日本情報科教育学会 第10回全国大会 (2017年7月1日)

プログラミング能力獲得の発達段階に関する定量的分析

太田 剛:放送大学 修士課程
森本 容介:放送大学
加藤 浩　:放送大学

このスライドはネットにアップしてあります。
最後にURL示します。

はじめに: 背景

文部科学省:
“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”

プログラミングの発達段階について論議されることは無い。
何年生でどのようなプログラムが作れるのかも明確になっていない。

〇いろいろ実践が行われているが、そこで作成するプログラムが対象の学年の子供にとって適切なものなの?
〇小中高校でプログラミング教育の系統性が曖昧になり，現在の情報教育のワープロや表計算のように各学校段階で同じ学習内容を繰り返すんじゃないの? 高校でもScratchのネコ歩き。

プログラミングを学習科学の対象とする。

分析対象1: 教育実践者の経験値

略称	タイトル	種別	概要	プログラム数	対象学年
Why	Why! プログラミング	TV Web	11回のテレビ番組で，楽しみながらScratchとプログラムの考え方を学習．視聴者がプログラムを投稿するWebサイトあり．	10	小中学生 [技術 小5～6・中]
Koka	Kokaプログラミング入門(子供の科学)	雑誌 Web	最終的にScratchでゲームを作ることを目標に，主にゲームを題材にしたプログラム．	27	雑誌の中心読者層は小5～6
Waku	小学生からはじめるわくわくプログラミング 2	書籍	Scratchの全くの初心者を対象にして，各教科に対応した内容のプログラム．	7	小学生 初心者
Dojo	Scratch(スクラッチ)でつくる! たのしむ! プログラミング道場	書籍	世界的なプログラミング教室のCoderDojoの国内各地の主催者が実際に使用している初心者向けプログラム．	9	Scratch初心者
京陽	プログラミング学習実践事例集(品川区立京陽小学校)	実践報告書	京陽小学校での小1～6の各学年での実践報告．	6	小学生

分析対象2: 子供の実際のプログラム

Scratchコミュニティで公開されている小学校4～6年生のプログラムを対象に分析を行った．その中でコミュニティ利用が1年未満で10個以上のプログラムを公開している子供を対象とした。

	人数	総プログラム数	総自作数	総リミックス数	平均プログラム数	平均自作数	平均リミックス数
4年	8	232	137	95	29.0	17.1	11.9
5年	9	281	208	73	31.2	23.1	8.1
6年	11	358	283	75	32.5	25.7	6.8
全体	28	871	628	243	31.1	22.5	8.7

評価基準: 基準の考え方

Scratch用プログラミング評価フレームワーク(MIT)

コンピュテーショナル・シンキング概念	コンピュテーショナル・シンキング実践	コンピュテーショナル・シンキング見方(Perspective)
・順次 ・ループ ・イベント ・並列処理 ・分岐 ・演算子 ・データ	・反復型開発 ・テストとデバック ・再利用とリミックス	・表現 ・つながり ・質問すること

評価基準: 発達段階の参考情報

英国 教科Computing Pathwaysのプログラミング関係

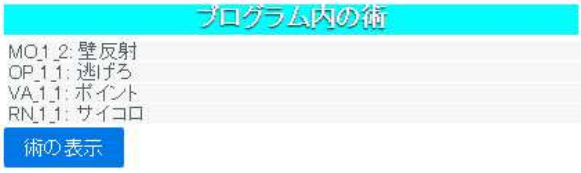
学年	Year 1-6				Year 7-9		Year 10-11
発達段階	2	3	4	5	6	7	8
分岐	ループやif文などの分岐を使った簡単なアルゴリズムを設計。	反復やif-else文のような二分岐を使う解決方法（アルゴリズム）を設計	if文とif-then-else文の違いを理解し、それらを適切に使用		入れ子(ネスト)になった分岐文を使用		
演算子	ステートメントの中で算術演算子を使用	if -then-elseを含む分岐の流れ、をプログラムの中で使用	変数と比較演算子を、終了判断を制御するために使用	論理型等の演算子と数式をプログラムでの制御で利用	(ビット)反転の演算子を理解し使用		
ループ	プログラムの中でループを使用	"until"等の後判定ループを使用		イリーテーション繰り返しの処理であることを理解		"前判定と後判定のループの違いを理解し、利用	"While"ループと"For"ループの違いを理解
モジュール			問題を分割し、個々の部分に対しての個別の解決方法を作成		引数を持つ関数の必要性を認識し、独自の関数を作成	引数の受け渡しについて理解して利用	同じ問題のより小さな部分の解決方法に依存する (再帰)の利用
モデル(抽象化)			プロシージャーは、下位の解決方法の詳細を隠すために使用できることを理解	状況における類似性と差異を識別できて、それらを問題解決に利用 (パターン認識)。	いくつかの問題が同様の特徴を共有し、同じアルゴリズムを使用することを認識	問題解決の一般化において、情報をどこで取り除くことができるか認識。	サブルーチンとして、どこでも再利用可能なモジュールプログラムをデザイン、作成
データ利用		変数を宣言したり割り当てる。		適切なデータの型を選択	一次元配列変数構造を使用し操作	変数の有効なスコープを確認	二次元配列構造を理解し利用

