

プログラミング教育に関する学生の現状と課題

—— 教員養成系の学生を対象として ——

横 山 修

要 旨

文部科学省は、次世代の社会像である Society 5.0 を生き抜くために必要な力を具体的に列挙している。そして、これらの力は、文科系・理科系を問わず、すべての国民に求められるとしている。そこで、自らが Society 5.0 を生きる世代であり、また Society 5.0 を生きる世代を育てる立場に立つと予想される教員養成系学部の学生を対象に、これらの力が現時点で備わっているか実態調査を行った。調査の結果、2つの弱点が明らかとなった。この2つの弱点は論理的思考力と数学的思考能力である。

本稿では、弱点克服の方策として、2種類のソフトウェアを授業の一部として導入することを提案した。そして、これらのソフトウェアの中でも「導入のしやすさ」という視点からソフトウェアとして「Scratch」ならびに「GeoGebra」を挙げて、それらの積極的導入を主張した。

キーワード：Society 5.0、IoT、ビッグデータ、AI、プログラミング教育

1. はじめに

1.1 社会的背景

政府が2016年1月に閣議決定した「第5期科学技術基本計画」の中で、「狩猟社会(Society 1.0)、農耕社会(Society 2.0)、工業社会(Society 3.0)、情報社会(Society 4.0)」に続く、新たな社会像として、Society 5.0 がはじめて提唱された。Society 5.0 とは、第5期科学技術基本計画によれば、超スマート社会、すなわち「必要なもの・サービスを、必要な人に、必要な時に、必要なだけ提供し、社会の様々なニーズにきめ細かく対応でき、あらゆる人が質の高いサービスを受けられ、年齢、性別、地域、言語といった様々な違いを乗り越え、生き活きと快適に暮らすことのできる社会」を意味する ([1])。

このような社会を実現するためには、以下の3ステップを踏むとされている ([2])。

Step1	フィジカル空間（現実世界）上の個別モデルをサイバー空間上に作成
Step2	サイバー空間上の個別モデルを、同じくサイバー空間上で融合
Step3	融合されたモデルをフィジカル空間（現実世界）上にフィードバック

Step1～Step3のイメージを捉えやすくするために、フィジカル空間（現実世界）上の「気象予測システム」と「電力システム」を例に挙げながら説明する。

Step1では、いろいろな観測地点の、時々刻々変化するリアルタイムの気象データを取り込んだ気象モデルをサイバー空間上に作成する。たとえば、

- ① 瞬間の風向・風速データを蓄積、蓄積された膨大なデータから直近（たとえば1秒後）の風向・風速を予測する（微分）。リアルタイムにデータが蓄積されることから、それぞれの観測地点の直近の風向・風速は、フィードバック制御によりリアルタイムに更新される。
- ② 瞬間の雲量（雲が空を覆う割合）データを蓄積、蓄積された膨大なデータから直近（たとえば1秒後）の雲量を予測する（微分）。リアルタイムにデータが蓄積されることから、それぞれの観測地点の直近の雲量は、フィードバック制御によりリアルタイムに更新される。
- ③ 瞬間の降水データを蓄積、蓄積された膨大なデータから直近（たとえば1秒後）の降水量を予測する（微分）。リアルタイムにデータが蓄積されることから、それぞれの観測地点の直近の降水量は、フィードバック制御によりリアルタイムに更新される。

このようにして予測された直近のデータを統合（積分）することで、短期（たとえば明日一日）の予測データ（風向・風速、日照時間および降水量）が得られる。

Step2では

- 風向・風速の短期予測データから風力発電の発電電力量
- 日照時間の短期予測データから太陽光発電の発電電力量

がそれぞれ予測できるので、それらを合算することにより、風力発電および太陽光発電の総発電電力量が予測できる。そして、電力需要予測との比較で不足があれば、再生可能エネルギー以外の発電方法（火力発電など）で補うべき発電電力量を予測する。補うべき発電電力量が予測できれば、火力発電所内にある発電機のタービンを回転させるために必要な石油や液化天然ガスなどの資源量も予測可能となる。

Step3では、Step2で予測した石油や液化天然ガスなどの資源（フィジカル空間）を火力発電所内にあるボイラ（フィジカル空間）で燃焼させる。そして、燃焼により得られた水の蒸気は同じく火力発電所内にある発電機（フィジカル空間）に送られてタービンを回転させる。これらの過程を経て、サイバー空間上で融合されたモデルがフィジカル空間（現実世界）上にフィードバックされたことになる。このように、電力需給の最適化についてIT技術を用いて実現するシステムは「スマートグリッド」と呼ばれ、再生可能エネルギーの弱点を補うシステムとして近年注目されている。

フィジカル空間（現実世界）とサイバー空間の融合は、「気象予測システム」「電力システム」に限った話ではない。たとえば、「気象予測システム」は以下のように「交通システム」に結びつけることが可能である。具体的には

Step1は上記③の説明と同一のため省略

Step2では、時々刻々変化する気象予測データから、行楽地などの人出を予測する。人出の予測は、気象条件以外にも「イベントが有るか無いか」「平日か休日か」などの諸条件によって左右すると考えられ、これらの諸条件を考慮することにより、人出予測の見積り精度を上げることができる。このようにして得られた人出予測の見積りから、電車やバスの最適な運行計画を調整する。

Step3では、Step2の予測にしたがって、実際に電車の車両数を増やしたりバスを連結型にしたりする。また場合によっては、電車やバスの臨時便を出したりもする。これにより、サイバー空間上で融合されたモデルはフィジカル空間（現実世界）上にフィードバックされる。付け加えれば、「交通システム」の最適化は、環境負荷の低減（CO₂排出量の最小化）に直結し、国連が定める17の持続可能な開発目標「SDG s」達成に寄与することにもなる。このように、一つのシステムは、データを介して、社会の多種多様なシステムと関連付けて考えることができる。

つまり、Society 5.0をシステムの面から再定義しなおせば、個別システムで処理された結果をデータとして提供し、他のシステムでも活用できるようにしたシステムと言えるだろう。ところで、フィジカル空間（現実世界）上のモデルをサイバー空間上に作成するには、時々刻々変化するデータ（上の例で言えば「風向」「風速」「雲量」「降水量」など）が必要になる。そのためには、インターネットに接続されたあらゆる「モノ」からリアルタイムにデータを収集する仕組みが不可欠である。インターネットに接続されたあらゆる「モノ」からデータを収集する仕組みは「IoT」、リアルタイムに収集された膨大なデータは「ビッグデータ」と呼ばれ、これらはいずれもSociety 5.0を支えるプラットフォームとなる。IoTにより収集されたビッグデータは人工知能¹（以下「AI」という）により人間にとって意味のある「情報」に加工され、加工された「情報」をもとに人間が社会の諸課題に対する意思決定を行う。重要なのは、「情報」を得るまでのプロセスはAIが担うにせよ、最終的な意思決定を行うのは人間ということである。このような社会では、AIにより得られた「情報」をそのまま受容するだけでなく、人間には、情報を活用するリテラシーが今まで以上に求められると言えよう〔2〕。

