

研究論文（図表データ編）

【知識及び技能】身近な生活でコンピュータが活用されていることや、問題の解決には必要な手順があることに気付くこと。

【思考力、判断力、表現力等】発達の段階に即して、「プログラミング的思考」を育成すること。

【学びに向かう力、人間性等】発達の段階に即して、コンピュータの働きを、よりよい人生や社会づくりに生かそうとする態度を涵養すること。

図1 プログラミング教育で育む資質・能力（「議論のとりまとめ」より）

- ・子供たちに、プログラミングにより意図した処理を行うよう指示することができるということを体験させながら、身近な生活でコンピュータが活用されていることや、問題の解決には必要な手順があることに気付くこと、発達の段階に即して論理的思考力を育成し、コンピュータの動きをよりよい人生や社会づくりに生かそうとする態度を涵養することが挙げられる。
- ・プログラミングを体験しながら論理的思考力を身に付けるための学習活動とは、子供たちが将来どのような職業に就くとしても、時代を超えて普遍的に求められる力としての「プログラミング的思考」の育成を目指すものであり、プログラミングのための言語を用いて記述する方法（コーディング）を覚え習得することが目的ではない。
- ・「プログラミング的思考」とは、自分が意図する一連の活動を実現するために、どのような動きの組み合わせが必要か、どのように改善していけばより意図した活動に近づくのかということを論理的に考えていく力の一つである。
- ・特に総合的な学習の時間においては、プログラミングを体験しながら論理的思考力を身に付けるための学習活動を行う場合には、プログラミングを体験することだけにとどまらず、情報に関する課題について探究的に学習する過程において、自分たちの暮らしとプログラミングとの関係を考え、プログラミングを体験しながらそのよさや課題に気づき、現在や将来の自分の生活や生き方と繋げて考えることが必要である。例えば、プログラミングを体験しながら、生活を便利にしている様々なアプリケーションソフトはもとより、目に見えない部分で、様々な製品や社会のシステムなどがプログラムにより働いていることを体験的に理解するようにすることが考えられる。
- ・プログラミングを体験しながら論理的思考力を身に付けるための学習活動を行う場合にあって、全ての学習活動においてコンピュータを用いてプログラミングを行わなければならないということではない。児童の発達段階や学習過程を考慮し、命令文を書いた紙カードを組み合わせ並べ替えることによって、実行させたいプログラムを構成したり、指令文を書いて他者に渡して、指令どおりの動きをしてもらえるかどうかを検証したりするなど、具体物の操作や体験を通して理解が深まることも考えられる。

図2 プログラミングを体験しながら論理的思考力を身に付けるための学習活動について

コンピュータを動作させるための手順（例）

① コンピュータにどのような動きをさせたいのかという自らの意図を明確にする



② コンピュータにどのような動きをどのような順序でさせればよいのかを考える



③ 一つ一つの動きを対応する命令（記号）に置き換える



④ これらの命令（記号）をどのように組み合わせれば自分が考える動作を実現できるかを考える



⑤ その命令（記号）の組合せをどのように改善すれば自分が考える動作により近づいていくのかを試行錯誤しながら考える

「小学校プログラミング教育の手引（第二版）p.14」より

図3 コンピュータを動作させるための手順（例）

A	学習指導要領に例示されている単元等で実施するもの
B	学習指導要領に例示されていないが、学習指導要領に示される各教科等の内容を指導する中で実施するもの
C	教育課程内で各教科等とは別に実施するもの
D	クラブ活動など、特定の児童を対象として、教育課程内で実施するもの
E	学校を会場とするが、教育課程外のもの
F	学校外でのプログラミングの学習機会

