

## 要約

自分ではスケジュール管理の困難かつ、スケジュールの立て方がわからない児童・学生・生徒に向けた学習支援システムを提案する。学校の年間指導計画から学習におけるクリティカルパスを求め、そのクリティカルパスにGAを用いたファジィ・ランダム変数を導入することによって不確定性、不確実性の両方の性質を持ち合わせたスケジュール管理システムにする。また、並列分散処理によって本来多くの時間を要するものを高速化したスケジュール管理を提案し、学習習慣を身に付けさせ廻り学習で、自分の苦手を克服できるようなシステムを作成することを目的とする。今回はその段階の途中として、ファジィ変数を導入してクリティカルパスの問題を解くということを行った。

キーワード：教育、ファジィ・ランダム、並列分散処理、廻り学習、CPM

## 1 はじめに

人手不足による国内総生産 (Gross Domestic Product : GDP) の減少などの問題が考えられる。この問題の対策として、AIの導入や出生率の増加政策などがあげられる。その対策の一つである「人員・費用などの資源の最適な分配による生産性の向上」に着目した。

また、生まれ育った環境によって、子どもが獲得する学力に差がつくことを学力差別とよぶ。そこで学力差別をなくすべく誰でも自分通りのスケジュールを作成することができる通信教育サービスを提供する。このスケジュール管理には柔軟性が求められる。子どもの計画性は発展途中であるため、その要素に不確実性と不確定性を考慮する必要がある。このとき二つの要素を同時に表現するために、ファジィ・ランダム変数の概念を用いる。

また、本システムでは、Web上からスクレイピングをした教材を活用するため、低コストで導入・利用する環境ができる。また、ファジィ・ランダム変数を導入することによって複雑な問題となり、処理時間が膨大になる可能性が考えられる。したがって並列分散処理による処理時間の高速かつ不確実性と不確定性を考慮できる学習支援システム作成することを目指す。

## 2 ファジィ・ランダムの導入

### 2.1 効率的な学習支援システム

2020年から新型コロナウイルス感染症の影響により、eラーニングが使用されている。これにより子どもがeラーニングを受講できる環境が整えられてきている。ここで重要になってくるのは学習習慣である。この学習習慣が不安定かつ不規則などでは、成績の向上は期待できない。

そこで子どもにスケジュール管理をさせることによって学習習慣の向上と自ら進んで行う学習を定着化を目指す。また、廻り学習として理解できていない単元の基礎となる単元を廻りながら復習し、単元の理解を積み上げていくことにより学力を身に付けられる。個人の理解度を分析して、理解している単元はショートカットすることにより、必要最低限かつ最適な学習を行うことができる。これにより効率よく学習することができるため時間の足りない子供でも成績向上に期待ができる。

### 2.2 ファジィ・ランダム多目的最適化による日程計画

投入資源による所要時間の変化の不確定性・不確実性を表現するため、本研究で時間費用関数にファジィ・ランダム変数を用いる。ファジィ・ランダム変数とは、ファジィ性とランダム性の両方を表現することができる変数のことである。クリティカルパスの最小化と費用の最小化を目的関数としたファジィ・ランダム変数を導入する。クリティカルパスメソッド (Critical Path Method : CPM) はプロジェクト完了のために実行しなければならない最優先経路であるクリティカルパスを特定する手法である。

クリティカルパスは様々なタスクの依存関係を視覚的に把握することができ、あるタスクの進捗が他のタスクへのくらい影響を及ぼすか定量的に算出することができる。今回このクリティカルパスを最小化と費用の最小化を目的関数としたものを導入する。ファジィ性とランダム性について説明したものを図1に示す。