1.2 本研究の位置づけ

このような社会の劇的変化に対応すべく、2018年6月に文部科学省は「Society 5.0に向けた人材育成～社会が変わる、学びが変わる～」をまとめた〔3〕。この中では、すべての国民に求められる力として

- ① 文章や情報を正確に読み解き、対話する力
- ② 科学的に思考・吟味し活用する力
- ③ 価値を見つけ生み出す感性と力、好奇心、探求力

が挙げられている。そして、これらの力を育成するためには、新学習指導要領の着実な実施、具体的には

- (ア) 基礎的読解力、数学的思考力などの基盤的な学力や情報活用能力の育成
 (イ) プログラミング教育・統計教育の充実

が求められるとしている ([4])。換言すれば、①～③の力を育成する「AI教育」は「プログラミング教育」や「統計教育」の上位集合(スーパーセット)と言って良い。

Society 5.0は、既述のとおり、あらゆる「モノ」がインターネットに接続されることを前提とし、IoTにより集められたビッグデータを処理し、処理結果により人間が社会の諸課題に対する意思決定を行う社会である。つまり、社会の活動(フィジカル空間)がデータの流れ(サイバー空間)と緊密に結びついている。このような社会は、種々多数のデータを集めて処理した結果得られた統計的経験則が社会の諸課題に対する意思決定に関与することから、「データ駆動型社会」とも呼ばれる ([2]) (図1)。

「データ」から人間にとって意味のある「情報」を加工抽出するには、人間がチューニングを施したAIによる情報の抽出であれ、人間自身の手による情報の抽出であれ、プログラムが必要であるとの認識から、上記の「新学習指導要領の着実な実施」は謳われており、この視点に立って「プログラミング教育」が、2020年度から必修化となる。必修化に伴い、教員養成系の大学でプログラミング教育を担当できる人材の育成が不可欠となる。

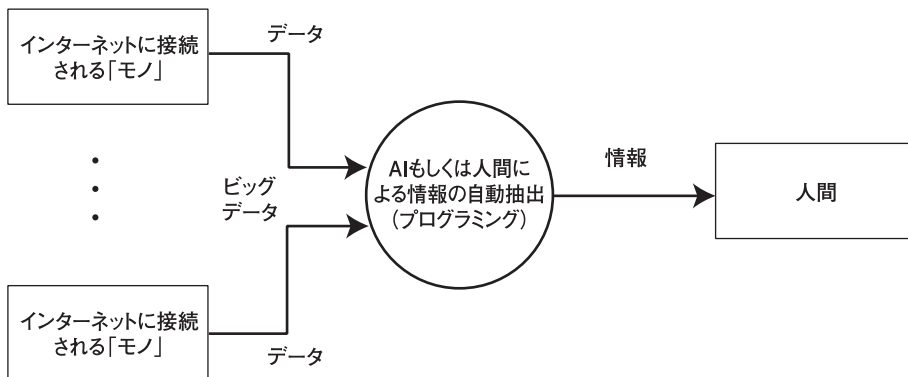


図1 データの流れ (Data Flow Diagram による)

これらを踏まえ、本研究では、

- カリキュラム上プログラミング教育を受けていない学生
- 将来小学校プログラミング教育を担当する学生

に対して、今後どのような教育を行えば良いか検討することを目的として、アンケートを行った。そして、プログラミング教育に関する学生の現状を、(1) プログラミングについての学生の理解 および (2) プログラミング教育についての学生の認識 の両面から調査することにより、今後の課題を掘り起こした。

2. 調査の方法

既述のとおり、(1) プログラミングについての学生の理解 および (2) プログラミング教育についての学生の認識を調査するため、文科系大学 (1 校) における教員養成系学部の一年生から四年生を対象として、ネットワーク経由によるアンケートの手法 (Microsoft Forms) を用いて調査を行った。アンケートの設問は、プログラミングに必要な素養が備わっているかを問う設問 (以下「テスト編」という) とプログラミング教育に関する意識を問う設問 (以下「意識編」という) に大別される。以下、「テスト編」「意識編」それぞれについて、設問の立て方の基本方針を述べる。

● テスト編

「テスト編」は、3つのカテゴリ、すなわち、プログラミングに関する知識を問う設問 (以下「知識問」という「付録 Q3を参照」)、アルゴリズムの理解を問う設問 (以下「アルゴリズム問」という「付録 Q8を参照」)、数学の基礎的理解を問う設問 (以下「数学基礎問」という「付録 Q11を参照」) から構成される。そして、それぞれの設問について、正解には得点1を与え、不正解には得点0を与えることにより点数化し、カテゴリ間の相関を調べた。なお、「テスト編」の設問には、情報処理技術者試験の過去問題を採用した ([5] [6])。

● 意識編

「意識編」は、プログラミング教育に関する国の施策に関する認識を問う設問 (「付録 Q2を参照」) とプログラミング教育に関する学生の現状認識を問う設問 (「付録 Q5・Q9を参照」) から構成され、国の施策と学生の現状認識とのずれの有無について調べられるような設問とした。参考として末尾にアンケートを付記する。

アンケートで収集した資料は、教育プロセスの変動を調べるために、学年別に検討の対象とした。また、資料の全体像を把握するため、学年縦断型の検討も併せて行った。

3. 結果

3.1節ではアンケート結果の全体像を、3.2節では、全学年対象の志望別 (小学校教諭志望・小学校教諭志望以外) アンケート結果を示す。また、3.3節では学年別のテスト編 (Q3・Q8・Q11) のアンケート結果を、3.4節では学年別の意識編 (Q2・Q5・Q9) のアンケート結果をそれぞれ示す。

3.1 全体像

本アンケート回答者数は下表の通りである。

	1年	2年	3年	4年	全学年
小学校教諭志望	52	40	0	5	97
小学校教諭志望以外	23	31	6	3	63
合計	75	71	6	8	160

表1 アンケート回答者数

はじめに、全回答者を対象とするテスト編の平均値 μ および標準偏差 σ を示す (図2)。ここで、棒グラフはテスト編の平均値 μ を、エラーバーはテスト編の標準偏差 σ を示す。