評価基準: CTC評価項目

	1	2	3	4
分岐	If	If - else	論理演算子	If (- else)の入れ子
ループ	無限ループ	ループ回数指定	終了条件付きループ	ループの入れ子
モジュール	複数のスプライト[オブジェクト]	ブロック[サブルーチン]	引数のあるブロック	クローン[オブジェクトのコピー]
モデル/モジュール共有	1つのスクリプトで複数のブロック	異なるスクリプトでブロックの利用	異なるスプライトで同一ブロック利用	ブロックの再帰的呼び出し
データ利用	変数利用	異なるスプライトで変数共有	リスト型変数利用	クラウド変数利用
発動・トリガー	特定キーにより起動	マウス操作による起動	背景変化による起動	タイマー等による起動
連携・同期	背景変化を介した複数スクリプトでの連携	同一スプライトでのメッセージの使用	他のスプライトへのメッセージでの連携	メッセージ後のWaitでの連携
ユーザインタフェース	文字入力の使用	キーの検出	マウスクリックの検出	マウスの座標位置の利用

分析ツール:

コード忍者の里 for Scratch クラスルームシステム



本来、子供が会話型で、プログラムの診断を行う。

Excelシートに記載したプログラム情報をもとに大量一括分析も可能

「生徒のリフレクションと教師のファシリテーションを促進するプログラミング学習支援システムの開発」でデモします。

教材・事例の分析結果(1)

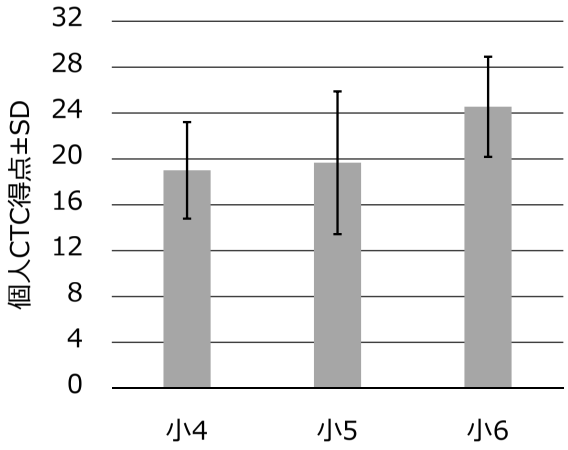
		Waku Waku	Coder Dojo	Keiyo	Koka	Why
分岐	If	○	○	○	○	○
	If - else	○	○	○	○	○
	論理演算子				○	○
	If (- else)の入れ子					○
ループ	無限ループ	○	○	○	○	○
	ループ回数指定	○	○	○	○	○
	終了条件付きループ	○	○		○	○
	ループの入れ子	○		○	○	○
モジュール	複数のスプライト[オブジェクト]	○	○	○	○	○
	ブロック[サブルーチン]				○	○
	引数のあるブロック				○	
	クローン[オブジェクトのコピー]		○		○	○
モデル/モジュール共有	1つのスクリプトで複数のブロック					
	異なるスクリプトでブロックの利用					○
	異なるスプライトで同一ブロック利用					○
	ブロックの再帰的呼び出し					

