



# 効率的な遡り学習も考慮できる 目標逆算型積み上げ式学習支援システム

2020025 中市 新太 情報基盤工学講座 指導教員 António Oliveira Nzinga René

## 要約

キーワード：教育，自ら学ぶ力，遡り学習，積み上げ式学習，CPM

## 1 はじめに

### 2 教材の提供と科目推薦

**2.1 e ラーニング教材と自発的能動学修の涵養**  
 2020 年からの新型コロナウイルス感染症の影響により、義務教育においても対面での授業を控え、オンライン講義で対応していた。その際に「e ラーニング（e-Learning）」という言葉が使われるようになっている。直感的な操作性や起動時間の短さ、持ち運びの容易さなどから、学校や塾、企業研修の現場といった幅広い分野での活用が進み、さまざまな利用法や成果が報告されている。2019年には「GIGAスクール構想」が発表され、2021年の文部科学省の調査によると、全国の公立小学校の 84.2%，中学校の 91.0%，が全学年で端末の利活用を開始しており、全国の自治体の中でも 96.1% が端末を整備していることが分かった。<sup>[1]</sup>上記の調査から、1人1台の端末の普及は進んでおり、多くの子供たちが e-ラーニングを受講できる環境にあることが分かる。

#### E ラーニングの普及

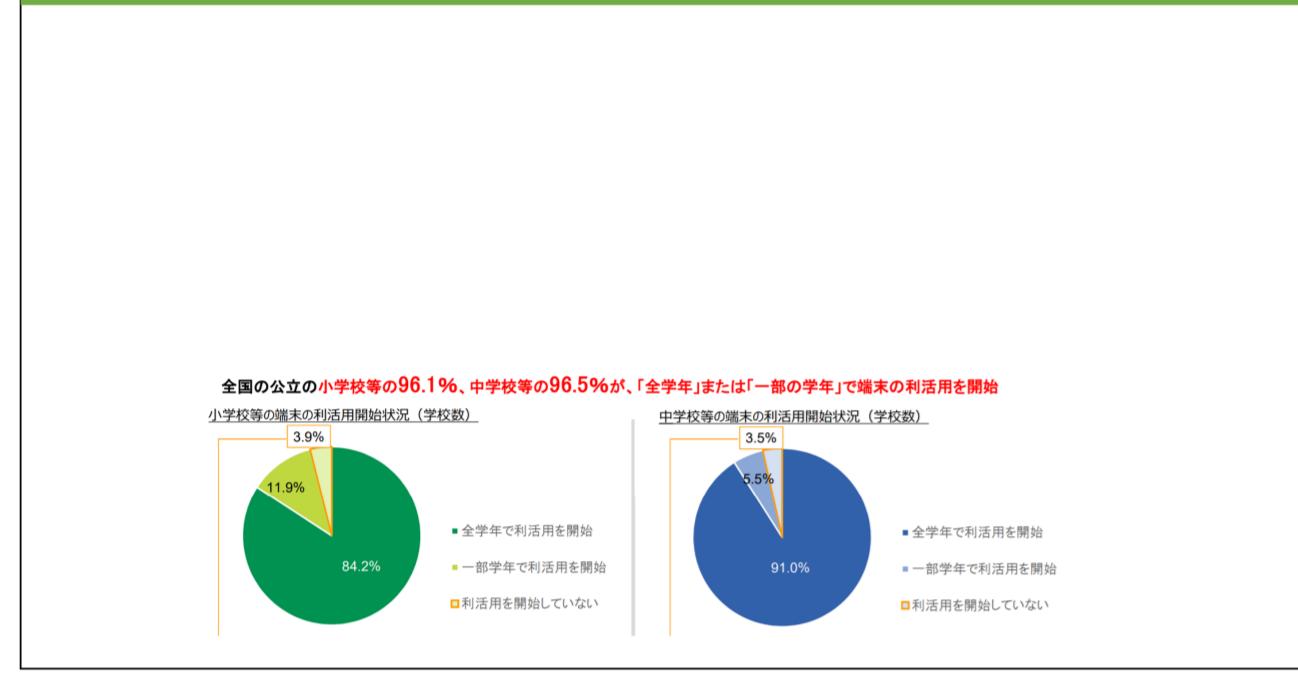


図2 E ラーニングの普及

**2.2 自主学習の予定作成における目的と制約**  
 予定作成システムは、決められた制約条件の中で、目的関数を最大または最小となるパラメータの組み合わせの解を探求する、組み合わせ最適化問題として捉えられる。