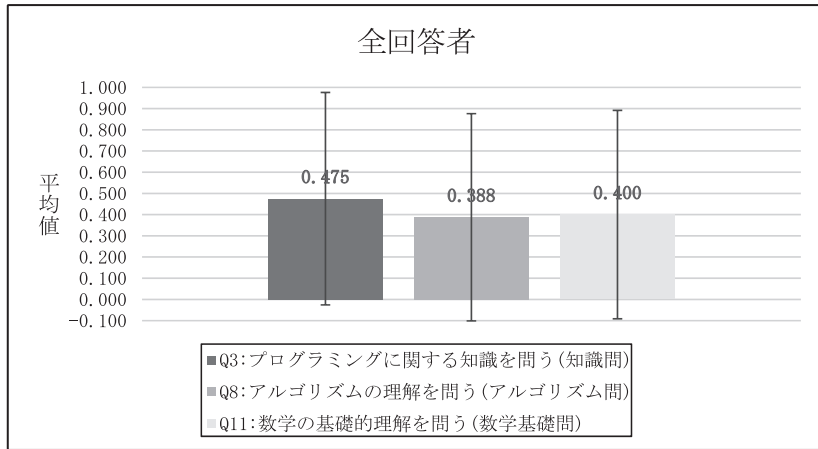


図2 テスト編の平均値 μ および標準偏差 σ (全回答者対象)

つぎに、全回答者を100%とした場合の、テスト編正解者および意識編該当者の相対度数を示す (図3～図4)。

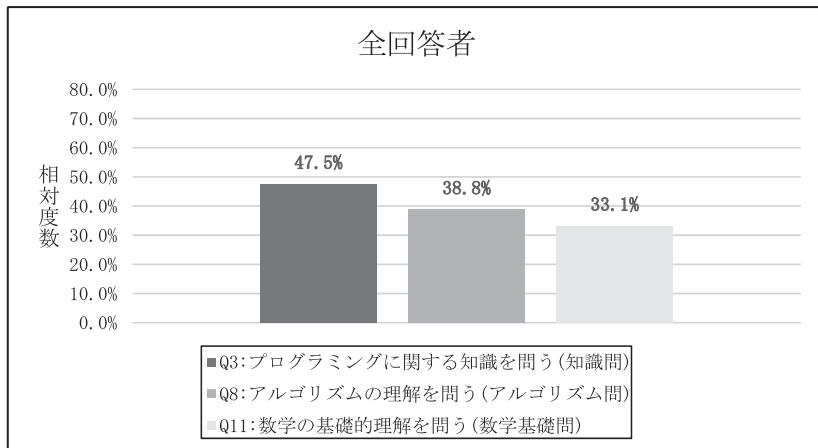


図3 テスト編正解者の相対度数 (全回答者対象)

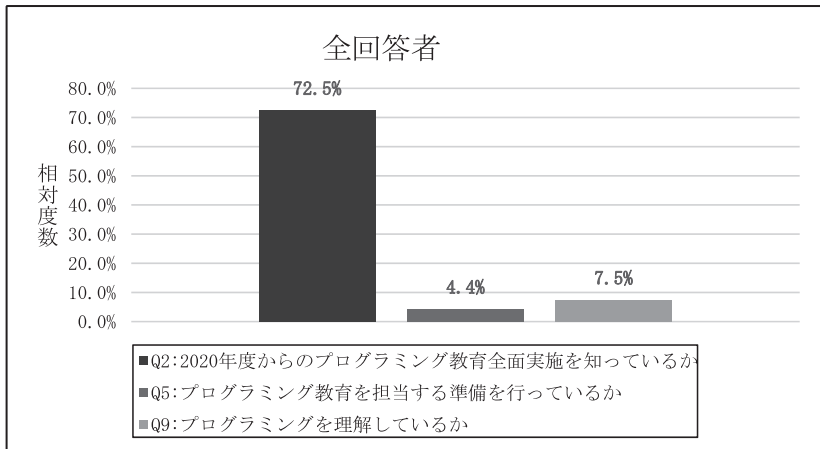


図4 意識編該当者の相対度数 (全回答者対象)

最後に、各設問についての相関係数を示す(表2)。ただし、表2において、総得点はテスト編(Q3・Q8・Q11)の得点総和である。

	Q2	Q3	Q4	Q5	Q8	Q9	Q10	Q11	総得点
Q2		0.053256401	0.047986969	0.13173484	0.116361896	0.015942794	0.187932712	-0.011428758	0.080508353
Q3			0.023695132	0.041303094	0.039819551	0.061772534	0.090482786	0.117518373	0.597291714
Q4				0.047297098	0.142119237	-0.013355958	0.016514607	0.214117463	0.192724479
Q5					-0.107410551	0.403142491	0.086786529	-0.049898746	-0.058188332
Q8						-0.031659422	0.099372621	0.267107245	0.661103115
Q9							0.12253577	0.106560336	0.070085258
Q10								0.026352314	0.110377771
Q11									0.703378879

表2 各設問に対する相関係数 (全回答者対象)

3.2 志望別結果

小学校教諭志望者と小学校教諭志望者以外 (いずれも全学年対象) の平均値 μ および標準偏差 σ を示す (図5～図6)。

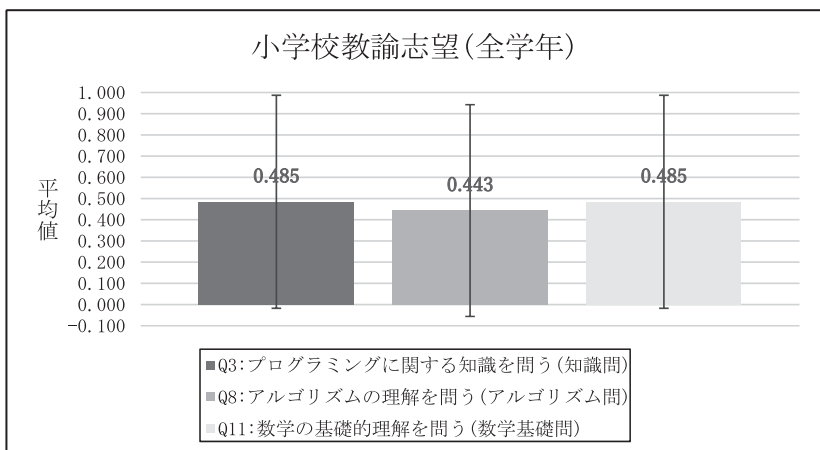


図5 テスト編の平均値 μ および標準偏差 σ (小学校教諭志望者: 全学年対象)

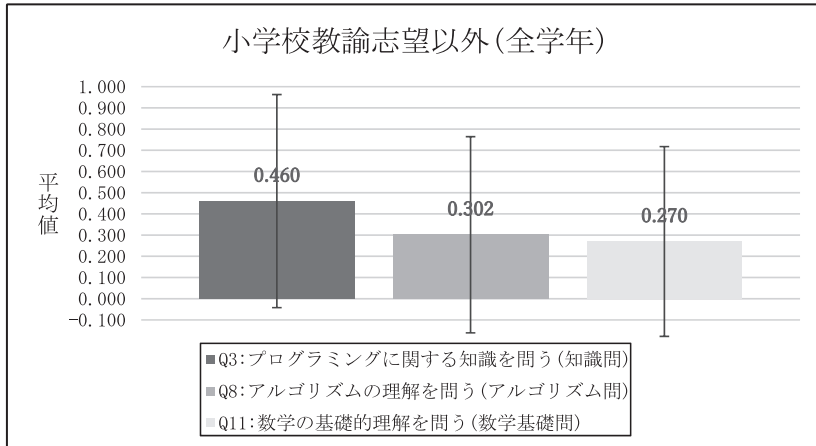


図6 テスト編の平均値 μ および標準偏差 σ (小学校教諭志望者以外:全学年対象)

