips*, Pfeiffer (最新版は2015年の4th edition)
- Pedro De Bruyckere, Paul A. Kirschner, Casper D. Hulshof (2015) *Urban Myths about Learning and Education*, Academic Press

ウェブサイトについては、すべて2017年4月19日に閲覧確認した。また、図については、すべて本稿のために新たに作成した。