予定作成における制約条件として、あらかじめ定められたテスト範囲を抜けがないように学習できるようにする、学習可能な時間内で予定を作成する、前提科目を理解している科のみを推薦する、などが挙げられる。目的関数としては、利用者の嗜好や学習範囲の最大化、利用者の負担の最小化などが挙げられる。しかし、組み合わせ最適化を解く場合、目的関数がトレードオフになる関係がある場合がある。トレードオフとは、何かを得ると別の何かを失う相容れない関係のことである。予定計画を例に挙げるとすると、学習時間を増加させることで学習範囲を広げることができるが、一方で利用者への負担が大きくなってしまう



図2 制約条件と目的関数

### 2.3 内容系統を考慮した教材・学習進度管理と学習履歴活用

学習の内容をそのつながりを踏まえて図示したものを「学習系統図」。それを確認することで、全体を俯瞰で捉えることができ、各単元のつながりにも気付けて理解が深まる。また、学年と併せて表記することで、いつ何を学ぶかが把握しやすくなり、受験勉強の際の知識の整理にも有効とされる。近年、教育の情報化・デジタル化が進展し、学習者の学びの道筋や成果の多くを「スタディ・ログ」と呼ばれるコンピュータ上のデジタルデータとして蓄積・活用している。これまでデータの蓄積がなかった

ことから過去を遡って生徒が何を苦手としているかを気づくことができなかつたが、蓄積されたスタディ・ログから生徒の理解度を見返すことで苦手範囲が明らかになり、早期に個別指導などの手当てが可能となっている。先行研究では、学習系統図とスタディ・ログを組み合わせ、学習指導において、誤答数を系統図に示し視覚的にとらえることにより、学習のどの手順でつまずいているかを具体的に知ることができ、指導においての有効性が示された。<sup>[3]</sup>また、学習目標に対しての達成率を可視化し、自らの成長を実感できる効果もある。

