

「知見マップ」構築を目的としたプログラミング教育実践調査

—教材・学齢・教科による考察—

山本樹^{*1}, 稲垣忠^{*2}, 金子大輔^{*3}, 國宗永佳^{*4}, 倉山めぐみ^{*5}, 下郡啓夫^{*5}, 辻靖彦^{*6}, 村上正行^{*7}

^{*1} 明海大学, ^{*2} 東北学院大学, ^{*3} 北星学園大学, ^{*4} 千葉工業大学,

^{*5} 函館工業高等専門学校, ^{*6} 放送大学, ^{*7} 大阪大学

A Survey of Practices on Programming Education for

Constructing “The Knowledge Map”

-Consideration from the Viewpoints of Materials,

School Age, and Subjects-

Tatsuki YAMAMOTO^{*1}, Tadashi INAGAKI^{*2}, Daisuke KANEKO^{*3}, Hisayoshi KUNIMUNE^{*4},

Megumi KURAYAMA^{*5}, Akio SIMOGORI^{*5}, Yasuhiko TSUJI^{*6}, Masayuki MURAKAMI^{*7}

^{*1} Meikai University, ^{*2} Tohoku Gakuin University, ^{*3} Hokusei Gakuen University,

^{*4} Chiba Institute of Technology, ^{*5} National Institute of Technology, Hakodate College,

^{*6} The Open University of Japan, ^{*7} Osaka University

要旨 小学校「プログラミング教育」の必修化に伴い、プログラミング的思考の育成を企図した様々な教育実践が行われている。しかし、多くの教育実践の現場においては、先行事例やそこで得られた知見が十分に共有できておらず、授業を行う上で必要となる先行事例の情報をそれぞれの教師が独自に調査しなければならない状況であり、教師自身が行おうとしている教育実践に適した事例を発見することは非常に困難である。そこで、筆者らはこの知見を様々な実践に適用できるようにするために、「知見マップ」の構築を目指している。知見マップの構築の前段階として、プログラミング教育に関する先行事例を調査した。本稿では、この調査結果を報告する。

キーワード: プログラミング教育, 知見マップ, 事例の調査

1. はじめに

プログラミング教育は、小学校では 2020 年度から必修化され、中学校では 2021 年度からの新学習指導要領の全面実施に伴い拡充された。そのため、プログラミング的思考の育成を企図した様々な教育実践が行われてきた。これらの実践は、情報教育やプログラミング教育を専門とする研究者や企業などの協力、先駆的な教員、IE-School・ICT-School といった推進校で先行的に実施されており、例えば、未来の学びコンソーシアム⁽¹⁾ やベネッセ⁽²⁾ などのプログラミング教育

ポータルサイトや、書籍⁽³⁾でも紹介されている。その他、例えば、小林ほか⁽⁴⁾は、プログラミング教育を既存教科の中で実施する事例として、小学校 3 年生国語科でのビジュアルプログラミングアプリを活用して表現する学習活動や、同 3 年生理科での条件分岐の考え方を取り入れた活動について報告している。また、事例集の作成や、モデルカリキュラムを示している自治体や教育センターもある⁽⁵⁻⁷⁾。

その一方、多くの教育実践の現場においては、先行事例や、そこで得られた知見が十分に共有できておらず、授業を行う上で必要となる先行事例の情報をそれ

それぞれの教師が独自に調査しなければならない状況である。合わせて、個々の教師がプログラミング的思考の育成に必要な具体的な方略などに関する知識を十分に持っていない場合も多い。これらのことから、プログラミング的思考の育成やプログラミング教育に関する先行事例が多数存在していても、教師自身が行おうとしている教育実践に適した事例を発見することは非常に困難な状況である。

そこで、筆者らはこれらの知見を様々な実践に適用できるようにするための方法がないか、という点に着目し、これを解決するために、1.プログラミング教育を実践しようとする教授者が活用することを意識した記述的分析による観点を明確化し、2. 1.の観点を教育実践の先行事例に適用した「知見マップ」の構築を目指している。知見マップ構築を実現するための先行事例の分析には、3つの観点「対象」「教材」「学習目標」を定め、この3つの観点から得られる汎用的な項目を統合する予定である。これらの項目を個々の先行事例から得られた知見と結びつけ、「知見」を体系化した「知見マップ」を構築することを最終的な目的としている。