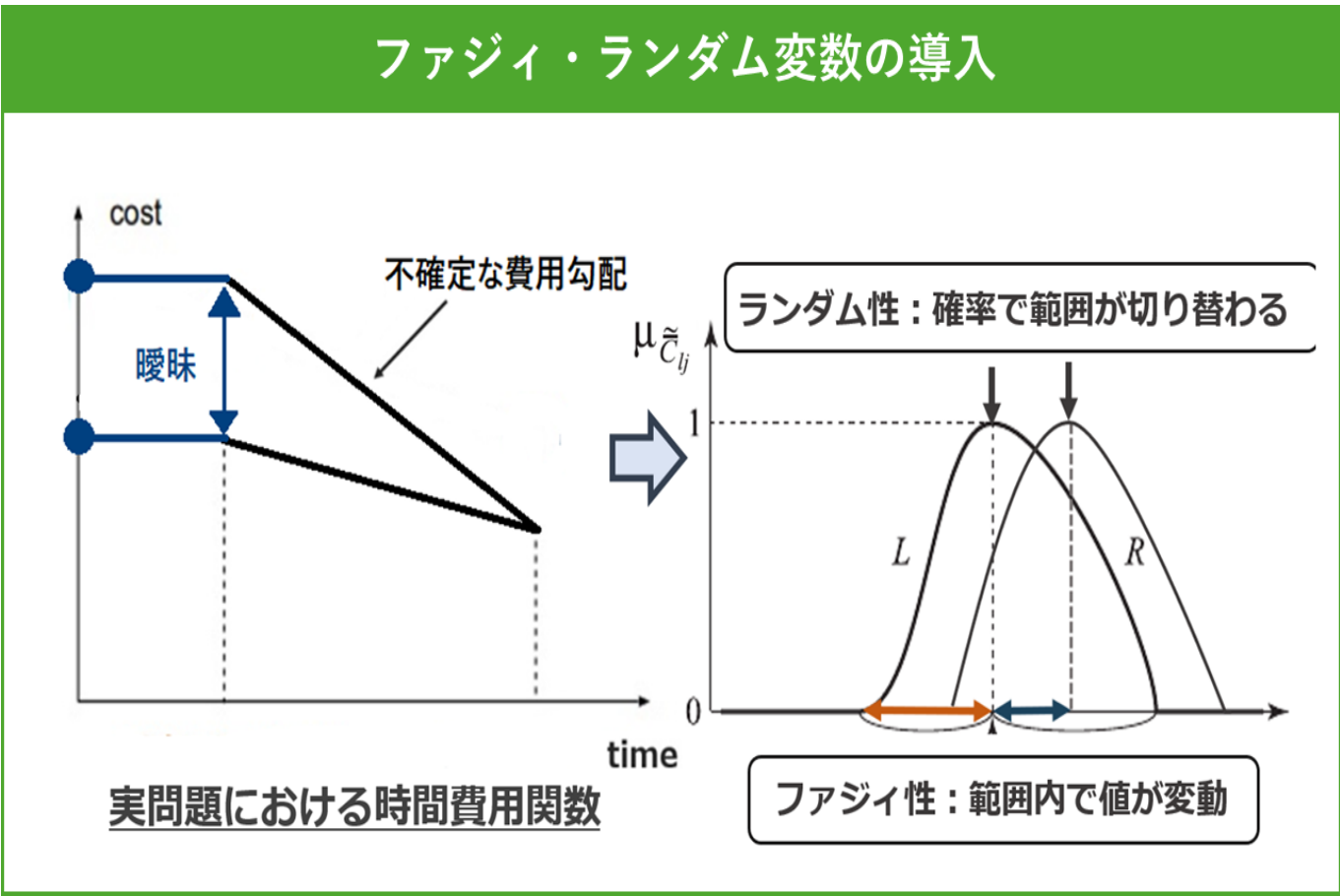


図1 ファジィ・ランダム

### 2.3 クリティカルパスメソッド

CPMはプロジェクト完了のために実行しなければならない最優先経路であるクリティカルパスを特定する手法である。また、様々なタスクの依存関係を視覚的に把握することができ、あるタスクの進捗が他のタスクへどれくらい影響を及ぼすか定量的に算出することができる。学習の積み上げにボトルネックが生じる問題は、クリティカルパスの特性によって解決できる。また、このクリティカルパスを算出する変数にファジィ・ランダム変数を導入することによってより想定外の問題に対応できる形になると考える。その概要を図2に示す。

