

地理学習における説明構造について

金西 計英† 森本 由香‡ 矢野 米雄‡
 †金沢工業大学 CAI室 ‡徳島大学 工学部

地理の学習を対象に、説明機能を用いたITS構築について検討する。説明は、学習者の対象理解を支援する有効な方法の一つである。地理の演習問題に対する説明の構造について整理をおこなった。説明は、部分的な説明の集合として考えられる。部分的な説明を全体としての説明に構成するための、説明構造について延べる。説明構造を基に説明が生成される。具体的な例として演習問題に関する説明を取り上げた。説明は問題解決の過程を前提としている。4段階の過程に基づいた問題解決がおこなわれ、各過程に対応する部分的な説明が存在する。各過程に対応した説明は、逐次的に提示されることを示した。また、各部分の説明についても述べた。

Explanation Structure for Geographical Learning

Kazuhide KANENISHI† Yuka MORIMOTO‡ Yoneo YANO‡

†Center for CAI, Kanazawa Institute of Technology ‡Faculty of Engineering, Tokushima University

† 7-1 Oogigaoka, Nonoichi-machi, Ishikawa 921, JAPAN

Discussion is made here on the structure of ITS applying the explanation function particularly prepared for geography learning. The explanation function must powerfully help students to more clearly understand their study objects. For this purpose it was first tried to categorically read just how explanations on geographical learning exercises should be constructed assuming that a certain phrase of explanation is always consisted from the group of partial explanations. In order to collect partial explanations to compromise in the form of one certain explanation, each individual explanation should necessarily have a universal nature of construction regardless its content. The explanation function is therefore designed by taking this construction nature into full consideration. The actual example to see how each explanation is proposed in presenting the process of solving an exercise will be self explanatory if one of explanation on any lesson exercises is picked up. It will then be found that one exercise is categorically solved through by stepping 4 different processes. In other words there are 4 partial explanations applying on each one of 4 different processes to solve one exercise indicated one after the other. Details of partial explanations comprising an explanation are also explained hereunder.

1. はじめに

学習の本質を論じるとき、学習を知識の伝達としての側面から捉えることが可能である。学習を知識伝達として考えるならば、説明は目的達成のための有効な手段の一つである。学習中に、説明を用いることによって、学習者への知識伝達がスムーズにおこなわれる。実際、我々は説明を用いて、知識の伝達を試みる。日常生活において、我々はしばしばこのような局面に遭遇する。

高度な学習環境の実現を目指して、現在まで多くのITS（知的CAIシステム）の研究がおこなわれてきた。これらのITSの多くは、学習者への積極的な支援を目的とする。高度に抽象化された学習者モデルの研究されている。洗練された学習者モデルを通して、学習内容の高度化が目指されている。しかし、現状では必ずしもモデルの高度化が学習内容の高度化に結びつくとは言えない。

また、最近ではマイクロワールド等の発見学習に対する感心が高まっている。学習者自身にさまざまな思考錯誤をおこなわせ、原理や法則への発見へ導こうとするものである。より深い教育効果を目指すものと言える。しかし、発見への誘導を機能的におこなうことは困難である。

そこで、学習内容を高度化する方法の一つとして、説明を柔軟に用いることを上げることが可能である。従来のITSの枠組では、説明を積極的に運用する方法に関する提案は、なされてこなかった。しかし、説明は知識を伝達するもっとも基本的な形態である。説明を効果的に用いることにより、成果を得られるものと考ええる。

筆者らは、現在地理学習を目的としたITSの構築をおこなっているが、開発中のITSに説明生成の機能を実現する予定である。地理の演習問題を、学習者の状態に応じて適切に説明を用いることにより、十分な教育効果を得るものと考えられる。

説明を対象にしたITS研究として、柏原の研究が上げられる。柏原らは、電気回路の対象理解を基に、説明が視点によって変化することを示し、説明の変化を効率的に運用する

方法について提案がなされている。筆者らは、地理の演習問題という異なる対象に対する説明の生成と運用についての考察をおこなう。

地理の説明は、多様な説明が可能である。こうした、多様な説明がどのような運用を目的として、生成され、提示されるかを明らかにするため、地理の説明を整理した。整理した結果をもとに、地理の説明の構造に関しての提案をおこなう。