筆者らは、この知見マップを構築するために、教育学・教育工学に関連する学会で報告されたプログラミング教育に関する先行事例を調査した。本稿では、この調査結果を報告する。

なお、本稿では、プログラミング的思考を育成する教育を含み「プログラミング教育」と表記する。

2. 知見マップの概要

本研究で提案する知見マップは、教育実践者が活用することを意識して、授業実践の観点を記述的分析により明確化し、これを基に先行事例を体系化するものである。

先行事例が多数存在しても、教師自身が行おうとしている教育実践に適した事例を発見することは困難であると考えられる。教育実践者が実際の教育現場と適合する先行事例を発見するためには、授業実践に関するさまざまな情報を考慮して検索する必要があるためである。その際、検索のトリガーとなる観点が重要となる。

本研究では、プログラミング教育の授業実践に関する観点として、「対象」、「教材」、「学習目標」の3点を

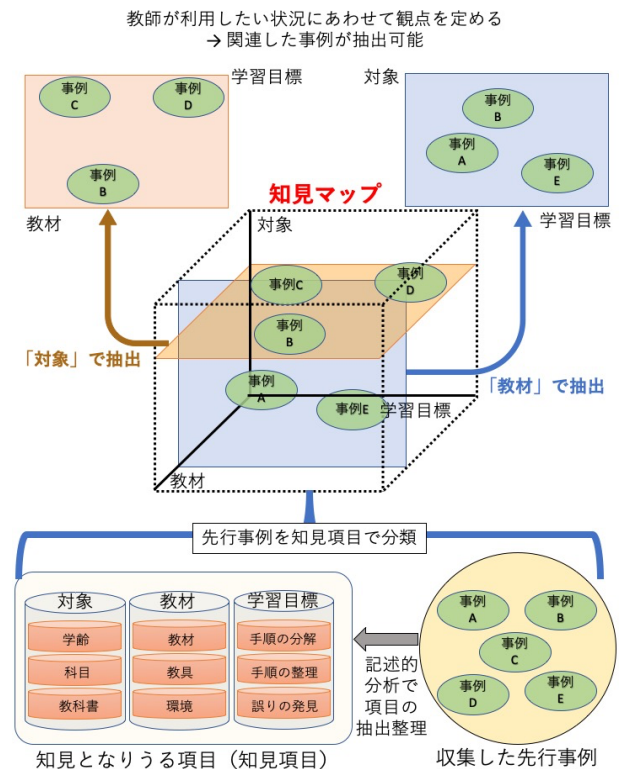


図1 知見マップ概要

定めた。「対象」は学齢、人数、科目などの授業状況に関すること、「教材」は授業内で使用する教具やメディアなど授業で利用するもの、「学習目標」は学習者に身につけさせたい能力に関することである。ここから、対象、教材、学習目標で使用する汎用的な「項目」を、先行事例の論文・報告書等から記述的分析を用いて抽出する。具体的には、各教育機関（小・中・高）で必要とされる「対象」「教材」「学習目標」を整理した上で、プログラミング教育に関する先行事例から、プログラミング教育、および、教師特有の知見を抽出し、各観点における項目を選定する。例えば「対象」では「算数」や「小3」、「教材」では「Scratch」や「タブレット」、「学習目標」では「手順の分解」や「誤りの修正」などの項目がある。それぞれの項目を抽出した後、これらを先行事例に付与し「知見マップ」を構築する（図1）。知見マップを活用することで、個別化された先行事例であっても体系的に提示できる。

3. 調査方法

知見マップ構築の前段階として、教育学・教育工学に関連する学会で発表・報告されたプログラミング教育に関する研究報告のうち、実際に授業や実験などで

プログラミングを利用した実践事例を調査した。具体的には、2017～2020 年度における教育システム情報学会、日本教育工学会、日本教育工学協会、電子情報通信学会、情報処理学会、情報科教育学会の全国大会・研究会の計 180 件を対象とした。学会別の件数を表 1 に示す。

調査した報告書の中から、「学齢」、「教材（教具）」、「学習目標」の 3 つの観点で、筆者らが手分けし目視により情報を抽出した。なお、実施報告には、複数学齢での実施、複数教材の利用が見られたため、下記のルールによって抽出することとした。

