

子どもの知識構造モデル描出手続の解明 —言語表現に見いだされる諸要素関連に関する記述方法の検討—

飯島敏文

【キーワード】知識，構造，発話テキスト

はじめに

本研究は、社会科授業における子どもの発話テキストから、子どもの認識に登場する諸要素の関連構造を描出することを目的とする。授業の中で交わされる発言の記録から子どもの知識の構造を示すと思われる要素を抽出し、その要素間の関連構造を描くことで、子どもの知識構造を可視的に描出することが可能であると考ええる。本稿ではとくに言語表現に見いだされる諸要素の関連をどのように記述するのかを検討し、記述方法の提案を行っている。

子どもの発話は言語表現として明示されている。したがって、たとえば名辞と名辞を接続詞によって結合すればその構造が描けるはずである。しかし、子どもの知識構造を一義的に描出できるとは考えない。いくつもの構造記述の方法があり、それら方法ごとに表現可能な要素、表現しにくい要素があると考ええる。したがって本稿で示す記述方法は、考え得る幾つかの記述方法の一つであると同時に、構造記述の一つの提案であるというスタンスをとる。

子どもの知識構造モデル描出手続の解明

筆者は以前より授業記録より発言の構造記述を試みており、汎用性の高い図式化手続にアプローチしている。言語表現を多面的に追究するために、筆者が採用するのは巨視的アプローチと微子的アプローチである。

巨視的アプローチでは、授業記録全体（1 コマ、1 単元）をテキスト分析の対象とし、授業内における諸発言の概要を捉え、同時に頻出語と頻出関連の抽出

を行う。また、微視的アプローチでは、関連構造描出に関して、諸科学の関連記述ルールを参照するなどして記述方法を検討している。

ここで言う授業記録とは簡略化された内容を持って記述されたいわゆる実践記録とは異なり、授業内において交わされる子どもの発言、授業者の発言に加え、無意図的に行き交う私語なども含む。これらは聞き取れる限りにおいて教室の多くの子どもたちに共有されていると言える。これらコミュニケーションを可能な限り緻密に記録したものを「授業記録」とする。これは、言い換えれば、聞き取れる会話や判読出来る板書やノートの文字やイラスト、さらにはノンバーバルなコミュニケーションをすべて記録する方針で作られた逐語記録である。これらを授業記録として分析対象に含めている。

筆者が授業記録をこのように「狭義」に捉えることは次のような理由による。商業誌や一般書籍に掲載されている実践記録ないしは実践報告は紙数に制限があるため、考察対象とされていない微細な情報は省略されていることが少なくない。現実の授業内発言は、授業者や子どもの「口癖」のような表現の個性があり、言い淀みや言い直し、さらにはためらいの「間合い」のような部分に、発言者の発言内容に対する自信であるとか、人間関係であるとか、考察内容によっては過剰な、あるいは不要な情報が付与されていることが多い。筆者のアプローチはこのような一見過剰で不要と思われる発話に、発言を構造づける要素を見いだしていくものであるため、聞き取れる限り忠実に逐語記録化された授業記録を用いる必要がある。

こうした授業記録を用いて、筆者は巨視的アプローチにおいて授業の内容を分析し発言の概要や頻繁な言葉や関連性を調べる一方、微視的アプローチにおいては頻繁に使われる言葉や関連語の構造を明らかにする方法を、科学的な記述ルールを参照しつつ検討している。

雪の多い土地の暮らしにある雪おろし

具体的な授業実践に見いだされる事例を引用する。用いた授業記録は飯島敏文 1989 で考察対象とされている「予想をたてる力をきたえる-雪の多い地方の人々のくらし-」である。図 1 及び図 2 は、雪の降らない土地の子どもたちが新潟のくらしを予想した話し合いから抽出したキーワードの関連図である。飯島 1989 ではこの実践と別の実践を対照させて、子どもから遠い事象の認識に当たってその土地に暮らしている「生活者」を媒介にするかしないかの違いが「認識の質」を左右することを論じている。