2. 理解

説明を用いることによっておこなわれる知識の伝達のことを、我々は“理解”と読んでいく。説明によって、目の前にある対象を、もの・ことを理解するのである。説明によって知識伝達支援するということを、学習者の対象理解を説明によって支援すると、言い換えることが可能である。

説明によっておこなわれた学習者の理解を、明示的に説明することは、困難である。なぜなら、学習者の内部で説明を受ける前後の知識状態がどのように変化するか、についての明確なモデルを持たないからである。

現在までのところ、理解そのものに関する考察は少ない。そこで、理我々共通に合意しあえる、理解に関する一般的な形態について述べる。

- 1 ある具体的な物理的な現象に出会い、その背景にある物理法則等を理解する。
- 2 工作機械や自動車の操作尾方法について理解する。あるいは、単純な操作の組み合わせによって新しい機能を実現することが可能なことを理解する。

対象問題： (1)-(3)にあてはまる貿易品目名を答えよ。

品目	順位	1	2	3	4
(1)	輸出国 輸出量	合衆国 9,637	オーストラリア 5,300	ポーランド 2,800	ソ連 2,000
	輸入国 輸入量	日本 7,909	フランス 2,295	イタリア 1,905	カナダ 1,567
(2)	輸出国 輸出量	キューバ 675	フランス 300	オーストラリア 255	ブラジル 253
	輸入国 輸入量	ソ連 672	合衆国 270	中国 222	日本 180
(3)	輸出国 輸出量	日本 1,612	西ドイツ 1,458	フランス 675	ベルギー 460
	輸入国 輸入量	合衆国 1,802	イギリス 490	西ドイツ 483	イタリア 460

(1)と(2)は万トン、(3)は千万米ドル *ルクセンブルグを含む
(1):1982,(2):1983,(3):1980

図1 対象問題の例

説明の例

この問題は貿易に関する問題です。各輸出国の中で、特徴的な国について見ていきます。ポーランドについて考えます。ポーランドの有名な生産品目は、石炭、鉄鋼、ライ麦です。次に、オーストラリアについて考えていきます。オーストラリアは、鉱物資源が豊富な国です。オーストラリアの気候区分には、ライ麦の育成に的したものはありません。このことから、生産品目として石炭が上げられます。

図2 地理の説明例

3 電気回路や、エンジンについての、回路の仕組や構造を理解する

4 算数の演習等、さまざまな教材で用意された、問題解決の過程を理解する

我々が、普段理解と呼んでいるものの実体は、複数な人間の知的な活動に分類される。ここでは、4の教材における問題解決に基づく理解を取り扱う。

佐伯によれば、ここで上げた4の理解にあたる教材の理解の存在が指摘されている。VanLhanによれば、問題解決過程は問題理解と探索の二つの下位過程の協働であることが指摘されている。筆者らが、提案した地理の問題解決のモデルの探索以外の過程は、問題理解の過程として捉えることが可能である。広義の問題理解という枠組みを考えれば、説明によつて、地理の問題理解を支援することが可能である。そして、ここでいう問題理解の支援は、探索を除いた問題解決の支援でもある。

3. 地理の説明

本章では、地理の演習問題に対する説明の例を基に、地理の説明がどのように構成されているかを、整理分類する。そして、地理の説明の各構成要素について述べる。

特定領域に依存した説明の構造に関する分類をおこなう目的は、領域へ依存しない説明構造のモデルの考察をおこなうための準備である。

3. 1 説明の例

図1に、地理の統計表を用いた演習問題の例を示す。図2に(1)の問題に対する説明の例を示した。

説明の例から分かるように、(1)の解答である石炭が、どのように導き出されるか、解法の過程を基に順次説明が与えられている。

説明は、複数の文章が集まったものである。さらに、いくつかの文章の集まりが、ある意味のまとまりを持つ。一つの説明の中には、こうしたいくつかの意味を異にするまとまりが集まり、それぞれが相互に関係した構造を持っている。

3. 2 説明の特徴

説明の大きな特徴の一つとして、同一の対象に対して複数の説明の生成を、上げることが可能である。このことは、学習者の状態や、用いられる教授戦略によって、説明が変化させられることによると考えられる。学習者の状態や、教授戦略と言ったものが、説明に対する要求仕様として、説明生成のためのパラメータの一部に対応すると考えられる。説明は、最終的に表現される説明としての形式を、説明に対する要求に対応して柔軟に変化させる機能を持つと言える。