<学齢>

- 小学生：小学 1 年生～6 年生が実施
- 小学低学年：小学 1,2 年生が実施
- 小学中学年：小学 3,4 年生が実施
- 小学高学年：小学 5,6 年生が実施
- 中学生：中学 1～3 年生が実施
- 高校生：高校 1～3 年生が実施
- 大学生：大学 1～4 年生が実施
- 大学院生：大学院 1,2 年生が実施

<教材>

- 具体的な教材名
 - 独自で開発したシステム
 - 企業などが開発しているシステム (Scratch, micro:bit, Viscuit, mindostorm, その他の)

表 1 本研究で調査した研究報告数

学会名	調査した報告集	件数
教育システム情報学会	全国大会論文集, 研究会報告集	27 (35)
日本教育工学会	全国大会論文集, 研究会報告	7 (8)
日本教育工学協会	全国大会論文集	64 (87)
電子情報通信学会	研究会(教育工学研究会)報告	25 (32)
情報処理学会	研究会(コンピュータと教育研究会)報告	54 (64)
情報科教育学会	全国大会	3 (3)

() 内は実践事例として計上したのべ数

教育用ソフト、ハード)

- ロボット (ドローンを含む)
- テキスト型
- アンブラグド

<学習目標>

研究目的ではなく、実践で児童、生徒、学生に身につけてほしい目標を抽出

このうち、複数の単元の実践事例がまとめて報告されていたものについては、実践事例ごとに別の事例として扱った。結果、実践事例はのべ 229 件となった。

また、学齢については以下の通りとした。1 つの事例に、複数学年にまたがるもの、または「小学生」「小学高学年」といった記述があったものは、1 つの実践事例として扱い、単に複数の学齢での事例とした。加えて、1 つの実践事例に複数教材を利用している場合も、1 つの実践事例で複数の教材を利用したものとして扱った。

ただし、学習目標に関しては本稿での報告からは除外する。抽出された学習目標は非常に多岐にわたり、抽象度が異なるものが多いため、それらの抽象度に応じて別に処理する必要があると判断したためである。

4. 結果と考察

4.1 プログラミング教育で利用された教材、実施した学齢・科目

4.1.1 教材

まず、実践の中で利用されていた教材に着目する。表 2 に各教材が利用されていた実践数を示す。最も多かったのは「教育用アプリケーション」で 93 件であった。「教育用アプリケーション」には Scratch や Viscuit など、プログラミング教育用に企業が製品化しているアプリケーションを分類している。このうち Scratch は 56 件と半数以上を占めている。Scratch は、「未来の学びコンソーシアム」など Web サイトや書籍に実践事例が多くあること、利用方法が簡易であること、無料で利用できることから、利用数が多くなったと考えられる。Scratch 以外の教育用アプリケーションも同様に、それらのアプリケーションを利用した実施例や事例の紹介があるものが多く、それらが利用件数を押し上げていると推測できる。

次に多かった教材は、独自開発システム（35件）である。ビジュアルプログラミング、テキスト型を直接記述するものなども含まれる。大学での初心者・初級者用プログラミング教育に利用されているものや、小学校などのプログラミング教育用に開発したシステムの評価実験などが多く報告されていた。今回は学会での研究報告を対象としていたため、そうした研究報告が多くなったのではないかと考えられる。

その後にテキスト型（33件）、教育用ハード（26件）ロボット（18件）、教育用統合システム（16件）などとなっている。「教育用ハード」とは micro:bit など、プログラミング教育用にハードのみを製品化したもの、「教育用統合システム」とは、MESH など、ロボットやブロックなどとともに、それを動かすためのアプリケーションが統合されている製品とした。

4.1.2 学齢

プログラミング教育の報告があった学齢を表3に示す。複数学年にまたがる実践事例が多かったため、のべ491件になった。

校種別に確認すると、小学校は、特別支援学校を含み247件あった。これは、2020年度から始まったプログラミング教育の必修に合わせて実施された授業や実験の報告が多かったためだと考えられる。

中学校、高校の報告数はそれぞれ48件、43件と小学校に比べて多くはない。中学校では、プログラミング教育は教科「技術・家庭（技術）」で主に行わ

表2 プログラミング教育で利用されている教材

教材名	件数
教育用アプリケーション (Scratch)	93 (56)
(Viscuit)	(11)
独自開発システム	35
テキスト型	33
教育用ハード (micro:bit)	26 (20)
ロボット	18
教育用統合システム	16
アンプラグド	7
その他	2
不明	31

