

深い学びのための理科授業設計支援システムの活用

Using of Support System of Science Class Design for Authentic Learning

松原 道男

MATSUBARA, Michio

金沢大学

Kanazawa University

[要約] 本研究においては、新学習指導要領において重視される「深い学び」の実現に向けて、人工知能の研究も取り入れた知識や思考の観点から、授業設計を支援していくシステムの開発とその活用法を明らかにすることを目的とした。システムは VB.NET を用いて、中学校第 2 学年「気象とその変化」の単元を対象に作成した。システムに具体的な文章やキーワードを入力すると、単元における知識の関連性やイメージが表示され、学習内容のつながりや展開がイメージできるものである。それをもとに授業設計を行っていく方法について示した。

[キーワード] 深い学び, 理科授業設計, 連想記憶モデル, 自己組織化マップ, イメージ

1. 問題の所在

新学習指導要領の重点事項として「深い学び」があげられる。深い学びについては、主体的な問題解決の授業を通して、教科の見方・考え方を働かせるといった授業方法や、深い学びになっているかの確認方法などが示されている（文部科学省 2017）。一方、深い学びとは、たとえば知識や思考の面から学習者がどのような状態になったことかなど、その定義は明確に示されていない。定義が明確でなければ、具体的な授業展開を考えるのが難しくなる。

そこで、これまでの研究においては、人工知能に関する研究を参考に、知識や思考の観点から、「深い学び」では次の点が必要になることを示してきた（松原 2018 印刷中）。

- ・ある事象に対して、具体（自然）－イメージ－抽象（言語）の 3 つの知識レベルがお互いに関連をもつようにすること。
- ・ある事象の知識に対して、関連する知識、とくに根拠や意義、有用性に関わる知識が結びつくこと。

そして、これまでの研究においては、これらの知識の関連を示すことにより、深い学びのための授業設計を支援するシステムの開発を行っ

てきた（松原 2017）。

2. 研究の目的

本研究では、これまでに開発してきた授業設計支援システムを用いて、「深い学び」のための授業設計を行う方法について明らかにすることを目的とした。とくに、中学校第 2 学年「気象とその変化」の単元を対象にした。

3. システムの概要

システムは、A社の中学校教科書をもとに、テキストデータおよび画像データを素データとして、連想記憶モデルおよび自己組織化マップを用いて知識の関連を示すものである。システムでは、授業内容に関するキーワードや文章を入力すると、次の内容が表示される。

- ①関連する単語が想起され、それらの関係がイメージマップ形式で表示される。
- ②入力されたキーワードや文章に関連した知識が、自己組織化マップによって表示される。その際、知識の具体から抽象のレベルおよび知識のカテゴリーがわかるように表示される。カテゴリーは、a：一般的な説明のみ、b：根拠や理由を含む、c：有用性や意義を含む、d：イメー

ジを含む, e: 具体物がある, f: 観察・実験を含む, の6つである。

③②の表示については, 関連するイメージや具体物がある場合は, その画像も表示される。

4. システムの活用例と考察

システムを起動すると, まず図1に示したトップ画面になる。「記入」のところ「気象とその変化」に関する任意のキーワードもしくは文章を入力する。たとえば, 湿度の求めかたについて, どのように展開を考えるかといったときに「湿度の求め方」と入力する。キーワードでもよく, 図1には「寒冷前線」というキーワードを入力した例を示している。

右下のレンジは, 「0~10」の段階のトラックバー(スライダー)を用いて設定する。これは人間において, 関連する知識の想起は, そのときの状況によって変わってくることに対応するものである。レンジを高くすれば, 一般的に想起する知識は多くなる。

ここでは, レンジを「1」にして, 「決定」をクリックしており, 関連する知識が図2のようなイメージマップの形式で表示される。入力したテキストが文章の場合は, 自動的に文章が単語に分割され, 同じく関連のある知識が単語によりイメージマップ形式で表示される。単語が近くにあればあるほど関連が強いと解釈できる。図2は, 同じ設定で2回行った結果であるが, 異なる結果が表示されている。これは, 人間においても, そのときによって想起するものが異なるのと同じで, 実行するたびに結果が異なる場合がある。したがって, 何回か繰り返していくつかの結果から, 関連する知識を見ていくのが