つぎに、志望別(小学校教諭志望者・小学校教諭志望者以外)の人数をそれぞれ100%とした場合の、テスト編正解者および意識編該当者の相対度数を示す(図7~図10)。

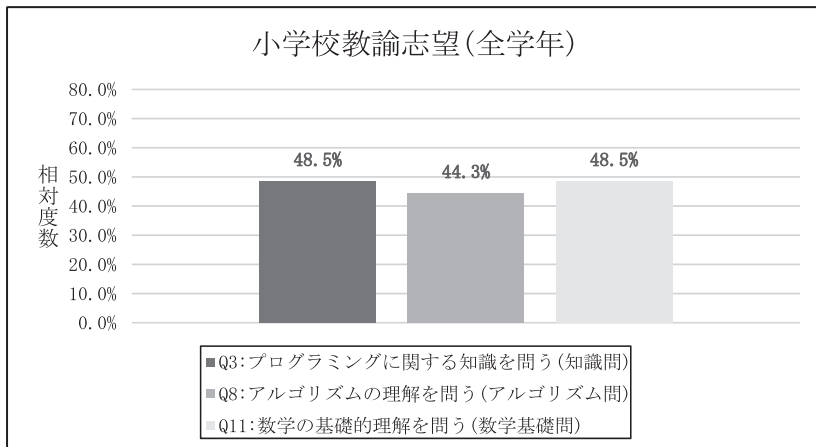


図7 テスト編正解者の相対度数 (小学校教諭志望:全学年対象)

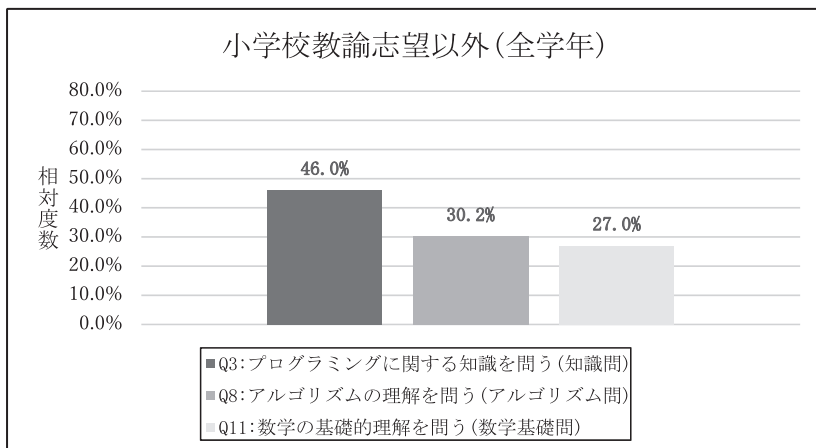


図8 テスト編正解者の相対度数 (小学校教諭志望以外:全学年対象)

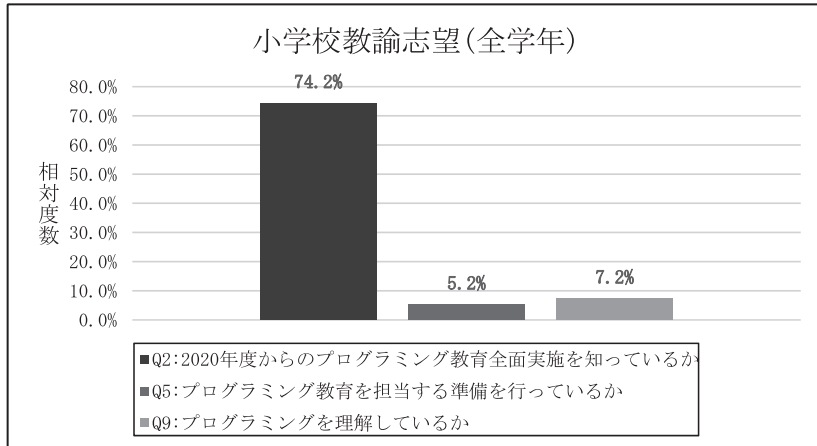


図9 意識編該当者の相対度数 (小学校教諭志望:全学年対象)

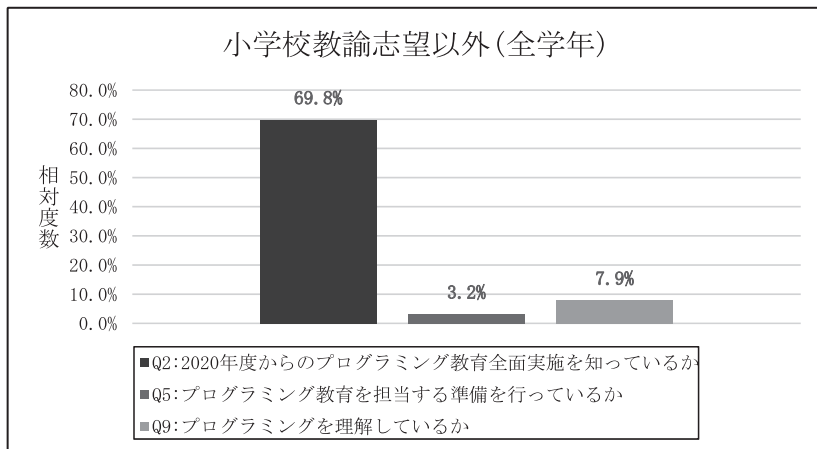


図10 意識編該当者の相対度数 (小学校教諭志望以外:全学年対象)

最後に、各設問についての相関係数を志望別(小学校教諭志望者・小学校教諭志望者以外)に示す(表3～表4)。

	Q2	Q3	Q4	Q5	Q8	Q9	Q10	Q11	総得点
Q2		0.052511397	-	0.137370932	0.146252678	0.073246702	0.074537278	-0.088977645	0.056040644
Q3			-	0.053861095	0.048374156	0.048489511	0.003064698	0.133191489	0.607822656
Q4				-	-	-	-	-	-
Q5					-0.114175253	0.295357453	0.104893955	-0.132729127	-0.098978857
Q8						-0.008267965	0.110992324	0.21447303	0.646720007
Q9							0.191100436	0.128209555	0.086691185
Q10								0.003064698	0.059923408
Q11									0.692777696

表3 各設問に対する相関係数 (小学校教諭志望:全学年対象)