れている。しかし、調査対象の学会における発表では、技術・家庭科の発表はそれほど多くなかった。例えば、「日本産業技術教育学会⁽⁸⁾」のように技術教育に関する研究を主とした学会での報告を調査に加えると、違った結果になる可能性が高い。高校では共通科目情報科以外での事例件数が少なく、そのため件数が増えなかったと考えられる。

高等教育機関では、高専や大学の授業での実践内容とともに、開発したシステムの評価実験などが多くあったことから、件数も多くなっている。

4.1.3 教科

プログラミング教育が実施された科目ごとの事例件数を表4に示す。

もっとも事例が多かった教科は、大学での授業や実

表3 プログラミング教育が実施された学齢

学齢等	件数	学齢等	件数
未就学	2	高1	13
小1	24	高2	14
小2	26	高3	13
小3	32	特別支援・高等部	3
小4	43	高校計	43
小5	51	高専	3
小6	62	B1	2
特別支援・小学部	9	B2	34
小学校計	247	B3	38
中1	16	B4	32
中2	14	修士	30
中3	18	教職科目（大学）	3
特別支援・中学部	0	高専・短大・大学計	142
中学校計	48	教員研修	1
		その他（保護者など）	8

験などである。次に「課外活動」、ついで「総合的な学習（探究）の時間」となる。主要科目では「算数・数学」が一番多く、ついで「理科」となっている。「総合的な学習の時間」「算数」「理科」は、文部科学省（以下 文科省）の「小学校でのプログラミング教育の手引き⁹⁾」に記載されている科目であることから、これらの科目の先行事例が多い結果になったと考えられる。

4.2 教材と学齢との関係

プログラミング教育で利用された教材と実施した学齢との関係を確認した。図 2 に結果を示す。なお、「教育アプリケーション」の中で Scratch の占める割合が高いことから、教育アプリケーションとは別に示す。

校種別で確認すると、小学校では、企業などが製品化したプログラミング教材が、すべての学年で 50% を超える。中でも Scratch は殆どの学年で 20% ほどになる。小学校では、これまでに利用実績が多く、事例や知見がある教材が好まれる傾向があると考えられる。

表 4 プログラミング教育が実施された教科

教科	件数
国語	13
算数・数学	18
理科	16
社会	6
英語	4
生活	3
音楽	4
体育	1
図工	1
道徳	0
総合	23
クラブ	8
課外	36
技術（中学校・高校）	12
情報（高校のみ）	16
特別活動（特別支援学校）	6
大学（授業・実験）	61
その他・小中高	9
その他	22
不明	9

中学校、高校でも、企業などが開発したシステムの利用が約 30% になる。その一方で、中学ではロボットやテキスト型の利用率が、高校では、テキスト型の利用率が上がる。中高でのプログラミング教育の内容の変化とともに、利用教材も変化していると考えられる。

大学・大学院では、再び Scratch の利用率が高くなる。これは、大学内でのプログラミング初心者に対する教育で利用したものや、小学校で利用することを想定した実験があったためである。また、大学では独自で開発したシステムの割合も高い。これは、大学の研究室でプログラミング教育用のシステムを開発し、その評価実験を学内で実施している場合が多いことが影響している。

4.3 学齢と教科の関係

プログラミング教育を実施した学齢と教科の関係を確認した（図 3）。大学での授業等は多岐にわたり分類が困難なため、大学の事例を除外する。

どの学齢も「課外活動」の割合が高い。課外活動の多くが、教育センターや大学主体の事例のため、学会での報告数が多かったと考える。

小学校では、「道徳」を除く全ての教科で事例がある一方、「算数」と「社会」は、1、2 年生での事例がなかった。1、2 年生の「算数」では、足し算、引き算、数の読み方など、プログラミング教育が実施しにくい教育内容であることがその理由であると考えられる。

「総合的な学習の時間」、「理科」、「算数」の割合も高い。これらの科目は、新学習指導要領において、プログラミング学習活動を取り入れる場面の例示があり¹⁰⁾ 合わせて、理科・算数の教科書には、プログラミングに関する内容があることから、事例が多くなったと考えられる。

中学校では、3 学年すべてで「技術・家庭（技術分野）」の割合が 40% を超える。技術分野も新学習指導要領に関する記述の中で、指導計画などの例示があり、また、教科書にプログラミングに関する内容が多いため、事例が多くなっていると考えられる。

