

「単元マップ」の開発思想と機能紹介

Core Concept and Functionality of “Unit Map” Page

安齋 利洋[†]

Toshihiro ANZAI

[†] システムアーティスト

System Artist

unxi@ja2.so-net.ne.jp

概要

教科の単元は、複数のカテゴリーの重なりの中にある。たとえば社会科のある単元は、ある地域、ある時代、上位の単元、他教科のある単元に関連づいている。単元マップは、現場で設計された教材の視点から、教科の組み入った知識構造を発見的に見渡し可視化する環境である。その設計思想を紹介する。

キーワード：単元マップ、知識構造の可視化

1. はじめに

単元マップシステム（以下、単元マップ）は、協調学習の授業研究コミュニティが作成した約 3,000 の開発教材[1]を、教科の単元構造とともに、視覚的な地図として配置することを目的に開発された。

単元は、複数の小単元の集合として中単元、その集合として大単元というように階層構造に整理することができる。また単元は、社会科であれば地域や時代、数学であれば関数や図形のような概念的なカテゴリーに振り分けることができる。教材は、こうした単元のどれかに紐づけて整理することができる。

もし学習者の学習の順序性や構造に大きく影響する教材や単元が、木構造のように単純な階層性を持つものであれば、単元マップも単純なものでよい。しかし実際には、教材は、異なる単元を横断的に串刺しにすることもある。とりわけひとつのテーマを多角的な視点の複合としてとらえる「知識構成型ジグソー法」[2]において、教材は多数の単元要素に関連づきやすい。教材はたんに単元の下位構造として配置されるだけでなく、単元の非階層性を浮き彫りにし、教科地図全体の再配置を促すこともある。

このように単元マップが対象とする教科知識は、いくつもの構造が輻輳している。その組み入り方は、教科によって非常に異なる。そのため単元マップは単一の階層に整理できない組み入った知識構造を手探りで解いていく機能を、インタラクティブなシステムとして構成している。本稿では、単元マップが知識構造の柔軟な再配置を実現するために試みたアイデアと実装を紹介する。

2. 単元マップの機能

単元マップの諸機能のうち、知識構造の柔軟な再配置にかかわるものを、システム内の用語を提示しながら説明する。

カード

単元、教材などマップに現れる要素をカードと呼ぶ。グラフ理論におけるノードにあたる。カードはテキストを保持し、データベースのレコードとして「名前＝値」形式の情報が埋め込まれる。また、カード自身の見栄えを決めるスタイルや、カードのデータやカード間の関係を書き換えるスクリプトをメタ情報として埋め込むことができる。

リンク

カード間の矢印をもった接続をリンクと呼ぶ。グラフ理論における有向エッジである。リンクには、強いリンク、弱いリンク、潜在リンクの3段階があり、その使い分けは次節で述べる自律レイアウトで機能を発揮する。

自律レイアウト

単元マップシステムは、カードの内容やリンク構造を対話的な手作業で編集することができる。単元マップの特徴は、そうした編集作業のあいだ、自律レイアウトが動的に働き続けることである。自律レイアウトは、反発力やばねを模した力学モデルと、生物の習性を模した生物モデルが同時に複合的に働く。ユーザーは、仮想的な素材の物性・習性を思考の補助とすることができる。

力学モデル

カードは互いに接近すると反発力が働き、カード同士が重なって隠し合わない距離を保つ。

リンクにはばねの物性が与えられ、反発しあうカー

ドを引き留める。

リンクの型, すなわち, 強いリンク, 弱いリンクは, 内容的な関係性の強度として使い分けられるとともに, 自然長と弾性で設定されるばねの強さの強弱でもある。たとえば, 単元の木構造をつなぐばねは強く, 遠い単元をつなぐばねは弱く設定できる。潜在リンクはばねをもたない。

生物モデル1 (走性とマグネット)

走性 (タクシス) は, 生物が特定の刺激に誘引され運動する走性を模倣する。誘引体として点と線分が設定でき, 線分は水平, 垂直のほか, 傾斜を与えることができる。なお誘引体は, ユーザーの直感に訴えるためマグネットという名称で説明されている。