	Q2	Q3	Q4	Q5	Q8	Q9	Q10	Q11	総得点
Q2		0.051767389	-	0.118987282	0.055023923	-0.062959251	0.354620091	0.087811588	0.099159439
Q3			-	0.014416228	0.017622941	0.082283967	0.225738736	0.084273278	0.599055647
Q4				-	-	-	-	-	-
Q5					-0.118987282	0.61670728	0.050742878	0.093888998	-0.006331016
Q8						-0.064990195	0.076397254	0.301775036	0.662675276
Q9							0.021296085	0.086095704	0.054408935
Q10								0.058948494	0.19135399
Q11									0.68767409

表4 各設問に対する相関係数 (小学校教諭志望以外:全学年対象)

3.3 テスト編結果

小学校教諭志望者、小学校教諭志望者以外の人数をそれぞれ 100% とした場合の、テスト編正解者の相対度数を学年別に示す（図 11～図 14）。なお、3・4 年生については、アンケート回答者数が 1・2 年生と比較して少ないため、評価の対象としなかった。

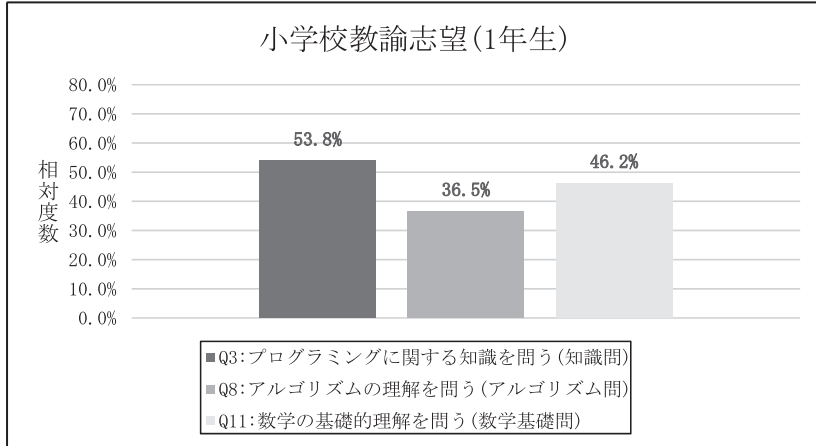


図 11 テスト編正解者の相対度数（小学校教諭志望 :1 年生対象）

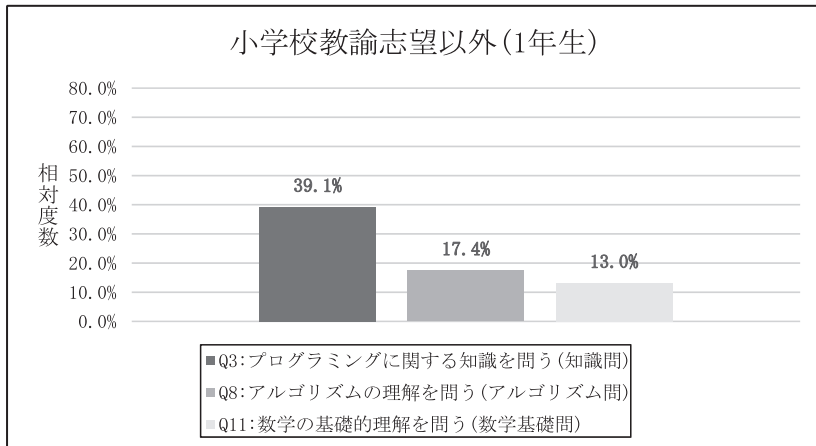


図 12 テスト編正解者の相対度数（小学校教諭志望以外 :1 年生対象）

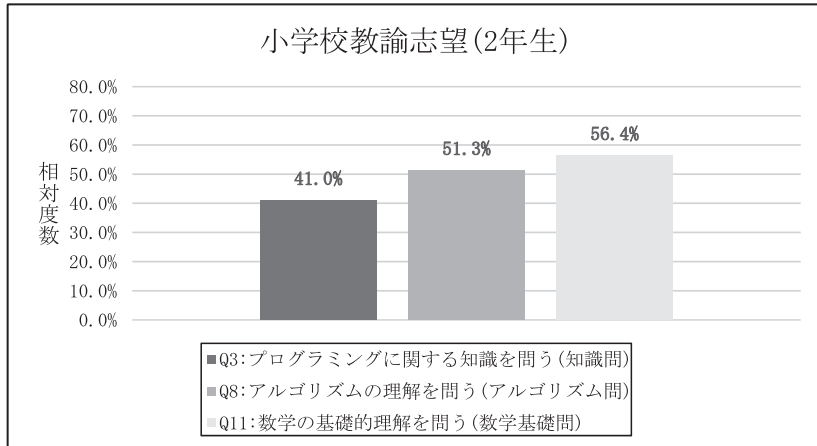


図 13 テスト編正解者の相対度数 (小学校教諭志望 :2 年生対象)

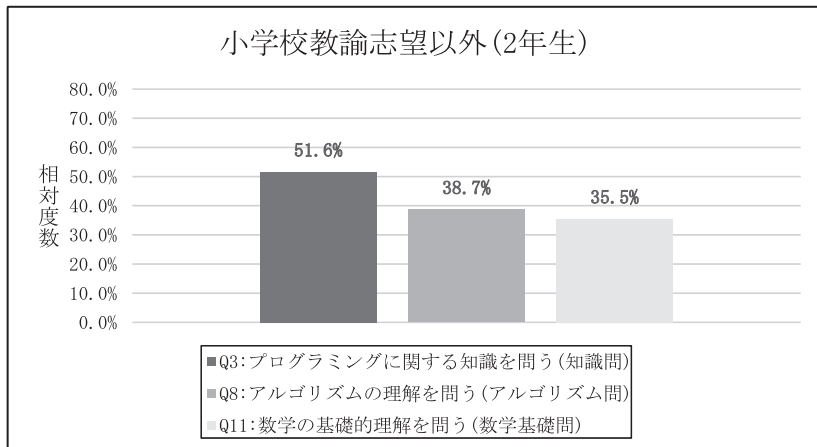


図 14 テスト編正解者の相対度数 (小学校教諭志望以外 :2 年生対象)

3.4 意識編結果

小学校教諭志望者、小学校教諭志望者以外の人数をそれぞれ 100% とした場合の、意識編該当者の相対度数を学年別に示す (図 15～図 18)。なお、3・4 年生については、アンケート回答者が 1・2 年生と比較して少ないため、評価の対象としなかった。

