

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

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「学力格差」とよぶ。必要な教育を受け、一定の学力を身に着ける機会とは本来平等であるべきだが、現実には生まれや育ちの環境によって状況が異なることは、2000年以降多くの研究者によって指摘されてきた。「平成29年度学力調査を活用した専門的な課題分析に関する調査研究」によると、中学3年生の場合では、最も低い社会経済的背景(SES)のグループの生徒は、最も高いグループの生徒が全く勉強していない場合の平均値で追い抜くことができないという結果が出た。また、大都市では学校ごとの学力の違いが大きく、その学校にどのようなSESの子供が通うかにより強く規定されており、学習習慣の定着にも影響していると述べられている。これらの結果から、家庭背景の不利を生徒個人の学習時間でのみ克服することは極めて難しいことがわかる。学力格差の原因は主に2つであり、1つは教育にかけるお金の多少が影響する家庭環境によるもの、2つめは地域の環境に存在する教育機会の多少の差によるものである[1]。学力格差の背景にある問題は、学びの当事者である子どもたち自身に責任はなく、解決できないことばかりであり、本研究では望む教育を受けることができていない児童・生徒に対して必要な学習機会を与えることができる予定管理システムを開発することを目的とする。

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く。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。[2]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。

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索する、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目のみを推薦する、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ふ。