高校では、「情報」の割合が高い。新学習指導要領の「情報 I」の内容を先行して実施した事例もあった。今後、先進的な高校から「情報 I」「情報 II」での事例が増えることで、それらの知見を基にした実践が他の高

校でも増加することが期待される。なお、「課外活動」では小中高で連携したプログラミング教育の実施例があった。

4.4 教科と教材との関係

プログラミング教育を実施した教科と利用した教材の関係を確認した(図4)。4.3同様、大学での事例は除外する。

社会以外の教科で教育用アプリケーションやScratchを利用している割合が高い。その中でも、Scratchの利用率が高い科目(クラブ活動も含む)が複数存在している。この点から、Scratchが多様な科目に対応する教材できる教材であることがわかる。

一方で、「総合的な学習(探究)の時間」では、教育用ハードや教育用統合システム、ロボットを用いた割合も高い。これらの教材の利用には、複数の授業時間を費やす必要があるが、総合的な学習(探究)の時間は、1単元で利用できる授業時間の制限がなく、授業設計の自由度が比較的高いため、こうした教材が利用しやすいと考えられる。

また、「課外活動」でも、様々な教材を利用している。課外活動には、プログラミング教室のような長期間に渡り実施した事例、イベントのように1日で終了する事例がある。長期に渡る事例には、テキスト型や、マイコンといったものが、短期の事例には、ロボットやドローンなどを利用した体験型が多かった。このように多様な事例が存在することから、多様な教材が利用されていると考えられる。

5. まとめと今後の課題

本稿では、「知見マップの構築」の前段階として、プログラミング教育に関する先行事例を調査し、教材・教科・学齢の観点から整理した。教材として最も利用されていたのはScratchであった。Scratch以外の教育用アプリケーションも利用数・割合とも高い。これらは、具体的な実践方法を教育実践者に提供していることが多い。特にScratchは、先行事例も多く実践者が情報を入手しやすい。これらが利用数を増加させたと考えられる。独自開発システムの件数も多かったが、1つのシステムに対しての事例数が1つないし2つの場合が多く、開発されたシステムが広く周知されてい

ない現状が反映されている。アンブラグドの事例件数が少なかったのは、今回調査対象とした学会による影響も大きいと考えられるため、各自治体や教育センターでの事例集なども含めて調査する必要がある。

教科(大学を除く)では「課外活動」や「総合的な学習(探究)の時間」での実施数が多い。課外活動はその多くが、教育センターや大学主体の事例であった。小学校では、「理科」「算数」の事例も多く見られた。中学校になると「技術」、高校になると「情報」での事例が多く、また、教材がロボットやテキスト型に変わるといった特徴も見られた。

学齢は、小学校5,6年生での実施が多い。なお、1つの事例が複数学年にまたがる場合も多く、工夫すれば多くの学年で同様の実践が可能であることを示している。これらの事実は、知見を共有する際の重要な要素となるだろう。

今後は、より多くの実践事例の調査を実施するとともに、「学習目標」について整理する必要があると考えている。これまでに抽出した「学習目標」にある要素と、例えば、ベネッセのプログラミングで育成する資質・能力の評価規準⁽¹¹⁾や、各教育センターで公表されている情報活用能力に関するリスト^(5,7)などとの関係を整理し、本稿で報告した結果を含めて分析を進め、事例を体系化させた「知見マップ」の構築を目指したい。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 18H03346, 20K03128 の助成を受けたものです。

参考文献

- (1) 未来の学びコンソーシアム, "小学校を中心としたプログラミング教育ポータル", <https://miraino-manabi.jp/> (閲覧日: 2022年2月4日)
- (2) ベネッセコーポレーション, "ベネッセのプログラミング教育情報", <https://beneprog.com/> (閲覧日: 2022年2月4日)
- (3) 加藤 直樹, 北澤 武ほか, 「小学校におけるプログラミング教育の理論と実践」, 学文社(2019)
- (4) 小林祐紀, 藤原晴佳, 中川一史, "小学校2年生・3年生を対象とした教科学習における小学校プログラミング

教育の実践”, 日本デジタル教科書学会発表予稿集, Vol.6, pp.67-68 (2017)