「雪おろし」という作業は、冬季に雪国で頻繁に行われる作業である。文字通

り屋根に積もった雪を地上に降ろす作業であるが、字面からイメージするよりはるかに負担の多い作業である。日本の太平洋岸から瀬戸内にかけての人口集中地域は多くても一日 10 cm 程度の降雪が見られるだけであるが、日本海側の多雪地帯ではそれが 100 cm を超えることも珍しくない。積雪量に至っては数百 cm に及ぶ。このような地帯は豪雪地帯と呼ばれるが、豪雪のレベルもさまざまである。筆者の出身地である長野市と隣接する新潟県妙高市には一日の降雪が 210 cm という記録がある。非山岳地帯において世界一の降雪と認定されている。

100 cm、200 cm という積雪は何を意味するのか数値に基づいて考えたい。積雪の重さについて、国土交通省「建築基準法における積雪に関する基準について」によれば、「積雪 30 cm の場合、 600 N/m^2 (約 61 kg 重/m^2)」として算出するのが基本である。しかし、多雪地帯ではこれと異なる基準を用いることも可能とされている。なぜならば一般に日本における多雪地帯の雪質は重く、この基準の 1.5 倍ほどの質量を持つからである。参考までに、210 cm の積雪であれば、 $61 \text{ Kg} \times (210 / 30) \times 1.5 = 640.5 \text{ Kg}$ となり、 1 m^2 あたりの重さが 640 Kg であるから、仮に 100 m^2 (30 坪余り) の屋根であれば全体に架かる荷重は 64 トンを超える計算になる。現実的にしばしば発生している 100 cm の積雪でも 30 トンを超える荷重であり、普通乗用車 20 台分の荷重に屋根が耐えられるはずがない。そこで一晩に 1 度ならず 2 度 3 度の雪おろし作業が必要になるのである。

雪おろしという「大変な作業」を一軒の住人のみで担うのはかなりの負担であると想像される。そこで授業においては、「雪おろし」を手伝い合うのか、家ごとに行うかについての話し合いが展開することになった。

大きく分けて、二つの意見が提起された。図 1 と図 2 である。両図の左上にある「雪おろし」という中心的概念が、手伝い合うか、一軒一軒でするかという選択肢と結びつく。両図の場合は「早い」という価値観によって判断がなされ、1 人でするより早く終わるから手伝い合うという考え方と、誰もが早く済ませたいと思っているからどちらの家を先に雪おろしするかでもめることもあるため 1 軒 1 軒で行うという考え方もある。この場合の構造図の描出を試みた。

両図とも考え方としては「雪おろし」を「早く」すませたいものとして認識している点は共通である。ただし、手伝い合うかどうかについては判断が分かれる。手伝い合えば早く終わるのは自明である。だから手伝い合っているとするのが図 1 の考え方である。手伝い合えば同時に複数軒の屋根の雪おろしができなくなるため、雪おろしの「順番」という新たな要素が生じてくる。どの家から降ろすのかもめることもあるだろうから、手伝いあいはいできないというのが図 2 の考え方である。