「小学校プログラミング教育の手引（第二版）p.22」より

図4 小学校段階のプログラミングに関する学習活動の分類

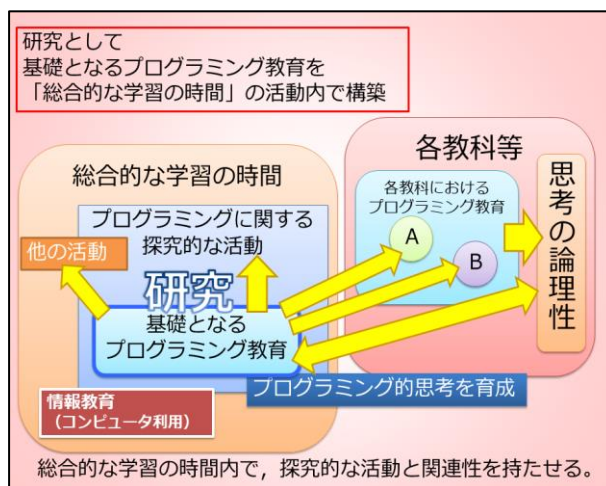


図5 基礎となるプログラミング教育のイメージ図

表1 ルビィのぼうけんから選択した活動一覧表

章	活動（「れんしゅう」）	活動名	活動内容
1	1 シーケンス（順番に並んだ命令）	いばりんぼの小さなルビィ	例として、歯みがきの手順を確認する
3	8 アルゴリズムとシーケンス	地図を作ろう	やじるしを使って行き方を表す
4	9 データ構造（データのまとめ方）	ひみつの言葉	暗号解読
5	11 パターンを見つける	かべがみ	穴埋め問題
	12 ループ	ダンス、ダンス、ダンス！	シーケンスに従って体を動かす
6	13 場合分け	指令ボタン	指令ボタン
	14 場合分け	タネまきと、草むしり	ビジュアルプログラミング言語を使った繰り返し・条件分岐
7	15 作り出す力とテクノロジー	新しいことを作り出すコンピューター	〇〇にコンピューターが入っていたらを考える
	16 作り出す力とプログラマーらしい考え方	ルビィのおしゃれのルール	if
9	20 デバッグ（バグつぶし）	こまったこと	バグの修正

表2 CSアンプラグドから選択した活動一覧表

学習	活動名 (内容)
1	点を数える (2進数)
2	色を数で表す (画像表現)
3	それ、さっきも言った! (テキスト圧縮)
4	カード交換の手品 (エラー検出とエラー訂正)
8	時間内に仕事を終えろ (並び替えネットワーク)
9	マッディ市プロジェクト (最小全域木)
10	みかんゲーム (ネットワークにおけるルーティングとデッドロック)
11	宝探し (有限状態オートマトン)

表3 本研究で導入したWebソフト教材

教材	内容および特徴	配置学年	
Hour of Code	Lightbot (ライトボット)	ロボットを直進・回転・ジャンプ・点灯のブロックを使って動かす。内容は1基本・2プロシージャ・3ループからなる。正方形のブロックをクリックするだけのため、PC操作が容易。	3年 (1基本) 4年 (3ループ)
	初めてのコンピュータープログラムを書く (ANGRY BIRDS)	ブロックをドラッグ&ドロップすることで命令を作成する。順次実行では、前進させる動きからクランクの動き、繰り返しは回数その他、~までもある。条件分岐では、繰り返しと条件分岐の組み合わせがある。キャラクターを動かすスペースが限られているので、目指す動きがわかりやすい。	5年
	マインクラフト (Minecraft) の Hour of Code アドベンチャーコース	ブロックをドラッグ&ドロップすることで命令を作成する。順次実行→繰り返し→条件分岐の順の内容。キャラクターの動かし方に自由度があるため、目標物までの動かし方に独創性を活かしやすい。	6年
	フラッピーゲームを造る (フラッピーコード)	ブロックをドラッグ&ドロップすることで命令を作成する。簡単なゲーム作成を通して、複数の命令を並列して作成し、同時に実行させることを学ぶことができる。	6年
	アナとエルサとコードを書く	ブロックをドラッグ&ドロップすることで命令を作成する。繰り返しの内容がある。	予備 (5年) 算数科でも可能
その他	アルゴリズム J.r.	ブロックをドラッグ&ドロップすることで命令を作成する。アルゴリズム J.r. はアルゴリズムの基本動作を学ぶことができ、ブロックを置くマスがわかりやすい。順次実行・繰り返しについて学ぶことができる。	予備 (3年)
	プログル	公倍数コースと平均値コースは順次実行・繰り返し・条件分岐、多角形コースは順次実行・繰り返しについて扱う。単元の中にプログラミングを体験しながら考える時間が入っている。	予備 (5年) 算数科でも可能
	Scratch	基本要素的なソフトウェアである。アクティビティが増加しつつある。どんなことをさせたいのか、目標がある活動が必要。座標の概念も必要である。	予備 (6年)