- (5) 和歌山県教育委員会, ”情報活用能力一覧表”, <https://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/500100/d00207358.html> (閲覧日: 2022年2月6日)
- (6) 仙台市教育センター, ”(仙台版) 情報活用能力育成 学習目標リスト (2019年版)”, <https://www.sendai-c.ed.jp/04kenkyu/31joho/h30gakurisu0321.pdf>, (閲覧日: 2022年2月6日)
- (7) つくば市教育局総合教育研究所ほか, 「これならできる 小学校教科でのプログラミング教育」, 東京書籍 (2018)
- (8) 一般社団法人日本産業技術教育学会, <https://www.jste.jp/>, (閲覧日: 2022年2月6日)

- (9) 文部科学省, ”小学校プログラミング教育の手引 第3版”, https://www.mext.go.jp/content/20200218-mxt_jogai02-100003171_002.pdf (閲覧日: 2022年2月6日)
- (10) 文部科学省, ”小学校プログラミング教育の概要2”, https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2019/05/21/1417094_004.pdf (閲覧日: 2022年2月6日)
- (11) ベネッセ教育情報サイト, ”プログラミングで育成する 資質・能力の評価規準 (試行版)”, <https://benesse.jp/programming/beneprog/2018/07/13/standard/> (閲覧日: 2022年2月6日)

