

1. はじめに
- 2 教材の提供と科目推薦
- 3 科目推薦・教材の最適化
- 4 提案手法
- 5 数値実験並びに考察
- 6 終わりに

# 不確実性を考慮した 対話型ファジィクリティカルパスによる 学習支援システムの開発

**Development of a Learning Support System Using  
an Interactive Fuzzy-Critical Path Considering Uncertainty**

島崎 圭介 (Keisuke Shimazaki)  
[u120020@st.pu-toyama.ac.jp](mailto:u120020@st.pu-toyama.ac.jp)

富山県立大学 工学部 情報システム工学科 情報基盤工学講座

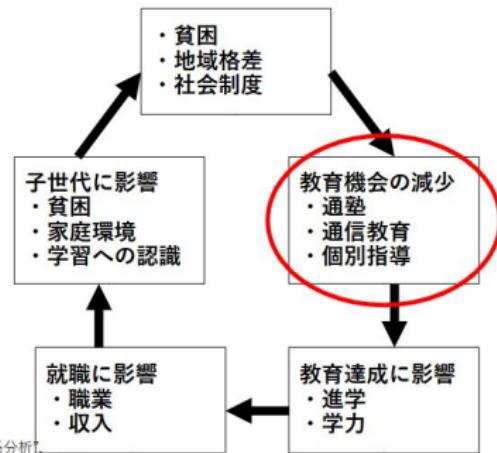
**11:40-11:55, Monday, February 10, 2025  
N210, Toyama Prefectural University**

# 1.1 研究の背景

2/16

1. はじめに
- 2 教材の提供と科目推薦
- 3 科目推薦・教材の最適化
- 4 提案手法
- 5 数値実験並びに考察
- 6 終わりに

- 現在、人口減少により働き手の減少が深刻化している。
- 学力格差は個々の学生や学校の教育水準に差が生じる現象であり、複数の原因が影響する。
- 社会に与える影響も大きく、不平等や経済的格差などの問題が浮き彫りにされる。

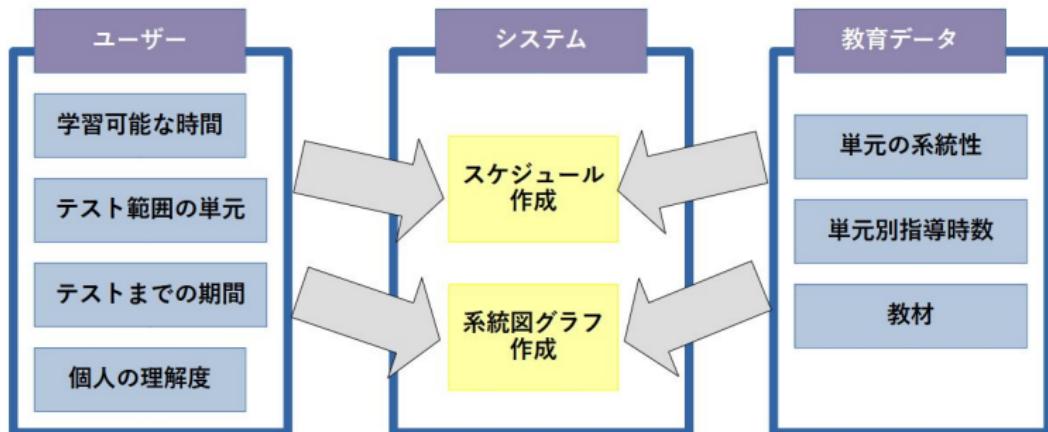


# 1.2 研究の目的

3/16

1. はじめに
- 2 教材の提供と科目推薦
- 3 科目推薦・教材の最適化
- 4 提案手法
- 5 数値実験並びに考察
- 6 終わりに

- 小中高生に向けた、自主学習のスケジュールの作成を行い、各単元における教材を提供することで学習を支援するシステムの開発.
- 学習者の理解と学習範囲における優先すべき単元の強調を含む単元の系統性を表すグラフの作成.