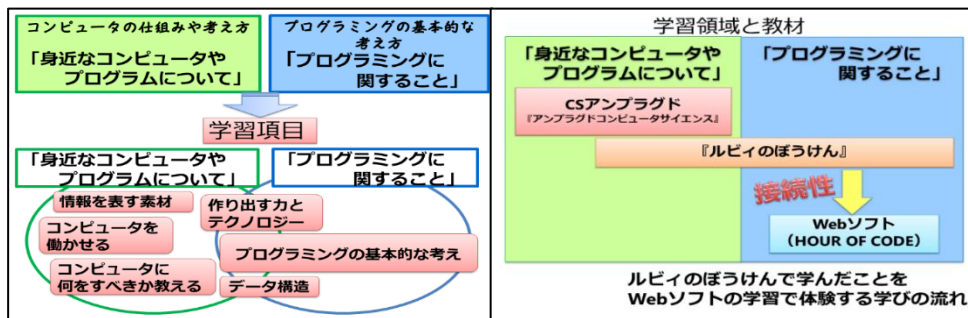


図6 学習領域・学習項目・教材

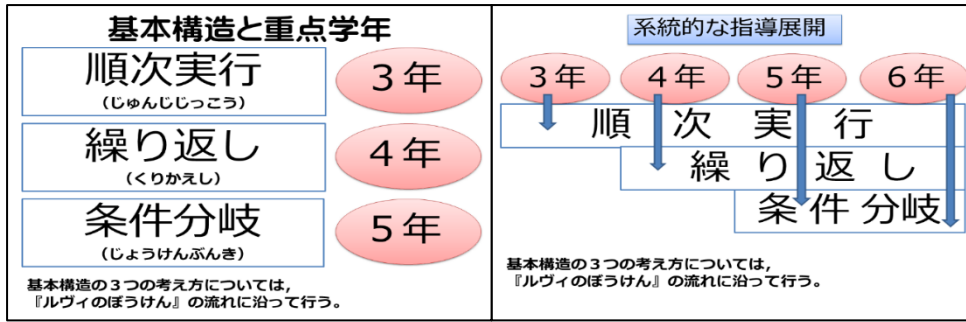


図7 プログラムの基本三構造の系統的な学習

表4 検証授業実施内容および実施日一覧表

年度	学級・学習内容・実施日（年は全て平成30年）			
平成29年度	3年1組		3年2組	
	色を数で表す1（画像表現）	1月23日	いばりんぼの小さなルビィ（シーケンス）	1月24日
	みかんゲーム（ネットワークにおけるルーティングとデッドロック）	1月31日	地図を作ろう（アルゴリズムとシーケンス）	2月1日
	4年1組		4年2組	
	色を数で表す2（画像表現）	1月25日	ひみつの言葉（データ構造）	1月26日
	それ、さっきも言った！1（テキスト圧縮） 時間内に仕事を終えろ（並べ替えネットワーク）	2月2日	かべがみ（パターンを見つける） ダンス、ダンス、ダンス！（ループ）	2月5日
5年1組		5年2組		
点を数える1（2進数）	1月29日	ルビィのおしゃれのルール（作り出すかとプログラマーらしい考え方） 指令ボタン（場合分け）	1月30日	
それ、さっきも言った！2（テキスト圧縮） マッディ市プロジェクト（最小全域木）	2月6日	タネまきと、草むしり（場合分け）	2月7日	
平成30年度	4年1組		4年2組	
	色を数で表す2（画像表現）	6月5日	ひみつの言葉（データ構造）	6月5日
	それ、さっきも言った！1（テキスト圧縮）	6月12日	かべがみ（パターンを見つける） ダンス、ダンス、ダンス！（ループ）	6月12日
	Lightbot 1基本	6月19日	Lightbot 1基本	6月19日
	Lightbot 3ループ	6月26日	Lightbot 3ループ	6月26日
	5年1組		5年2組	
	点を数える1（2進数）	6月4日	ルビィのおしゃれのルール（作り出すかとプログラマーらしい考え方） 指令ボタン（場合分け）	6月4日
	それ、さっきも言った！2（テキスト圧縮）	6月11日	時間内に仕事を終えろ（並べ替えネットワーク）	6月11日
	マッディ市プロジェクト（最小全域木）	6月18日	タネまきと、草むしり（場合分け）	6月18日
	ANGRY BIRDS	6月25日	ANGRY BIRDS	6月25日
	6年1組		6年2組	
	点を数える2（2進数）	9月4日	宝探し（有限状態オートマトン）	9月6日
カード交換の手品（エラー検出とエラー訂正）	9月11日	こまったこと（デバッグ）	9月13日	
マイクラフトアドベンチャーコース	9月18日	マイクラフトアドベンチャーコース	9月20日	
フラッピーコード	9月25日	フラッピーコード	9月27日	