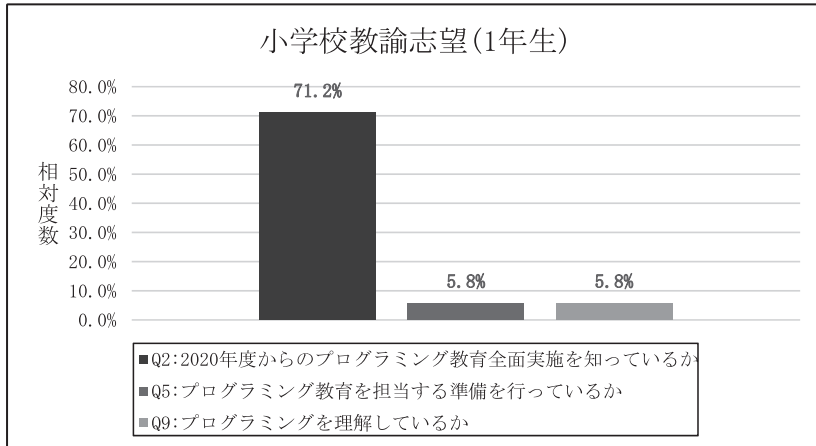


図 15 意識編該当者の相対度数 (小学校教諭志望 :1年生対象)

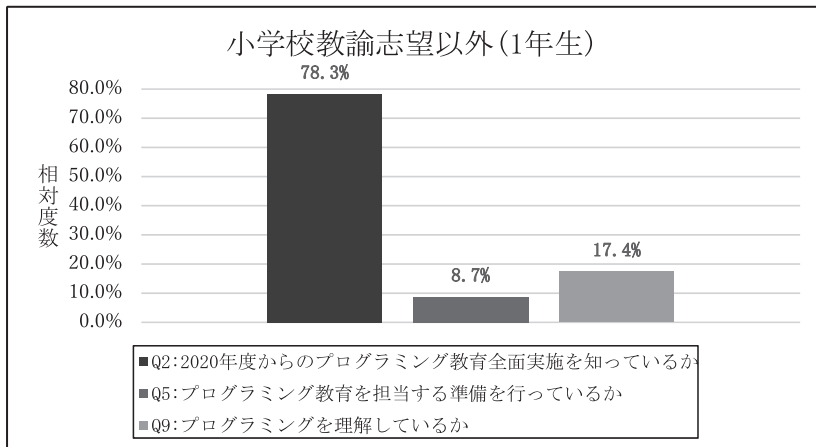


図 16 意識編該当者の相対度数 (小学校教諭志望以外 :1年生対象)

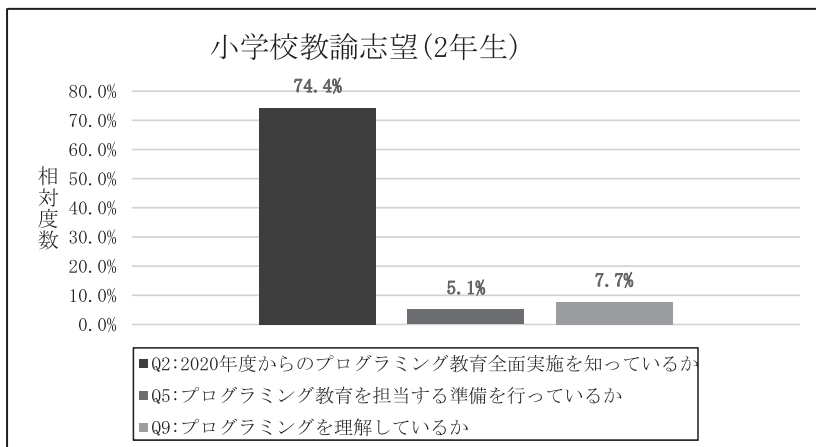


図 17 意識編該当者の相対度数 (小学校教諭志望 :2年生対象)

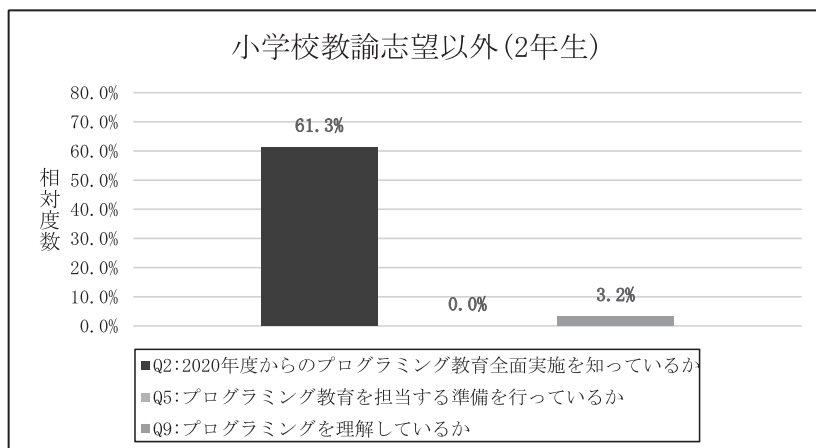


図 18 意識編該当者の相対度数 (小学校教諭志望以外:2年生対象)

4. 考察

テスト編と意識編に分けて述べる。

4.1 テスト編

- ① 全体像結果 (3.1節) 知識問 (Q3)・アルゴリズム問 (Q5)・数学基礎問 (Q8)のうち、アルゴリズム問・数学基礎問の平均値が知識問のそれに比べて低いことが認められる (図2)。また、相関係数の結果 (表2) から、数学基礎問 (Q11) の出来不出来が、知識問 (Q3)・アルゴリズム問 (問8) の出来不出来よりも総得点に影響することもわかる。すなわち、総得点の高い学生は数学基礎問 (Q11) に正解した学生である。
- ② 志望別結果 (3.2節) 小学校教諭志望者以外のアルゴリズム問 (Q5)・数学基礎問 (Q8)の平均値が、小学校教諭志望者のそれに比して低いことが読み取れる (図5～図6)。すなわち、小学校教諭を志望しない学生は小学校教諭を志望する学生と比べ、数学に対する苦手意識をより強く持っていることが推測される (小学校教諭志望者—小学校教諭志望者以外間ならびにテスト編設問間で標準偏差に差異は見られない)。また、相関係数の結果 (表3～表4) から、①と同様、数学基礎問 (Q11) の出来不出来が、知識問 (Q3)・アルゴリズム問 (問8) の出来不出来よりも総得点に影響することもわかる。すなわち、総得点の高い学生は数学基礎問 (Q11) に正解した学生である。
- ③ 1年生結果 (3.3節) 小学校教諭志望者では、知識問 (Q3)・アルゴリズム問 (Q8)・数学基礎問 (Q11)のうち、アルゴリズム問 (Q8)すなわち、論理性についての理解が他に比して相対的に不十分と認められる (図11)。現在、高等学校では「社会と情報」「情報の科学」のうち1科目が選択必修であるが、論理性についての理解が不十分であることから、プログラミングの経験が仮にあったとしても、いわゆる「体験レベル」にとどまっており「実用レベル」に到達しておらず、アルゴリズムを理解するに至っていないことが推