走性を組み合わせることで, 検索結果の集合を空間的に分離することができる。図 1 は, カード群を A と B と C の走性で引き付けているが, 中心に A と B と C を含むカードが集まる。A と B の中間には, A と B を含み C を含まないものが集まる。

後に示す図 5, 図 6 は, 強い走性によって中単元の島が誘引された状態である。このあと走性が弱められても, おおまかな配置は維持される。

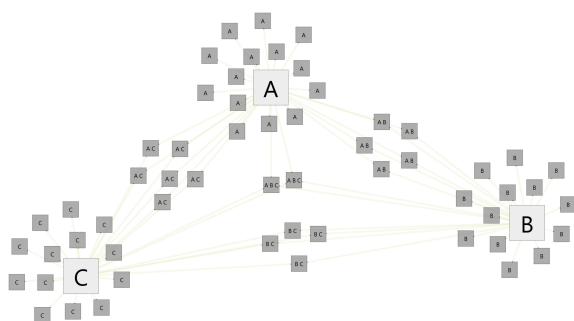


図 1 走性による検索結果の空間的分離

生物モデル2 (群性)

グループとして設定されたカードは, 同じグループに属するカードが接近した場合の付着性を決めることができる。密着, あるいは一定のギャップを設定できる。

生物モデル3 (アンタングル)

リンク同士が重なって見づらくなならないように, 交差を解消する習性を与えることができる。リンクの線の交差が判定されると, リンクにはストレス値が蓄積し, 値が数値を越えると交差を解消する方向にカード

を再配置する動作が発動する。再配置が別の交差を生じさせると, 連鎖的に反応がひろがる。この動作によって, もつれたリンクはしだいに少なくなり, 構造によっては完全に整頓される (図 2)

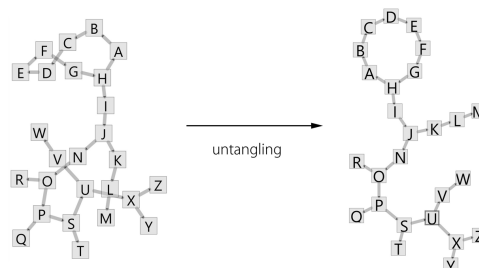


図 2 アンタングル機能

ハブ

ハブは複数の子カードをリンクし制御する親カードで, 配下のカードに対して走性, 付着性などの習性を与える。また, カードの内容やリンク構造, 習性の強度などのパラメーターを操作するスクリプトを実行する。

検索子

カード群の内容を検索し, ヒットしたカード群とリンクするハブを検索子と呼ぶ。検索対象の絞り込みや, 複数のキーワードを AND, OR, NOT でつなぐ検索条件式を設定できる。

検索子が配下のカードと結びつくリンクは, ばねをもたない潜在リンクが設定され, 直接には力学モデル上の力を及ぼさない。そのかわり, 配下に対して走性, 群性を与えて動きや配置に作用する。たとえば, 学年フィールドに「小学校 5 年」が含まれる大単元を横一列に並べるハブを作ることができる。

ルーラー

複数の検索子を規則的に配置したセットを, ルーラーと呼ぶ。単元マップは, カードの保持するデータベースを表編集するスプレッドシート機能を持ち, ルーラーはそこから自動的に生成される。(4. 作業過程 2. 参照)

3. 作成過程 1. 準備

高校社会科歴史での実作業をもとに, 単元マップ作成過程の概略を示す。

プレーン単元マップ

図 3 は学習指導要領をもとにした高等学校社会科歴史の単元構造を取り込んだ、単元マップの未加工な状態である。この情報は、マークダウン形式で記述されたテキストから取り込まれている。

