

コンシューマ・デバイス論文

# 構造化データを活用した教育向け Web サイト「りかまっぷ」 の開発とコンテンツ提示方法の評価

浦川 真<sup>1,a)</sup> 松瀬 尚<sup>2</sup> 中村 貴子<sup>2</sup> 荒井 研一<sup>1</sup> 小林 透<sup>1</sup>

受付日 2018年6月30日, 採録日 2018年11月14日

**概要:** インターネット上での映像サービスの普及にともない映像コンテンツが増えているため, サービス利用者は, キーワード検索等により必要な映像コンテンツを探す必要があり負担が生じている. そのため, コンテンツサービス事業者は, いかに負担なく様々なコンテンツへのアクセスを増やせるかが課題となっている. 本研究では, 映像コンテンツどうしを直接関連づけるのではなく, 別に設けた軸に映像コンテンツを配置して, コンテンツどうしの関係を間接的かつ柔軟に表現するデータモデルを提案する. さらに, 教育分野における映像活用に着目し, 学習指導要領から抽出した学習順序を軸とし, 映像コンテンツを軸に関連づける構造化データを RDF 形式で記述する. 著者らは, 構造化データを活用し, 教育向け映像コンテンツを提示する「りかまっぷ」という Web サイトを開発した. 利用者は, 学習内容に合わせて生成される学習順序をたどりながら, 映像コンテンツを視聴しながら理科について学習することができる. 著者らは, サービス開始して約 1 年が経過した「りかまっぷ」でのコンテンツ利用実績をもとに, 従来のキーワード検索によるコンテンツ検索との動画視聴に関する比較を行った. 本論文では, コンテンツ提示手法の違いによる検証結果をもとに, 構造化データを活用した映像コンテンツの提示方法について評価する.

**キーワード:** セマンティック Web, 学習指導要領, 教育, 映像コンテンツサービス

## A Development of Educational Web Site “Rikamap” Based on Structured Data and Evaluation of Consuming its Content

MAKOTO URAKAWA<sup>1,a)</sup> HISASHI MATSUSE<sup>2</sup> TAKAKO NAKAMURA<sup>2</sup>  
KENICHI ARAI<sup>1</sup> TORU KOBAYASHI<sup>1</sup>

Received: June 30, 2018, Accepted: November 14, 2018

**Abstract:** Offering video contents by a systematic way is needed since increasing of Video viewing services on the web makes flooding of video contents. The authors developed the educational web site “Rikamap” which provide video content in accordance to learning pathways generated from the national curriculum. As the learning pathways and its related videos are expressed by the RDF (Resource Description Framework) format, this web site can offer the contents flexibly by showing meanings of relationship. This paper evaluate the usage of video contents in Rikamap with comparison to the existing web site where users can search videos by inputting keywords.

**Keywords:** semantic Web, curriculum, education, video service

<sup>1</sup> 長崎大学  
Graduate School of Engineering, Nagasaki University,  
Nagasaki 852-8521, Japan

<sup>2</sup> 日本放送協会  
Japan Broadcasting Corporation, Shibuya, Tokyo 150-8001,  
Japan

a) bb5218201@ms.nagasaki-u.ac.jp

### 1. はじめに

インターネット経由で映像コンテンツを視聴できる Web サイトが増える中, 映像コンテンツの数も膨大になっている. そのため, コンテンツサービス事業者は, 保有する様々なコンテンツへのアクセスを増やすため, キーワード

等を入力して検索する機能や、ジャンル等の属性を指定して絞り込む機能を実装している。また、視聴されたコンテンツに関連するコンテンツを提示すること等も行われている [1]。しかし、キーワード検索に基づくコンテンツ視聴では、視聴したコンテンツにヒットするためのキーワードを利用者が把握する必要がある。また、Web サイト側から推薦される関連コンテンツは、コンテンツどうしの関係性が不明確な場合が多い。

そこで、本研究では、より多くのコンテンツへのアクセスを実現することを目的に、映像コンテンツどうしを直接関連づけて関係性を記述するのではなく、柔軟に表現可能な軸に、映像コンテンツを関連づけるデータモデルを提案する。提案するデータモデルでは、映像コンテンツどうしは、軸を経由して関連づけられることになる。つまり、軸を入れ替えることで、映像コンテンツを活用した様々なコンテンツサービスが可能となる。また、利用者の視点においても、コンテンツの関係性が、基準となる軸により明示されるため、関係性を把握したうえで、コンテンツへのアクセスが容易となるというメリットもある。

本論文では、映像コンテンツの活用が進む教育分野に着目し、学習指導要領から生成した学習順序を軸として、NHK が教育向けに制作している映像コンテンツを関連づける。そのうえで、映像コンテンツへのアクセスや視聴を増やすというコンテンツホルダ視点での目的を実現できるか検証する。ここでの学習順序とは、たとえば、「核」の後に勉強するのは「染色体」、「染色体」の後に勉強するのは「細胞分裂」、「細胞分裂」の後に勉強するのは「遺伝子」といった構造であり、その学習順序数や学習順序の分岐は内容によって異なる。上述の例では、「染色体」を起点にした場合の学習順序や、物理の「運動」に関する学習順序は、上述の例とは異なるものとなる。つまり、軸となる学習順序は柔軟に表現可能である必要がある。一方、映像コンテンツの数についても事前に指定することなく関連づけることができれば、学習順序に従い柔軟な映像コンテンツの提示や運用が可能となる。そのため、情報のつながりに意味を記述できるセマンティック Web 技術 [2] のデータ記述方法であり、情報構造を柔軟に定義できる RDF (Resource Description Framework) 形式で記述する。

