

我が国の中・高・大の体系的情報教育の方向性

本村 猛能*¹ 工藤 雄司*² 山本 利一*³ 森山 潤*⁴ 角 和博*⁵

＜概要＞ 本研究は各学校段階の学習過程における「評価」と「知識の構造化」の診断を通して、大学における情報教育の授業の改善を検討することを目的とする。そこで、中学・高校・大学の一連の情報教育カリキュラム編成、体系化の在り方を中国・韓国・アメリカの調査を通して比較検討する。

我々は 2000 年度よりブルーム(Bloom,B.S)等による「認知・精神運動・情意」領域を精査した教育評価理論に、2007 年以降ペレグリーノ (Pellegrino,J.W) の評価理論の視点を踏まえ研究している。このペレグリーノの評価理論で評価は、『学習者の診断』『教授方法の改善』『学習プログラム自体の評価』の 3つを目的とし、その教育評価の理論的な枠組みは「認知(Cognition)」「観察(observation)」「解釈(interpretation)」の 3つで示される。

そこで我々は、この両者の評価理論に基づき『学習者の評価』を行い、『情報教育の体系化』と『教授方法の改善』をどうすべきか検討した。特に、教師は教科内容の知識と教授法の両方において熟達化する必要がある。また、『学習プログラム自体の評価』は、情報の 3 要素である「情報の科学的理解」について、他の 2 要素も輻輳しながら検討する必要があることが示唆された。

我々の提案する体系的情報教育とは、文科省の示す目標と、坂元・東等の提案した『情報教育における理解力と技能』を前提とする。以上の点を踏まえ、大学以前の中学・高校での実践と教授内容の視点から大学での情報教育の在り方を検討していきたい。

＜キーワード＞ 情報教育、教科「情報」、体系化、学習評価、カリキュラム

1. はじめに

小・中学校の各教科横断としての情報教育と併せ中学校技術科では 24 年度より領域の一つであった「情報とコンピュータ」から、新たに「内容 D 情報に関する技術」に、また 25 年度は高校教科「情報」が改訂される。高校教科「情報」は 2003 年度以来必修として履修されたが、我々の調査では現在も関東圏では情報の履修率は未だ 70%台である。

我々は、平成 12～19 年度情報教育の内容について高校生 1269 名、大学生 2818 名、合計 4087 名を対象に調査し、学習の認知度と重視度を検証してきたが、情報に関する知識・理解不足から来る情報に関する興味・関心度の浅さが伺えた。

今回は、我が国の中学・高校・大学生、韓国と中国の中学生、高校生、これにアメリカの調査を加え検討し、先行研究の授業評価（自己評価）とブルームの教育目標を元に¹⁾、ペレグリーノら一連の評価理論²⁾により検討を試みた。

我々はこれらの考えに立ち、我が国の情報教育について評価理論を踏まえ、大学における授業の改善、実践、そして情報教育の方向性の在り方を検討するものである³⁾。

2. カリキュラムの方向性

1985 年、坂元・東等は体系的情報教育を「情報に関する理解力と技能」と提唱した。

ここで「理解力」は情報社会や倫理・著作権等「教養」とアルゴリズム等「知識」を、「技能」はパソコンやソフト操作等「利用技術」とプログラミングや問題解決等「構合力」を指し、発達段階に応じて小・中・高で実践していくものである。

一方、文部科学省の提言する体系的情報教育では、「情報活用実践力、科学的理解、情報社会参画態度」を 3 要素とし、平成 25 年度からは『情報の科学、情報と社会』の 2 要素で行うことになる。

我々は情報教育について、実習（操作・演習

等）と座学の両者が必須であるとの前提の元、横断的(教科)かつ縦断的(学校段階)に情報教育の体系化を検討した。

3. 評価票および分析方法

調査対象者は次のようになる。

日本では、中学生：266 名（東京都 162 名、千葉県 104 名）、高校生：258 名（工業高校 75 名、普通高校 183 名）である。韓国（清州市）では、中学生：99 名、高校生：218 名（工業高校 51 名、普通高校 117 名）である。中国（大連市）では、中学生：100 名、高校生：101 名（普通高校 101 名）である。そして、アメリカの学生対象者は、高校の内容を正確に把握するため 9 月入学後すぐに調査した 38 名（カンザス州ヴェネディクティン大学 1 年）である。