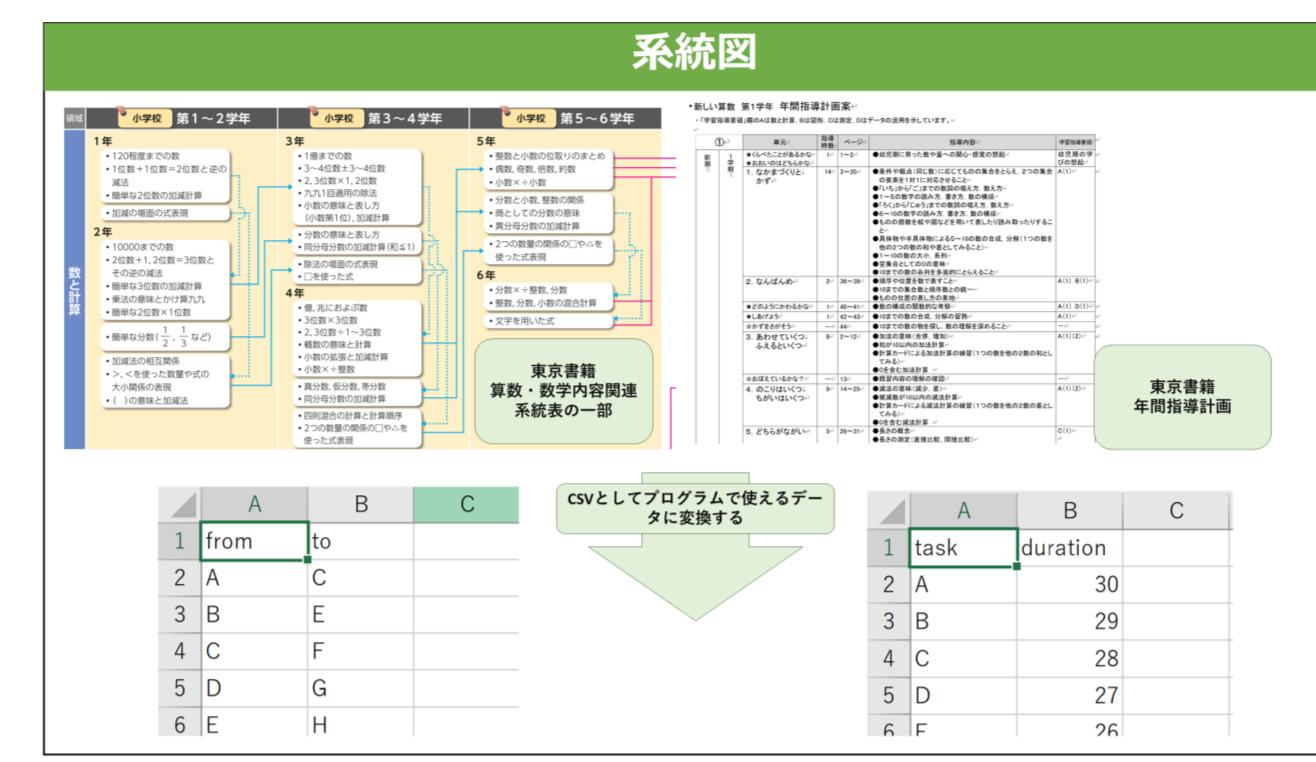


図3 系統図

## 3 科目推薦・教材の最適化

**3.1 選り学習と積み上げ式学習** 教科には大きく分けて前の単元を土台にし、新しい単元の知識を積み上げなければ学習を理解できない「積み上げ型教科」とそれそれの単元に関係性が薄く、ほかの単元の知識をあまり使わない「独立型教科」に分かれれる。独立型教科の中にもそれぞれの単元の中では積み上げ型の特性があることもある。五教科の中では数学、英語には積み上げ型教科の特性が、理科、国語、社会には独立型教科の特徴が強い。積み上げ型教科は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。<sup>[1]</sup>学習系統図を利用し、現在理解できていない単元の前提となる単元をさかのぼりながら復習することで一つ一つの単元の理解を積み上げていくことで安定感のある本物の学力を身に着けることができる、これを「遡り学習」とよぶ。ひとりひとりの理解度を分析し、既に身につい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。

### 3.2 CPMによる履歴データからの進度予測

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クリティカルなタスクを特定する手法であり、そのときプロジェクトの全工程を最短時間で完了させるために重要な作業経路、すなわち最も時間のかかる最長の経路のことを「Critical Pass」と呼ぶ。Critical Passを把握するメリットとしては、1. タスクの優先度が計算できるため、効率的にスケジュールを管理できる。2. ポトルネックの回避。3. 今後の計画作成に有用という点があげられる。本研究に当てはめると、学習活動に取り組むための土台となる知識や理解が十分に形成されていなければ、次のステップの学習活動において、学びの成果を妨げてしまう。これはクリティカルパスのポトルネックの回避する特性によって解決することができるのではないだろうか。<sup>[2]</sup>