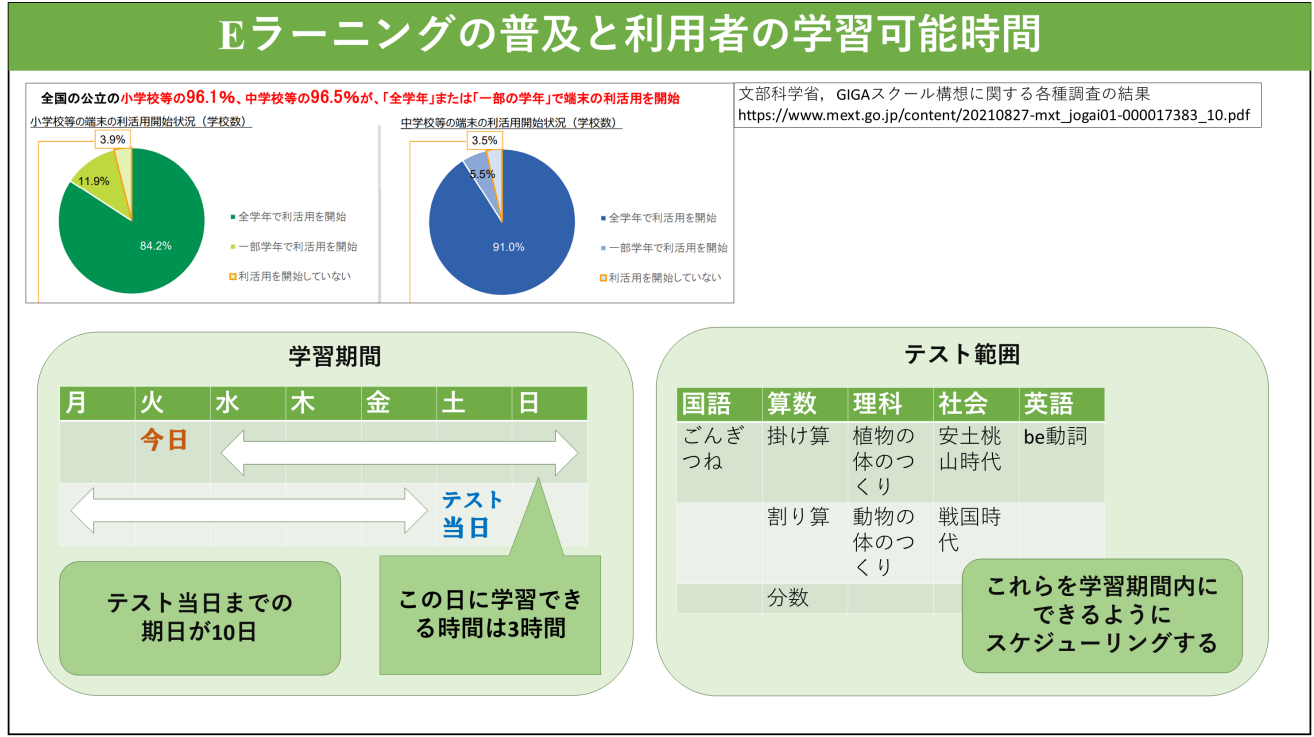


図2 制約条件と目的関数

2.3 内容システムを考慮した教材・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いて理解が深まる。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。これまでは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ったが、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づ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[3]。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。