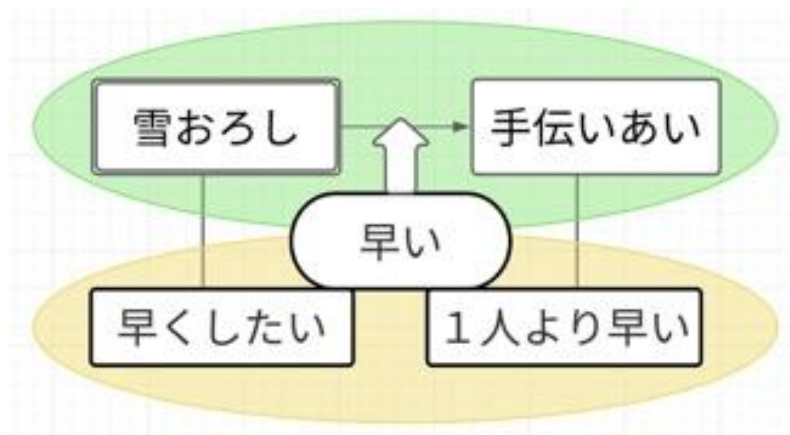


図 1 雪おろしは手伝い合ってる

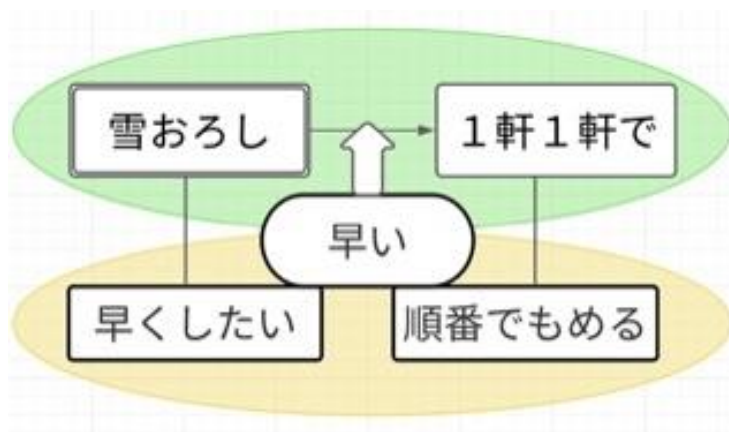


図 2 雪おろしは 1 軒 1 軒でする

上記図 1 及び図 2 のような思考の構造をどのように捉えることができるだろうか。「作業を早くすませたい」という価値観、「早い」という要素が共有されながら異なる思考構造によって異なる結論が導かれる様態をどのように記述することができるだろう。

分子共有結合の記述

たとえばメタン分子は炭素原子に 4 つの水素原子が結合する構造である。水素原子は正四面体構造をなす。図 3 は立体形状を単純化したものである。

これを二次元平面上に、構造式や電子式（図 4）として描くこともできる。

図4は各水素原子が2個の電子を共有し、最外殻電子が2になる様態を示す。電子を共有する共有結合である。注1

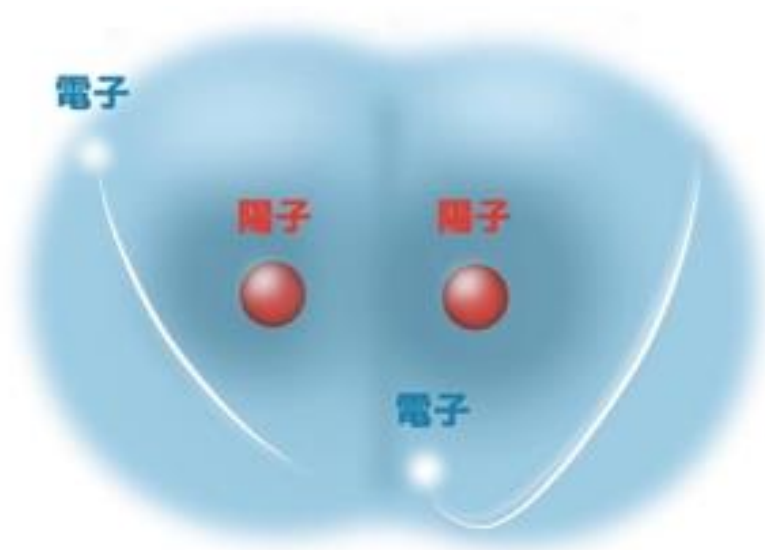


図3 水素分子モデル

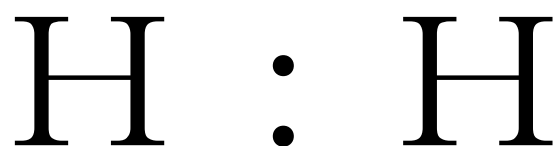


図4 電子式

飯島敏文 1989 に示される概念構造図にある共通の概念を「共有電子対」に置き換えて概念の関連図を示したものが図5である。結合の様態は分子の性質や分子を形成する原子の特徴、すなわち文脈や概念の意味によって定まる。各図はひとつの観点から見た現実を表現している。