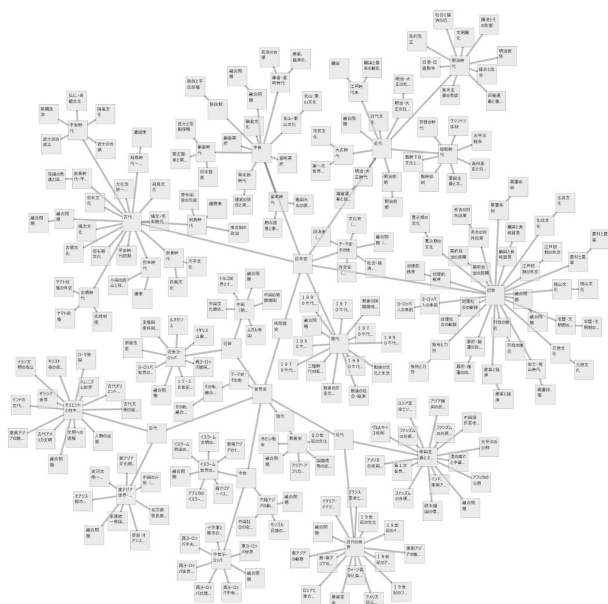


図 3 プレーン単元マップ

教材とのリンク

図 4 は、プレーン単元マップに開発教材を結びつけ、さらに後述の切り分けが行われた状態である。単元と教材のリンクも、マークダウン形式で記述されたテキストから取り込まれる。開発教材のデータは、学譜システム[3]の API から取得される。

4. 作成過程 2. 再配置のための戦略

プレーン単元マップ（図 3）は、強いリンクで結合したひと塊の木の構造である。木構造に隠れている局所的な部分の関係を可視化するには、部分同士が自由に近づいたり遠のいたりする自由度が必要である。

その前準備として、3つのリンクの型を用いる。単元マップは、文字の連結が語、語の連結が文を構成するのを比喻として、強いリンクで結合した塊をワード、弱いリンクで結合したワードをセンテンスと呼んでいる。潜在リンクはばねをもたず、薄い色の線で表示され、センテンス間の連結や後述のハブの連結に用いる。

プレーン単元マップは、「教科」を根とするワードとして塊をなしているが、ここで例示する作業では、「教

科」に束ねられる大単元から中単元までのリンクを潜在リンクに変更し、中単元ごとのワードが自由に配置を変えられる状態にしている。

対象となる構造によっては、切り分けられたワードをさらに切り分けてセンテンス化することも可能である。

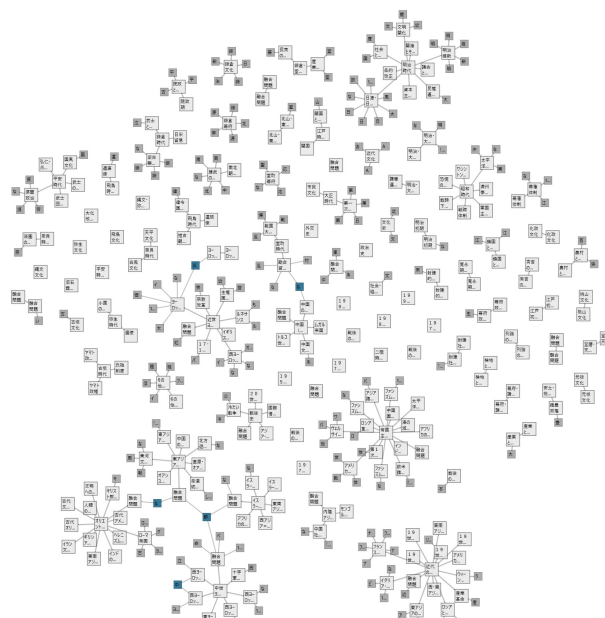


図 4 ワード、センテンスに切り分けられた状態

ルーラーによる配置・データベース機能

カードはそれぞれ、たとえば「class=中単元」「grade=小5」「keyword=中世、世界」というように、「名前=値」形式のデータを保持している。単元マップは、これらのデータをスプレッドシートに展開するグリッド機能を持ち、表の上で編集することができる。