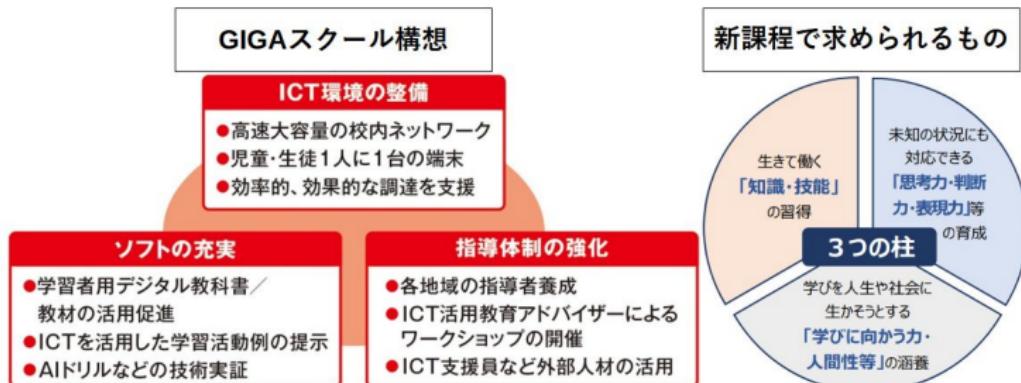


# 2.1 e ラーニング教材と自発的能動学修の涵養

4/16

1. はじめに
- 2 教材の提供と科目推薦
- 3 科目推薦・教材の最適化
- 4 提案手法
- 5 数値実験並びに考察
- 6 終わりに

- GIGA スクール構想によって、子供 1 人に 1 台のタブレット端末が与えられており、全員が平等に E ラーニングを受けられる時代になっている。
- 急激な時代の変化に適応するために知識を自ら学ぶ力が必要になり、学習習慣の重要性は高まる。

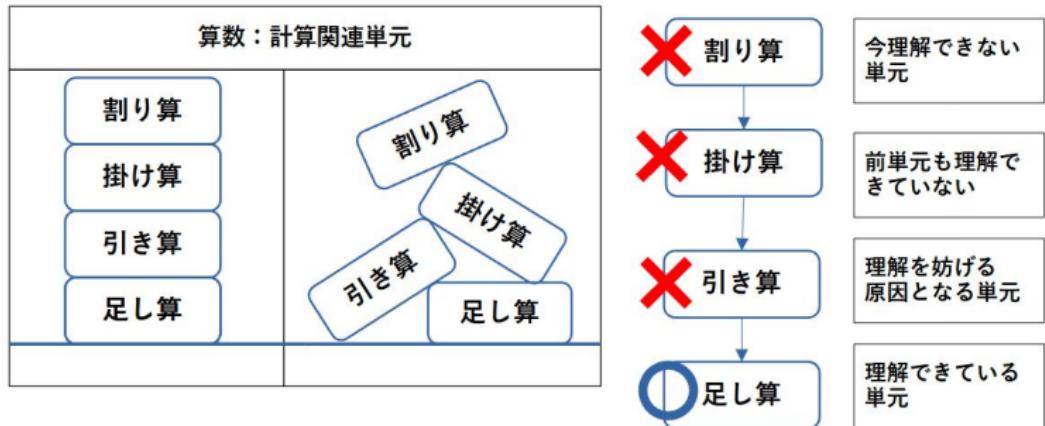


## 2.2 週り学習と積み上げ式学習

5/16

1. はじめに
- 2 教材の提供と科目推薦
- 3 科目推薦・教材の最適化
- 4 提案手法
- 5 数値実験並びに考察
- 6 終わりに

- 算数などの積み上げ型教科の単元は積み重ねが重要であり、基礎を完璧に理解しなければ次の単元に影響が出てしまう。
- 現在わからない単元があるときには単元の類似性、系統性から週って理解が足りていない場所を特定し、原因を見つけることができる。これを週り学習とよぶ。