この構造化データをもとに、学習順序をたどりながら、映像を視聴できる教育向け Web サイトである「りかまっぷ」を開発した。既存の動画視聴 Web サイトである「NHK for School」と「りかまっぷ」は、同じ映像コンテンツを定常的にインターネットで一般公開しているため、両サイトでのコンテンツ視聴傾向を比較することで、コンテンツ提示方法の検証が可能である。そこで、本論文では、どちらがより幅広く動画が見られているか、また、どちらが1回の訪問においてより多くの動画が視聴されているかといった傾向を分析し、より多くのコンテンツ視聴に寄与するコ

ンテンツ提示方法について考察する。さらに、「りかまっぷ」上での利用者の行動分析を行う。

本論文では、2章で関連研究について、3章で既存の動画サイトである「NHK for School」について、4章で開発した「りかまっぷ」について紹介する。そのうえで、5章で、「りかまっぷ」をサービス開始した2017年5月1日から2018年3月31日までの傾向分析と、「NHK for School」との利用比較を行う。6章で考察し、7章でまとめる。

## 2. 関連研究

キーワードによる動画検索を拡張させる研究として、検索結果が推薦された理由を提示する研究 [3] や、動画による検索方法の研究 [4]、Web ブラウジングにおける周辺情報の提示応報の研究 [5] 等、多く行われており、コンテンツ提示手法の改善が求められている。さらに、構造化データを活用したコンテンツ提示の研究としては、利用者が付与したタグを階層化し、その階層関係から関連動画を推薦する手法 [6] や、ニュース映像をトピックごとに時系列に提示する手法 [7] も研究されている。

一方、教育分野においても、コンテンツ間の関係性明示が学習者の動画視聴行動に影響することが分かっている [8]。また、学習対象メタデータを付与することで教育用コンテンツの流通に着眼した研究では、教育コンテンツ間の関係も定義されている [9]。その他、学習のつながりに着目したカリキュラム研究も行われているが、データとしての利活用には取り組まれていない [10]。本研究は、学習指導要領から生成した学習順序をデータで表現するだけでなく、動画等のコンテンツを関連づけられるデータ構造を提案する。本論文では、小学および中学理科に関する学習指導要領を対象とするため学習順序をデータ構造上の軸にしているが、他教科とのつながりを軸に組み込むことや高等学校の学習指導要領につなげることも可能である。さらには、関連する映像コンテンツの数を柔軟に増減させることも可能である。構造化データを活用することで実現した、学習順序をたどりながら映像コンテンツを視聴できるサービスの実例を活用例として示し、通常のキーワード検索サービスとの比較を行い、データモデルの有用性を評価する。そのため、本研究は、データを活用したコンテンツ提示に関する応用に寄与できるものである。

## 3. NHK for School

「NHK for School」は、NHK が学校教育向けに放送した番組を、インターネット経由でストリーミング視聴できる Web サイトである。2018年3月現在、約9,000本の動画が公開されている [11]。理科だけでも、約3,000本の動画を公開している。本サイトでは、動画検索・視聴機能のほか、電子黒板機能や授業案作成案の提供等により、教員を支援するための機能もある。動画検索機能としては、学年



図 1 NHK for School での検索結果例

Fig. 1 Search results example at “NHK for School”.



図 2 NHK for School での動画再生例

Fig. 2 Video playback example at “NHK for School”.

や教科を指定したフィルタリング機能や、キーワード検索機能が実装されている。図 1 に、教科を理科、学年を小 6、キーワードを「消化」として検索した結果を示す。検索結果のサムネイルを押下することで、動画再生が可能となる(図 2)。

#### 4. りかまっぷ

本章では、「りかまっぷ」のサービス概要や、サービスを支える構造化データおよびシステム構成について紹介する。

##### 4.1 サービス概要

「りかまっぷ」[12] は、NHK が保有する多様な教育向け動画を、自主的に、より多く視聴してもらうことを目的に 2017 年 5 月 1 日に開始された Web サイトである。「りかまっぷ」では、「NHK for School」で公開されている理科の動画約 3,000 本を、学習項目に合わせて動的に生成される学習順序に従い提示する。デザイン面でも特徴があり、キーワード検索等で必要になるような文字入力や、学年選択等の入力機能も排除している(図 3)。「りかまっぷ」のトップ画面では、身近な生活をイメージした画像上に、小中学校で学習する内容をアイコン化して配置している。たとえば、トップ画面の左上は台所をイメージし、化学に関する学習項目が配置される。アイコン化された学習項目は、

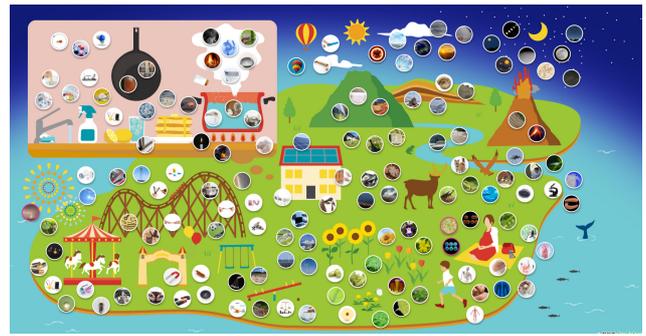


図 3 「りかまっぷ」トップ画面

Fig. 3 Top screen of “Rika Map”.