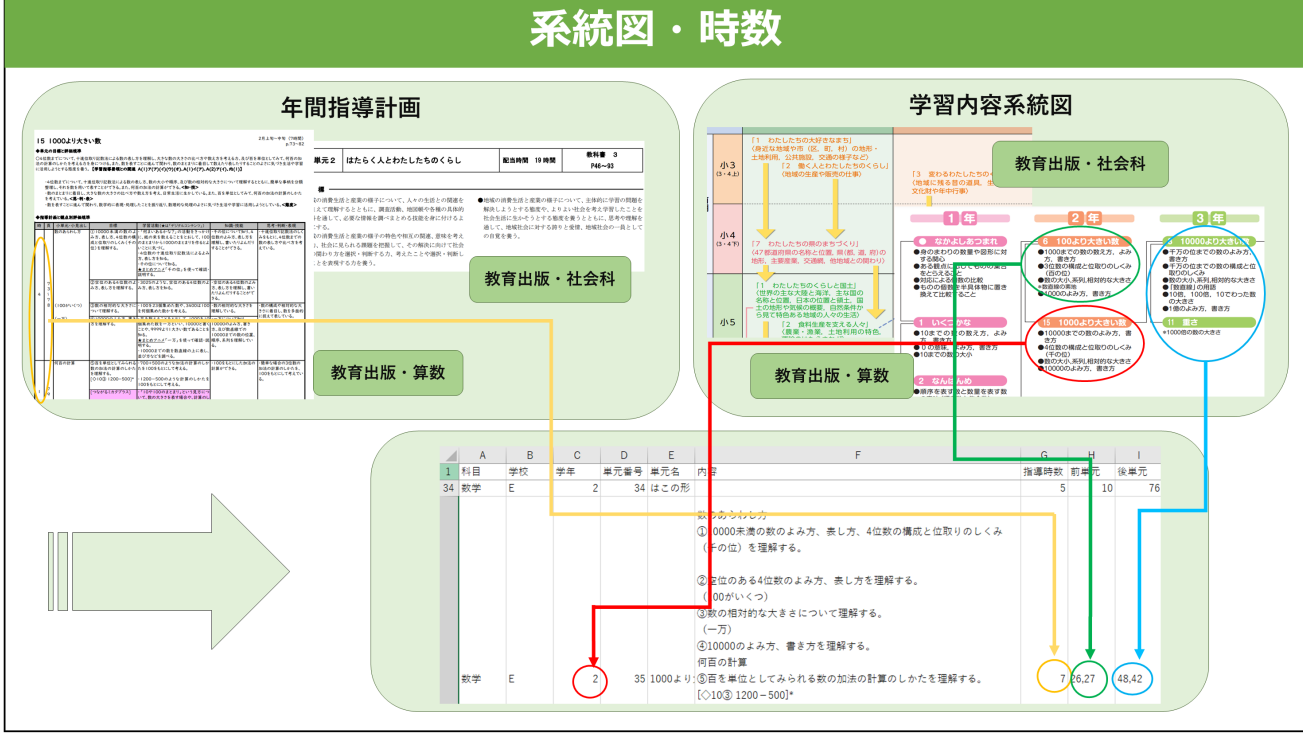


図3 系統図

3 科目推薦・教材の最適化

3.1 遡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」とそれぞ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性が強い。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。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、既に身につけ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捗予測