3.1 評価票

我が国の情報に関する教育程度を各国で調査するため以下のような 4 種類の調査項目を決定した。

1. フェイスシート

調査の基本情報を得るために、学年・性別・パソコンの所持有無、そして情報教育の目標と三要素に対する意識について調査した。

2. 我が国高等学校の教科「情報」必須用語

平成 17,18 年度の高等学校教科書の中から、使用全体の 70%を超える範囲の教科書 3 社を選び、その 3 社に共通する必須用語 50 語についての認知度の自己評価を行った。

3. 情報教育に関するイメージ調査

調査項目は、具体的には、精神運動領域 (Psychomotor Domain)、認知領域 (Cognitive Domain)、情意領域 (Affective Domain) の計 50 項目である。これより、情報教育の目標とその三要素である、「情報活用の実践力」「情報の科学的理解」「情報社会に参画する態度」について認知、理解、態度についての自己評価を行った。

*1 MOTOMURA, Takenori : 群馬大学

*2 KUDOU, Yuji : 筑波大学附属坂戸高校

*3 YAMAMOTO, Toshikazu : 埼玉大学

*4 MORIYAMA, Jun : 兵庫教育大学

*5 SUMI, Kazuhiro : 佐賀大学

e-mail = motomura@edu.gunma-u.ac.jp

e-mail = ykudou@msa.biglobe.ne.jp

e-mail = tyamamoto@tech.edu.saitama-u.ac.jp

e-mail = junmori@life.hyogo-u.ac.jp

e-mail = sumik@cc.saga-u.ac.jp

4. 中学校情報教育に関する必須用語調査

中学校情報必須用語は、我が国2社の教科書の共通用語を40語抽出した。

3.2 分析方法

まず、生徒・学生の学習内容の理解度と回答項目との関係を検討する。

次に、情報教育と教科「情報」の実践内容では、カリキュラム編成上重要な要素の抽出と学習者の理解度を検討するために因子分析を、情報の必修用語の調査から知識の構造化を検討するためクラスター分析を用いた。

なお、平成25年度の教科「情報」の改訂の要素を含む調査を踏まえ、ブルーム(Bloom, B.S.)の評価理論(1971年～)と同時に学習者・教授行動・カリキュラムを総合的に検討する上で必要な、

ペリグリーノ(Pellegrino, J.W.)の評価理論を加えて分析している。

ここで、調査項目の評価尺度は「1.全く当てはまらない」「2.あまり当てはまらない」「3.どちらでもない」「4.少し当てはまる」「5.とても良く当てはまる」の5件法である。

また、質問方法は、例えば「2・16 進数の意味を知っている」「AND・OR・NOT 回路の意味を知っている」など『～の意味を知っている』という認知度(知識・理解度)をみる方式を使用した。

これらの50項目の用語は情報教育の内容として表1に示すような、

- ・情報システム
- ・情報演習・実践
- ・ネットワーク技術
- ・情報社会
- ・情報モラルとセキュリティ

の5つのカテゴリーに分類し検討した。

表1 情報の認知度調査のための必須用語

情報必須用語のカテゴリー				
情報システム	情報実習・実践	ネットワーク技術	情報社会	情報モラルとセキュリティ
1. 2・16進数 2.AND・OR・NOT 4.CPU 9.OS 14.圧縮と解凍 15.アナログとデジタル 17.五大装置 30.クライアント・サーバ 35.量子化 36.CCD 39.IC 43.画素 49.ファイル形式 50.複合条件	3.CD, DVD 7.JPEG, PNG 13.WWWとインターネット 19.カテゴリ検索等 20.検索エンジン 28.データベース 31.プレゼン技術 32.マルチメディア 41.アニメーション 45.テキストファイル 47.ソフトウェア	5.HTMLとタグ 6.IPアドレス 8.LAN 10.POPサーバ 11.TCP/IP 12.URL・Webページ 34.プロトコルの原理	18.オンラインショッピング 22.コミュニケーション 26.メディアリテラシー 27.デジタルデバイス 29.電子商取引 37.ENIACの歴史 38.ETCの意味 40.IT 42.カーナビシステム 46.テクノストレス	16.暗号化 21.個人情報保護 23.コンピュータウイルス 24.産業財産権等 25.著作・特許権 33.ファイアウォール 44.情報の信憑性 48.ネットワーク犯罪