次に説明の変化の例を考える。説明の例をいくつか示す。最初の例は、どちらもポーランドの生産品目に関する説明をおこなっている。しかし、1よりも2の説明の方が、詳細な情報を提示している。

1.ポーランドの有名な生産品目は、石炭、鉄鋼、ライ麦です。

2.ポーランドには有名なシロンスク炭田があります。ポーランドの有名な生産品目は、石炭鉄鋼、ライ麦です。

以上のことから、説明の変化の一つとして、詳細度に関する変化を上げることが出来る。説明の詳細とは、用いられる対象領域知識の探索する範囲と関係している。知識のグレインサイズを変えることによって説明を変化させることと対応している。

詳細度に関する説明の変化以外の例として、次のような説明を考える。1は解法に関する背景にある知識を提示しており、2は背景の知識を適応した結果を提示している。

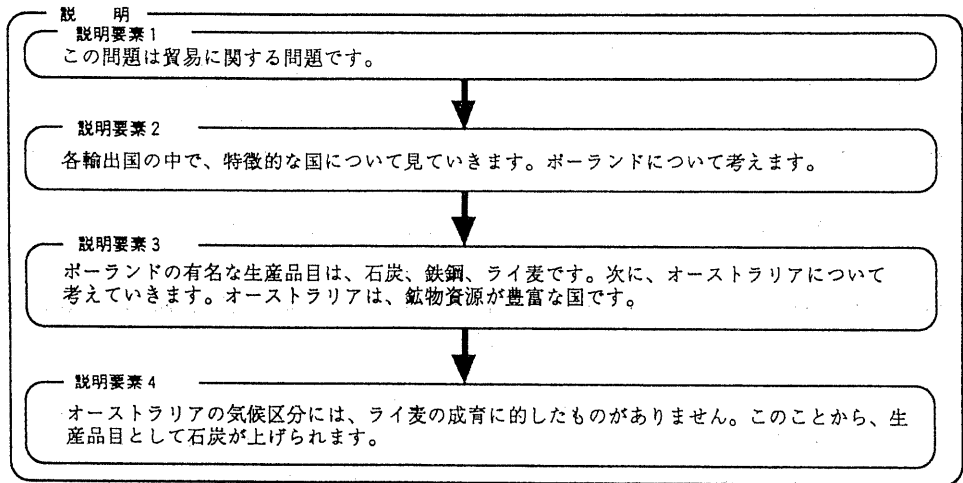


図3 説明の構成

1. 表中の各国の中から特徴的な国について考えます。

2. ポーランドについて考えていきます。

以上のことから、知識の適応状態によって説明が変化することを上げることが出来る。

さらに、図2に示した説明は、簡潔に表現されることがある。

ポーランドについて考えていきます。

以上のような単文だけでも説明として成立することがある。このことは、説明の要求を反映し

た結果と考えることが可能である。説明の構成をどのように制御するかということによって説明が変化すると考えられる。

3. 3 地理の説明の構成

この例から分かるように説明は、いくつかの文が逐次提示される形式を取っている。いくつかの文が並んだ説明も、各文を詳細に検討することによって、その内容によって文章をいくつかにカテゴリ化することが可能である。図2に示した説明文を、カテゴリ化した例を図3に示す。図2で示した説明は、4種類の構成要素に分類されている。これらの構成要素を、説明を構成する要素ということから、説明要素と呼ぶ。この場合の説明要素1から説明要素4までは、逐次的に提示され、この提示順序を入れ替えることは出来ない。説明は、説明全体を構成するための部分的な説明を下位の構成として複数持つ構造を持つことが分かる。

3. 4 問題解決と説明

前節までの考察より、地理の説明が4種類の説明要素より構成されることを示した。さらに、これらの説明要素が逐次提示されることも示した。これらの説明要素の分類と構成は、これまでに我々が提案してきた地理の演習問題の解法過程と対応している。地理の説明が、問題解決過程と対応していることについて述べる。