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「クリティカルパス」と呼ぶ。クリティカルパス上に存在しないタスクには、日程的に余裕がある、ということになる。この余裕をフロートと呼ぶ。クリティカルパスを求め、フロートを算出することで、厳密に管理しなければならないタスクと、余裕を持って対応できるタスクを具体的に見出すことができる。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を定量的に算出することができる。[4]クリティカルパス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.ワークフロー内でよくない影響を与えている個所ボトルネックの回避。3.前もって想定された作業と実際の進捗を比較したデータが今後の計画作成に有用という点があげられる。主にビジネスのプロジェクト管理において使われる手法ではあるが、様々なプロジェクトで利用されていることから、学校教育の場においても成果を出すことができるのではないかと考えた。前項で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ボトルネックの回避する特性によって解決できると推測した。

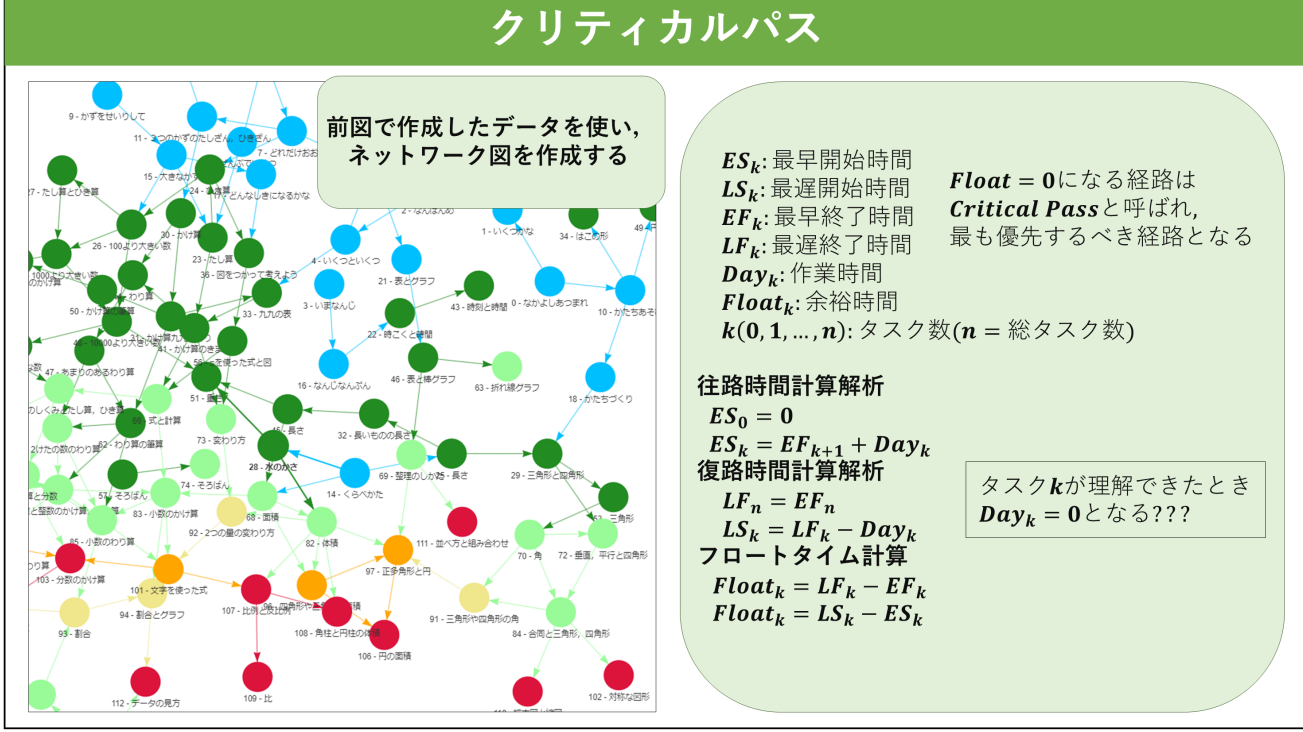


図5 CPMについて

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。[5]