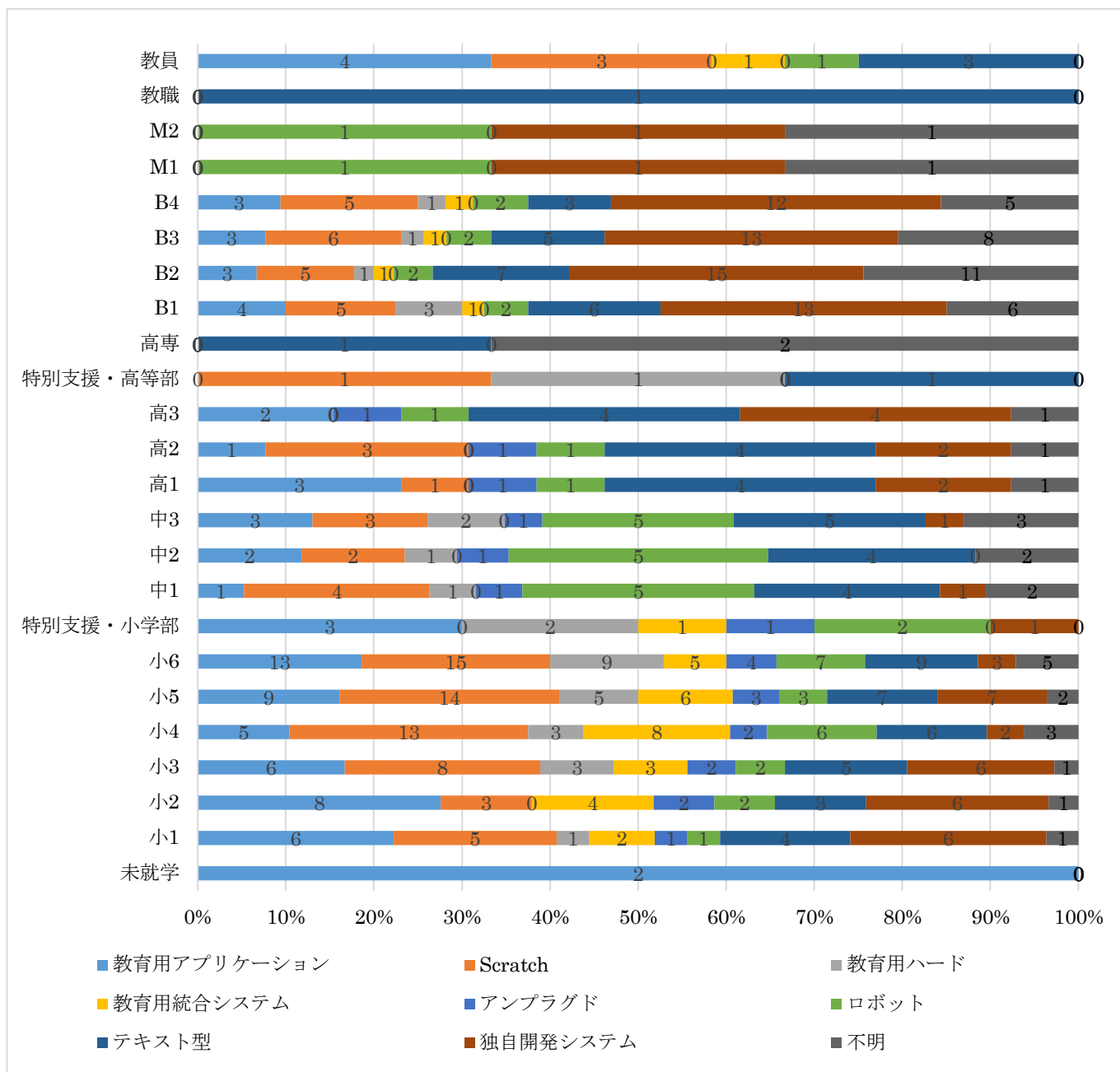


図2 プログラミング教育の実施学齢と利用教材との関係 (割合)