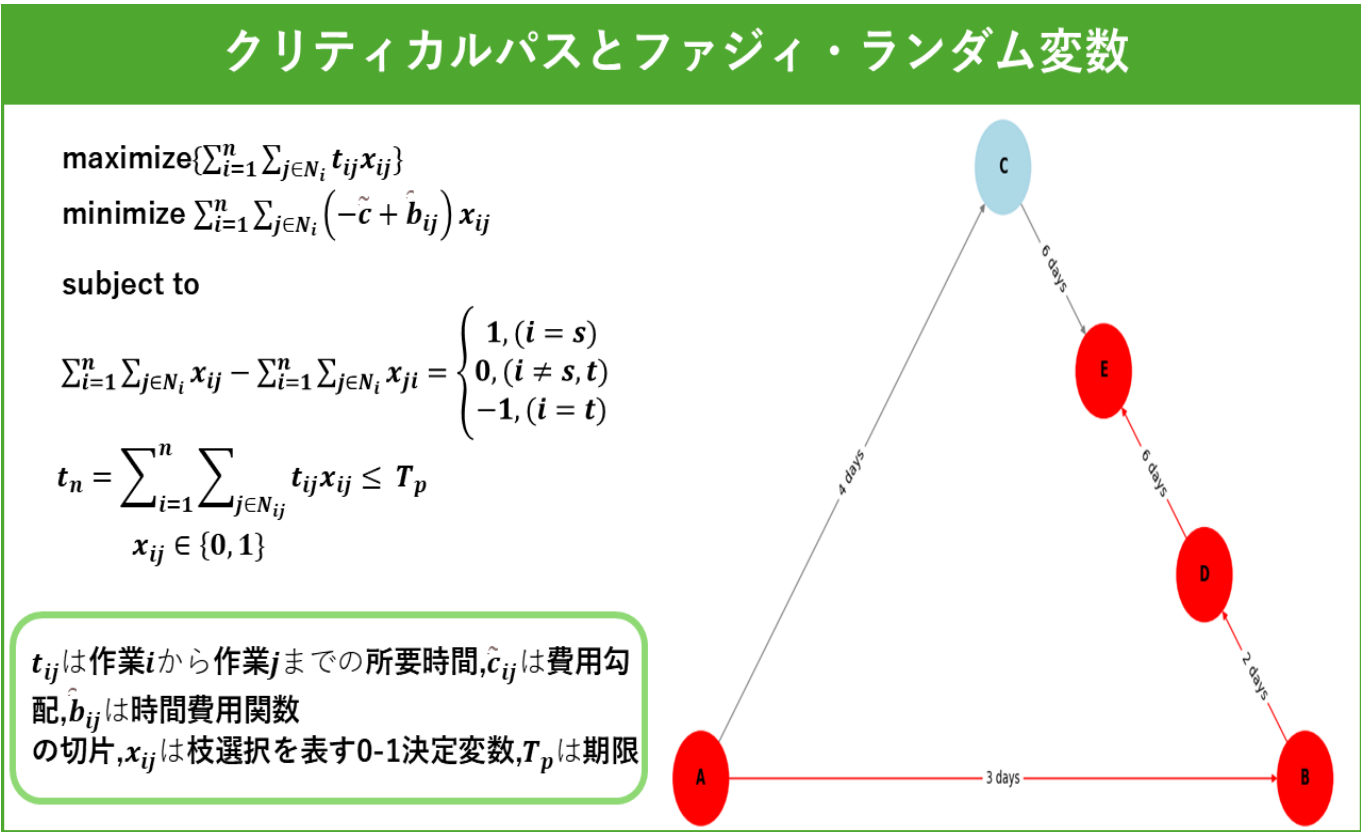


図2 モデルの定式化

## 3 学習支援システムへの導入

### 3.1 等価確定問題への変換

ファジィ・ランダム変数を含む式をそのまま取り扱うことは困難であるため、確率計画問題から多目的日程計画問題へ等価確定変換する必要がある。そこで、ファジィ・ランダム変数を係数に含む目的関数に対して、多目的計画問題に変形したものを図3に示す。

