

新学習指導要領に見る AI 人材育成方針と課題

日本とアメリカの統計教育の比較

山下 研一

正会員 株式会社シンクアップ 専務取締役 (〒252-0004 神奈川県座間市東原4-12-45)

E-mail:blackcoff@gmail.com

明治以来の教育改革が新学習指導要領への改訂と高大接続並びに大学入試改革が、いよいよ教育の現場での実践のフェーズに入ってくる。新学習指導要領の基本理念は変わらないものの、内容は大きく変わり、社会を生き抜くための国の教育の方針となっている。しかし世界の変化に改訂のスピードが到底間に合わず理数教育の遅れが懸念されている。特にグローバル化とIoT化、AI化は加速度的に早くなっており、日本は2周回遅れ、20年遅れと言われている。本稿では「20年遅れ」と言われる根拠をアメリカの教育政策、特に理数教育カリキュラムを調査し、今回の日本の学習指導要領との比較を行うことで探った。特にデータサイエンスと人工知能を担う人材育成に深くかかわる数学と統計学のカリキュラムの比較を試みた。

Key Words : AI, statistics education, course of study guidelines, nurturing AI talents

表-1 次期学習指導要領改訂に関するスケジュール

	30年度	31年度	32年度	33年度	34年度
幼稚園	全面実施				
小学校	移行期間		全面実施		
	教科書検定	採択・供給	使用開始		
中学校	移行期間			全面実施	
		教科書検定	採択・供給	使用開始	
高等学校	周知・徹底	移行期間			全面実施
			教科書検定	採択・供給	使用開始

1. これまでの学習指導要領の改訂の流れ

2020年から学習指導要領が上記のスケジュールで改訂される。

文部科学省のサイトをみると学習指導要領は次のよう

に説明されている。

「全国のどの地域で教育を受けても、一定の水準の教育を受けられるようにするため、文部科学省では、学校教育法等に基づき、各学校で教育課程（カリキュラム）を編成する際の基準を定めています。これを学習指導要領

といいます。

学習指導要領では、小学校、中学校、高等学校等ごとに、それぞれの教科等の目標や大まかな教育内容を定めています。また、これとは別に、学校教育法施行規則で、例えば小・中学校の教科等の年間の標準授業時数等が定められています。

このように各学校では、「学習指導要領」や年間の標準授業時数等を踏まえ、地域や学校の実態に応じて、教育課程（カリキュラム）が編成される。

この学習指導要領が10年の審議を経て2020年から順次改定される。内容から今日本が抱える教育、特に技術進展が目覚ましい理数教育における課題が見えてくる。学習指導要領は昭和33年以降ほぼ10年ごとに改訂されてきた。特に有名なのが、平成10～11年改訂の『基礎・基本を確実に身に付けさせ、自ら学び自ら考える力などの「生きる力」の育成（具体的に教育内容の厳選、「総合的な学習の時間」の新設など）』が出てきた改訂である。これが一般には「ゆとり教育」と呼ばれ、学習内容の軽量化に対する批判が集中した。実施の段階で当時の遠山敦子文科大臣は「ゆとり教育はやらない」と事実上の転換宣言をした。このあたりからそれまで先進国の中でもTOPクラスの学力ではあるが、日本の教育の内容の遅れが指摘され始める。今から振り返るとこの時の混乱が20年遅れと言われる原因となっている。学力低下の指摘は各方面からされたが、教育の質的な転換には手が付けられなかった。

「ゆとり教育」批判を受けて改定がされたのが現行の学習指導要領で平成22年から実施された。「生きる力の育成」が基本理念とされたが、特徴的なのは授業時間数が増えたこと、小学校高学年で英語が必修化されたことなどであるが、子どもたちの学習意欲の低下との関係で教育方法の改善を試みる内容になっている。特に理数教育における世界の水準からの遅れを強く意識したものになっている。このことは文部科学省発行のパンフレットの中で次のような表現されている。

「今回の改訂により特に理数教育の指導内容が増加しているのはなぜですか。」（学習指導要領「生きる力」教員用パンフレット平成20年作成より）

「学術研究や科学技術の世界的な競争が激化するなどの変化の中で、国際的な通用性や内容の系統性などを踏まえた指導内容の見直しを行うためです。具体的には、例えば二次方程式の解の公式（数学）や、イオン、遺伝、進化（理科）などを高校から中学校に移行します。また、算数・数学や理科の授業時数を増加して、繰り返し学習、観察・実験やレポートの作成、論述などを行う時間を確保し、数学や科学に対する関心や学習意欲を高めることとします。」