図 4 「母体内の成長」を基点とした学習順序

Fig. 4 Learning pathways based on “growth within mother’s body”.

学習指導要領で規定された 144 の学習内容である。144 の学習内容については 4.2 節で述べる。

トップ画面で学習アイコンを選択することで、選択された学習項目を基点に、「学び直し」や「先で学ぶ内容」で構成される学習順序が動的に生成される。利用者は、生成された学習順序をたどりながら動画視聴できる画面に遷移できる(図 4)。図 4 では、小学 5 年生で学習する内容である「母体内の成長」に関する動画が表示されるだけでなく、「母体内の成長」を基点に、学び直しとして「水中の小さな生物」がつながり、先で学ぶ内容として中学 2 年生の「生物と細胞」がつながって学習順序を形成している。この学習順序は、学習指導要領に規定された 144 の学習項目から、学習の順序を半自動的に計算し生成されたものである。図 5 は、異なる学習項目である「細胞分裂と生物の成長」を選択した場合の学習順序であり、どの学習項目が基点になるかによって学習順序や関連動画が異なることが分かる。利用者は、中学 3 年の「細胞分裂と生物の成長」に関する学習時に、小学 5 年の「母体内の成長」に戻って、動画により学び直すことが可能となる。

##### 4.2 構造化データ

本節では、学習順序をはじめ動画データとの連携等、「りかまっぷ」を支えるデータ構造について述べる。本研究では、動画を基準としてつながりを記述するのではなく、学



図 5 「細胞分裂と生物の成長」を基点とした学習順序

Fig. 5 Learning pathways based on “cell division and growth of living things”.

習順序という構造上に、動画データを関連づける構造とする。「りかまっぷ」の学習順序は、上述のとおり、文部科学省が公開している、小学および中学理科の学習指導要領内 [13], [14] の 144 の学習内容の前後のつながりから生成されている。学習指導要領には、学年別に、学ぶ内容が記述されている。たとえば、中学理科第 2 分野の「(3) 動物の生活と生物の変遷-ア 生物と細胞-(ア) 生物と細胞」を学習もしくは指導する際、小学 6 年生で学ぶ「B 生命と地球-(3) 生物と環境」を学び直すことが想定されるが、現状はそのつながりが明記されていない。このように、学習指導要領は、学習指導に関する知識が記述されているが、学習の順序が明記されていないだけでなく、データ化されていない。そこで、本論文では、学習指導要領内の学習順序をデータ化し [15]、動画情報を学習順序という軸に紐づけたデータモデルとして利用可能とし、「りかまっぷ」で活用する。

学習順序は、そのつながり数や分岐等を事前に定義できない。そのため、表形式データでは表現が難しいため柔軟に表現可能なデータ記述が必要である。また、ナレッジとして利活用を促進するためには、学習順序の意味を共有しやすいデータ記述が求められる。そのため本論文では、データ化とデータの利活用を考慮し、RDF により学習順序知識を表現する。さらに、学習順序だけでなく、「りかまっぷ」で必要となる動画とのつながりも RDF で表現する。RDF とは、セマンティック Web 技術を支えるデータ記述形式であり、データどうしの関係に意味を記述してつなげることができる。また、すべての情報を三つ組（主語-述語-目的語）で表現し、目的語を新たな主語として情報を数珠つなぎで連結することが可能である [16]。RDF で記述するデータモデルのイメージを図 6 に示す。図 6 に示すとおり、学習順序を軸とし、その軸に動画を紐づける構造としている。図 6 の例では、「学習項目 1（主語）」—「学び直し（述語）」—「学習項目 2（目的語）」と記述されると同時に、「学習項目 2」は主語として、「学習項目 3」とつながっている。このように構造を柔軟に定義可能である。ま

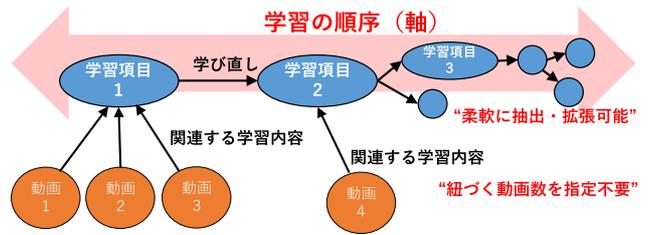


図 6 データモデルイメージ

Fig. 6 Image of data model.

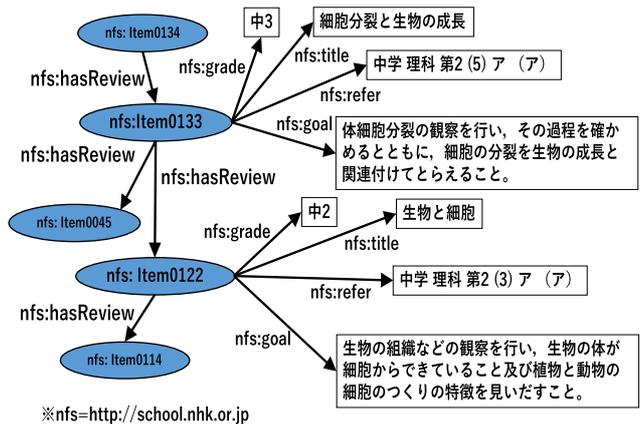


図 7 学習順序に関する構造化データ例

Fig. 7 Data structure example of learning pathway.