表に展開された「時代区分」の列を指し示すと、値の全バリエーションが表示される。この一覧を要素とし、時代ごとに縦線に拘束するルーラーを自動的に作成することができる（図 5）。

同様に「地域」の列から生成された横のルーラーを加え、マップに縦横の配置を与えた結果が図 6 である。

ルーラーはひとつのマップにいくつでも設置でき、効力を一括で切り替えることで、動的的にレイアウトを移行する応用が考えられる。

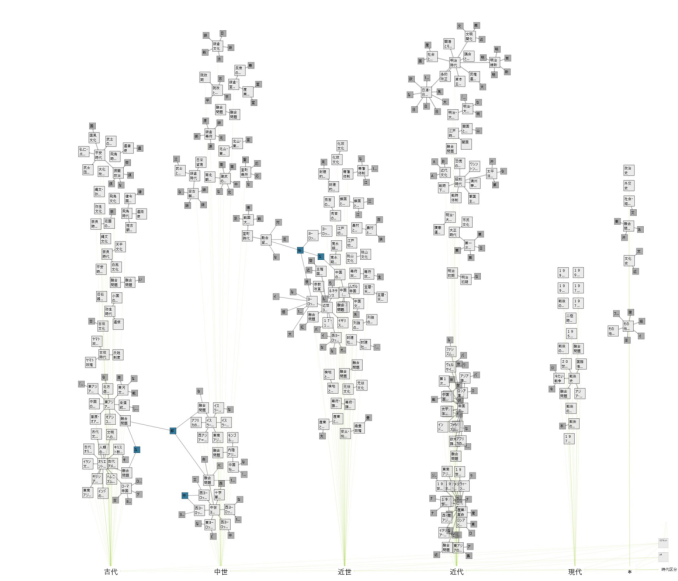


図 5 ルーラーによる配置 (縦)

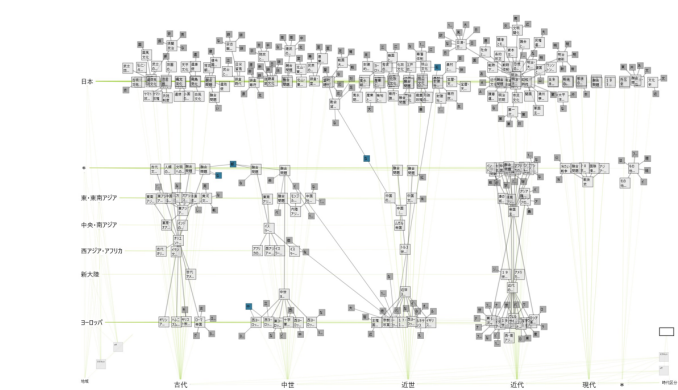


図 6 ルーラーによる配置 (縦+横)

レイアウトの発見的な調整

一つのカードが複数の学年や複数の概念から引かれる場合、合成された安定点に引かれる。また、ひとつの連結したカード群が複数の走性によって股裂き状に引き裂かれてしまうことがある。これは、走性の強さを調整することで妥協点に折り合うことができる。

また、ある教材は複数の単元に紐づくことがある。教材へのばねを介して、木構造の末端同士が間接的に引き合い接近する様子が図 4～図 6 から見てとれる (黒い小さいカード)。このような結節点を結び目と呼んでいる。結び目は、構造的に遠い枝葉に配置された単元間の関係を表現する。結び目にかかわるワード、センテンスの構造を見直すことで、不自然なレイアウトを解消できる場合がある。