それが今回の学習指導要領（平成32年から順次改定）でどのように改訂されるのかを次に見てみる。

単純に言えば学習指導要領が変わることにより大学入試の出題範囲も変わるので入試が変わる前年の受験生は焦る。もし浪人すると新課程に対応した勉強をしなければならなくなるからである。しかし今回の改定はそれだけにとどまらない。今回はこれに合わせて高大接続システム改革と大学入試改革（大学入学共通テスト＝新テストの導入）が行われるので日本の教育が大きく変わっていくと考えられる。そのことを文部科学省は次のように解説している。

「高大接続システム改革という、高等学校教育を含む初等中等教育改革と、大学教育改革、そして両者を つなぐ大学入学者選抜改革の一体的改革の中で実施される改訂が今回の学習指導要領の改訂です。」（高等学校学習指導要領の改訂のポイントより）

これが明治以来の教育改革と言われる所以である。

2. 新学習指導要領で強化される理数教育

さて、新学習指導要領の中で理数教育がどのように改訂されるのか見てみる。

幼稚園教育要領、小・中学校学習指導要領等の改訂のポイントという解説の中で「理数教育の充実」として次のように表現されている。

「前回改訂において2～3割程度授業時数を増加し充実させた内容を今回も維持した上で、日常生活等から問題を見いだす活動や見通しをもった観察・実験などの充実によりさらに学習の質を向上 ・必要なデータを収集・分析し、その傾向を踏まえて課題を解決するための統計教育の充実、自然災害に関する内容の充実がなされる」

特に目を引くのが「統計教育の充実」と明記されたことである。

さらに「情報活用能力・コンピュータ等を活用した学習活動の充実 ・コンピュータでの文字入力等の習得、プログラミング的思考の育成」という内容を含む。

また高校の学習指導要領には、「理数教育の充実」として

・理数を学ぶことの有用性の実感や理数への関心を高める観点から、日常生活や社会との関連を重視するとともに、見通しをもった観察、実験を行うことなどの科学的に探究する 学習活動の充実（理科）などの充実により学習の質を向上させる。

・必要なデータを収集・分析し、その傾向を踏まえて課題を解決するための統計教育の充実が図られる。

表-2 高等学校学習指導要領（数学）

現行	改訂案
----	-----

数学I	数学A	数学I	数学A
数と式 図形と計算 二次関数 データの分析	場合の数と確率 整数の性質 図形の性質	数と式 図形と計算 二次関数 データの分析	図形の性質 場合の数と確率 数学と人間の活動
数学II	数学B	数学II	数学B
いろいろな式 図形と方程式 指数関数と対数関数 三角関数 微分・積分の考え	確率分布と統計的な推測 数列 ベクトル	いろいろな式 図形と方程式 指数関数と対数関数 三角関数 微分・積分の考え	数列 統計的な推測 数学と社会生活
数学III	数学活用	数学III	数学C
平面上の曲線と複素数平面 極限 微分法 積分法	数学と人間の活動 社会生活における数理的な考察	極限 微分法 積分法	ベクトル 平面上の曲線と複素数平面 数学的な表現の工夫

・将来、学術研究を通じた知の創出をもたらすことができる創造性豊かな人材の育成を目指し、新たな探究的科目として「理数探究基礎」及び「理数探究」を新設される。

さらに情報教育として

- ・情報科の科目を再編し、全ての生徒が履修する「情報I」を新設することにより、プログラミング、ネットワークやデータベースの基礎等の内容を必修化
- ・データサイエンス等に関する内容を大幅に充実
- ・コンピュータ等を活用した学習活動の充実があげられている。

このように今回の学習指導要領改訂のなかで理数教育の充実に力が入れていることがわかる。この力こそがICT化（ビッグデータ化）、IoT化、AI化が急速に進む中でOECDが国際的な学習到達度に関する調査（PISA）を通して強調しているこれからの世界共通の力であるからである。PISAでは日本の学力テストと異なり、図・表・グラフを含む文章を読み解き自分なりの答えを出すことが要求される。

しかし日本は知識偏重の大学入試にこだわり、序列化を助長する偏差値という根拠に乏しい疑似データに惑わされ続けている間に国際的に見て探求型、問題解決型の教育から20年以上出遅れた。今回はその遅れを挽回することを目指した理数教育を重視した改訂となっている。

3. AI人材育成の課題

学習指導要領の基本方針は「生きる力の育成」とした学習者中心の教育方針なので人材育成方針ということは出てこないが、国としては将来の社会を支える人材を育成が大きな課題となっている。2018年6月5日に「第3期教育振興基本計画」が閣議決定された。これは2030年以降