知識や経験は要素の相互関連で成立する複雑な存在であるゆえ、その関連図には明確な描出ルールが必要である。知識の要素（原子）があり、要素間の関連（共有結合、単結合等）が想定される等、構造図に関連の描出が可能である。分子の描出手続を敷衍すると、子どもたちの知識や経験等不可視のものを様々な知見を手がかりに視覚化した「知識構造図」が描出可能となるはずである。発表者が取り組んでいるのは知識や経験の構造を明示的に記述する手立てである。

「雪おろし」という「中心的概念」が、「手伝いあい」もしくは「1軒1軒で」という異なる「周縁的概念」に結びつけられるとき、分子結合の「共有電子対」の役割を担っている要素があるのではないか。それを仮に「早い」というキーワードであると仮定すれば、「雪おろしは早くすませたい」という価値観と「雪おろしは手伝い合うと早く終わる」という判断を結びつけるはたらきを為すのが「早い」というキーワードになる。これが図1の論理構造である。「雪おろしは早くすませたい」という価値観と「手伝いあいをするためにはどの家から取りかかるか順番を決める必要が生じてきてもめることもある」という判断を結びつけるのもまた「早い」というキーワードになる。これが図2の論理構造である。

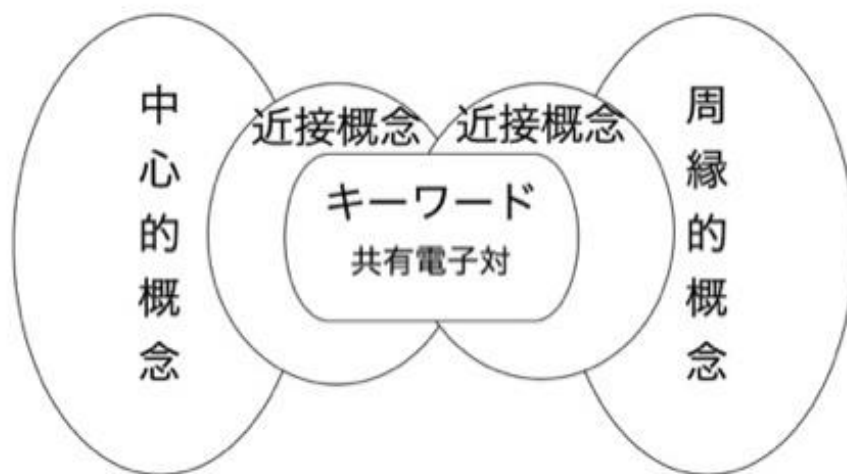


図5 概念の関連図

時系列データ・多次元データの描出

伊藤 2018 が示すように、日常生活には階層構造で描出可能な事象が多数あり、飯島 2021 の事例も空間的レイヤーを時間軸で重ねた階層構造であった。空間的レイヤー内にはツリー構造の要素関連を見出すことができるが、関連の描出方法にはさまざまな課題が見いだされた。伊藤 2018 が指摘するように、同じ接続構造を持つネットワークに対して複数のノード配置がありうること、関連構造を無造作に描出すると視認性の低い構造図しか得られないこと等の課題に直面したのである。これにより諸要素の「描出ルール設定」の必要性を意識するに至った。可視的な関連構造図の描出には、描出ルールの明示が不可欠であると考ええる。

KH Coder を用いたテキスト分析—巨視的アプローチ

KH Coder によりテキストデータの計量テキスト分析を行うことができる。たとえば、テキストデータに含まれるワードの検索や、出現頻度の多いワードを抽出する「頻度表」の描出である。

多変量解析によって、共起頻度が高いワード群や、同一ワードを含むテキストグループをチェックすることができ、データ中に含まれるキーワードを特定し、あるいは文章の主題を抽出する手がかりとなる。