## 2.3 内容系統を考慮した学習進度管理

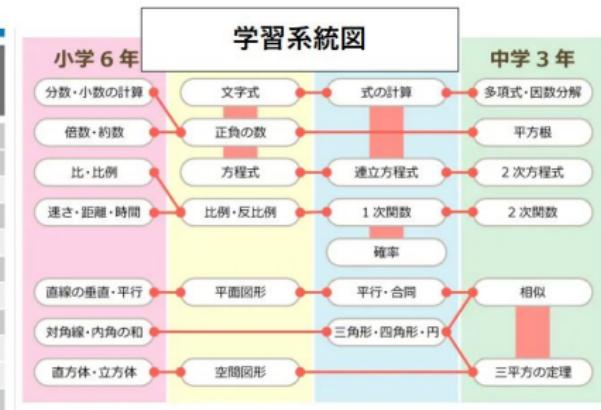
6/16

1. はじめに
- 2 教材の提供と科目推薦
- 3 科目推薦・教材の最適化
- 4 提案手法
- 5 数値実験並びに考察
- 6 終わりに

2 学 期 制	才 能	題 材 名	頁	年間指導計画		
				週 数	目	
1 学 期 (20 時間)	2 才	ためす 見つける	5			
	2 絵	かいて見つけるわたしのすきなもの	6-7			
	2 絵	絵のぐ + 水 + ふ = いいかんじ！	10-11			
	4 工	うごいて楽しいわりピンワールド	12-13			
	2 造	ここがすみか	32-33			
	4 絵	ことばから思いうかべて	38-39			
	2 立	ねん土マイタウン	50-51			
	4 絵	立ち上がった絵のせかい	16-17			
	2 鑑	【選択】土をかんじて	25-26			
	2 鑑	【選択】お気に入りの葉	27-28			
	4 絵	あの日あの時の気もち	20-21			

日本文教出版。

“学び”と美術”，<https://www.nichibun-g.co.jp/data/web-magazine/manabito/art/art133/>, 閲覧日2024.2.8



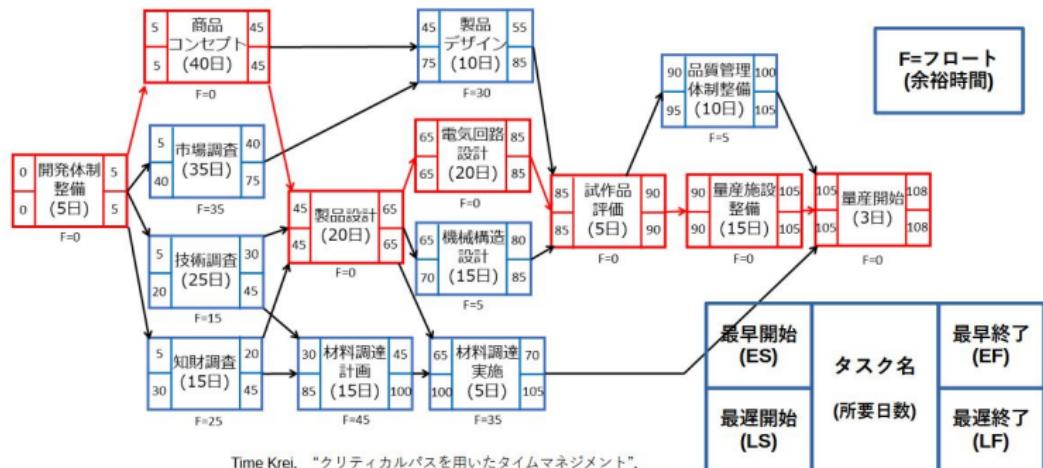
家庭教師のあすなろ，“苦手教科克服法”，  
<https://www.seisekiup.net/course/junior/weakness/>, 閲覧日2024.2.8

## 3.1 自主学習の予定作成におけるフロート

7/16

1. はじめに
- 2 教材の提供と科目推薦
- 3 科目推薦・教材の最適化
- 4 提案手法
- 5 数値実験並びに考察
- 6 終わりに

- スケジュールを構築する際にはどの単元を優先して行うかを考えることで、学習範囲の見逃しがない安定した学習を行える。
- 単元の系統性をネットワーク図に当てはめることで Critical Path Method(CPM) を利用できる。