た、各学習内容に紐づく動画クリップも、その数を事前に決める必要がない。

### (1) 学習指導要領から学習順序データの生成

本論文では、学習指導要領で定義されている最小単位を学習項目と定義する。たとえば、中学理科第 2 分野の、「(3) 動物の生活と生物の変遷-ア 生物と細胞-(ア) 生物と細胞」が学習項目にあたり、「2 内容」だけでなく「3 内容の取扱い」という項目に別々に記述されている。学習項目の記述構造が複雑であるため、手動で書き起こす。この学習項目どうしのつながりを、「先で学ぶ」「学び直し」といった意味でデータ化する。順序性の計算については、各学習内容に出現する単語の、「新規性」と「継承性」に着目しデータ化を行う [15]。本論文では、さらに、動画情報との連携のため「nfs:refer」という関係により、学習指導要領への参照を表現する。学習順序に関する構造化データの一例を図 7 に示す。図中にあるとおり、学習項目の 1 つである、nfs:Item0133 は、学習指導要領の「中学 理科 第 2 (5) ア (ア)」である「細胞分裂と生物の成長」を示すインスタンス（以下、学習 ID）であり、名前空間内 (<http://school.nhk.or.jp> ※ Prefix として nfs として表現) で一意となるようデータ化される。「nfs:Item0133」—「nfs:hasReview」—「nfs:Item0122」が示すように、nfs:Item0133 は、学び直しとして nfs:Item0122 や nfs:Item0045 を持つ構造となっている。この関係は同時に、nfs:Item0122 や nfs:Item0045 は、nfs:Item0133 を先で学ぶ学習 ID として持つことを意味する。このよう

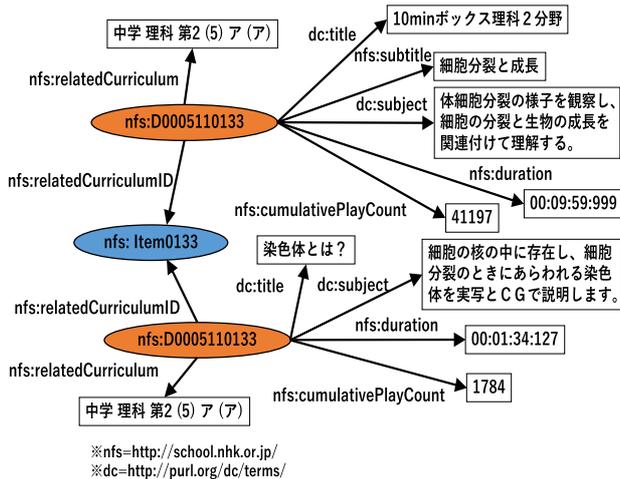


図 8 動画情報データ例

Fig. 8 An example of data structure of information about a video.

に、「nfs:Item0122」—「先で学ぶ (nfs:hasBrushUp)」—「nfs:Item0133」というデータを作ることなく、学習項目の関係から新たな関係を推論することが可能であることもセマンティック Web 技術の特徴の 1 つである。なお、対象学年を nfs:grade に、目標を nfs:goal に定義する。データ化した学習順序データは、後述するシステムに事前に登録しておく。

### (2) 動画情報のデータ化

学習順序に関連づける動画は、既存の「NHK for School」で管理する動画情報を活用する。「NHK for School」で管理する動画情報の中に、関連する学習指導要領の学習項目が番組制作段階で入力されているためである。たとえば、動画 ID が D0005110133 である「細胞分裂と生物の成長」は、「中学 理科 第 2 (5) ア (ア)」と設定されている。図 8 に、動画情報に関する構造化データの一部を示す。

それぞれの動画についても、学習項目同様に、名前空間上で一意となるようインスタンス化 (以下、動画 ID) している。そのうえで、nfs:relatedCurriculum として設定される内容から、図 7 に示す学習 ID を特定し紐づける構造となっている。なお、動画タイトルを dc:title に、動画尺を nfs:duration に、再生回数を nfs:cumulativePlayCount に、それぞれ定義する。なお、図 8 に示す構造化データは、動画情報の構造の一部を抜粋したものである。

### 4.3 システム構成

上述のとおり、「りかまっぷ」は、学習順序とその関連動画に関するデータで実現されている。学習順序は、学習指導要領から生成されているため、学習指導要領が変わるまでは更新の必要がない。一方、学習内容に関連する動画は、日々制作されるため、更新できる必要がある。そこで、運用負担を軽減するため、「NHK for School」の動画情報を定期的に取り込み自動的に学習順序に紐づけるシステム

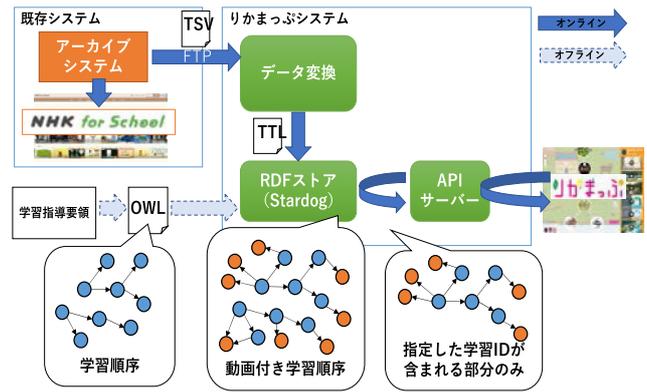


図 9 システム構成

Fig. 9 System configuration.