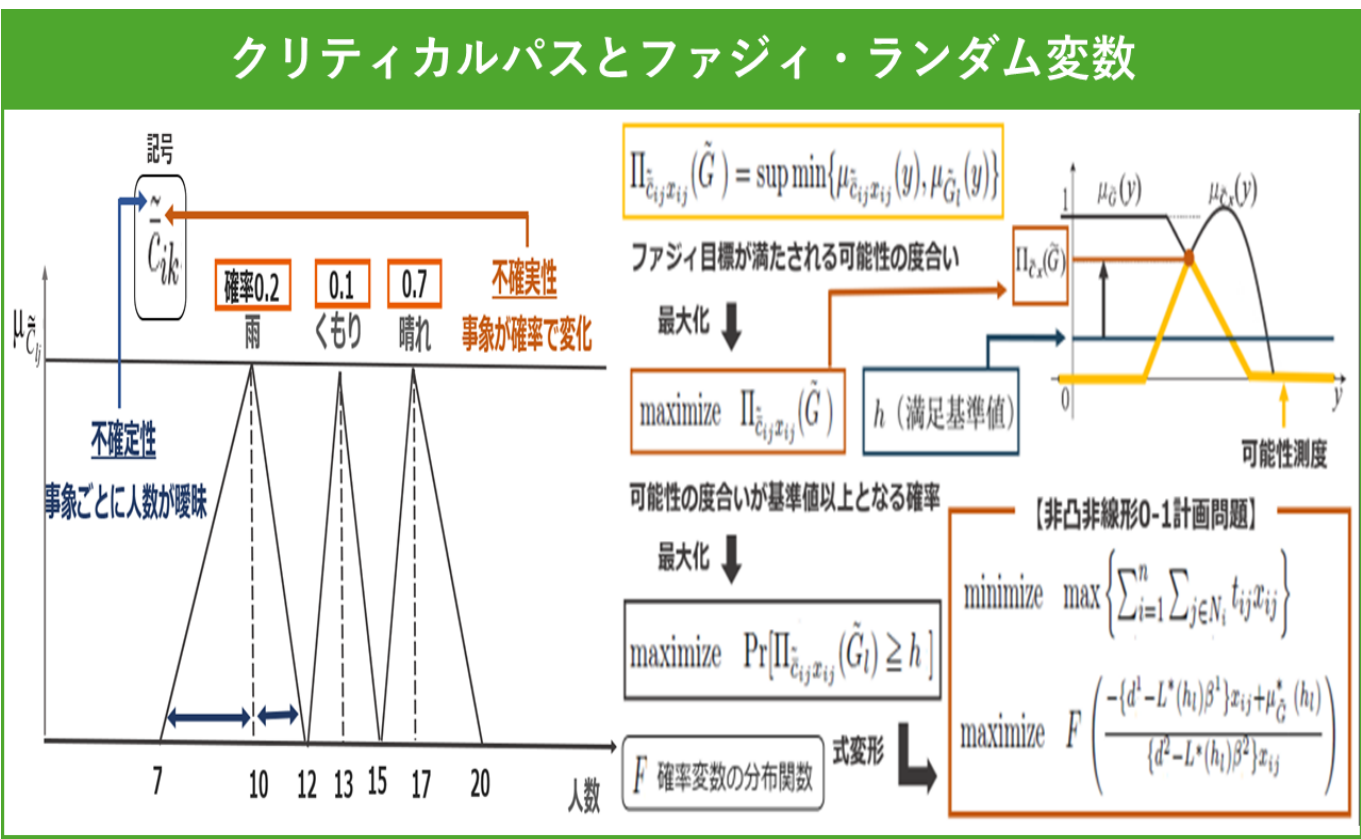


図3 多目的計画問題

この定式化を行うことによってファジィ・ランダムによる多目的計画問題を解くことでクリティカルパスを解くことができるようになった。

### 3.2 学習支援システムへの学習履歴の組み込み

学習支援システムの機能として、廻り学習を取り入れる。廻り学習とは、学びたい単元の基礎となる単元を廻りながら復習することによって学びたい単元の理解を積み上げられるものとなっている。今回のシステムでは、すでに理解できている単元の学習を飛ばし理解できていない単元の学習に廻ることによって効率的な学習ができる学習支援システムとなっている。

別の種類の学習方法として積み上げ式学習があるが、積み上げ式学習では学習の流れの中で抜け落ちてしまった部分を復習しなければそこから先の単元が理解できなくなってしまう。このような学習はあまり効率的とは言えないため今回廻り学習のを採用した。