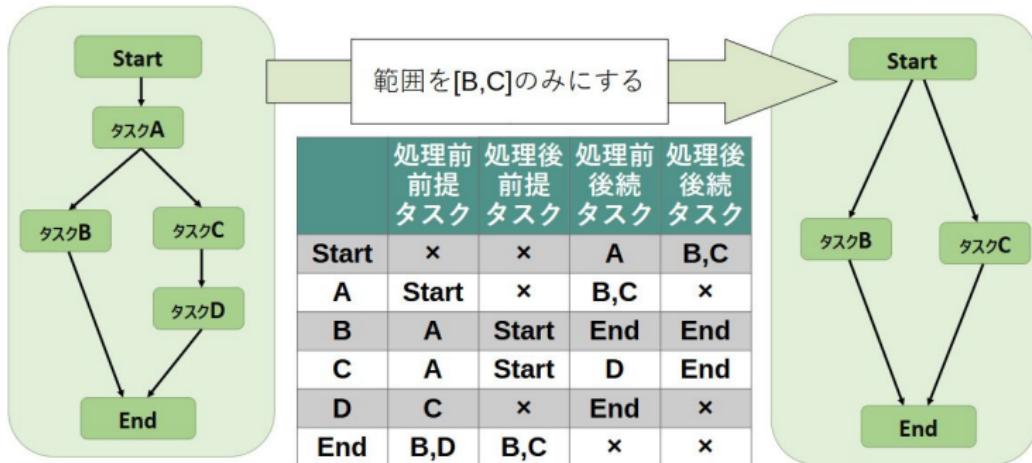


## 3.2 CPMによる履歴データからの学習計画

8/16

1. はじめに
- 2 教材の提供と科目推薦
- 3 科目推薦・教材の最適化
- 4 提案手法
- 5 数値実験並びに考察
- 6 終わりに

- 学習範囲全体の優先度として CPM を求めても、テスト期間など定められた期間の学習には向いておらず、使用に意味がない。
- 単元の系統性を残しつつ、前提や後続を学習範囲内の単元のみで構築することで範囲を絞ることができる。



### 3.3 教材推薦における学習履歴活用

9/16

1. はじめに
- 2 教材の提供と科目推薦
- 3 科目推薦・教材の最適化
- 4 提案手法
- 5 数値実験並びに考察
- 6 終わりに

- 教材に対してユーザーがレビューをし、それに応じて有用な教材をピックアップしたい。
- サクラを含まないレビューの信頼度指標として、類似性、集中性、情報性を使用する。

**類似性**  
複製されたレビューの可能性がある

要素集合  $X_{l_i}$  は bigram でレビュー  $l_i$  を分割したもの  
 レビュー  $l_i$  と  $l_j$  の類似度  $\text{sim}(l_i, l_j) = \frac{|X_{l_i} \cap X_{l_j}|}{|X_{l_i} \cup X_{l_j}|}$   
 類似性スコア  $S\_score(l_i) = \max_{l_i}(\text{sim}(l_i, l_j) | j \neq i, j = 1, 2, \dots, n)$   
 0から5で正規化し、 $S\_score_{norm}(l_i) = 5 \cdot S\_score(l_i)$

**集中性**  
サクラレビューは時間的に集中する

投稿時間間隔  $x$  が連続して短い  
 レビュー集合  $g_b \in B_{l_3}$  を  
 連続型バースト検知手法を用いて特定  
 $g_b$  のレビューの数  $\text{size}(g_b)$   
 集中性スコア  $T\_score(l_i) = In(\text{size}(g_b))$   
 0から5までで正規化し、

$$T\_score_{norm}(l_i) = \frac{5 \cdot T\_score(l_i)}{\max(T\_score(l_i))_{j=1,2,\dots,N}}$$