4. 調査および分析結果

4.1 フェイスシート基本調査結果

ITと自己との関わりの将来展望について、その結果を表2に示す(中学校は割愛)。

その結果、我が国は全体の55.8%、韓国は50.0%、中国は45.5%、米国は21.1%が日常生活においてツールとしてITを使用したいと回答している。工業高校と普通高校の生徒を比較すると、普通高校の生徒は通常の仕事の中でツールとしてITを使用する回答の割合が多く、工業高校の生徒はITの専門家になりたいと回答した割合が各々有意に多い($\chi^2(3)=20.9, p<.01$)。

一方、日本と韓国の工業高校と普通高校の生徒を比較すると、工業高校の生徒は普通高校の生徒に比べて情報の科学的理解に対する学習意欲が有意に高い($t(168)$ Welch=2.66)。

日本普通高校の情報教育では、さらに「科学的理解」の学習内容を充実させる必要があることが明確になった。

表2 ITと自己との関わりについての将来展望

日本の高校生	情報産業関連		普通の仕事		家庭生活や趣味		わからない	
日本工業高校 (n=75)	11	14.7%	12	16.0%	47	62.7%	4	5.3%
日本普通高校 (n=183)	5	2.7%	66	36.1%	97	53.0%	15	8.2%
計	16	6.2%	78	30.2%	144	55.8%	9	7.4%
韓国工業高校 (n=51)	9	17.6%	5	9.8%	27	52.9%	10	19.6%
韓国普通高校 (n=117)	8	6.8%	46	39.3%	57	48.7%	6	5.1%
計	17	10.1%	51	30.4%	84	50.0%	16	9.5%
中国普通高校 (n=101)	19	18.8%	34	33.7%	46	45.5%	2	0.02%
米国普通高校 (n=37)	13	34.2%	17	44.7%	8	21.1%	0	0.0%

4.2 知識の構造化

本研究では階層的クラスター分析法であるウォード法を用いた。この手法によるクラスター形成から、知識の構造化を判断した。

また、必修用語の重視度をみるために因子分析を行った。情報必須用語は、メディアリテラシー・情報社会参画態度・科学的理解の必要性・ICT利活用の4領域が形成されてお

り、各々の領域の知識と実践について相互に構造化されていると解釈された。

なお、情報教育全体について、大学では基礎段階の精神運動・認知・情意から情意領域へ、高校では精神運動・認知から情意領域への構造化であった。

4.3 評価項目の重視度

因子分析による情報必須用語の理解度調査では、情報の科学的理解・ネットワーク・情報モラルが、情報教育イメージ調査では、技能・リテラシー・情報モラルが因子として抽出された。

各項目についてバリマックス回転の後、因子負荷量 0.45 以上に着目し、その結果3つ

の因子が抽出された。

これより、重要度は、日本と韓国の工業高校の生徒は、情報必修用語について共に情報モラル、科学的理解、ネットワーク理解の順に考えているが、米国では科学的理解、情報モラル、ネットワーク理解の順である。

また、表3の5つのカテゴリーから重要度は、米国が特に「情報実習・実践」に関し、高い値を示しており、続いて「情報モラル」が高い値である。中国では「情報モラル」と「情報実習・実践」が高い値である。これに対して、日本と韓国では工業高校より普通高校に情報に関する知識が高く、米国の値より「情報実習・実践」を除いて高い値であるのが特徴的である。