図1 システムの起動画面

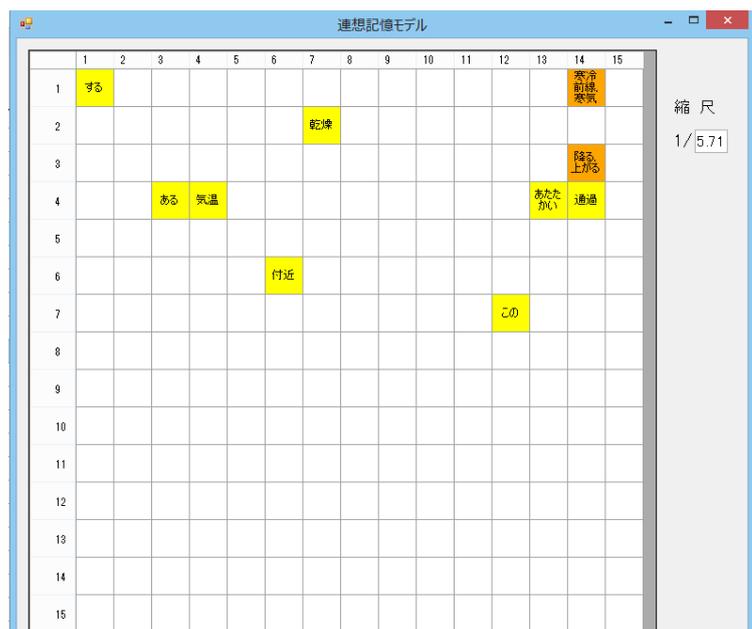
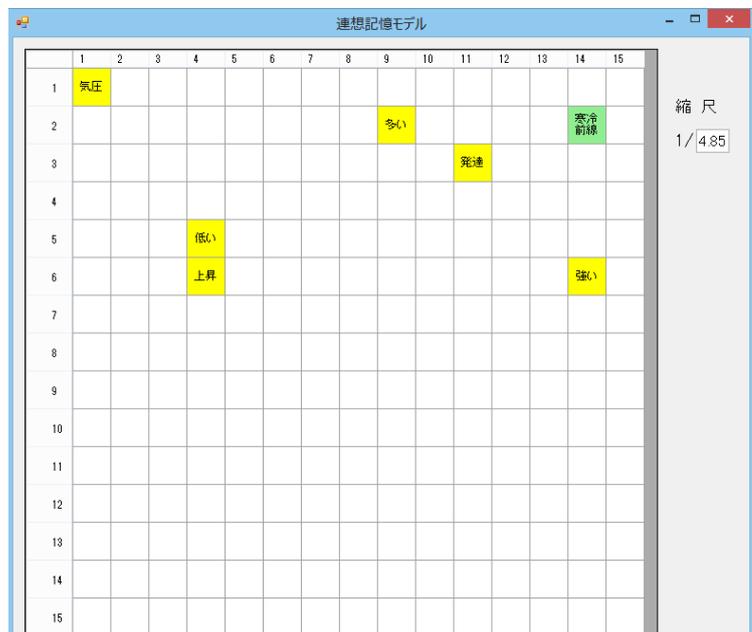


図2 連想記憶モデルによる関連する知識の想起

よい。図2の結果からは、「寒冷前線」に関連して、「発達」「多い」「強い」「気圧」「低い」「上昇」といった想起が見られる。このことから、発達するといった変化や強さ、気圧が低いこと、上昇といったことなどを関連づけてイメージすることができる。たとえば、寒冷前線の発達における天気は、気圧の変化などの関連を生徒に考えさせていくことが必要ではないかと考えられる。

また、「寒気」「降る」「上がる」「あたたかい」「通過」「乾燥」「気温」「付近」といった想起が見られる。このことから、寒冷前線の通過から、寒気や気温、湿度などを関連づけてイメージすることができる。たとえば、寒冷前線の通過によって、気温や湿度の変化を生徒に考えさせていくことが必要ではないかと考えられる。