テキストデータ中に出現するワードの出現回数を調べ、最頻出ワードを当該テキストにおける中心概念として設定することができるが、それに加えて、発言中の出現回数をカウントすることや、幾つの発言にそのワードが登場したかをカウントすることもできる。さらに、どのような言葉が特定のワードと同じ発言に共起したかを視覚的にとらえるために共起ネットワーク図（図6）を作成することが可能である。共起ネットワーク図の作成は中心的にはたらく幾つかの概念を抽出するのに有効であり、分析者の解釈以前に「中心的概念」や、「周縁的概念」あるいは、それらに関連付けられるキーワード群を抽出するのに役立つであろう。

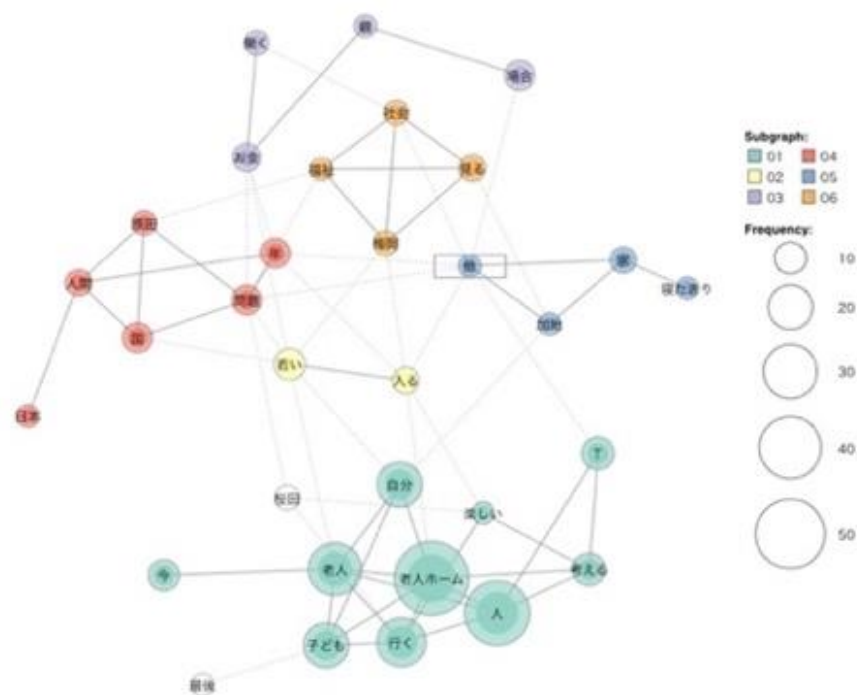


図6 共起ネットワーク図

また、同じデータを用いて脳の神経回路をまねたモデルとしての自己組織化マップ(図7)を描出することもできる。こうしたアプローチによってワード相互の新たな関連を探ることが可能となる。



図7 自己組織化マップ

要素と作用を可視化する描出ルールの設定

本研究では、ひとまとまりの知識に関わり、経験や教材の内にある諸要素や学習活動において生じる諸作用を抽出し、それらの要素や作用に想定される関係を記述しようとする。その上で、諸要素及び諸作用の相関関係の有無や強弱を考慮し、さらに因果関係や時系列を組み込んだ座標軸を想定することで知識の三次元的構造の解明を追究する。このことによって可視的描写を可能とする描出ルールを解明することへのアプローチとする。

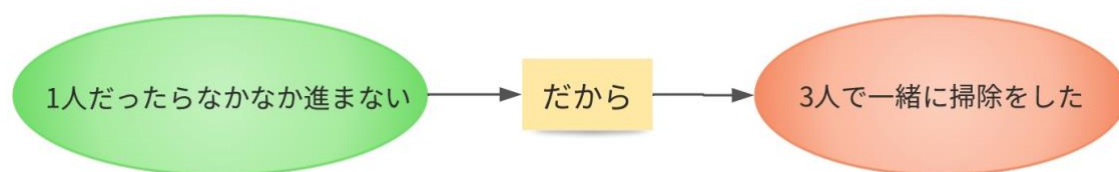


図8 発話テキストからの抽出

この図8では「3人で一緒に掃除をした」という事実が「1人だったらなかなか進まない」という経験的事実に裏付けられていることがわかる。「だから」という接続詞を矢印やベクトルに表すことが可能である。