表3 情報必修用語のカテゴリー別認知度

各国の高校生	情報システム	情報実習・実践	ネットワーク技術	情報社会	情報モラル
日本工業高校(n=75)	3.48	3.24	3.25	2.74	3.49
日本普通高校(n=183)	2.53	3.01	2.29	2.65	3.11
韓国工業高校(n=117)	3.39	3.37	3.57	3.24	3.28
韓国普通高校(n=51)	3.45	3.49	3.90	3.25	3.14
米国高校生 (n=38)	2.99	3.56	3.06	2.89	3.29
中国普通高校(n=101)	2.32	3.22	2.58	2.81	3.47

以上の分析結果より、

- ・日本の工業高校は米国や韓国・中国と同様に「科学的理解」を重視する教科内容であるが、普通高校では重視度が低く、カリキュラム内容や教授法に改善点があることが明らかとなった。
- ・韓国や米国の場合、ネットワークに関する知識や専門用語、知識から科学的理解へ深められるような因子群となる。
- ・韓国の情報用語に関する因子分析結果は、我が国や米国、中国のそれと比較して、因子群が明白に分かれている。

5. 考察

本研究は、中学・高校での情報教育を経て、大学の情報教育はどうあるべきか検討するために、生徒・学生の知識の構造化と学習内容からみた情報教育の体系化とカリキュラム評価を検討している。

そのために、フェイスシート・教科「情報」の必須用語・情報教育の要素についてまとめると共に、ブルームからペレグリーノに至る評価理論との関係で考察する。

ーフェイスシート・教科「情報」・情報教育ー

ーフェイスシートー

- ・日本と米国の中学・高校の生徒の情報活用能力と意欲は、情報の科学的理解の領域を除いて韓国より有意に高い。
- ・日本と米国の生徒の情報の知識面は、韓国のそれより有意に低い。

ー情報認知度ー

- ・日本の工業高校では米国や韓国同様に「科学的理解」を重視する教科内容であるが、普通高校では重視度が低く、情報カリキュラム内容や教授法に改善点があることが明らかとなった。
- ・韓国や米国の場合、ネットワークに関する知識や専門用語、知識から科学的理解へ深められるような因子群となる。

ー情報三要素イメージー

- ・日本・韓国の高校は情報教育のイメージを、まず『情意的領域』から重視しており、米国では『精神運動的領域』から重視し深めようとしている。

これらのことから、中学校、普通高校では、学習意欲の強い生徒ほど、知識をよく理解しているが、逆に学習意欲の低い生徒は、知識の理解度も低いことを意味している。工業高校では、このような学習意欲の強さに関係なく、知識の理解度が普通高校よりも高い。

これは、工業高校のカリキュラムが、より専門的な学習内容を系統的に含んでいるため、必ずしも適切に動機づけられなくとも、基礎的・基本的な知識を十分に習得することができているためと考えられる。

しかし、中学校、普通高校では、教科「情報」のカリキュラムが工業高校ほど体系的でないため、情報活用能力、特に情報活用の実践力と情報の科学的理解の習得に向けた動機づけを生徒に適切に持たせられなければ、学習の結果として、適切に知識を理解させるこ

とが難しいと考えられる。

したがって、普通高校では、教科「情報」の導入段階で、情報教育の目標である情報活用能力の習得に向けて、生徒に学習の意味づけを行い、適切に動機づけることが極めて重要であると示唆された。最近の若年層での情報モラルの軽視や犯罪等から見て、この学習過程との関係をカリキュラム検討の際に十分考慮する必要があることが明らかとなった。

一教科「情報」の内容の重視度一

技能、知識・理解、モラルの内容を重視し、かつメディアリテラシーの構造化は各学校段階共進んでいるが、科学的理解の構造化は浅いと考えられる。

一方韓国は、情報教育ではモラルと技能を、情報必修用語では科学的理解や専門用語から知識・理解へと構造化していた。

これは、中学までに情報関係（特にコンピュータ理論）は、全て必修として履修していることに起因すると考えられる。

一体系的な情報教育一

精神運動・認知・情意領域の自己評価についての経年経過は、高校では高く大学では低い傾向があり、10年間同様であった。

評価の観点で見ると、「技能と知識・理解から興味・関心や態度」へと深められており、体系的な情報教育の観点では、「理解力の教養と技能の利用技術」は充足するが「知識や技能の構成力」は不足していると考えられる。