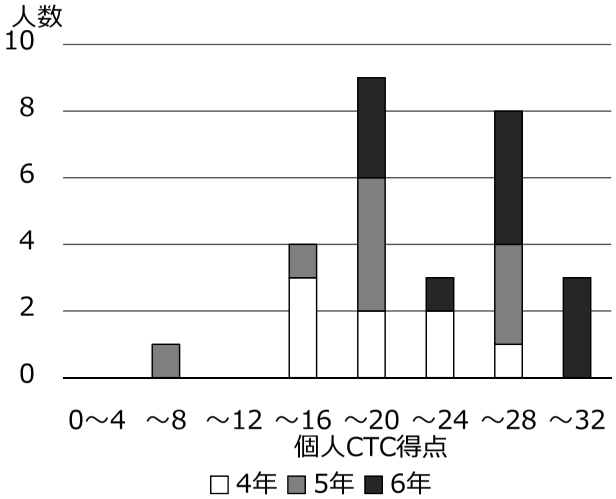
教材・事例の分析結果(1)

		Waku Waku	Code rDojo	Keiyo	Koka	Why
データ利用	変数利用	○	○	○	○	○
	異なるスプライトで変数共有	○	○		○	○
	リスト型変数利用		○	○	○	
	クラウド変数利用					
発動・トリガー	特定キーにより起動	○	○	○	○	○
	マウス操作による起動		○		○	○
	背景変化による起動				○	○
	タイマー等による起動					
連携・同期	背景変化を介した連携				○	○
	同一スプライトでのメッセージの使用		○	○	○	○
	他のスプライトへのメッセージでの連携		○	○	○	○
	メッセージ後のWaitでの連携		○		○	
ユーザインタフェース	文字入力の使用		○	○	○	
	キーの検出		○			○
	マウスクリックの検出				○	
	マウスの座標位置の利用					

子供のプログラムの分析結果(1)