表 1 RDF ストアの性能検証

Table 1 Performance verification of RDF store.

クエリ	Stardog	Fuseki
動画情報取得クエリ	0.08 秒	0.04 秒
学習順序取得クエリ (先で学ぶ内容)	1.09 秒	10.65 秒
学習順序取得クエリ (学び直し内容)	1.31 秒	11.16 秒

構成とした。図 9 にシステム構成を示す。

図 9 に示すとおり、学習指導要領から生成した学習順序を示す RDF データは、事前に RDF ストア (Stardog) に取り込んでおく。日々制作される動画に関する情報 (TSV フォーマット) は、既存のシステムから FTP により毎日送信される。TSV フォーマットから、図 8 に示すデータ構造に従い TTL フォーマット [16] に変換し、RDF ストアに登録する。TTL フォーマットへの変換時に、上述したとおり、各動画の対応する学習内容情報 (nfs:relatedCurriculum) をもとに、すでに取り込まれた学習 ID に紐づけた RDF データを生成する。

一方、「りかまっぷ」クライアントからのデータ取得要求については、セキュリティの観点から API サーバが仲介する構成とする。具体的には、「りかまっぷ」クライアントの Web ブラウザおよび Javascript には、RDF データを取得するための SPARQL クエリ [17] を直接記載せず、学習 ID のみを指定する。クライアントから要求を受けた API サーバが学習 ID をもとに SPARQL クエリを生成し RDF ストアに仲介する構成としている。

なお、学習順序を取得するクエリは、数珠つなぎのデータをたどりながら取得するため、プロパティパスを取得するクエリ [18] が必要になる。プロパティパスクエリは、性能に影響を及ぼす可能性があるため、事前に表 1 に示す性能検証を行い、Stardog を選定した。本検証で対象としたのは、Stardog4.2.3 (Community バージョン) と Apache Jena Fuseki2.4.1 である。

表 2 ログ発行タイミングと送信値

Table 2 Log timing and transmission value.

No	イベント名	送信値
1	トップ画面表示時	
2	トップ画面で学習アイコンクリック時	学習 ID
3	トップ画面から学習順序画面遷移時	学習 ID
4	学習順序画面で動画クリック時	動画 ID
5	学習順序画面で学習アイコンクリック時	学習 ID



図 10 ログ発行イベントと画面の対応

Fig. 10 Relationship between logging and operation on screen.

#### 4.4 ログ設計

「りかまっぷ」の利用ログとして、ページ表示時やクリック操作時に学習 ID や動画 ID を、Web ブラウザごとに発行する UUID (Universally Unique Identifier) と関連づけて蓄積する。UUID により、トップ画面にアクセスして、学習アイコンをいくつかクリックして学習順序画面に遷移したのか、どの学習内容に遷移してから動画を再生したのか、といった動線分析が可能となる。ただし、「りかまっぷ」にはログイン機能等はないため、蓄積するログからユーザ情報を特定することはできない。表 2 に、主なログの発行タイミングとその内容を示す。図 10 に、ログ発行タイミングと画面との対応関係を示す。既存の「NHK for School」のログは、NHK が保有するログシステムから取得する。

### 5. 利用実績

「りかまっぷ」をローンチした 2017 年 5 月 1 日から、2018 年 3 月 31 日までの期間における動画視聴やユーザ行動の傾向を分析した。

#### 5.1 「NHK for School」と「りかまっぷ」での動画視聴

本節では、既存の「NHK for School」と「りかまっぷ」の両サイトにおいて、NHK が保有する動画がどのように視聴されているかを検証する。表 3 に、「りかまっぷ」と、「NHK for School」の番組・クリップ検索機能 (図 1) における、動画視聴実績を示す。視聴動画本数は、同期間において視聴された動画数を示す。同期間において公開された、理科に関する動画は 2,796 本だったため、「りかま

表 3 視聴された動画の本数

Table 3 Number of watched videos.

	りかまっぷ	NHK for School (理科)
視聴動画本数	2,730 本	388 本

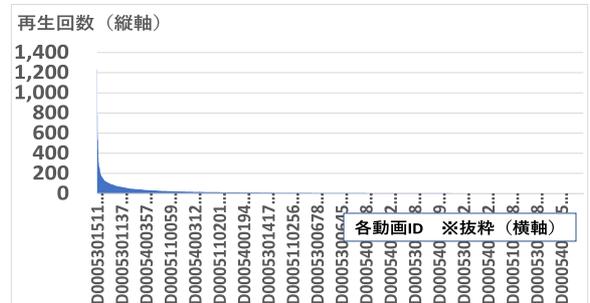


図 11 各動画の視聴回数分布 (りかまっぷ)

Fig. 11 Distribution of views of each video at “Rika Map”.

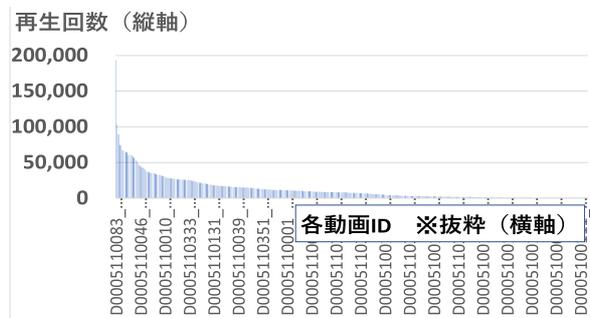


図 12 各動画の視聴回数分布 (NHK for School)

Fig. 12 Distribution of views of each video at “NHK for School”.