### 3.3 並列分散処理による高速化の事例

ファジィ識別システムを並列実装することによる処理の高速化の事例がある。この論文の数値実験では、6台から11

台に並列分散処理の台数を増やすことによって101382.3秒から53965.5秒の47416.8秒の高速化が見られた[1]。この結果より、ファジィ識別システムを並列分散処理することによって、実行結果の差ができることがわかる。また、この実験では、ネットワークに接続している計算機を使用していることかネットワークにつながった状態でも並列分散処理によって高速化できることがわかる。

しかし、この実験結果はファジィを取り入れているが、ファジィ・ランダムではないのでファジィ・ランダムに取り入れた際に、どのようになるか分からないという点がある。

## 4 提案手法

提案するシステムの概要について説明する。初めにクリティカルパスの最小化と費用の最小化を目的関数としたファジィ・ランダム多目的日程最適化問題を定式化し、廻り学習支援システムに導入することによって不確定性と不確実性の二つを補った並列分散処理により高速化のされた学習支援システムを作る。

今回は、ファジィ・ランダム変数ではなく、ファジィ変数をCPMの解法の変数に導入することで不確定性を考慮したものでCPMを解く。その時のファジィ変数を用いたクリティカルパスで図4の例題を解く。α-cutした数値の実行時間を結果とする[2-4]。