学年間のCTC評価項目の獲得状況の比較



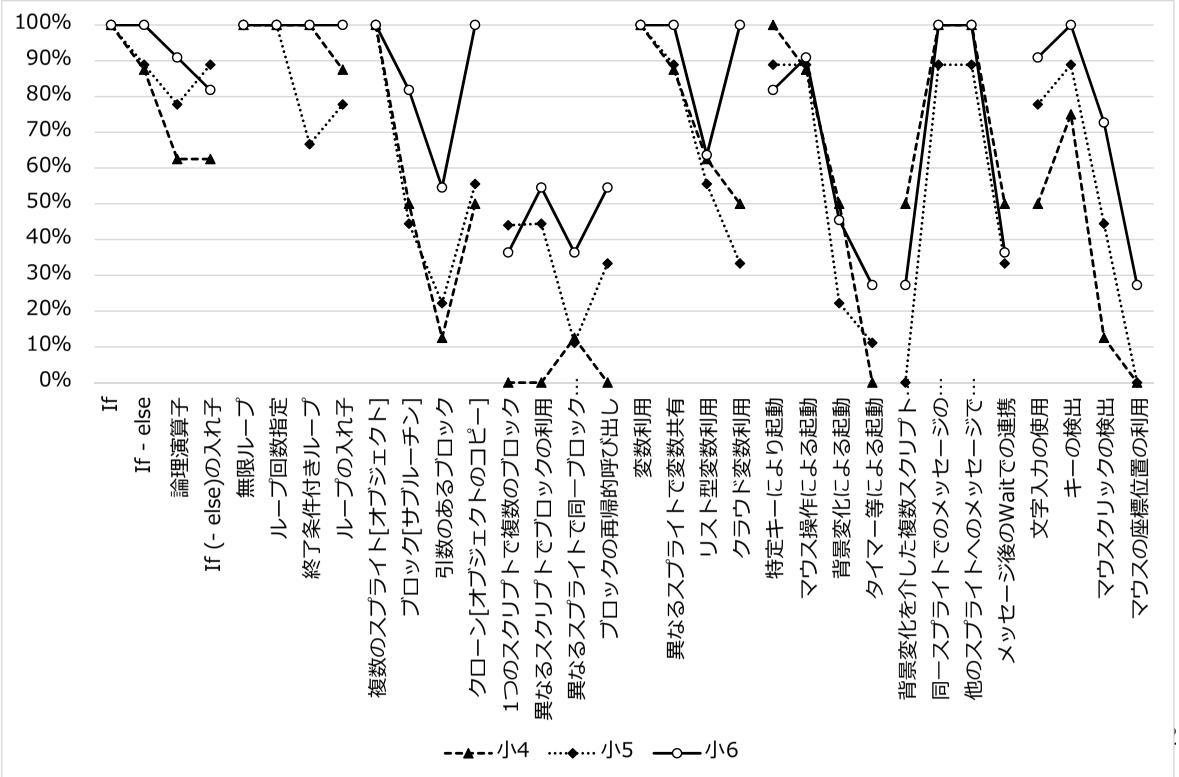


学年の効果 は有意
（F(2,25）=3.641 ,p<.001）

但し。小学校4年生でも6年生と同様に高いプログラミング能力を獲得することは可能である。

子供のプログラムの分析結果(2)

学年ごとのCTC評価項目の使用率(使用した子供/子供の人数)



応用: 京陽小学校のカリキュラムを分析する

実践事例も使っているプログラムのレベルからみることができる。

〇教科の中でのScratchの使用

1年	2年	3年	4年	5年	6年

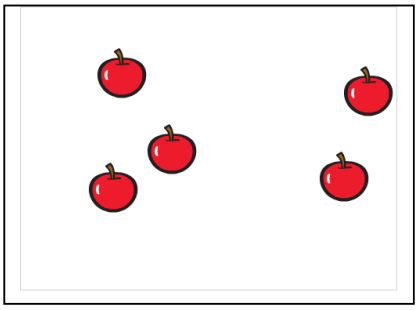
・教科の内容にそった課題
・抑えられたコンピューテショナルシンキング概念レベルの課題
特に1～5年生、創造性や協働の確保 (楽しみながら創造性の意味で自由度の高いプログラム)
・6年生では急に高度なプログラム(リスト配列使って素数を求める)

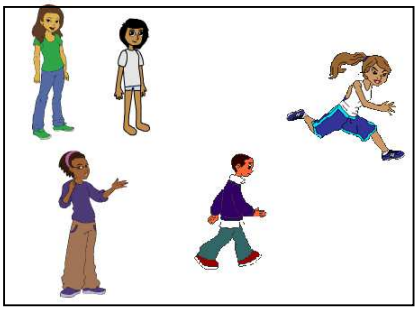
〇活用した授業(市民科:総合的な学習の時間)