**情報性**  
特徴的な名詞が多いほどサクラの可能性が下がる

レビュー  $l_i$  と同じジャンルに属するレビューの数を  $o$   
 また、 $l_i$  に出現する名詞集合を  $K_i$  とし、 $term_j \in K_i$   
 $df(term_j)$  は  $l_i$  と同ジャンルにおいて  $term_j$  を含んだレビューの数

$$\text{情報製スコア } L\_score(l_i) = \ln \left( 1 + \sum_{j=1}^{|K_i|} \ln \left( \frac{o}{df(term_j)} \right) \right)$$

$$L\_score_{norm}(l_i) = 5 \cdot \left( 1 - \frac{L\_score(l_i)}{\max(L\_score(l_i))_{j=1,2,\dots,o}} \right)$$

# 4.1 予定作成の最適化としての定式化

10/16

1. はじめに
- 2 教材の提供と科目推薦
- 3 科目推薦・教材の最適化
- 4 提案手法
- 5 数値実験並びに考察
- 6 終わりに

- 年間指導計画から指導時数、学習系統図から単元の系統性を抽出し、ネットワーク図を作るためのデータを作成する。
- LS によって単元のソートを行い、スケジュール作成日から制限日までの勉強時間に対して学習範囲の単元を当てはめる。

年間指導計画			学習系統図			
科目	学校	学年	単元番号	単元名	指導時数	前単元
数学	E	1	14	くらべかた	9	
数学	E	1	15	大きなかず	11	8,13
数学	E	1	16	なんじなんぶん	3	3

学習すべき単元

$\text{study\_list}[a_1, a_2, a_3, \dots, a_n]$

理想学習時間合計

$$\text{Ideal\_Study\_Time} = \sum_{i=1}^n \text{Hours}(a_i)$$

曜日ごとの学習時間を  $\text{study}(\text{Mon}, \text{Thu}, \dots)$ 。  
 目標日までの日数を  $x$ , 今日の曜日を  $\text{today}$  とする  
 合計学習時間  $\text{Total\_Study\_Time} = \sum_{i=0}^{x-1} \text{study}(\text{today} + i \bmod 7)$



スケジュールを圧縮するため、無理のあるスケジュールになってしまふ可能性がある。

$$\text{圧縮率 } \text{Press} = \frac{\text{Ideal\_Study\_Time}}{\text{Total\_Study\_Hours}}$$

## 4.2 教材管理と学習進度管理の手法

11/16

1. はじめに
- 2 教材の提供と科目推薦
- 3 科目推薦・教材の最適化
- 4 提案手法
- 5 数値実験並びに考察
- 6 終わりに

- Web ページと Youtube 動画からスクレイピングを行い、教材として扱う。
- ユーザーのレビューから信頼度スコアを求め、教材のランキング化を行い、上位 3 件を表示する。

$$\text{サクラ性スコア } F\_score(l_i) = \frac{C\_score_{norm}(l_i) + T\_score_{norm}(l_i) + I\_score_{norm}(l_i)}{3}$$

全体の評価値スコアの平均

$R\_score(i)$ とする

信頼性スコア

$$K\_score(i) = \frac{R\_score(i)}{F\_score(i)}$$

### いくつかな

ホームページ教材

No.	HPname	評価スコア	レビュー本文	評価ボタン	信頼性スコア
1	たしさん・ひきさんの読み方	評価してね▼	text	評価する	2.1
2	解説表やグラフ	評価してね▼	text	評価する	1.2
3	内省解説書目 小学算数 19/28	評価してね▼	text	評価する	nan

★尚★

No.	YouTubetitle	評価スコア	レビュー本文	評価ボタン	備考
1		評価してね▼	text	評価する	2.1
2		評価してね▼	text	評価する	2.1