3. 4. 1 地理の問題解決過程

地理の解法過程のモデルについて図4に示す。問題解決は、問題認識過程、視点設定過程、部分問題生成過程、解の決定過程の4段階を順次経ることによっておこなわれる。

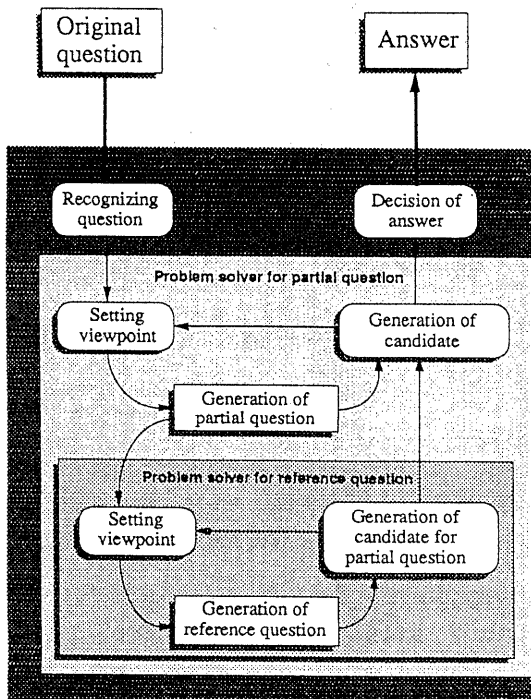


図4 地理の問題解決過程

[問題認識過程]

統計表に表れる項目名等の典型的なペアを調べることにより、問題のタイプを認識することが出来る。統計表を用いた演習問題は、貿易、生産、気候、人口（国家）の領域のいずれかに属する。問題がどの領域に属するかを認識することにより、領域知識の探索の範囲をあらかじめ限定する。探索の範囲を限定することにより、探索を効率的におこなうことができる。

[視点設定過程]

演習問題の解法の最終的なフェーズは、地理の領域知識ベースへの探索として捉えることが可能である。探索を効率的におこなうため、探索を制御する手続きが視点である。視点によって、領域知識への探索が効率的におこなわれる。

図2の(3)の問題は、キューバの顕著な輸出品目が砂糖であるが分かれば、この問題は解けたことになる。統計表は、多くの項目が含まれており、表中の各項目について順次探索をおこなうのが、解法の一番基本的な方法である。しかし、各項目の中で、もっとも特徴的な情報を持つ項目から探索を開始する、という視点を知っているとき、学習者はキューバに視点を設定することが可能である。特徴的な情報の判定として、知識の量の大小が用いられる。

[部分問題生成過程]

設定された視点に基づいて、探索のサブゴールが設定される。このサブゴールの設定を部分問題の生成と呼ぶ。設定されたサブゴールへの探索が失敗した場合は、また新たにサブゴールの設定が試みられる。つまり、部分問題から、部分問題が生成される。

例えば、ポーランドの輸出品は何ですか、ポーランドには鉱物資源が産出しますか、といった部分問題が考えられる。

探索の結果、部分問題の解が見つけられる。この解が、問題の解の候補として蓄えられる。生成された複数個の部分問題を解くことによって、解の候補がいくつか蓄えられる。

[解の決定過程]