6. まとめ

ブルーム評価理論でいう「精神運動・認知・情意」の三領域の視点で見ると、韓国の工業高校と普通高校では知識面に有意差が無く、日本の高校生より理解度が高い。日本の高校生は「情報の科学的理解」が韓国より低く、科学的理解を深めるカリキュラム検討を要すると考えられる。

次に、ペレグリーノ評価理論の視点で見ると『学習者の診断』『教授方法の改善』『学習プログラム自体の評価』の3目的とその教育評価の理論的な枠組みを「認知(Cognition)」「観察(Observation)」「解釈(Interpretation)」の3つで示している。

その結果教師は、教科内容の知識と教授法の両者にて見識と熟達化が必要である。

この点ジョナサン(Jonassen,D.H.)による「知識習得の3段階モデル」である社会的構成主義教授の教授・学習理論が有効と考える。

また『学習プログラム自体の評価』は、過去10年間の調査を踏まえ、「科学的理解」の育成を中心に検討する必要性がある。

次に、理論的枠組みである「認知」は、評価の定義と理解の構造を指し、ブルーム理論でいう評価項目を精神・運動、認知、情意で捉え各々の到達度で現在我々は検討している。

「観察」は、評価対象を適切に評価するための方法論であり、学習者の活動を要素である「情報の科学的な理解」の学習として例えば、レゴロボット制御教材や論理回路教材を活用して、ブルーム理論の児童・生徒の協調学習による「気づき」と「創造性」の過程の中で検討する必要がある。

そして「解釈」は、収集したデータをどのように加工し、目的にあった評価を行うかであり、これには複数の適切な統計手法を用いることで分析している。

以上をもとに大学での情報教育の教授法改善と方向性について4つの視点で提案したい。

1. 生徒の学習内容を検討して
高校までの情報教育の学習内容を考慮した指導。ただし、学習過程のどの段階が未履修かの精緻な調査が必要である。
2. 将来を見据えて
最近各大学で行っている高大連携のテーマの中で大学教員自らによる高校生へ情報教育の重要度の指導。この場合、まず地域に根付いた大学の実践が前提と考えられる。
3. 国際的視野で
諸外国（特にアジア）の教育の状況を関係団体に訴えかける。この場合、PISA等の調査では現れにくい各国の生の情報が必要。そのためには現場に直接足を運び、調査しその国の先生との情報交換が必要である。
4. 技術科と情報科の融合の元で
教科の時間数の減少を考慮し、共通する内容を精選し、実践的能力の向上に努める。

本年6月のOECDによるデジタル読解力は参加国中4位であったが、各教科への情報教育の導入は圧倒的に少ないことが判った。少ない授業時間数と教員不足が問題であり、両教科共に大学でも指導教員数の減少傾向である。こうした中、特に指導にあたる大学教員は、両教科の特質と共通点や相違点を把握し教科教育を実践していく姿勢が大切である。

今後は小学校から大学の一連の情報教育のカリキュラムの在り方を検討する。このとき、「認知」「観察」「解釈」の評価の枠組みの視点で検討を深めたい。

そこで平成25年度の改訂による評価項目の再設定を行い、小・中・高・大学の体系的な情報教育と学習者・教授行動・カリキュラム3者の検討を行う予定である。

その際、韓国・中国といった類似の文化圏（アジア圏）と、ヨーロッパ・アメリカ等の異文化による思考過程の差異を踏まえた上で、我が国との比較研究を進めていく予定である。

※本研究は、平成23年度科研費基盤研究(C: 22500893)『我が国の体系的な情報教育の在り方とカリキュラムの方向性』の助成を受けている。

【参考文献】

- 1) Bloom, B. S(梶田叡一)：教育における評価の理論，金子書房，1994
- 2) Pellegrino, J. W : Knowing What Students Know, The Science and Design of Educational Assessment, Washington, DC, The National Academies Press, P1~53, 2001
- 3) 本村猛能・工藤雄司：高大連携の体系的な情報教育と教科「情報」の関連性およびカリキュラムの方向性，日本教育情報学会誌，第22巻2号，P1~12，2007