子どもが持つ認識構造の一部から概念の構造を抽出することはさほど困難ではない。いったん構造を抽出できれば、次の段階として、新出の要素が既存の認識構造に関連づけられる様相や、既存の認識構造が話題などの文脈に影響を受ける様相を記述することが可能になるはずである。その記述は平面上だけに描ききることができるものではなく、おそらく3次元空間を必要とするであろう。

たとえばメタン分子は炭素原子に4つの水素原子が結合する構造を持つ。ここで描かれるように水素原子は正四面体構造をなしていると考えられている。

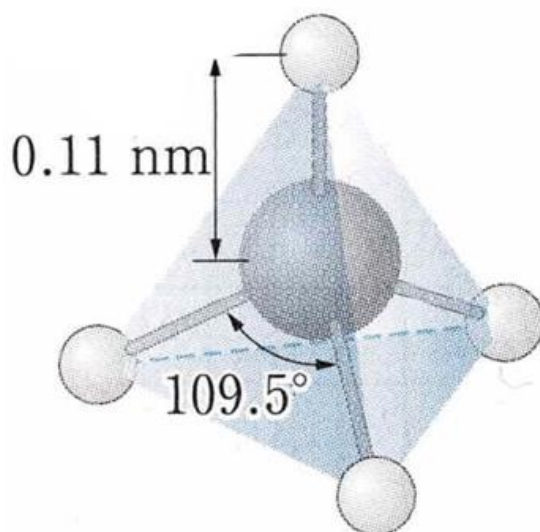


図9 メタン分子のモデル

立体形状を図式化すると、図10のように平面上に描くことができる。これは現実の描き方の1つだが、図9にあるような形を見ることはできない。

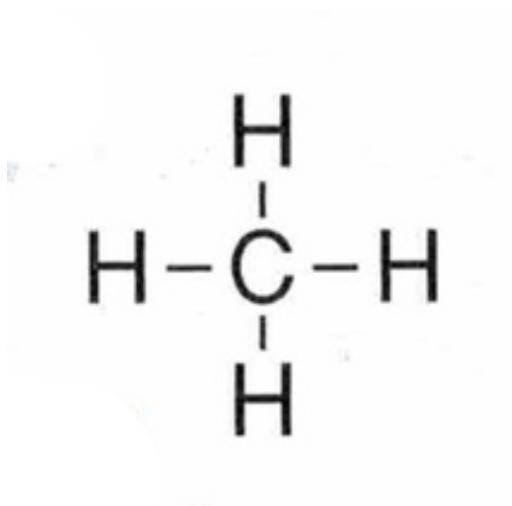


図 1 0 メタン分子の構造式

現実の描き方の 1 つとしては、図 1 1 にあるような電子式もあり得る。各原子の間に 2 個の電子が共有結合されていることを示す。これは結合の仕組みが表現できるが、正四面体は表現できない。