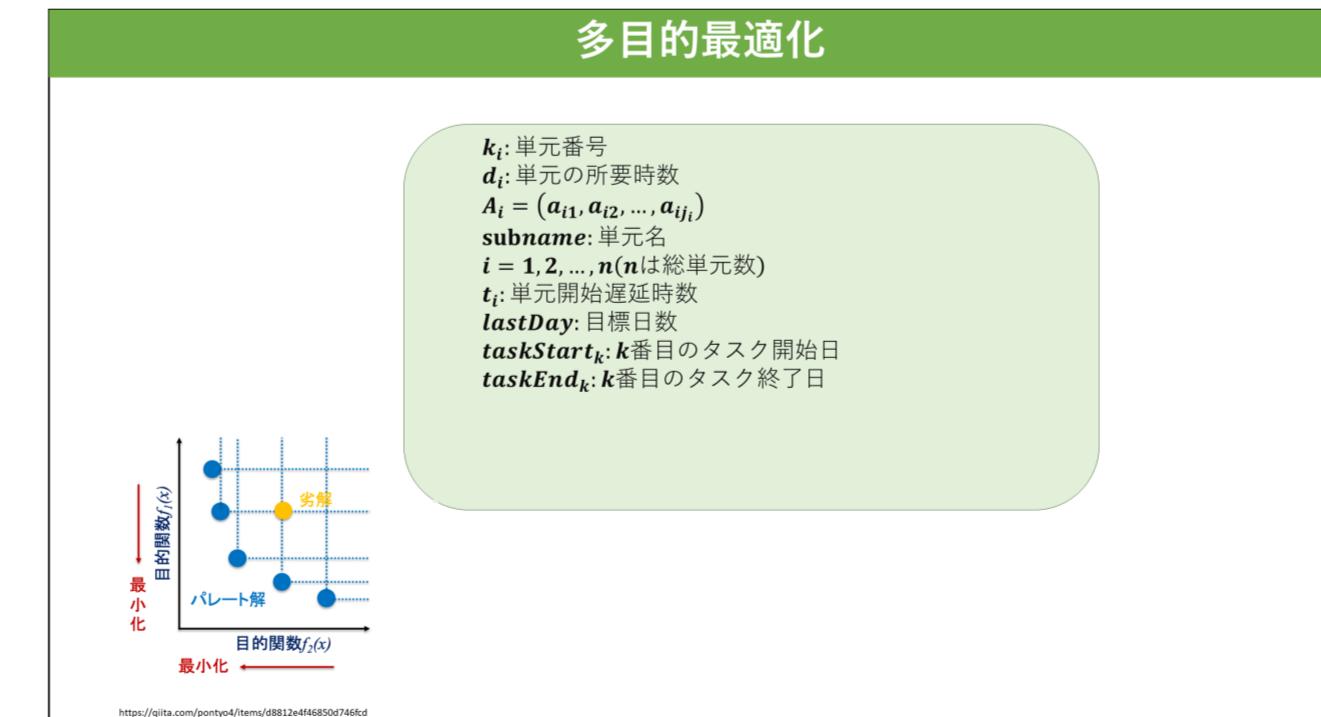


図4 多目的最適化

### 3.3 多目的最適化と並列分散処理

この研究で取り扱う多目的最適化とは、特定の制約条件の下で、複数の目的席数を同時に最大化または最小化しようとする最適化アプローチである。多目的最適化のメリットとして、結果が出るまでの作業時間が削減されることや、答えを導くのに現実的ではない時間がかかる問

題を解けることがある。多目的最適化問題は、さまざまな分野で発生し、全ての目的関数を同時に最大化または最小化する解が存在しないことがあるため、パレート最適という概念を導入する必要がある。パレート最適解とは、ある目的関数を満たそうとしたときに他の目的関数が犠牲になり満たされなくなってしまう解のことであり、一般的には1つとなることはほとんどなく複数となる場合がほとんどである。[]