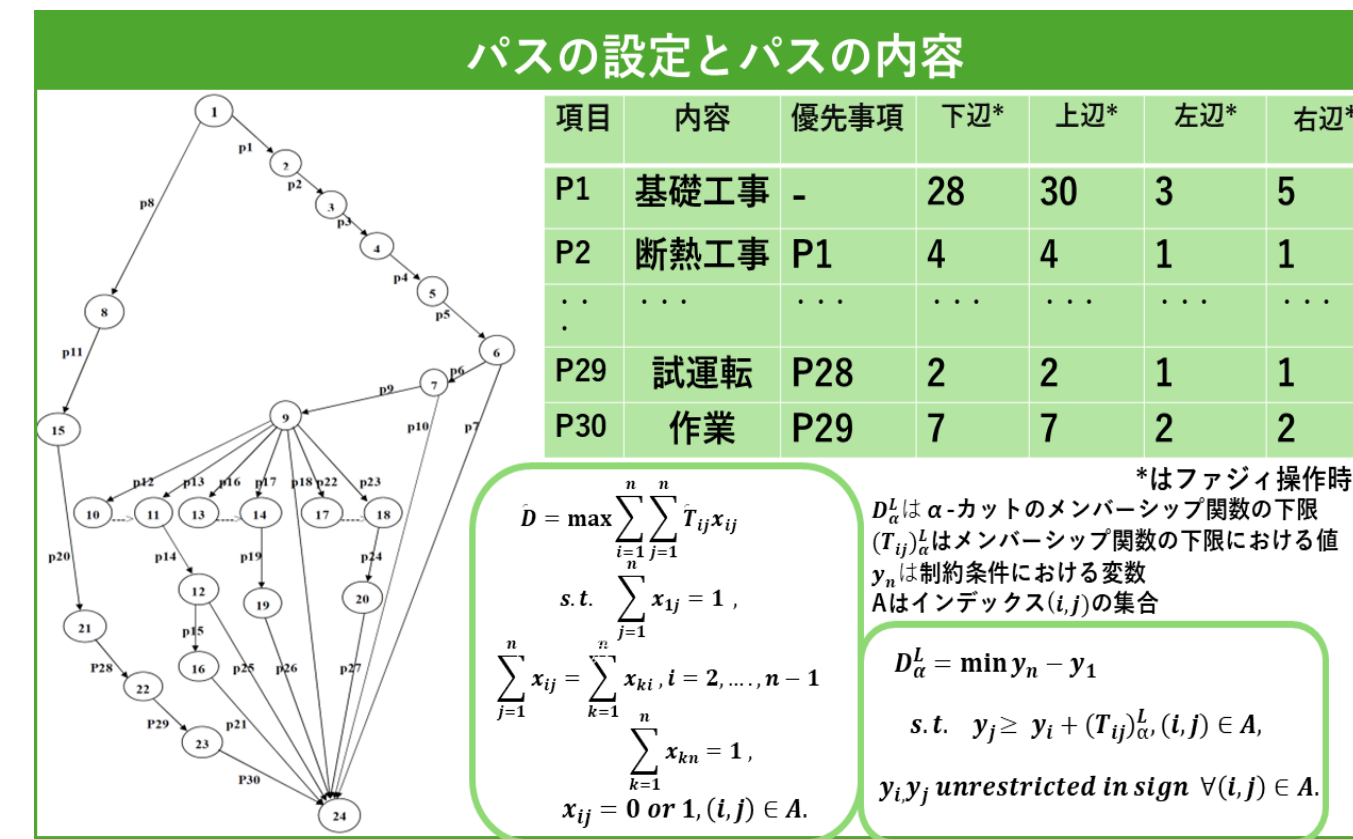


図5 パスの設定

この図5の数式を使用することによってファジィ変数を含んだクリティカルパスを解くことができる。この式をpythonを用いて図5の例題を解いたのを次の章に示す。

## 5 数値実験並びに考察

今回、ファジィ・ランダム変数を導入するのではなく不確率性を除いたファジィ性のみを持つ変数をCPMの変数に導入した。その導入したファジィ変数を図4に定式化し、その式を使用して例題を解いた[2][4]。

実行結果										
α	経路							最小時間(days)	最大時間(days)	
α=0.0, Path:	['P1',	'P3',	'P4',	'P5',	'P6',	'P9',	'P12',	'P14',	'P15',	'P21']
α=0.0, Path:	['P1',	'P3',	'P4',	'P5',	'P6',	'P9',	'P12',	'P14',	'P25']	
α=0.1, Path:	['P1',	'P3',	'P4',	'P5',	'P6',	'P9',	'P13',	'P14',	'P25']	
α=0.2, Path:	['P1',	'P3',	'P4',	'P5',	'P6',	'P9',	'P17',	'P19',	'P26',	'P27']
α=0.3, Path:	['P1',	'P3',	'P4',	'P5',	'P6',	'P9',	'P23',	'P24',	'P27']	
α=0.4, Path:	['P1',	'P3',	'P4',	'P5',	'P6',	'P10',				
α=0.5, Path:	['P1',	'P3',	'P4',	'P5',	'P6',	'P9',	'P18']			
α=1.0, Path:	['P8',	'P11',	'P20',	'P28',	'P29',	'P30',				

図6 ファジィ変数を用いた実験結果

図5より実際にファジィ変数を用いてクリティカルパスの解を出すことができることがわかった。またαの値を変えることによって実行にかかる時間の最大値と最小値を出力し、差異があることがわかった。この結果から、ファジィ変数を用いることによって適切なクリティカルパスを解くことができるということがわかった。

## 6 おわりに

ファジィ変数を含むクリティカルパスの問題を解くことができた。今後、ファジィ変数にランダム性を追加することで不確実性と不確定性の二つを満たす学習支援システムを作成することができる。実際にファジィ・ランダム変数を導入して、クリティカルパスを解くことができるのかの実験も必要となる。また、ファジィ・ランダム変数を導入することによって処理が複雑になり処理時間の大幅に増える可能性があるので並列分散処理を行うことによってどの程度処理時間の軽減ができるのか検証する必要がある。

## 参考文献

- [1] 中島 智晴, 新居 学, 横田 泰之, 石淵 久生, “並列分散処理によるファジィパターン識別の高速化”, 22nd Fuzzy System Symposium , pp. 6-8,2006
- [2] A. N. Ahmed, and S. M. Salman, “Critical Paths Identification on Fuzzy Network Project”, IOSR Journal of Mathematics(IOSR-JM) , pp. 49-54,2015
- [3] Matthew J, “A fuzzy approach to critical path analysis”, https://www.pmi.org/learning-approach-critical-path-analysis-8986 . 2002 閲覧日, 2024, 11, 1
- [4] M. F. EL-Santawy and S. Abd-Allah, “The Longest Path Problem in Fuzzy Project Networks : A Case”, Gen. Math. Notes, Vol . 3, No. 2, pp. 97-107