図8 授業の様子

表5 平成29年度実施分アンケート平均値一覧表

学級	内容	難易度 平均値	理解度 平均値	意欲度 平均値	回答者数 (人)	
3年1組	CS アン ブラ グド	色を数で表す1 (画像表現)	3.43	3.89	3.79	28
		みかんゲーム (ネットワークにおけるルーティングとデッドロック)	3.29	3.88	3.75	24
4年1組		色を数で表す2 (画像表現)	3.50	3.79	3.68	28
		それ、さっきも言った! 1 (テキスト圧縮)	3.86	3.75	3.71	28
5年1組		時間内に仕事を終わろ (並べ替えネットワーク)	3.89	3.89	3.78	28
		点を数える1 (2進数)	3.43	3.70	3.70	30
		それ、さっきも言った! 2 (テキスト圧縮)	3.37	3.70	3.59	27
3年2組	ル ビ ィ の ぼ う け ん	マッデイ市プロジェクト (最小全域木)	3.16	3.64	3.56	25
		いばりんぼの小さなルビィ (シーケンス)	3.04	3.81	3.41	27
4年2組		地図を作ろう (アルゴリズムとシーケンス)	3.48	3.85	3.41	27
		ひみつの言葉 (データ構造)	3.77	3.88	3.58	26
5年2組		かべがみ (パターンを見つける) ダンス, ダンス, ダンス! (ループ)	3.68	3.92	3.76	25
		ルビィのおしゃれのルール (作り出す力とプログラマーらしい考え方)	3.55	3.55	3.59	29
		指令ボタン (場合分け)	3.52	3.79	3.72	29
		タネまきと, 草むしり (場合分け)	3.67	3.70	3.70	30

表6 平成30年度実施分アンケート平均値一覧表

学級	内容	難易度 平均値	理解度 平均値	意欲度 平均値	回答者数 (人)	
4年1組	CS アン ブラ グド	色を数で表す2 (画像表現)	3.69	3.97	3.79	29
		それ、さっきも言った! 1 (テキスト圧縮)	3.86	3.83	3.76	29
5年1組		点を数える1 (2進数)	3.67	3.88	3.71	24
		それ、さっきも言った! 2 (テキスト圧縮)	3.32	3.61	3.57	28
5年2組		マッデイ市プロジェクト (最小全域木)	3.04	3.69	3.77	26
		時間内に仕事を終わろ (並べ替えネットワーク)	3.93	3.96	3.81	27
6年1組		点を数える2 (2進数)	3.29	3.74	3.65	31
		カード交換の手段 (エラー検出とエラー訂正)	3.17	3.67	3.70	30
6年2組		宝探し (有限状態オートマトン)	3.19	3.81	3.55	31
4年2組	ル ビ ィ の ぼ う け ん	ひみつの言葉 (データ構造)	3.52	3.96	3.33	27
		かべがみ (パターンを見つける)	3.79	4.00	3.64	28
		ダンス, ダンス, ダンス! (ループ)	3.86	3.89	3.61	28
5年2組		ルビィのおしゃれのルール (作り出す力とプログラマーらしい考え方)	3.85	3.88	3.65	26
		指令ボタン (場合分け)	3.92	3.92	3.76	25
		タネまきと, 草むしり (場合分け)	3.69	3.88	3.92	26
6年2組		こまったこと (デバッグ)	3.80	3.80	3.80	30

表7 平成30年度実施分コンピュータを使う活動のアンケート平均値一覧表

学年	内容	学級	難易度 平均値	理解度 平均値	意欲度 平均値	PC操作 平均値	回答者数 (人)	
4年	Web ソフ ト	Lightbot (3 ループ)	1組	3.47	3.70	3.73	3.63	30
			2組	3.54	3.93	3.43	3.75	28
5年		ANGRY BIRDS	1組	3.23	3.65	3.69	3.77	26
			2組	3.81	4.00	3.96	3.92	26
6年		マイクラフト アドベンチャーコース	1組	2.35	2.07	3.77	3.48	31
			2組	3.13	3.63	3.87	3.77	30
		フラッピーコード	1組	3.32	3.55	3.71	3.71	31
			2組	3.77	3.84	3.90	3.97	31