の社会の変化を見据えた教育政策の在り方を示すものであるが、その中に「急速な技術革新」として「2030年頃には、第4次産業革命とも言われる、IoTやビッグデータ、AI等をはじめとする技術革新が一層進展し、社会や生活を大きく変えていく超スマート社会（Society 5.0）の到来が予想されている。研究・開発・商品化から普及までのスピードも加速化しているとの指摘もあり、次々に生み出される新しい知識やアイデアが組織や国の競争力を大きく左右していくことが想定されるなかで、我が国は第4次産業革命への対応においてアメリカやドイツなどに遅れを取っているとの指摘もあり、取組の加速が大きな課題となっている。」との記述した上で「高等教育を取り巻く状況変化と課題」として「産業界からは、より高度かつ実践的・創造的な職業教育や、成長分野等で必要とされる人材養成の強化も期待されており、高等教育機関全体としてその期待に応えていくための機能強化を図ることが重要となっている。特に、新たな産業の創出など、AI・IoT・ビッグデータ等の産業構造改革を促す情報技術等を基盤とした人材育成が求められる中で、数理・データサイエンス教育の重要性・必要性は分野を超えて高まっている。」と人材育成の課題をあげている。

これは2015年6月19日に閣議決定された科学技術イノベーション総合戦略2015の中にある「我が国では欧米等と比較し、データ分析のスキルを有する人材や統計科学を専攻する人材が極めて少なく、我が国の多くの民間企業が情報通信分野の人材不足を感じており、危機的な状況にある。」という表現を一步進めた形になっている。

4. 日米の統計教育の比較

今回の学習指導要領改訂においてデータを収集し、分析することで課題を解決していく力を養う統計教育の充実がとりわけ大きな改定のポイントとなっている。アメリカ、ヨーロッパそして中国では1990年代以降、教育の中で身近な課題解決をデータを用いて解決する能力の育成に舵を切った。さらに2010年以降はコンピュータサイエンスと統計学さらにそれを応用した機械学習などを融合させたデータサイエンスという学問領域が急速に発達し、中学高校レベルまで降りて教育・研究されるようになっていく。

日本では現行の学習指導要領で統計教育が復活した。しかし教育の現場では統計を教えた経験を持つ教員が少なく、大学入試でも出題範囲に入っていない大学も多数あり、ほとんど統計教育が重視されていない。

「これらの動きは指導要領上の内容であり、実際の教室での授業においては適切に実施している、また適切に指導されているとは限らない。また初等・中等教育にお

ける数学・情報の教員においては必ずしも統計学を学んだ教員とは限らず、今回の指導要領の改訂で求められている統計的な思考法にはじめて触れる教員も多く、授業実施に戸惑いを感じていると伺っている。」（引用：新指導要領に対応した計算機を利用した統計教育の実態と今後の展開 竹内 光悦・実践女子大学 深澤 弘美・東京医療保健大学 中西 寛子・成蹊大学 日本計算機統計学シンポジウム論文集、公開日 2017/07/15）という実態がある。

今回の明治以来の教育改革といわれる一連の改革は大学・大学院などの高等教育での研究と教育の場そして中等教育の教育実践の場が連携して劇的に変わっていかなければ世界に取り残されるという文部科学省の危機感が伝わってくる。さらに20年の遅れを取り戻すために総務省、経済産業省が矢継ぎ早に「Society5.0」、「未来の教室」、「EdTech」という教育改革を含む提言で後押ししている。

一方、アメリカではすでに1992年にアメリカ数学協会のカリキュラムアクションプロジェクトにおいて「統計量の計算やグラフ作成の方法を教授し、単純に知識を蓄積させる古い統計教育から統計的探求のプロセスと概念を理解し、身の回りの仕事や研究の問題解決に統計データを活用する力を育成するとする新しい教育への転換が示された。その後、初等中等教育から大学初年次まで、一貫して問題解決力向上を意識した統計教育改革が展開されてきた。」（引用：なぜ統計教育が教科されているのか—新学習指導要領で育む問題解決力 渡辺美智子・慶応義塾大学大学院健康マネジメント研究科 数学セミナー増刊統計学ガイダンス 2014年8月10日 日本評論社）

2010年にはCCSSM(Common Core State Standards for Mathematics <http://www.corestandards.org/>)が策定され全米統一の数学教育カリキュラムがスタートした。そして2014年には全米数学コアカリキュラムが始まっており、特に統計教育に力を入れた改革になっている。全米で共通のカリキュラムが定められたということが大きな意味を持つが、細かく学習によって身に付けるべき目標（熟達スタンダード）と学習内容の基準（内容スタンダード）が定められたことは画期的なことである。