測される。

④ 2年生結果(3.4節) 全回答者対象の結果(図2)と小学校教諭志望者対象の結果(図13)を比較した場合、逆の傾向が読み取れる。原因として

- (a) 学生プロフィールが、2年生と2年生以外で大きく異なっている
- (b) 2年生が大学に入学する前後に教育改革の大幅な変更があった

などが考えられるが、原因は不明である。今後、学生の学習履歴についてのプロファイリングを含めた詳細な調査が必要となろう。

4.2 意識編

全回答者対象のアンケート結果(図4)から、2020年度からの小学校プログラミング教育必修化を知っている学生は全体の3分の2を超える一方、「プログラミング教育を担当する準備を行っている」「プログラミングについて理解している」学生は全体の10分の1に満たない。このことから、プログラミング教育が始まることは知っているも、将来プログラミング教育を担当する準備が進んでいない実情が浮かび上がる。この傾向は、志望別結果(図9～図10)、学年別結果(図15～図18)すべてに共通して見られる。今後、その実情の原因(「プログラミングの勉強の方法が分からない」など)を探る必要がある。

なお、全回答者対象の相関係数(表2)、小学校教諭志望者対象の相関係数(表3)、小学校教諭志望以外対象の相関係数(表4)は同程度であった。

5. 現状の課題と提言

本稿の目的である、(1)プログラミングについての学生の理解 および(2)プログラミング教育についての学生の認識 についての調査結果から直接言えることは

- 論理的思考(アルゴリズム)が弱いこと
- 数学的思考(数学基礎学力)が弱いこと

であった。ところで、Society 5.0に関しては、次の懸念が取り上げられている。「Society 5.0に向けた人材育成～社会が変わる、学びが変わる～」([3])から以下の2ヶ所を引用すると

AIの性能がどこまで向上するかについては意見が分かれるものの、少なくとも近い将来において、定型業務や数値的に表現可能な程度の知的業務は代替可能になると考えられる。

将来、AIやロボットによって多くの仕事が代替され、人間の負荷が軽減されていくことが予想される一方で、大量の失業者が生まれるのではないかと懸念されている。

との記述である。

AIやロボットがこれまで人間が行っていた業務のある程度を肩代わりするような状況下では、AIやロボットの特性を理解している人間が必要とされる業務が大幅に増えることになり、それに対応した人材が職を得やすくなると考えられる。つまり、Society 5.0で求められる人材は、AIやロボットの特性を理解し、なおかつ人間ならではの強みを持つ必要があるということである。本稿の調査対象である、文科系大学（1校）における教員養成系学部の学生は、このような人材を将来育てる立場となる。また、学生自身が Society 5.0を生きる人材であることを要求される。そのような学生に対してここで指摘したような弱点を補強する方策を考える必要がある。

弱点補強の方策は種々多数であるが、(1) カリキュラムを改変しないで済むこと、ならびに、(2) 学生が自学自習できることの2条件を考慮すると、以下2種類のソフトウェアを授業に導入することが適当と判断できる。

- 論理的思考（アルゴリズム）強化のためには「プログラミング」
- 数学的思考強化のためには「数学ソフトウェア」

論理的思考や数学的思考を育むことが期待されるソフトウェアは複数存在（[15] [16] [17]）し、これらは視覚を通じて論理的思考に馴染ませる工夫がなされている。したがって、ソフトウェア選定に当たり、論理的思考強化のためには「プログラミング」ができるソフトウェアのいずれか、数学的思考強化のためには「数学ソフトウェア」のいずれかを使えば良い。しかし、上記（1）（2）の条件下では、「Scratch」（「プログラミング」ソフトウェアの一つ）ならびに「GeoGebra」（「数学ソフトウェア」の一つ）を推奨する。それぞれの特徴について以下に述べる。

前者の Scratch は、2006年にマサチューセッツ工科大学(MIT)メディアラボが開発したビジュアルプログラミング実行環境である。プログラミングの3つの制御構造（繰返し、順次、選択）を、アルゴリズムを意識しながらドラッグ&ドロップにより組み合わせてコードを作成、その動きを直ちに確認できる。無償で入手でき、マルチプラットフォームに対応することから、小学校授業での導入事例・応用事例が数多く見られ、関連書籍も多数存在する。また、汎用性が高く、2020年度小学校プログラミング教育必修化を展望して、現場での更なる利用拡大が予想される（[7] [8] [9] [10] [11] [12] [13]）。なお、2020年1月時点の Scratch 最新バージョンは3.0であり、ソフトウェア自体の改良も継続して期待できる。

後者の GeoGebra は、座標系を意識せず、関数や図形を動的に扱うことが可能なソフトウェアである。ゆえに、パラメータ変更前の関数を方眼紙などに描いた後、パラメータ変更後の状態遷移を、本ソフトウェアを用いて確認するといった、いわゆる「動く教材」としての使い方が可能である。このような使い方から、本ソフトウェアには、学生の数学的思考を育む一次的効果が期待できる。また、GeoGebra 使用経験のある学生が、将来教壇に立つ際、本ソフトウェアを用いて児童に教えるといった二次的効果も期待できる。このソフトウェアも Scratch 同様無償で入

手でき、マルチプラットフォームに対応している。

「Scratch」および「GeoGebra」を推奨する理由として、無償であること、インストール・操作が容易であること、マルチプラットフォームに対応していること、開発が継続していること、既存の小学校の授業での導入事例が豊富であることを挙げる。

このような特徴を持つ「Scratch」や「GeoGebra」をカリキュラムの改変なしに教職科目へ導入する方法として、以下が考えられる。関連する教職科目の中で、これらのソフトウェアを取り上げ、その際に学生のコンピュータにインストールさせる。「Scratch」は既存の教員養成系カリキュラム「情報機器の操作」の授業、また「GeoGebra」は同じく既存の教員養成系カリキュラム「教育の基礎的理解に関する科目」の授業のそれぞれの時間を部分的に使い、これらのソフトウェアを使用する。具体的には、次のような場面が想定される。

- (1) 正方形を描くサンプルプログラムを最初に示してプログラムの構造を説明する。その上で、サンプルプログラムを発展させて正多角形を描くプログラムを考えさせる。そして、「Scratch」上で実際に正多角形を描かせる。
- (2) 正方形上の不動点(2点)と動点(1点)の3点を結んでできる三角形がどのように変化するか、状態遷移を見るために「GeoGebra」を用いて実際に三角形を描かせる。

このように、既存の授業内容に加えて、ソフトウェア紹介と基本的な操作説明を行える。したがって、学生は授業外でソフトウェアを使った自学自習を行うことが可能である。もちろん、授業を通じて学生に『プログラミング教育を将来行うのは自分自身である』との自覚を常に持たせることで、学生個々が導入したソフトウェアを用いて自学自習するよう積極的に促すことが重要である。さらには、学生の自学自習を支援する教員側の体制も必要となる。

2020年小学校プログラミング教育必修化を目前に、小学校現場では戸惑いの声が聞かれる([14])。これは現場の教員がプログラミング教育を受けておらず、プログラミングについての知識や理解が十分に醸成されていないためと考えられる。このような現状のブレークスルーのためには、学生の内からプログラミング教育の準備をしておく必要がある。ここでの提案を実行することで、将来プログラミング教育を担当する学生に対する最小限の教育が施せると考える。