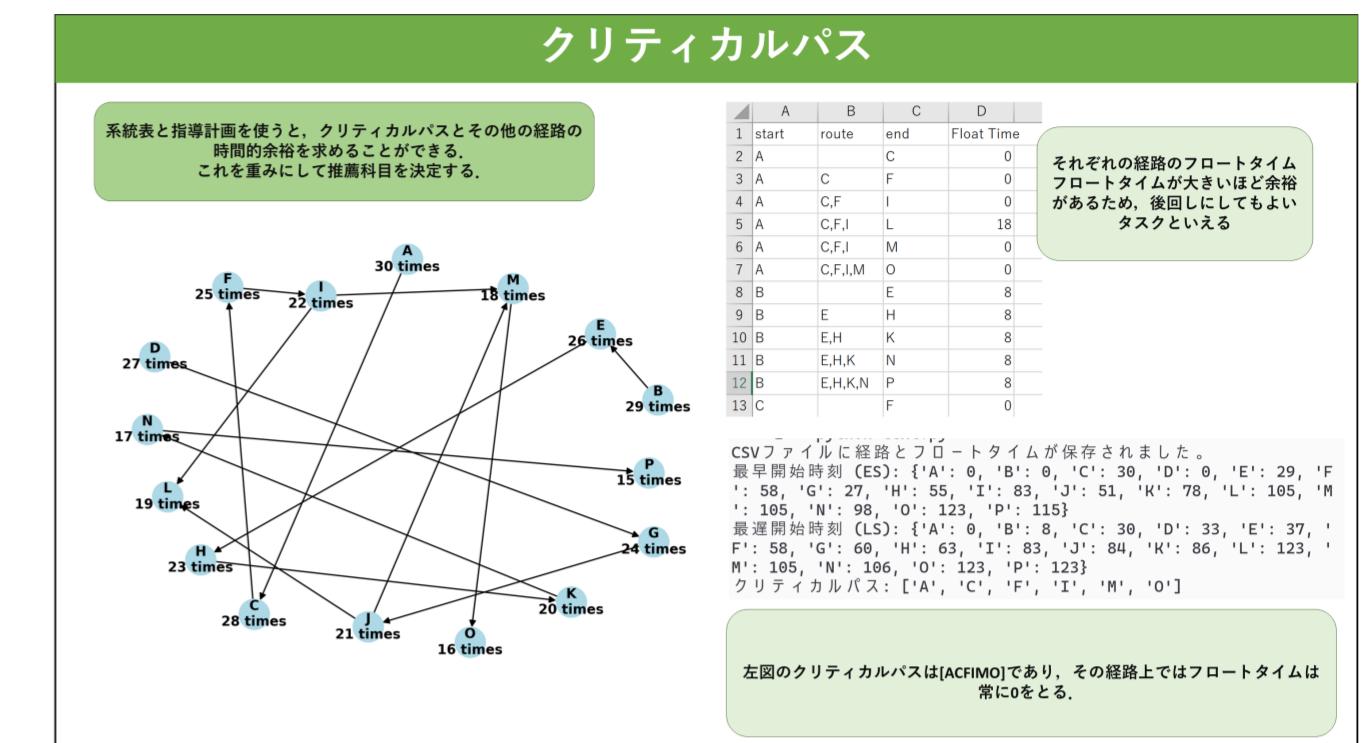


図5 CPMについて

## 4 提案手法

本研究で提案する予定作成システムの流れを図に示す。WebページとYouTubeからスクレイピングし、学生に提示する教材として使用する。ユーザーが現在の履修状況、学習可能な時間、学習目的を入力する。それらを制約条件として、利用者の負担の最小化や学習範囲の最大化を目的関数に設定した最適化問題を遺伝的アルゴリズムによって解き、ユーザーに複数の予定候補を提示する。