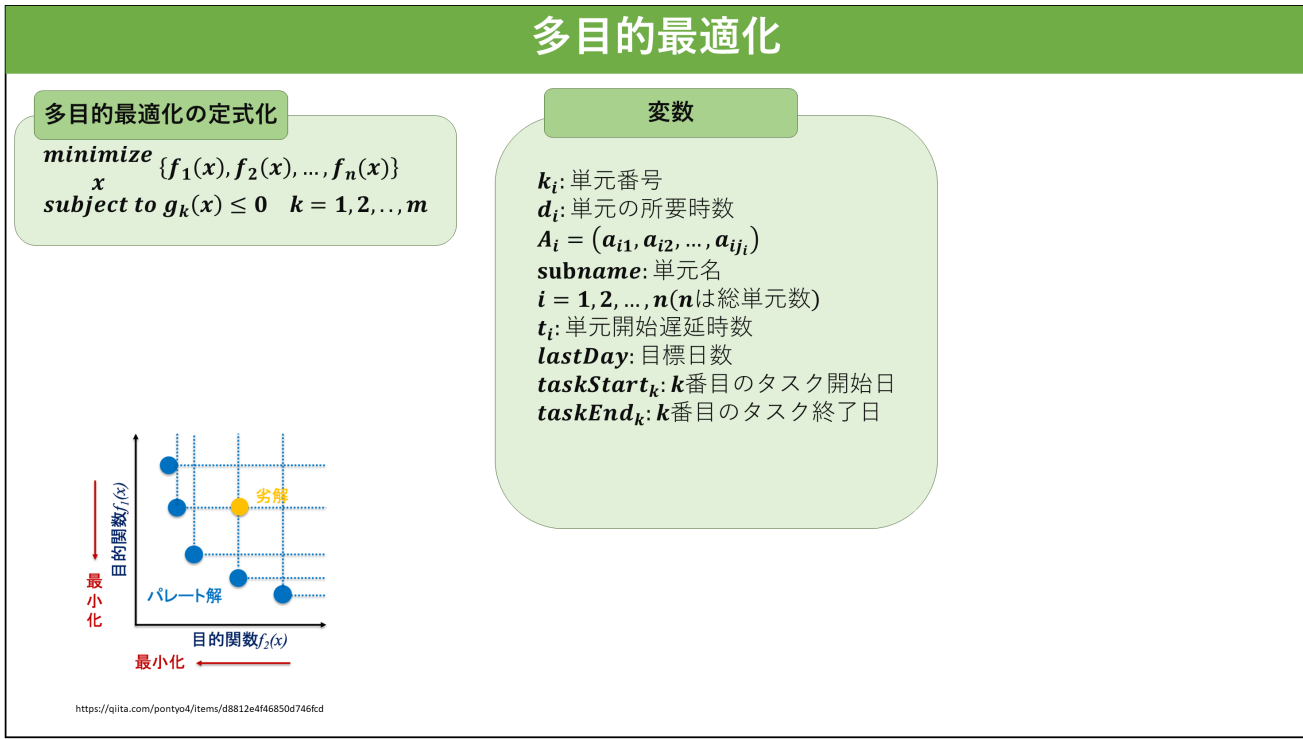


図4 多目的最適化

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。

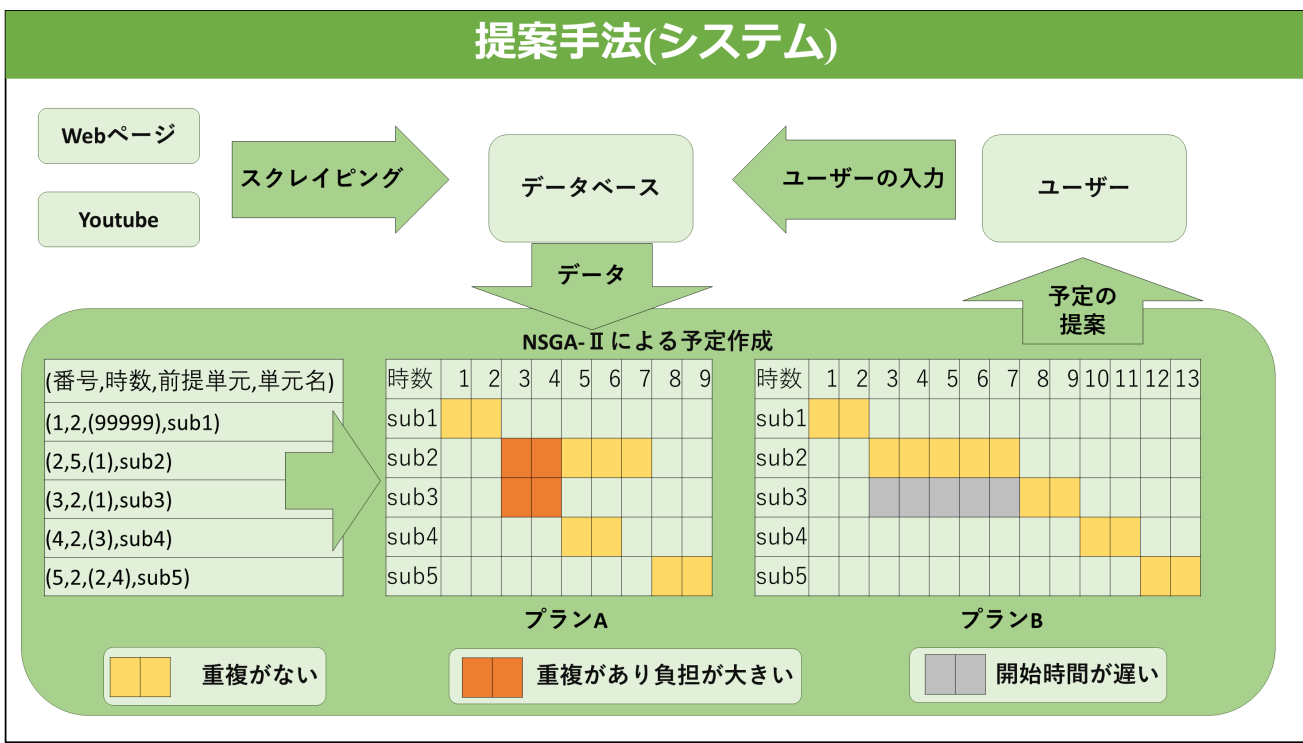


図6 提案手法の概要(システム)



図6 提案手法の概要 (UI)