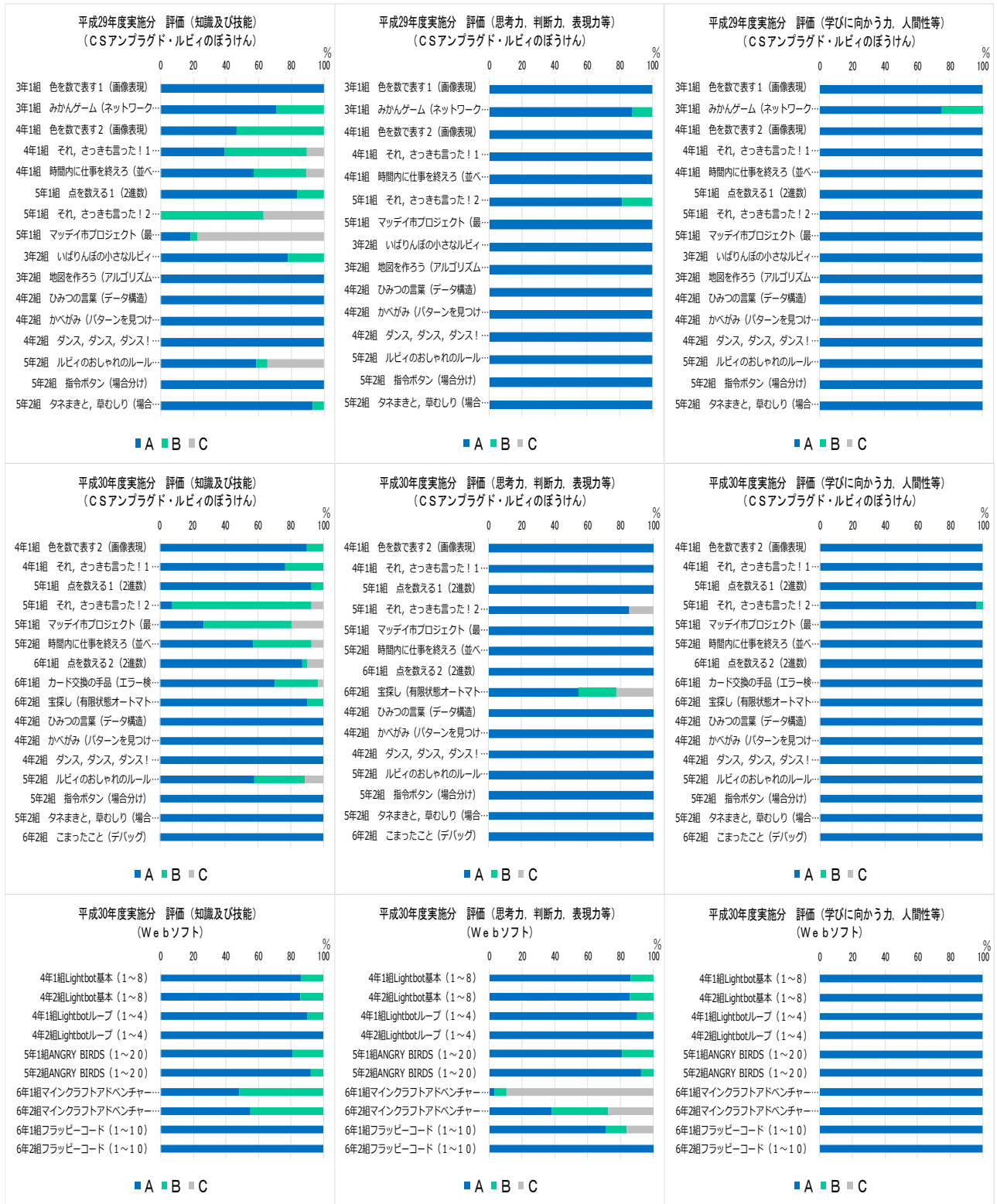


図9 全学習活動の評価結果グラフ

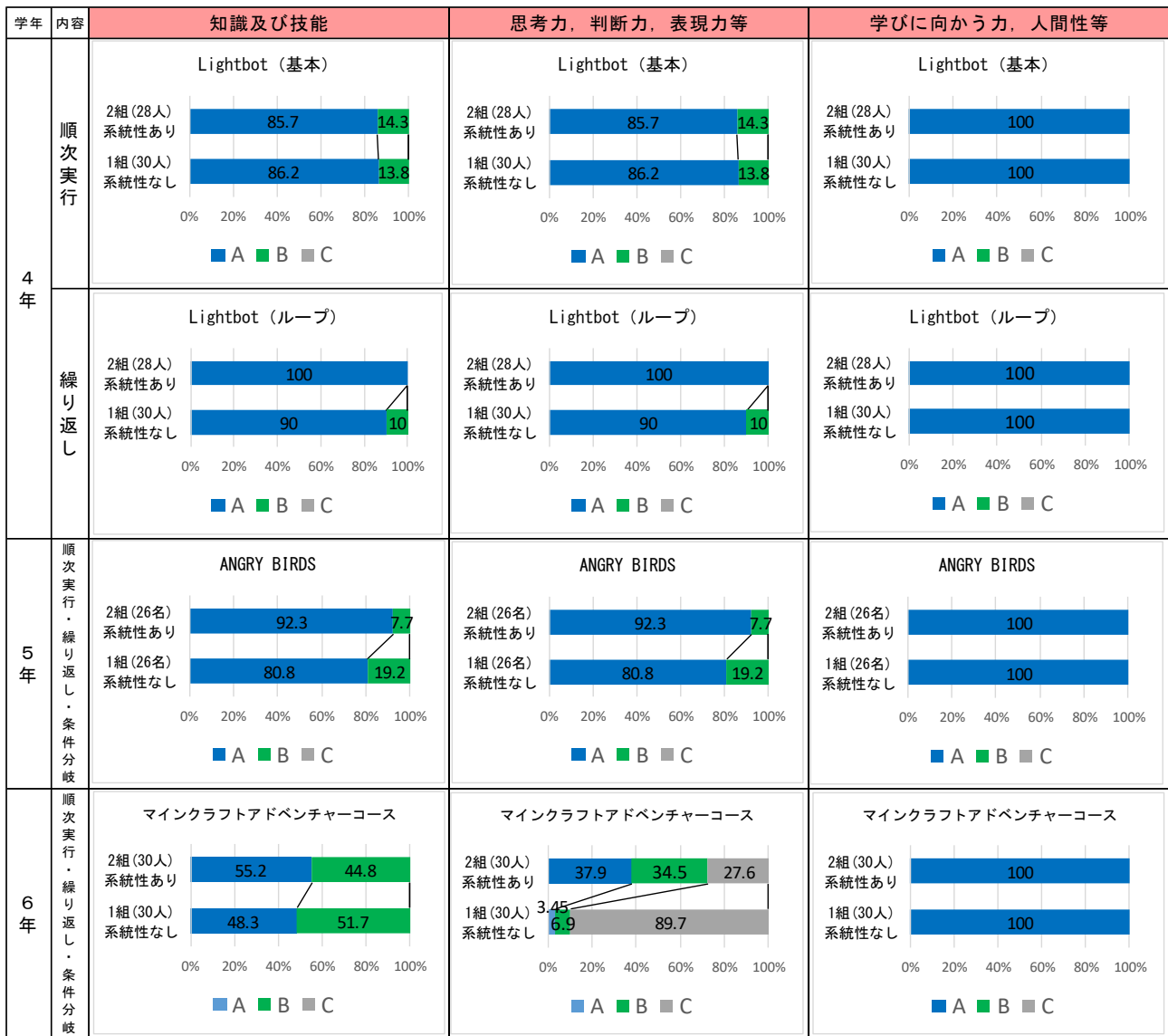


図10 コンピュータ（Webソフト）を使った活動の評価結果

表8 ANGRY BIRDS アンケート合計得点平均値

活動内容	学級	合計得点平均値	検定結果及び有意差
ANGRY BIRDS	1組(26人) 系統性なし	14.35	Mann-Whitney 検定 漸近有意確率(両側)0.000 有意差あり
	2組(26人) 系統性あり	15.69	