6. 結論

本稿では、はじめに、来るべき社会の姿である Society 5.0 はどのような社会か、具体例を挙げながら説明した。つぎに、Society 5.0 を生き抜くために必要な能力は、特別な能力ではなく

- (ア) 基礎的読解力、数学的思考力などの基盤的な学力や情報活用能力の育成
- (イ) プログラミング教育・統計教育の充実

により獲得できるとされていることを述べた。そして、これらの力、特にプログラミング能力が現時点で、本稿の調査対象である文科系大学（1校）における教員養成系学部の学生に備わっているかを3方向（知識・アルゴリズム（論理）・数学基礎）から調査した。調査の結果、

- 論理的思考力（アルゴリズム）が弱いこと
- 数学的思考力（数学基礎学力）が弱いこと

が認められた。最後に、上記の弱点を補強するため、2種類のソフトウェア（論理的思考力強化のためには「プログラミング」、数学基礎学力強化のためには「数学ソフトウェア」）の授業への積極的導入を主張した。なお、これらのソフトウェアの中でも特に、「Scratch」「GeoGebra」が他のソフトウェアに比して優位性があると判断できる理由を、それぞれのソフトウェアの特長を述べることにより論じた。

謝辞

この研究のとりまとめに際し、本学高瀬剛教授ならびに本学子ども学部3年生福永光一朗君に多くの御助言を頂いた。記して深甚の謝意を表する。

注

- 1 ここでは狭義の AI（機械学習や深層学習）を指す

参考文献

- [1] 内閣府，“第5期科学技術基本計画（平成28～平成32年度）”，
<https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/index5.html>.（閲覧日：2020年1月14日）.
- [2] 日立日大ラボ，“Society 5.0 人間中心の超スマート社会”，日本経済新聞出版社，2018.
- [3] 文部科学省，“Society 5.0 に向けた人材育成～社会が変わる、学びが変わる～”，
https://www.mext.go.jp/a_menu/society/index.htm.（閲覧日：2020年1月14日）.
- [4] 文部科学省，“Society5.0に向けた人材育成の推進”，
<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/miraitoshikaigi/dai16/siryou6.pdf>.
（閲覧日：2020年1月14日）.
- [5] “IT パスポート試験ドットコム”，https://www.itpassportsiken.com/index_te.html.
（閲覧日：2020年1月14日）.
- [6] “基本情報技術者試験ドットコム”，https://www.fe-siken.com/index_te.html.
（閲覧日：2020年1月14日）.
- [7] 利根川裕太・佐藤智，“小学校プログラミングがよくわかる本”，2018.
- [8] 石井英男・吉岡直人・赤石昭宏・森谷健一・松原拓也・大森敏行，“小学校からはじめるプログラミングの本”，日経 BP 社，2017.
- [9] 阿部和広，“小学校からはじめるわくわくプログラミング”，日経 BP 社，2017.
- [10] 石塚正雄，“スクラッチ 2.0 アイデアブック”，カットシステム，2017.
- [11] 杉浦学，“Scratch ではじめよう！プログラミング入門”，日経 BP 社，2017.

- [12] たにぐちまこと, “いちばんはじめのプログラミング,” マイナビ出版, 2016.
- [13] 角田一平・とがぞの・高村みづき・若林健一・砂金よしひろ, “Scratchでたのしむ! プログラミング道場,” ソーテック社, 2017.
- [14] 前田裕之, “プログラミング教育必修化, 教職員の不安解消カギ,” 日本経済新聞・夕刊, 2018年9月10日.
- [15] 兼宗進, “プログラミング言語ドリトル,” <https://dolittle.eplang.jp/>.
(閲覧日:2020年1月15日).
- [16] 文部科学省, “プログラミン,” <https://www.mext.go.jp/programin/>.
(閲覧日:2020年1月15日)
- [17] 合同会社デジタルポケット, “Viscuit (ビスケット),” <https://www.viscuit.com/>.
(閲覧日:2020年1月15日)

付録 アンケートの設問項目

Q1. 文部科学省は、AI（人工知能）を使いこなす人材育成が急務であると説いています。現在のAIは、次に挙げるどれに例えられると思いますか。

1. ドラえもん
2. アラレちゃん
3. ベイマックス
4. 鉄腕アトム

Q2. あなたは、2020年度から小学校でプログラミング教育が全面実施されることを知っていますか。

1. はい
2. いいえ
3. 分からない

Q3. プログラミングにおいて、プログラムを作成する時に用いる三つの制御構造はどれですか。

1. 繰返し，再帰，順次
2. 繰返し，再帰，選択
3. 繰返し，順次，選択
4. 再帰，順次，選択

Q4. あなたは、将来、小学校教員を目指していますか。

1. はい
2. いいえ
3. 分からない

Q5. あなたは、将来教員として「プログラミング教育」を担当する準備を行っていますか。

1. はい
2. いいえ
3. 分からない

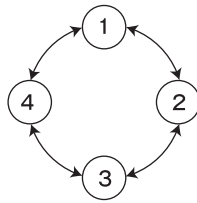
Q6. 上記で「はい」と答えた方にお尋ねします。どのような準備を行っていますか。

1. 情報処理技術者（IT パスポート等）の資格取得を目指している
2. 上記以外の資格取得を目指している
3. プログラミング教育関連のトピックを常日頃から収集している
4. その他

Q7. 上記で「その他」と答えた方にお尋ねします。どのような準備を行っていますか、具体的にお書きください。

Q8. 1～4の番号をもつ四つの状態があります。四つの状態は図のようにつながれており、時計回りや反時計回りに状態を遷移することができます。

現在、状態1において、次の手順を2回実施した後はどの状態にいますか。



〔手順〕

今いる状態の番号を11倍し、それを3で割った余りによって次の処理を行います。

- ・余りが0の場合：時計回りに一つ次の状態に遷移します。
- ・余りが1の場合：反時計回りに一つ次の状態に遷移します。
- ・余りが2の場合：時計回りに二つ次の状態に遷移します。

1. 1
2. 2
3. 3
4. 4

Q9. あなたは、自分自身を振り返って、いわゆる「プログラミング」を理解していると思いますか。

1. はい
2. いいえ
3. 分からない

Q10. あなたは、文部科学省が2025年度をめどに、児童生徒が1人1台コンピュータを使える環境の実現を目指していることを知っていますか。

1. はい
2. いいえ
3. 分からない

Q11. パスワードの解読方法の一つとして、全ての文字の組合せを試みる総当たり方式があります。“0”から“9”の10種類の文字を使用できるパスワードにおいて、桁数を4桁から6桁に増やすと、総当たり方式でパスワードを解読するための最大の試行回数は何倍になりますか。

1. 1.5
2. 20
3. 100
4. 1024