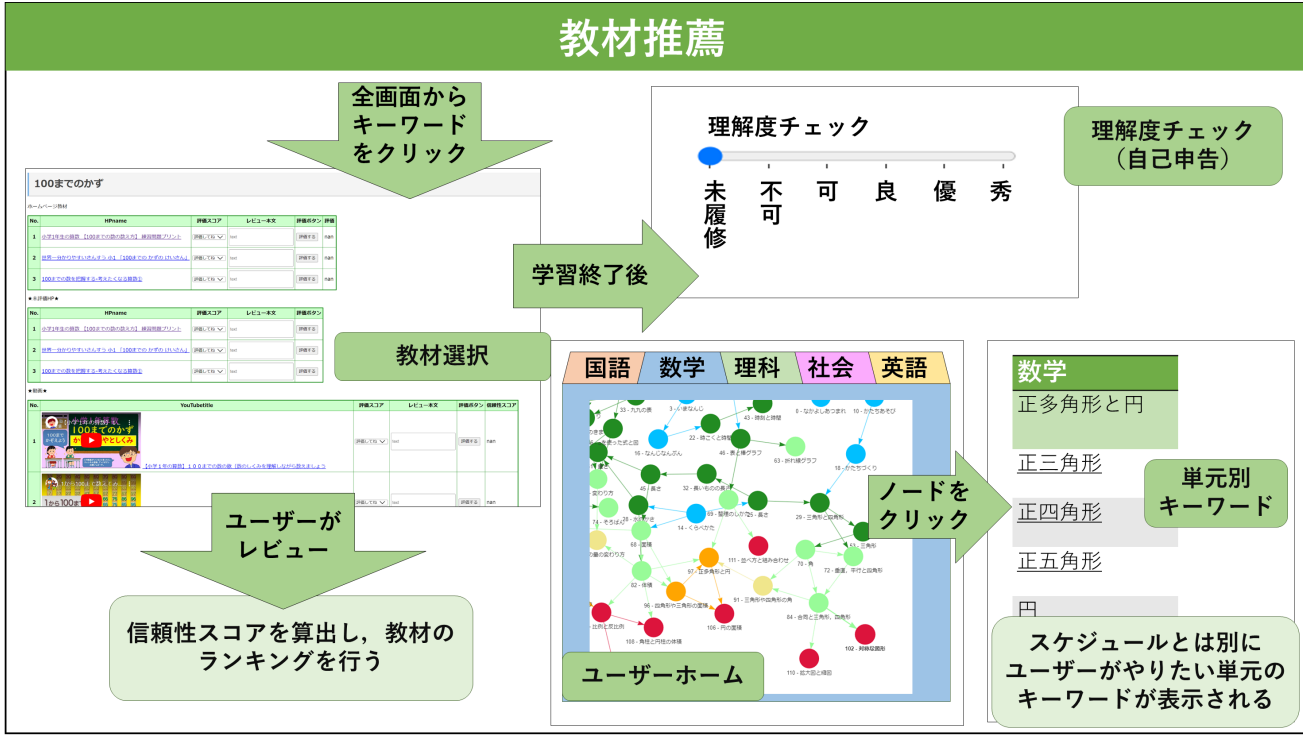


図6 教材推薦

5 数値実験並びに考察

数値実験では、教育出版の算数1-6年までのCritical Passを求めた。

数値実験

CSVファイルに経路とフロートタイムが保存されました。

最早開始時刻 (ES): {'A': 0, 'B': 0, 'C': 30, 'D': 0, 'E': 29, 'F': 58, 'G': 27, 'H': 55, 'I': 83, 'J': 51, 'K': 78, 'L': 105, 'M': 105, 'N': 98, 'O': 123, 'P': 115}

最遅開始時刻 (LS): {'A': 0, 'B': 8, 'C': 30, 'D': 33, 'E': 37, 'F': 58, 'G': 60, 'H': 63, 'I': 83, 'J': 84, 'K': 86, 'L': 123, 'M': 105, 'N': 106, 'O': 123, 'P': 123}

クリティカルパス: ['A', 'C', 'F', 'I', 'M', 'O']

今のcsvではまだできてない

エクセルで出す

図7 実験結果

6 おわりに

本研究では，科目系統図と年間指導計画を用いて対話型グラフを作成した．また，クリティカルパスと各タスクのフロートタイムを求め作業優先度を決定した．今後の課題として，多目的最適化による複数のスケジュールの作成することを考えている．

参考文献

[1] 中島ゆり，“学校内の社会経済的背景の分散と学力”，保護者に対する調査の結果と学力等との関係の専門的な分析，第8章，，62，2018

[2] 文部科学省，“GIGA スクール構想に関する各種調査の結果”，2021

[3] 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

[4] Time Krei，クリティカルパスを用いたタイムマネジメント”，https://timekrei.tenda.co.jp/column/critical_path/，閲覧日 2023.11.10

[5] ，水上和秀”，制限食と大人数料理に対応したブラウザベースの自動献立作成システムの開発，富山県立大学学位論文 2023