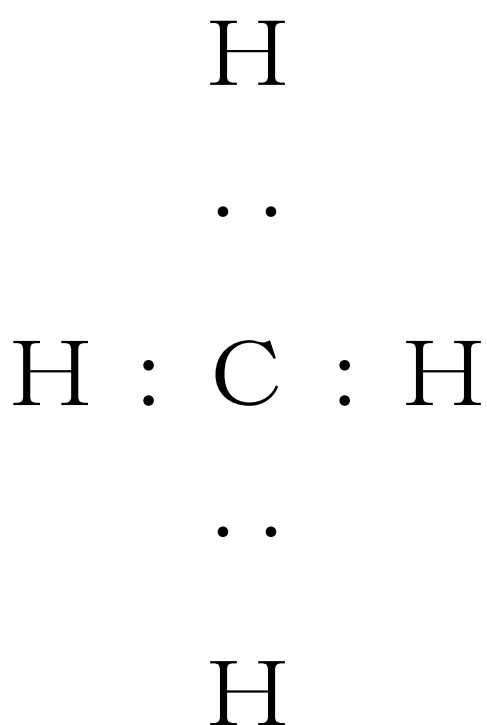


図 1 1 メタン分子の電子式

図 1 2 にあるような構透視図もあり得る。平面上に立体形状が表記できる

が、電子式のように結合の仕組みは描かれない。かつて筆者が考察した郷土の可変性に照らして考えると、郷土との関わりで得られる認識の関連構造は、このような立体形状であるばかりでなく、動的で可塑性ある様相を示すはずである。認識がマルチメディアな媒体でもたらされることを踏まえ、言葉や画像等で子どもの発言から認識の要素を緻密に抽出することで、認識構造をリアルに描き出すことが可能になるのではないかという仮説を提起したい。

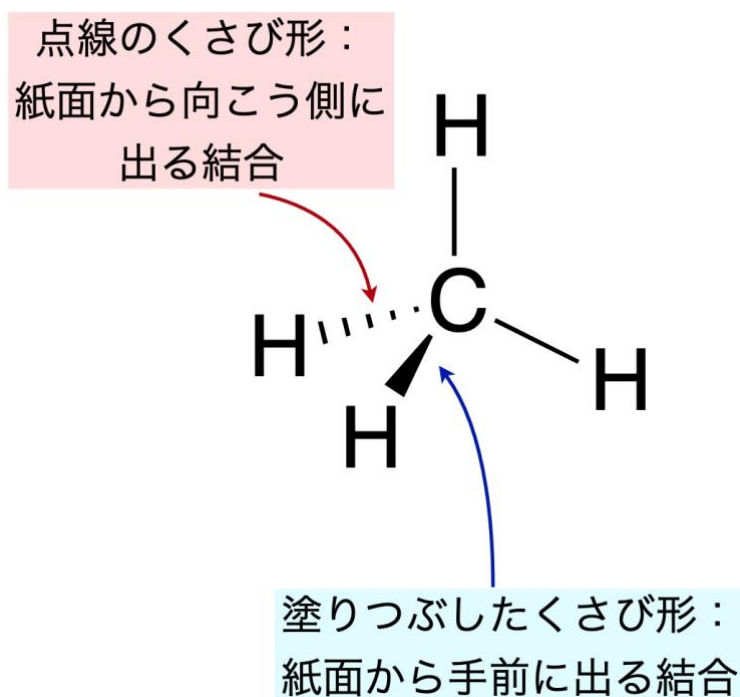


図 1 2 メタン分子の透視図

G I G A スクール構想の前倒しは学習活動への I C T 機器導入を進展させた。一般に、子どもの経験は言語で表現されるものより広く、厚みがあり、曖昧さを宿す。経験に裏付けられない認識は明快であったとしても、核のない情報群に過ぎないかも知れない。情報環境の存在が大きいほど、認識の核として自らの感覚器官で獲得した経験が重視されるべきであると考ええる。認識成立の過程には、子どもが日常生活の中で得てきた諸経験が構造に反映される機会と諸様相があるはずである。こうしたことを勘案しつつ、郷土の事物や事象に関わりをもつことで成立する認識の構造を記述する手続をどのように定めればよいのか、そしてどのような記述が可能であるのかということを研究上の問いとして持つ。諸レベルの構造図・概念図が提案されている。筆者は先行研究を検討する中で、郷土における直接的経験と獲得される知識の関係記述に関しては新たな提案の余地があるにとらえるに至った。諸要素・諸要因の抽出プロセ