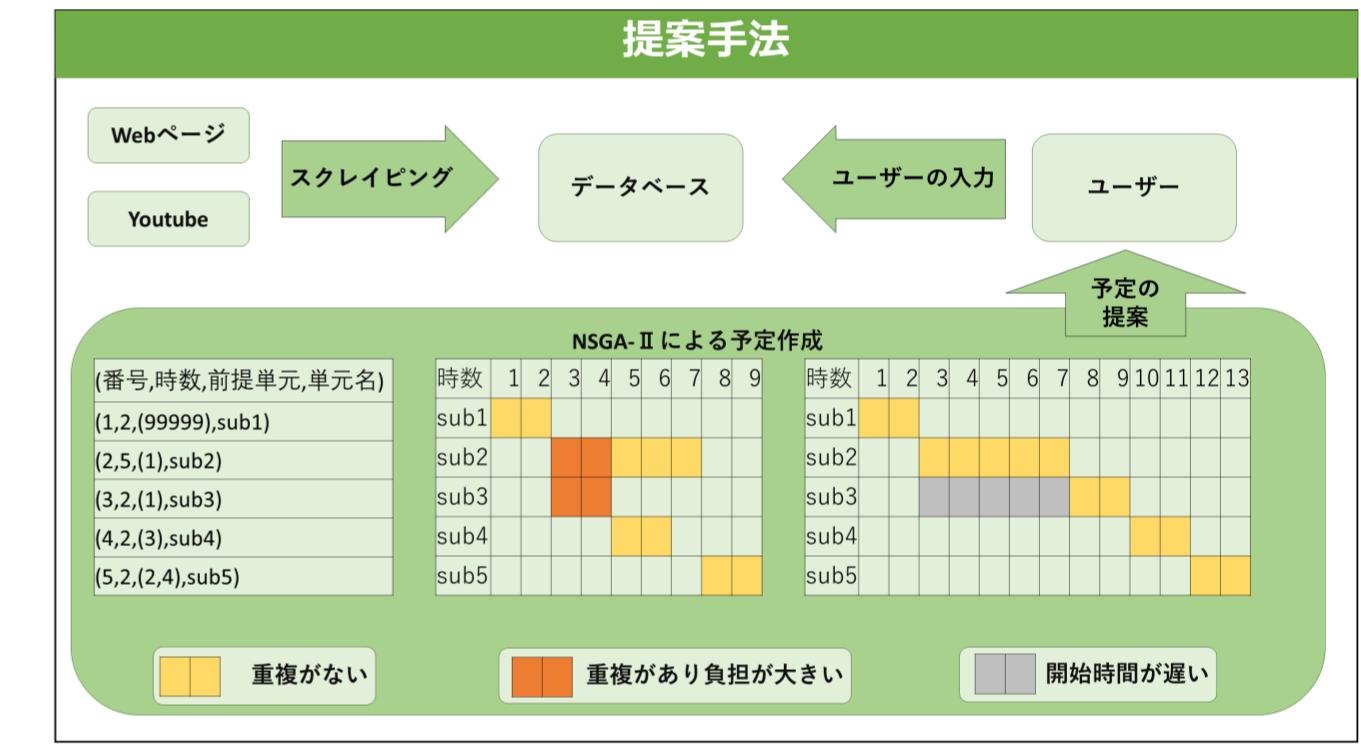


図6 提案手法の概要

## 5 数値実験並びに考察

TOYAMA  
Prefectural  
University



## 7 実験結果

### 6 おわりに 参考文献

- 厚生労働省，“不安障害こころの病気を知る”，<https://www.mhlw.go.jp/kokoro/youth/stress/know>, 閲覧日 2022. 10. 20
- 清水 豪士, “運動学習におけるインピーダンスの習熟と内部モデルの信頼度”, 富山県立大学学位論文, 2021
- 櫻井研介, “学びの系統性・連続性を踏まえた学習指導”, *Proceedings of the 2013 神奈川県立総合教育センター長期研究員研究報告*, 16:49~54, 2018
- 中井 亮仁, 森下 康彦, 下山 黙, “MEMS3軸力センサを用いた傾斜歩行時の足裏応力分布計測”, 日本機械学会, シンポジウム: スポーツ・アンド・ヒューマン・ダイナミクス, No. 14-40, 2014
- 中井 亮仁, 永野 顕法, 高橋 英俊, 松本 潔, 下山 黙, “MEMS3 軸力センサを用いた階段昇降時の足裏応力分布計測”, 日本機械学会, シンポジウム: スポーツ・アンド・ヒューマン・ダイナミクス, No. 13-34, 2013