		3年			6年

・テーマはあるがメイキング的な活動
・プログラムの技術レベルは個々の生徒のレベルに合わせて
・グループの協働制作

京陽小学校のプログラム





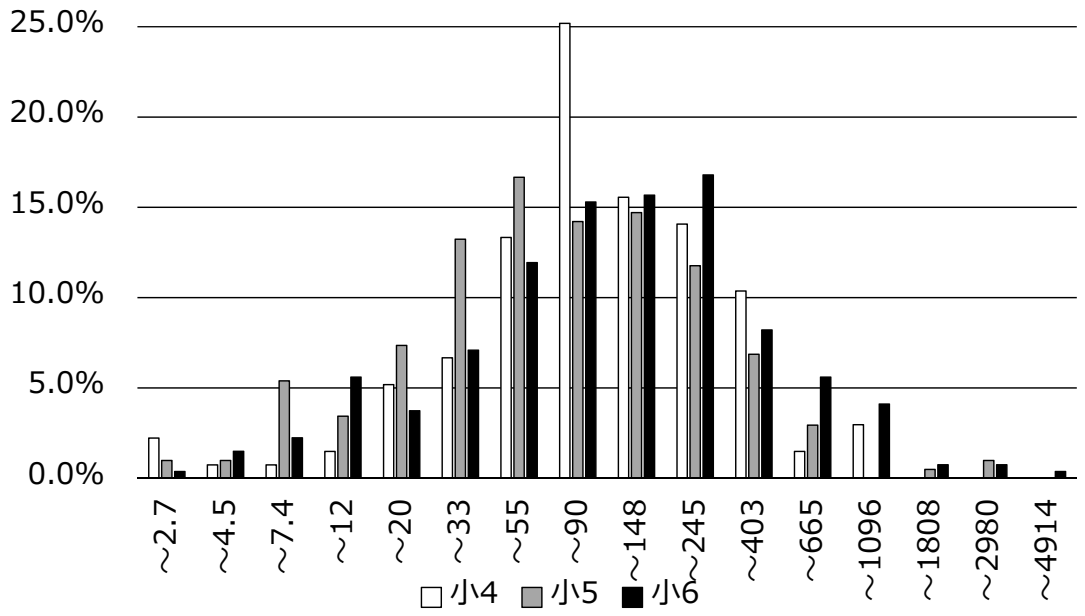
簡単だけど、生徒がいろいろ工夫するところがある

1年生のプログラム

5年生のプログラム

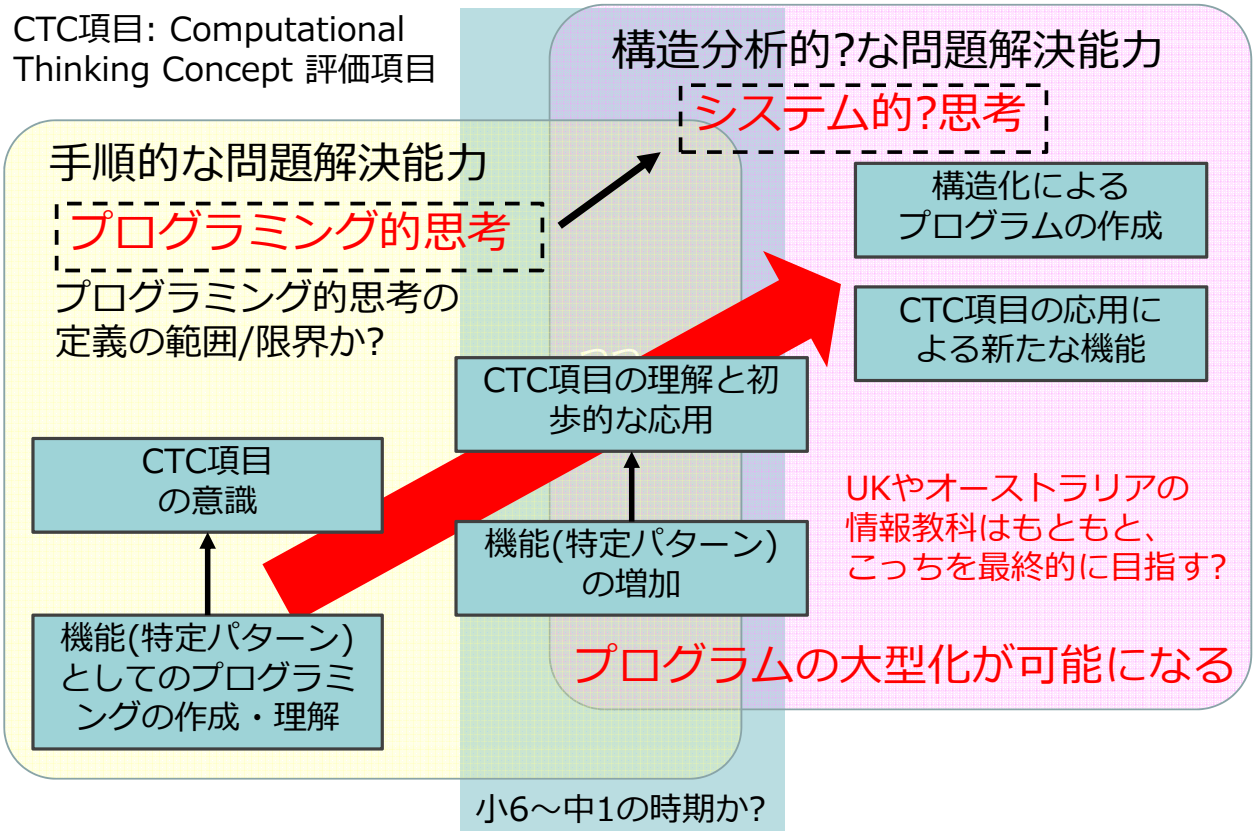
おまけ: その他の分析結果

学年間のプログラムのブロック数の比較
各学年のプログラムの分布(各学年の総プログラム数に対する割合)



小5・6で明らかに大きなプログラムが作れるようになる

おまけ: プログラムの大型化から見える「プログラミング的思考」のモヤモヤ



本日のスライドのアップロード先

〇http://beyondbb.jp/Materials/JAEIS2017_GO0701.pdf

〇Web「高校「情報科」の教材・指導案作ってみました。」のトップページからアクセスできます。

高校　情報科　教材	**検索**