っぷ」では、ほぼすべての動画 (97.6%) が視聴されたことが分かる。その一方、「NHK for School」では、13.9%の動画が視聴されている。

「りかまっぷ」と「NHK for School」における、各動画の視聴回数分布を図 11、図 12 に示す。横軸は、各動画の ID を、縦軸は各動画の再生回数を表示している。両サイトにおいて、特定の動画へのニーズが集中したロングテール型の視聴傾向となっている。「りかまっぷ」での視聴回数が最も多い動画から 10 位までを表 4 に示す。

「NHK for School」での視聴回数が最も多い動画から 10 位までを表 5 に示す。

表 6 に、両サイトにおける動画視聴回数と動画再生完了数を示す。動画視聴回数は、各動画の視聴回数の合計である。50%再生完了数は、動画の半分まで再生した回数を表し、100%再生完了数は、動画の最後まで再生完了した回数を表す。「NHK for School」と「りかまっぷ」の両方で視聴された 320 の動画の、50%再生完了割合や 100%再生完了割合の平均の差が有意かを判定するため t 検定を行ったところ、両サービスでの 50%再生完了割合平均の t

表 4 動画視聴回数上位 10 の動画 (りかまっぶ)

Table 4 Top 10 videos watched at “Rika Map”.

動画タイトル	視聴回数
月の形が変わるのは？	1,233
腐 (くさ) らないヒミツ	784
夏休み自由研究	583
人のたんじょう	539
4分でわかる！？ 宇宙 1 3 8 億年	528
月を調べたい！	437
火山の力	393
赤ちゃんの誕生	349
地形を変える火山活動	307
月のかたち	302

表 5 動画視聴回数上位 10 の動画 (NHK for School)

Table 5 Top 10 videos watched at “NHK for School”.

動画タイトル	視聴回数
人のたんじょう	193,415
月のかたち	103,238
台風はどこへ？	89,879
人のたんじょう	74,704
火山の力	74,181
月はどこに？	68,057
食べると…	66,739
夏の星たち	66,587
冬の星を観察しよう	64,478
動物の体	64,265

表 6 両サイトにおける動画視聴回数と再生完了率

Table 6 Number of playback and playback completion ratio of video on both sites.

	りかまっぶ	NHK for School (理科クリップ)
動画視聴回数	44,200 回	4,983,301 回
50%再生完了数 (動画視聴回数に対する割合)	18,786 回 (42.5%)	1,599,375 回 (32.1%)
100%再生完了数 (動画視聴回数に対する割合)	838 回 (1.9%)	936,317 回 (18.9%)

値 (自由度 = 638) は 4.84 ( $p$  値 =  $1.62 \times 10^{-6}$ ) であり, また, 100%再生完了割合平均の  $t$  値 (自由度 = 638) は 13.18 ( $p$  値 =  $3.07 \times 10^{-35}$ ) であり, それぞれに有意な差が確認された. つまり, 「NHK for School」での動画視聴の方が, 再生完了割合が高いことが分かる.

次に, サイトにアクセスした際 (ページビュー) に視聴された動画数を表 7 に示す. ここで, 既存の「NHK for

表 7 ページビューと動画視聴数

Table 7 Number of page view and playback.

	りかまっぶ	NHK for School (全教科)
ページビュー	84,794 回	8,585,850 回
動画視聴回数	44,200 回	26,285,178 回
動画視聴回数/1 訪問	0.52 回	3.06 回

表 8 「りかまっぶ」内の動線分析

Table 8 Traffic Line Analysis within “Rika Map”.

行動	回数
トップページ訪問回数	84,794 回
トップページでの学習アイコンクリック数	121,057 回
トップページから学習順序画面への遷移数	49,221 回
学習順序上での関連学習アイコンクリック数	34,378 回
学習順序上の「先で学ぶ」学習アイコンクリック数	15,653 回
学習順序上の「学び直し」学習アイコンクリック数	18,725 回
学習順序遷移時の学習アイコンクリック数 (1 回のアクセスで, どの程度学習順序をたどっているか)	約 3 アイコン
学習順序画面での動画クリック数	44,200 回
学習順序画面の学習順序上の関連学習アイコンに遷移してから再生した視聴回数	20,654 回

School」の番組・クリップ検索画面での「理科」に限定したページビューは, 既存のログシステムから取得できないため, 動画視聴回数は, 「理科」に限定せず「NHK for School」全体における動画視聴回数とする.

既存の「NHK for School」では, 1 訪問あたりの動画視聴回数が 3 回以上となっている一方, 「りかまっぶ」では, 訪問した際, 約半数が動画を視聴していないことが分かる.

## 5.2 「りかまっぶ」における行動分析

本項では, 「りかまっぶ」内での利用者の行動分析結果を示す. 表 8 は, 「りかまっぶ」にアクセスした後の動線結果を表している. 表 8 から, トップ画面にアクセスした際, 平均約 1.4 の学習アイコンをクリックしていることが分かる. そのうち, 約 40%が学習順序画面への遷移につながっている.

学習順序画面では, 「先で学ぶ」学習内容が選択された回数は 15,653 回で, 「学び直し」の学習内容が選択された回数は 18,725 回と, 学び直し方向にたどることが多かった.