参考：8項目の熟達スタンダード

- 1) 問題の意味理解と粘り強さ
- 2) 理論的で量的な推論
- 3) はっきりした議論の組み立てと他者の推論の批判的な評価
- 4) 数学的モデル化
- 5) 戦略的で適切な道具の使用
- 6) 正確性への気遣い
- 7) 構造の探索と利用
- 8) 規則性の探索と表現

「全米数学コアカリキュラムの内容は、日本のカリキュラムと比較すると学習の範囲が広く、レベルが高く、実際の授業を展開するための教材等も豊富である。アメリカはこれまでも高大連携プログラムAPテストを実施し、大学の先取り教育を行い、統計に関してもAP Statisticsという科目を展開してきているため、大学初年次に教える入門的な統計を教える教員の養成は進んでいる。今後もAP Statisticsを担当する教員によるネットワークを活用して、全国的に教員を養成する体制も出来上がっている。」（アメリカ合衆国の中等教育における統計教育カリキュラムの特徴 深澤弘美・東京医療保健大学 東京医療保健大学紀要第9巻第1号 2014.12.31）とあるように教員の養成に力を注いでいることも特筆すべきことである。アメリカでは子どもたちに新しい統計教育を行うと同時に教員を育成することを行っていることがわかる。日米の統計教育の比較からも日本が20年遅れているという指摘の妥当性が浮かびあがる。

5. 高等教育における統計学の問題—遅れているベイズ統計学の研究

現在、日本でもいくつかの大学に、データサイエンティストを育成するデータサイエンスを学ぶ学部、学科ができていて、2018年の学部・学科設置の申請を見ると来年以降、統計学ならびにデータサイエンスを専攻できる大学が急に増える。

しかしこれまで統計学部も統計学科もなかったことで大学で教えられる統計学の専門家が極めて少ないので教員の不足が懸念されている。この状況で中等教育で学習指導要領改訂に見合う統計教育に携わる教員を確保することは極めて厳しい。アメリカのように講習や養成機関を作ることや教員同士のネットワークを整備していく必要がある。

さらに人工知能の研究開発を担う人材の育成となると大きな問題が立ちはだかっている。記述統計学や数理統計学の分野の専門家はいるが、これからの人工知能のエンジンである機械学習、ニューラルネットワークやディープラーニングの研究には必須となるベイズ統計学の専門家がさらに少ないという問題である。

ベイズ統計学が注目されるようになったのはマイクロソフト社がパーソナルコンピュータのOSとしてWindowsを開発し、そのヘルプ機能にベイズ統計を利用したが、ベイズの名前が一躍注目されたのはスパムメールフィルターであった。当時のマイクロソフト社のCEOであったビル・ゲイツは1996年に、自社が競争上優位にあるのはベイズ統計によることを公表。2001年の基調講演では、21世紀のマイクロソフトの戦略はベイズ統計であることを宣

言し、世界中からベイズ統計の研究者を多数ヘッドハン
トしたことを公言した。

グーグルも、自社の検索エンジンの自動翻訳システム
において、ベイズ統計の技術を活かしていることは有名
である。(参考：小島寛之 『完全独習 ベイズ統計学入
門』ダイヤモンド社)

新設の大学の学部カリキュラムを見ると数理統計学が
主流となっており、ベイズ統計学は応用の分野で少し出
てくる程度である。日本の統計学が、数理統計学を主とす
る学問体系を基本にしていることを起因としており、ア
メリカの大学が、早くからベイズ統計学研究を積極的に
取り入れてきた姿勢とは異なる。

AI人材の育成が急務となっている日本にとってはAI技
術の基礎にある機械学習と深層学習（ディープラーニン
グ）にはベイズ統計学の理解は外すことができないが、
日本のデータサイエンス学部は、未だ古い学問体系の流
れを引きずっている。

これまでの古い統計学を根本的に見直しカリキュラム
を開発していくところからスタートしなければならない。
特にベイズ統計については研究者のネットワークを作り、
研究会を開きながら資金を調達して研究所を作るといつ
たことが必要になるだろう。述べたように文部科学省を
はじめ経済産業省、総務省から日本の新しい教育につい
ていろいろな提言が出ているがそれらは教育の枠組みや
教育方法の提示はあり、世界をリードしていくための技
術や学問の基礎となる研究や活動に目が向いていない。
世界が大きく変わると予測されているこれから30年の中
でリーダーシップを発揮するには早急に動き出すことが
必要であろう。

参考文献

- [1] “「未来の教室」と EdTech 研究会-第1次提言（経済
産業省）”
<http://www.meti.go.jp/report/whitepaper/data/20180628001.html>
- [2] “文部科学省 学習指導要領「生きる力」”，
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1383986.htm

(? 受付)