ス、要素間の線分や矢印の定義、普遍性抽出プロセスの記述等の点については、飯島 2018 でいくつかのモデルを提案している。

知識や経験は要素の相互関連で成立する複雑な存在であるから、関連図には明確な描出ルールを必要とする。知識の要素（原子）があり、要素間の関連（共有結合、単結合等）が想定される等、構造図に関連の描出が可能である。ここに分子の描出手続を援用すると、子どもたちの知識や経験等、不可視のものを様々な知見を手がかりに視覚化した「知識構造図」が描出可能となるはずである。

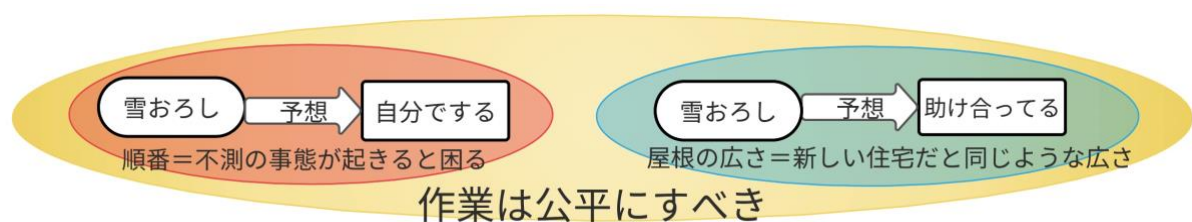


図 1 3 公平という価値観をベースとして文脈ごとに判断

左辺右辺は同一児童の発言です。児童は「公平性」を重視している。「順番において公平性を欠くと困る」という文脈に沿うと図 1 3 左辺の予想になる一方で、「屋根の広さに差がなければ仕事量は公平で支障ない」という文脈に沿うと図 1 3 右辺の予想になる。ベースにある価値観は不変だが、文脈によって結論が変容する。文脈が、論理の構造に一定の力を働かせ認識の変容を生む。こうした差異と変容の現象から普遍的特徴を見いだせるのではないか。

筆者は、ひとまとまりの知識に関わり、経験や教材の内にある諸要素や学習活動において生じる諸作用を抽出し、それらの要素や作用に想定される関係を記述しようと試みた。その上で、諸要素及び諸作用の相関関係の有無や強弱を考慮し、さらに因果関係や時系列を組み込んだ座標軸を想定することで知識の三次元的構造の解明を追究し、このことによって可視的描写を可能とする描出ルール解明へのアプローチとしたい。

【注】

1) 「予想をたてる力をきたえる-雪の多い地方の人々のくらし-」、社会科の初志をつらぬく会編『考える子ども』第 30 回記念夏季集会特集号所収 1987 年、70 頁～ 82 頁。

2) 国土交通省 建築基準法における積雪に関する基準について

<https://www.mlit.go.jp/common/001030519.pdf>

<最終閲覧 2023 年 3 月 25 日>

3) 飯島敏文「子どもの生活空間の質とそこで成立する経験・認識の質との関連性の郷土教育論的考察－自分から空間的に遠い事象に関する子どもの認識のあり方の分析を通して」(名古屋大学教育学部紀要-教育学科-, 1989 年 3 月)

4) 飯島敏文「直接的経験を基盤として構成される知識構造モデル描出アプローチ II - 三次元空間への『知識形成ベクトル』の投影による構造描出アプローチ-」(郷土教育オンライン第 2 号、2021 年 3 月)

5) 伊藤貴之『意思決定を助ける 情報可視化技術-ビッグデータ・機械学習・VR/AR への応用』(コロナ社、2018 年)

6) 樋口耕一他『社会調査のための計量テキスト分析－内容分析の継承と発展を目指して【第 2 版】』(ナカニシヤ出版、2020 年) 参考文献 本文 MS 明朝 10.5pt

7) 分子の構造図について下記サイトを参照した。物質構造化学研究所

<https://www2.kek.jp/imss/news/2020/topics/0331Spin6/>

<最終閲覧 2023 年 3 月 25 日>