表9 ANGRY BIRDS 4・5年の学習経験毎の完全クリア率

群(人)	4年時	5年時	クリア率(%)
A(16人)	CSアンプラグド	CSアンプラグド	62.5
B(10人)	ルビィのぼうけん	CSアンプラグド	80.0
C(13人)	CSアンプラグド	ルビィのぼうけん	76.9
D(13人)	ルビィのぼうけん	ルビィのぼうけん	84.6

表 10 ANGRY BIRDS 4・5年の学習経験毎のアンケート比較

群(人)	4年時	5年時	合計得点 平均値
A (16人)	CSアンプラグド	→ CSアンプラグド	14.1
B (10人)	ルビィのぼうけん	→ CSアンプラグド	14.8
C (13人)	CSアンプラグド	→ ルビィのぼうけん	15.5
D (13人)	ルビィのぼうけん	→ ルビィのぼうけん	15.8

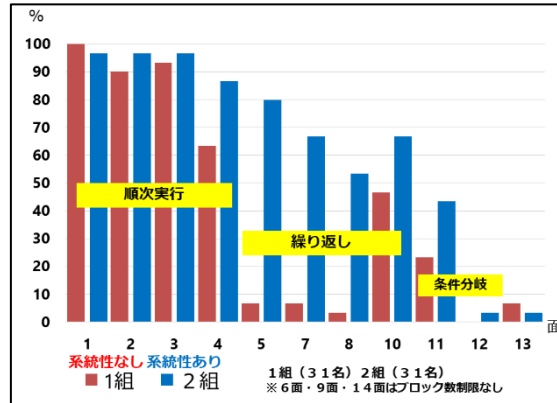


図 11 6年マイクラフトアドベンチャーコースの指定ブロック数内クリア率

表 11 6年マイクラフトアドベンチャーコースのアンケート合計得点差比較

学年	活動内容	学級	合計得点 平均値	検定結果及び有意差
6年	マイクラフト アドベンチャーコース	1組(31人) 系統性なし	11.61	Mann-Whitney 検定 漸近有意確率(両側)0.000 有意差あり
		2組(30人) 系統性あり	14.40	

授業において意識付けたこと

- ・まちがってOK!
- ・まちがったら、直せばいい!
- ・体を動かして考えよう!
(実際に動く・紙にかく・話す)

図 12 授業の際の児童への声掛け

児童の感想から (H30 4年)

- ・自分が作ったデータを友だちに伝えたり、友だちが伝えたデータをもとに記号や絵をかいたりして、とても楽しい作業でした。
- ・色々知ったので、家族にもおしえたいです。
- ・どこがうまくできなかったかな?と考えると、またやり直るのが楽しかったです。
- ・とても楽しかったです。なにがたのしいのかというと、体をつかってべんきょうするからです。
- ・パソコンで順次実行ができたのでよかったです。

児童の感想から (H30 5年)

- ・コンピュータの2進数のことを勉強し、家族や友達に話したくなりました。
- ・コンピュータが圧縮を使っていることを知って、おどろきました。楽しかったです。
- ・条件分岐とくりかえしを使ったやり方がいじょうやりました。
- ・今回は班のみんなと協力できて楽しかったです。
- ・今までやってきたことが、今日の勉強に生かされました。

児童の感想から (H30 6年)

- ・地図を作って同じ所にいなくてもいいようになったので、プログラムに設計図は必要だと思いました。
- ・今日の勉強は、グループで考えたりするのが、とても、楽しかったです。
- ・いくつかの命令を同時に実行できることがわかった。
- ・順次実行や繰り返しなどさまざまなことを使ってクリアすることができました。
- ・自分で作り出すのが楽しかった。

先生方の感想から

- ・前回の命令通りに物事を進めることが、ゲームの感覚で楽しく学べてよかったと思う。(3年 Lightbot)
- ・トライができることにより、確かめながら進めたことが、苦手な子にもやる気を起こさせ、よかったと思う。(4年 Lightbot)
- ・前回と同じようにゲームでループの動きを学習したので、子どもたちにとってわかりやすく、意欲的に取り組むことができた。(4年 Lightbot)
- ・バグとデバッグについて、日常生活を振り返って考えさせたことで理解ができたと思う。(6年 こまったこと)
- ・みんな集中して取り組んでいたのので、児童にとって通したソフトだったと思う。(6年 マイクラフト)

図 13 研究協力校の児童及び教師の感想