なお、学習順序画面に遷移した際、たどる学習アイテム数は平均すると約3アイテムだった。これは、学習順序を形成する学習項目を、「学び直し」もしくは「先で学ぶ」方向に3つたどっていることを意味している。また、学習順序画面での動画再生回数の約半数が、学習順序上の他の学習項目に遷移してからの再生回数になっている。つまり、学習順序が視聴回数の増加および幅広い動画視聴に寄与していることが分かる。このように動線分析を可能とした理由は、4.4節に示したログ設計により、UUIDと学習IDや動画IDを関連づけて蓄積したためである。

## 6. 考察

表3から、「りかまっぷ」では、NHKが保有する動画に対して幅広く、つまり網羅的にアクセスされていることが分かる。これは、表8にあるとおり、学習順序画面に遷移した49,221回のうち、学習順序上で関連する学習項目に遷移した回数が34,378回で、そこから20,654回の動画再生につながっていることから、他の学習項目への遷移によるものだと考えられる。また、平均して3アイテムまで学習順序をたどっている。このように、学習順序という軸上に動画を配置することで、動画コンテンツどうしを意味のある関係性を明示しながら柔軟に提示したことで、関連動画への幅広いアクセスを実現し、結果として網羅的なコンテンツアクセスを実現している。学び直し方向への動線の方が、先で学ぶ方向への動線より、約1.2倍多くなっているが、デザインによる影響なのか、学習意図を持った動線なのかはA/Bテストやインタビュー調査等の追加調査が必要である。

一方で、表7から、1訪問あたりの動画視聴数は、「りかまっぷ」より既存の「NHK for School」の方が約6倍多いことが分かる。また、動画の再生完了割合も、表6に示す通り、両サービスでの50%再生完了割合平均のt値(自由度=638)は4.84 ( $p$ 値 =  $1.62 \times 10^{-6}$ )であり、また、100%再生完了割合平均のt値(自由度=638)は13.18 ( $p$ 値 =  $3.07 \times 10^{-35}$ )であり、それぞれに有意な差が確認され、「NHK for School」での動画視聴の方が、再生完了割合が約10倍高いことが分かる。キーワード検索により得られた動画提示の場合に、幅広い映像コンテンツへのアクセスは実現できていない一方で、検索結果として得られた動画を長く視聴している結果となっていることが分かる。

さらに、図11および図12で示されているように、ロングテール型の視聴傾向から、特定の動画へのニーズがあることが分かる。表4や表5から、それは、生物や地学に関する動画であった。

## 7. まとめ

動画が膨大に増える中、より多様なコンテンツへのアクセスを増やすため、既存のキーワード検索に変わる動画へ

のアクセス方法を実現するデータモデルを提案した。本論文では、学習順序を軸とし、その軸に動画を連携するデータモデルに基づき、学習指導要領から抽出した学習順序に、NHKの動画を関連づけた構造化データを生成した。さらにその構造化データを活用し、教育向けWebサイトである「りかまっぷ」を開発した。「りかまっぷ」利用者は、理解に応じて学び直すことや先で学ぶ内容に円滑に進み、そのうえで動画を視聴することができる。この学習順序という意味のあるつながりを明示した動画提供を評価するため、既存の「NHK for School」での利用実績と比較を行った。

比較検証した結果、従来のキーワード検索による動画視聴ができる「NHK for School」では、動画コンテンツへの網羅的なアクセスは実現できていない一方で、最後まで動画を視聴する割合が高く、より長く動画を視聴している傾向が得られた。一方、学習順序をたどりながら関連動画を視聴できる「りかまっぷ」では、各動画への視聴時間は短い一方で、ほぼすべての理科動画がアクセスされていた。この網羅的なコンテンツアクセスは、学習順序という軸を介したことで実現されていることが分かった。映像コンテンツへのアクセスや視聴数や視聴時間を増やすという目的において、従来のキーワード検索型の映像コンテンツ提示と、本論文が提案するデータ構造に基づく関連コンテンツ提示を組み合わせることで、より長い動画視聴時間と、より網羅的な動画へのアクセスを実現できると考えられる。

今後、「りかまっぷ」が、幅広い視点を養う教育上の効果にも貢献できるのか、実際の小学校や中学校での検証を行う。また、軸となる学習順序上に、動画だけでなく、その他の教材コンテンツやニュース記事等を連携することもデータ構造上可能であるため、「りかまっぷ」の拡張を検討していく。さらには、学習順序を高等学校の指導要領に拡張していくことや、学習順序自体を別の構造に入れ替えたサービス開発等にも取り組み、映像コンテンツサービスの発展に貢献する。

謝辞 「りかまっぷ」におけるコンテンツ提供方法の分析に関する研究は、日本放送協会との共同研究により実施した。関係者には謹んで感謝の意を表する。

## 参考文献

- [1] Gomez-Uribe, C.A. and Hunt, N.: The netflix recommender system: Algorithms, business value, and innovation, *ACM Trans. Management Information Systems (TMIS)*, 6.4: 13 (2016).
- [2] 赤塚淳一: ブロードバンドの動向と技術 IV 4, ブロードバンド・インフラにおける情報通信の動向 4, 2 ブロードバンド社会におけるセマンティックウェブ技術の展望, 画像電子学会誌, Vol.33, No.2, pp.250-256 (2004).
- [3] 宮崎太郎, 山田一郎, 三浦菊佳, 松井 淳, 宮崎 勝, 住吉英樹, 加藤直人, 田中英輝: 検索ワードに合わせた推薦理由単語の抽出, 第76回全国大会講演論文集, 2014(1), pp.39-40 (2014).
- [4] 木村彰吾, 林 貴宏, 尾内理紀夫: 類似理由の提示機能