このように、キーワードや文章から、それに関連する知識のイメージをもつことにより、授業展開について、いくつかの場面を設定して考えることができるといえる。

次に、同システムにおいては、図3で示した

自己組織化マップも同時に表示される。これは、先に表示された連想記憶モデルで、想起された知識も含めて、それらの内容と関連する内容を近くに表示するものである。マップの「●」で示された位置が、最も関連する知識となる。各カテゴリーの知識は、セルの色分けによって示される。近くにある色のついたセルどうしは関連が強いといえる。

色のついたセルをクリックするとその知識が右上に表示される。また、関連して図があればその下に表示される。図3は、「●」のセルをクリックした結果である。図3のセルは、「イメージ」のカテゴリーである。したがって、想起されるテキストは、図3に示されたいくつかの単語となる。また、寒冷前線の寒気や暖気、雲の様子を図が表示される。ここでは、教科書の図のため加工した図で示している。

周辺のセルとして、A～Fの記号を図3に示しているが、それぞれのセルをクリックすると次の内容が右上に表示される。まず、一般的な説明として、システムでは「宣言的知識」と表示



図3 知識のレベルと関連を示す自己組織化マップ

しているが次の結果が表示される。

- A：温暖前線では、長時間広い範囲で雨が降り、通過後は気温が上がる。
- B：寒冷前線が通過するときには、強い雨が短時間せまい範囲で降り、通過後は気温が下がる。
- C：シベリア気団は冷たく乾燥しているが、日本海側に大雪をもたらす。
有用性を含む知識として、次の内容が表示される。
- D：外に干した洗たく物は、晴れていればよく乾くし、雨が降っていれば乾きにくい。
根拠を含んだ知識として、次の内容が表示される。
- E：温暖前線付近では、暖気が寒気の上にはい上がるようにして進むので、前線面の傾きがゆるやかで、広い範囲にわたって雲ができる。したがって、雨の降る範囲は広く、降る時間も長い。温暖前線の通過後は、南よりの風になり、気温が上がる。
- F：寒冷前線付近では、寒気が暖気を押し上げるように進むので、前線面の傾きは急で、強い上昇気流を生じる。このため、積乱雲が発達して、強いにわか雨になることが多く、雷や突風をとともなうこともある。しかし、雲のできる範囲はせまく、雨の降る時間は短い。寒冷前線の通過後は、北よりの風になり、気温が急に下がる。

以上のように関連する知識が表示される。これらの結果をもとに、授業設計についてたとえば次のように考えることができる。

寒冷前線の学習においては、具体的な事象としては、前線の通過といった前線の移動を考える必要がある。そして、それにともなった気温の変化、雨の降り方に特徴がみられること、さらに、それを寒気や暖気などの立体的な構造から、イメージ的にとらえる必要があることが考えられる。また、具体的な現象が起こる理由について、寒気と暖気の交わりにおける空気の移動が関わっているということを考える必要があ

る。このように、具体的な事象、イメージ、根拠などの抽象的な知識を意識して、これらを関連付けるように学習を設計していくと深い学びにつながるといえる。また、有用性としては、洗濯物の乾燥、さらに暖気や寒気の関係は気団の考え方にも活用できることがあげられる。

以上のことをもとに、深い学びの授業設計について、次のような順序や学習の関連付けを行うとよいと考えられる。

- ・天気の変化の学習は、日常生活において、外出や行事、洗濯物など、いろいろなことと関わってくる。どのように変化していくかを知っておくと役に立つといった有用性をもたせる。
- ・雲のでき方については、気圧変化、温度変化が関わり、それをもとに天気の変化の特徴をとらえることができるといった知識の関連をもたせる。
- ・雨が降るときの天気の要素の変化を気圧変化、気温変化（暖気と寒気）の関係とそのモデルからとらえさせる。
- ・実際の天気の変化について、変化する根拠をモデルから説明させる。

以上のように、有用性の文脈から、具体的な天気の変化を対象に、寒気や暖気を中心とした雲の発生のイメージや、天気の変化する理由などの知識を関連づけることを考えることができる。このように、本システムを深い学びの授業設計のために用いることができる。

参考文献

- 松原道男：関連知識の表示による理科授業設計を支援するシステムの開発，日本教科教育学会第43回全国大会論文集，43，30-31，2017
- 松原道男：深い学びのための理科の授業設計と指導法，金沢大学人間社会学域学校教育系紀要，10，2018（印刷中）
- 文部科学省：中学校学習指導要領解説理科編，3-14，2017