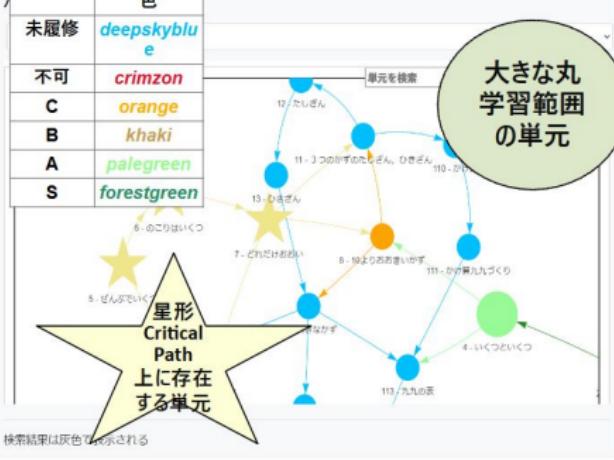
# 4.3 内容系統を考慮した 目標逆算型学習支援システム

12/16

1. はじめに
- 2 教材の提供と科目推薦
- 3 科目推薦・教材の最適化
- 4 提案手法
- 5 数値実験並びに考察
- 6 終わりに

- 表示されたカレンダーの日付をクリックすることでその日の学習単元が表示され、教材画面に遷移できる。
- pyvis によってノードを動かせる 2D グラフを作成し、ノードをクリックすることによっても教材画面に遷移できる。

	色
未履修	deepskyblue
不可	crimson
C	orange
B	khaki
A	palegreen
S	forestgreen



検索結果は灰色で表示される

2024年 2月 前月 次月 1月 2024

日	月	火	水	木	金	土
					1	2
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29		

勉強する単元

1:いくつかな(小学校算数)  
5:ぜんぶでいくつ(小学校算数)

## 5.1 実験の概要

13/16

動画でシステムの全体を示す.

1. はじめに
- 2 教材の提供と科目推薦
- 3 科目推薦・教材の最適化
- 4 提案手法
- 5 数値実験並びに考察
- 6 終わりに

## 5.1 実験の概要

14/16

1. はじめに
- 2 教材の提供と科目推薦
- 3 科目推薦・教材の最適化
- 4 提案手法
- 5 数値実験並びに考察
- 6 終わりに

- システムの有用性として、5段階のリッカート尺度のアンケートの実施を行った。
- 研究室のB3 4名, B4 4名, M1 2名, 外部学生1名に実際にシステムを使用し、アンケートに回答してもらった。

Table 1: システムの評価基準

Q1	システムの操作性はわかりやすいか
Q2	システムの機能は理解しやすいか
Q3	レイアウトは親切か
Q4	デザインは見やすいか
Q5	利用にストレスを感じたか
Q6	学習の効率アップに使えるか
Q7	教材は学習に適しているものか
Q7	視覚化が学習進捗把握に役立つか
Q9	学習の効率が上がるか
Q10	学習のモチベーションが上がるか

## 5.2 実験結果と考察

1. はじめに
- 2 教材の提供と科目推薦
- 3 科目推薦・教材の最適化
- 4 提案手法
- 5 数値実験並びに考察
- 6 終わりに

- 合計すると、肯定的な評価が 92 件、否定的な評価が 8 件となり、システムとして機能しているといえる。
- 一方で、Q2 と Q5 に対して、否定的な評価が目立つ結果になり、改善の必要がある。

Table 2: アンケート結果

質問内容	とてもそう思う	そう思う	どちらでもない	そう思わない	とてもそう思わない
Q1	3	6	2	0	0
Q2	2	3	3	2	1
Q3	5	5	1	0	0
Q4	7	4	0	0	0
Q5	0	3	3	3	2
Q6	5	6	0	0	0
Q7	8	1	1	1	0
Q8	6	5	0	0	0
Q9	6	5	0	0	0
Q10	8	2	0	1	0

# 6 終わりに

16/16

## まとめ

本研究では、

- 小中高生に向けた、自主学習のスケジュールの作成を行い、各単元における教材を提供することで学習を支援するシステムの開発
- 学習者の理解と学習範囲における優先すべき単元の強調を含む単元の系統性を表すグラフの作成

この 2 つを行い、一つのシステム内で完結させた。

実際に使用してもらい、アンケート調査でシステムの有用性を示した。

## 今後の課題

- アンケートの自由記入のコメントにも見られたが、システムの流れが UI のみで完結しておらず、本来対象とするユーザーには分かりづらいところがある。
- 現在サーバー上で動くプログラムではないため、E ラーニングとしての活用ができていない。