- を具備した類似動画検索システムの構築, 第 49 回プログラミング・シンポジウム予稿集, pp.97-106 (2008).
- [5] 是津耕司, 田中浩也, 池田新平, 金星 鏞, 田中克己: Web 上での散策行動を支援する周辺情報提示機構, 情報処理学会研究報告データベースシステム (DBS), Vol.2003, No.71 (2003-DBS-131), pp.343-350 (2003).
- [6] 村上直至, 伊東栄典: 動画投稿サイトで付与された動画タグの階層化, 研究報告数理モデル化と問題解決 (MPS), Vol.2010, No.17, pp.1-6 (2010).
- [7] 井手一郎, 木下智義, 高橋友和, 孟 洋, 片山紀生, 佐藤真一, 村瀬 洋: 大量ニュース映像を対象とした時系列意味構造に基づく情報編纂手法の提案, 人工知能学会論文誌, Vol.23, No.5, pp.282-292 (2008).
- [8] 浦川 真, 藤沢 寛: 構造化データにより教育向けアプリケーションに連携した映像コンテンツの利用検証, 映像情報メディア学会技術報告, Vol.42, No.11 (2018).
- [9] 清水康敬: 学習対象メタデータ (LOM) 付与による教育用コンテンツの共有と流通, 情報処理, Vol.46, No.6, pp.677-683 (2005).
- [10] 福山隆雄, 作野達哉, 渡邊重義: エネルギーを主軸とした理科学習カリキュラムの系統化: 光電池を用いて, 愛媛大学教育学部紀要, Vol.57, pp.101-111 (2010).
- [11] NHK for School, 入手先 (<http://www.nhk.or.jp/school/>) (参照 2018-04-06).
- [12] りかまっぶ, 入手先 (<http://www.nhk.or.jp/school/rikamap/>) (参照 2018-04-06).
- [13] 小学学習指導要領 (理科), 入手先 ([http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/youryou/syo/ri.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/syo/ri.htm)) (参照 2018-04-06).
- [14] 中学学習指導要領 (理科), 入手先 ([http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/youryou/chu/ri.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/chu/ri.htm)) (参照 2018-04-06).
- [15] 浦川 真, 宮崎 勝, 山田一郎, 藤沢 寛: 学習指導要領にもとづくコンテンツの体系化手法の研究, 人工知能学会研究会資料, SIG-SWO-038-03 (2016).
- [16] RDF 1.1 Turtle, 入手先 (<https://www.w3.org/TR/turtle/>) (参照 2018-04-06).
- [17] RDF 1.1 Semantics, 入手先 (<https://www.w3.org/TR/rdf11-nt/>) (参照 2018-04-06).
- [18] RDF 11 Query Language, 入手先 (<https://www.w3.org/TR/sparql11-query/>) (参照 2018-04-06).
- [19] RDF 11 Property Paths, 入手先 (<https://www.w3.org/TR/sparql11-property-paths/>) (参照 2018-04-06).



浦川 真 (学生会員)

長崎大学. 2003 年横浜国立大学工学部卒業. 2005 年同大学大学院環境情報学府修士課程修了. 同年日本放送協会 (NHK) に入局しセマンティック Web 技術を活用した映像メディアの高度化に従事. 2018 年からアクセンチュア株式会社にてメディアコンサルタントとして従事. 同年から長崎大学大学院工学研究科にてメディア・データ処理技術の研究に従事. 修士 (情報学).



松瀬 尚

日本放送協会. 1995 年神戸大学法学部卒業. 1998 年から株式会社 ATR 知能映像通信研究所客員研究技術員. 同研究所 Art & Technology Pt. にて, ニューラルネットワークリアルタイム動作計測等を用いたメディアアートの制作に従事. 2001 年日本放送協会入局. 制作ディレクターとして, 各種教育番組, 創作素材提供サイト「NHK クリエイティブライブラリー」等の企画・制作に従事. 2016 年から制作局青少年・教育番組部チーフ・プロデューサーとして, 学習コンテンツ提供サイト「NHK for School」を統括.



中村 貴子

日本放送協会. 1989 年早稲田大学第一文学部卒業. 同年日本放送協会に入局し, 主に情報番組の制作に従事. 2016 年から教育番組・コンテンツの開発に着手. 2018 年から編成局編成主幹として教育ジャンルの番組・サービスの全体設計を担当.



荒井 研一 (正会員)

長崎大学. 2004年信州大学工学部情報工学科卒業. 2006年同大学大学院工学系研究科博士前期課程修了. 2010年同大学院総合工学系研究科博士課程修了. 博士(工学). 以来, 情報セキュリティに関する研究に従事. 2011年より東京理科大学理工学部嘱託助教. 2015年より長崎大学大学院工学研究科情報工学コース助教. 電子情報通信学会, 日本応用数理学会各会員.



小林 透 (正会員)

長崎大学. 1985年東北大学工学部精密機械卒業. 1987年同大学大学院工学研究科修士課程修了. 同年NTT入社. 以来, ソフトウェア生産技術, 情報セキュリティ, データマイニング, Web技術等の研究開発に従事. 2013年から長崎大学大学院工学研究科教授. IEEEシニア会員, 博士(工学). 本会シニア会員.