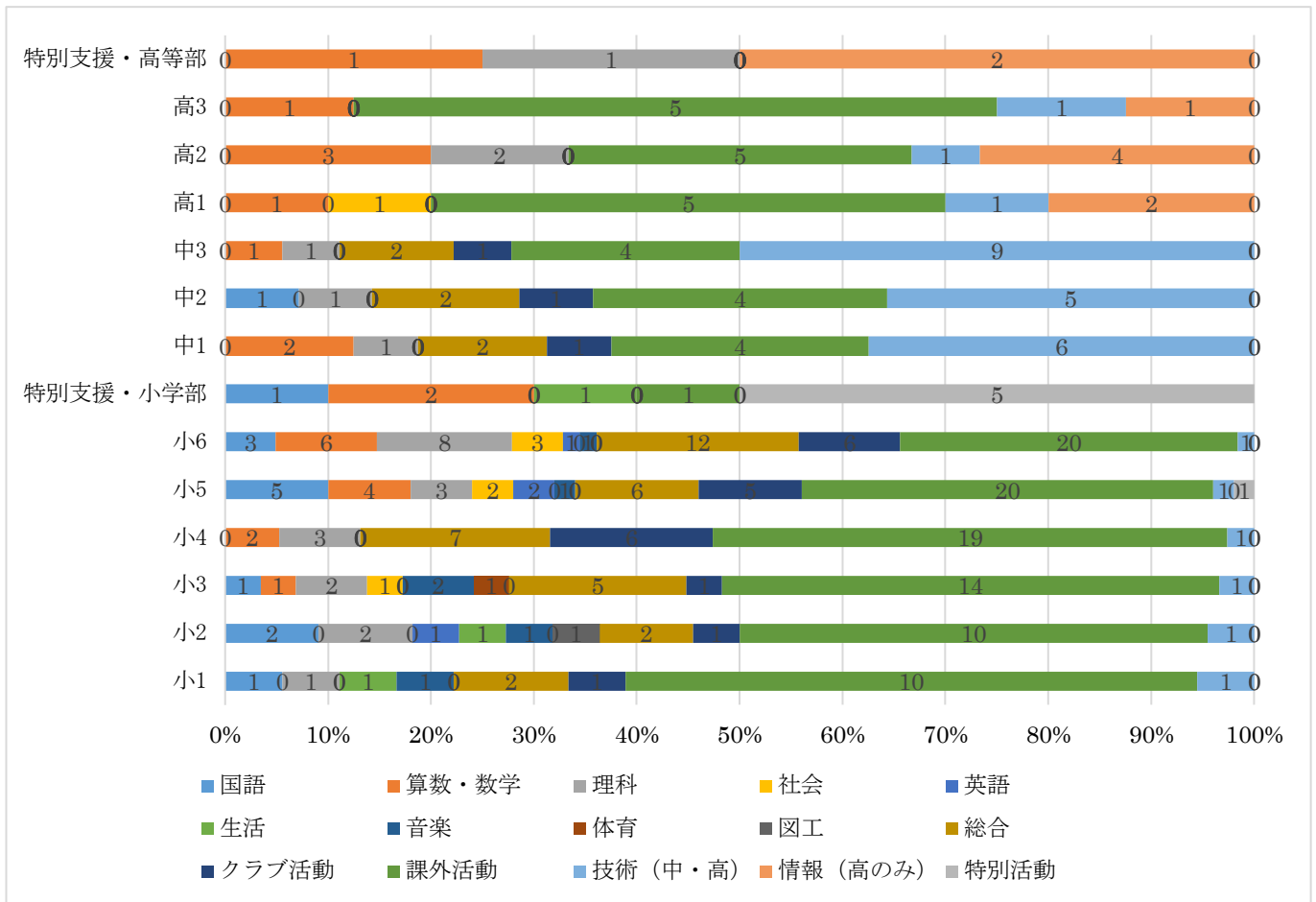


図3 プログラミング教育の実施学齢と実施教科の関係

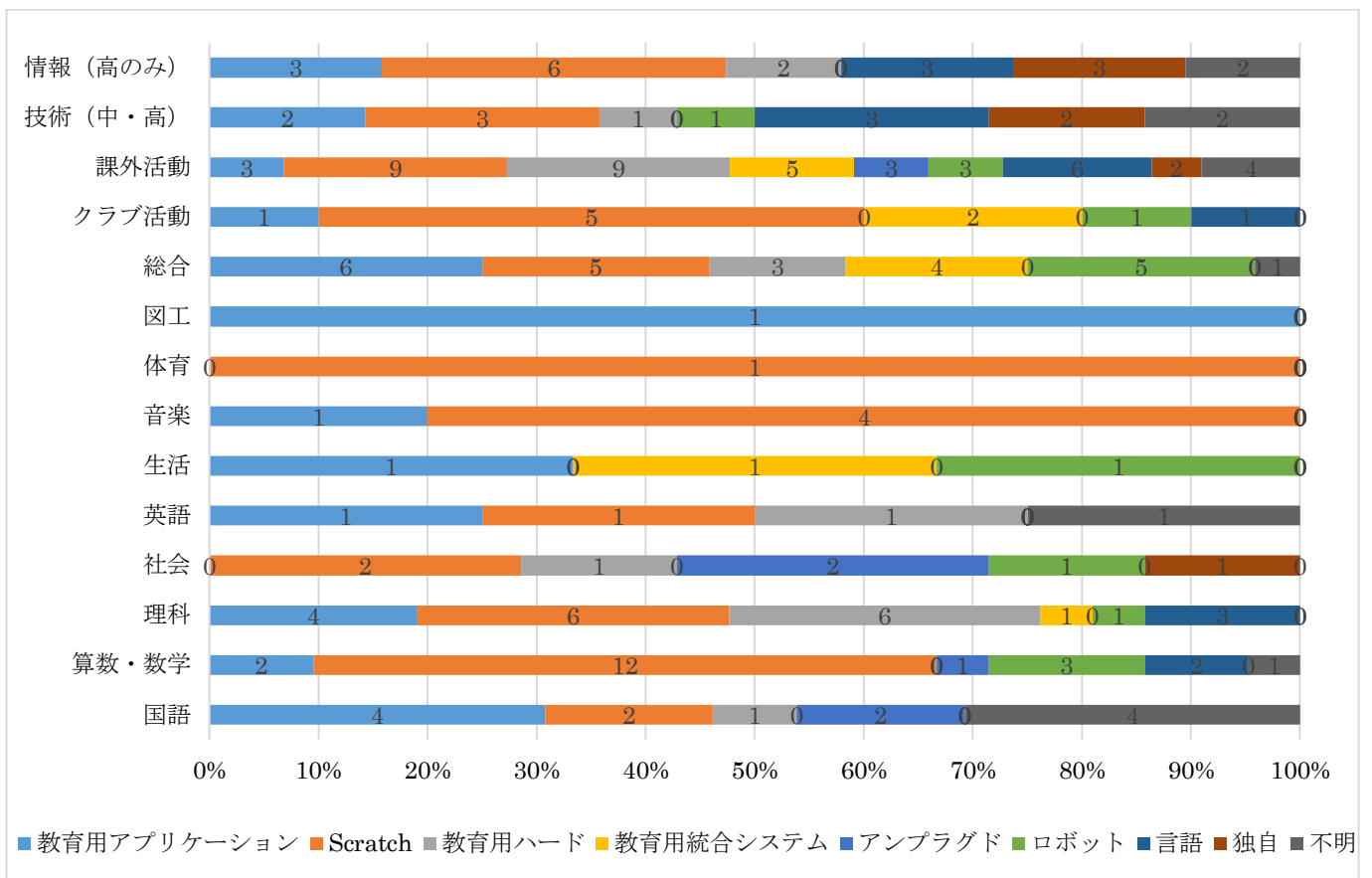


図4 プログラミング教育の実施科目と利用教材との関係