単元マップは、グラフ構造による配置と走性による配置が緩やかに干渉し合うことによって、混み合った構造を整理しつつ、整理しにくい特異的な構造を可視

化する。

5. 作成過程 3. 最終調整

見やすさを念頭においたいくつかの工程を経て、マップは完成する (図 7～9)。

走性と群性による調整

末端の房を走性や群性によって整理し、単元を特徴づけることができる。これは、マップの視認性を大きく向上させる。

スタイルの付与

単元、教材などのクラスごとに、カードの大きさ、枠の太さ、フォントの大きさなどを指定するスタイルシートが適用される。

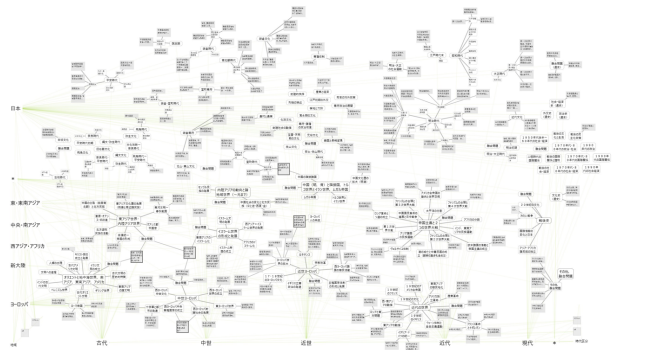


図 7 配置が完成した単元マップ 全体

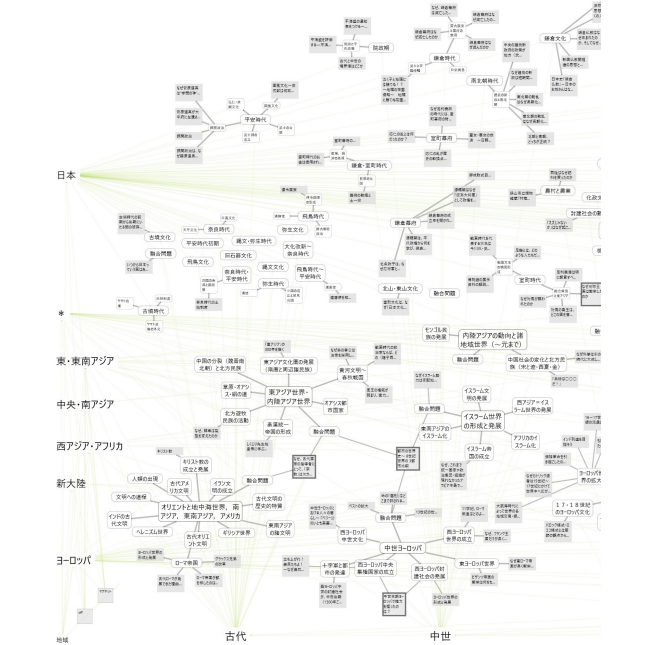


図 8 配置が完成した単元マップ 部分1

6. 来歴と課題

筆者は、1992 年から連画と呼ぶアートプロジェクトを通して、構造的なコラボレーションを企画・実践・研究してきた。また、2002 年からは連画の延長としてカンブリアンゲームを開始した。カンブリアンゲームは、作品に連なる作品が、連鎖し分岐する構造をもち、コラボレーターは成長する木の構造をウェブサイト上のマップとして共有する[4].

カンブリアンゲームサーバーは、マップを自動的にレイアウトする機能をもつ。マップイメージを共有することによって、句の連鎖からなるフローの概念が参加者のなかに芽生える。またグラフ構造の上では遠い枝葉が、マップ上で近傍になることがあり、それが新たな発想を誘発することもある。マップはたんに視認性を向上する仕組みとしてだけではなく、マップのない状態では生じようのない創発性をコラボレーションにもたらす効果が確認できる[5].

単元マップは、カンブリアンゲームのこうした知見を活かし、自動レイアウトアルゴリズムを踏襲しつつ大幅に刷新して開発した。単元マップにおいても「マップのない状態では生じようのない創発性をコラボレーションにもたらす効果」を目指している。

単元マップは、4.節で述べたようにマップそのものを調整しながら配置する作業のなかに創発的な気づきがある。これにはある程度のスキルが必要になる。教材を作り利用する現場の教師が、より容易にその効果を楽しめる環境を作るのが当面の課題となっている。

文献

[1] CoREF（一般社団法人教育環境デザイン研究所 CoREF プロジェクト推進部門）（2022）“自治体との連携による協調学習の授業づくりプロジェクト（令和3年度報告書）協調が生む学びの多様性第12集一人ひとりの語りで描く学びの軌跡と未来-』CoREF, <https://ni-coref.or.jp/archives/19055>.

[2] 三宅なほみ（2011）“概念変化のための協調過程—教室で学習者同士が話し合うことの意味—”, 心理学評論, Vol.54, No.3, pp. 328-341.

[3] 白水 始・伴峰生・辻真吾・飯窪真也・齊藤萌木（2019）.“協調学習の授業づくり支援のための「学譜システム」開発.”, 『情報処理学会論文誌』, 60(5), 1201-1211.

[4] 安斎利洋,（2006）“カンブリアン文書に関するカンブリアン文書”, 現代思想, Vol.34- 2, No. 2006, pp. 240-245.

[5] 寺尾麻里,（2016）“連想文学の生態：カンブリアンゲームにおける作品創出の構造”, Juncture 超域的日本文化研究, Vol 7, pp.164-180

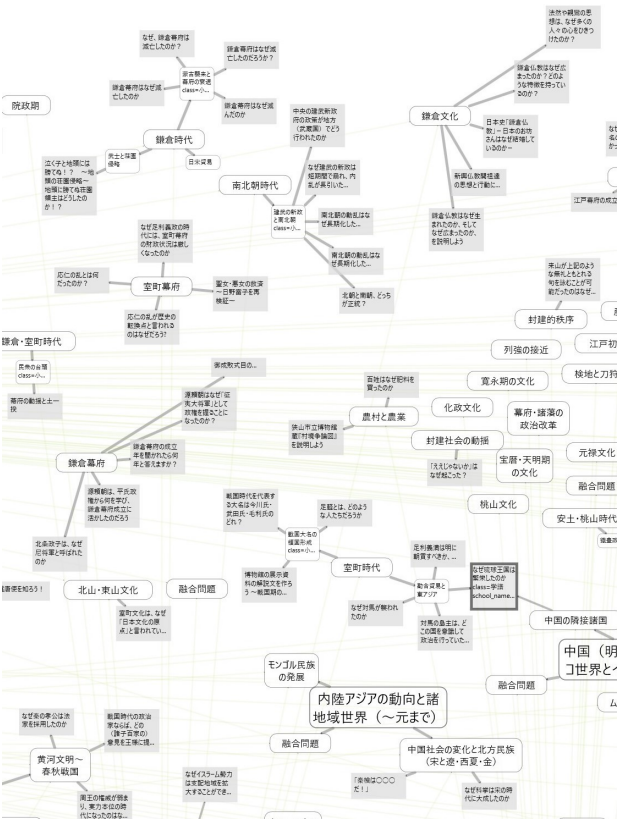


図 9 配置が完成した単元マップ 部分2

ウェブ出力

単元マップ上で作られたマップは同じ編集ソフトウェアで閲覧することを前提に設計されているが、静止した単元マップをウェブ上で閲覧することができる。ウェブ上の単元マップは、学譜システムの開発教材ページへのクリッカブルリンクを保持している(図10).

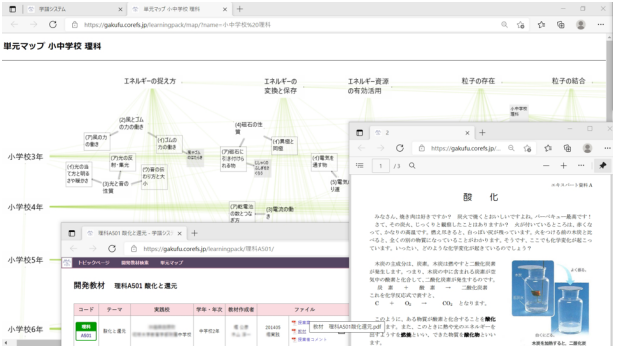


図 10 ウェブ上の単元マップから開発教材を参照 (小中学校算数・数学)