最終的に蓄えられた解の候補の中から、解を決定する。解を決定するために、部分問題生成時に確信度の情報を付加しておく。この確信度を基に解を決定する。

3. 4. 2 問題解決過程と説明の対応

図5に問題解決の過程と、地理の説明の関係を示す。図3で分類した説明要素の1から4は、図5の問題認識支援から解の決定支援へそれぞれ対

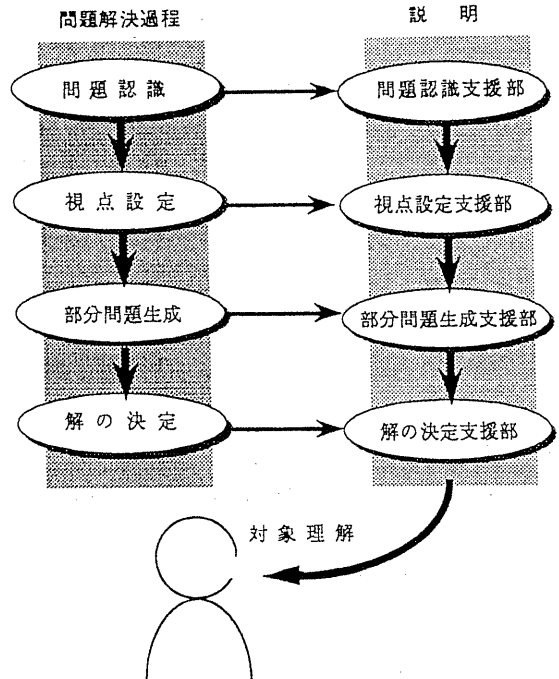


図5 説明と問題解決過程との対応

応している。

地理の説明は、問題解決の各過程に対応した説明を、問題解決過程と対応した順に提示している。

説明要素1は、地理の問題認識支援に対応し、演習問題が属する問題の型を説明している。

説明要素2は、視点設定支援に対応し、どういった視点を適応したか、適応した結果どの項目に着目するかについて説明をおこなう。

説明要素3は、部分問題生成支援に対応し、生成された各部分問題とその探索の結果についての説明を与える。複数の部分問題が生成されたときは、それぞれの探索の結果が解の候補が蓄積されることを説明する。また、部分問題から生成された部分問題についての説明は、一次的な部分問題との差を明確にする必要がある。

説明要素4は解の決定支援に対応し、複数の解の候補が存在するとき解の候補をどのようにして決定するかを説明する。図3の例では、オーストラリアの気候についての説明を与えている。これは、候補ライ麦に対する反証となっている。解の決定に対する説明として、確信度に関するものと、反証等を提示する方法が考えられる。

説明要素の1から4は、順次表示される。これは、問題解決の過程が、逐次的な構成であることから、それに対応した説明の構造も逐次的とな

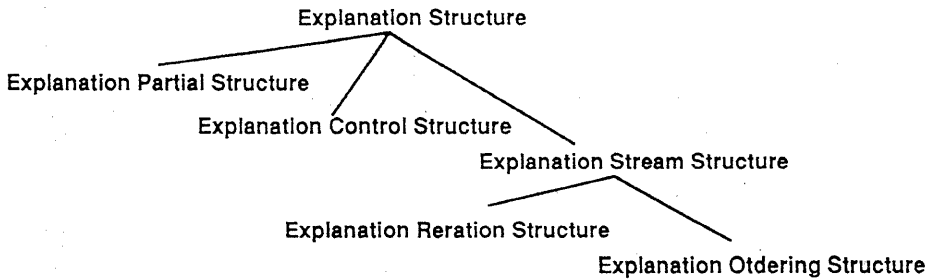


図6 説明構造

ることによる。

4. 説明構造

3章で地理の説明の内容を整理し、考察を加えてきた。次に、地理の説明への考察を基に、説明構造の提案をおこなう。

4.1 説明構造とは

先述までの考察から、地理の説明はいくつかの部分的な説明から構成されることが分かった。また、部分的な説明は、提示順序が一定の形式のしたがつていることもわかった。また、部分的な説明間には、相互の関係に関する属性を設定することが可能である。この属性は、説明の提示に関わる。また、要求に合わせて、詳細な説明を与えたり、大まかな説明をあたえたりする、説明の内容を一定の要求に従って変化させることが出来る。

これらのことは、地理の説明に限ったことではなく、説明一般が持つ性質であると言える。そこで、個々の説明の背景に、説明を構成するための一般的な構造を仮定できると考える。我々は、この説明が持つ一般的な構造のことを、説明構造と呼ぶ。説明構造は、具体的な個々の説明の内容と直接関係ない。説明構造は、説明の構造的な形式を表現する。説明構造は、説明の形式をあたえるものであることから、説明構造を用いることにより我々は、説明文を生成することが可能であると言える。

今までに出てきた、説明構造に関する考察をまとめると、説明構造は説明の構造を規定する形式である。説明構造は、多様な説明の表現を可能とする説明の構造を表した情報の集合である。説明は、この説明構造を基に生成することが可能である。

4.2 説明構造のもつ情報

説明構造に含まれる、説明を制御する情報を分類したものを図6に示す。

〔説明の構成要素に関する情報〕

説明は、複数のサブ構造も持つ。説明構造は、サブ構造の定義をおこなう。サブ構造とは、部分説明のことである。説明を構成するためにどういったサブ構造が存在するか、ということ定義する。

〔説明の構成要素間の関係に関する情報〕

説明の構造を決定するには、サブ構造の順序が定義される必要があるが、順序との決定にはサブ構造間の関係の情報が必要になる。二つのサブ構造、構成要素1と構成要素2を想定し、1と2間が因果関係ならば、1の次に2が必ず表示されなければならない。2が1の先に提示されることは

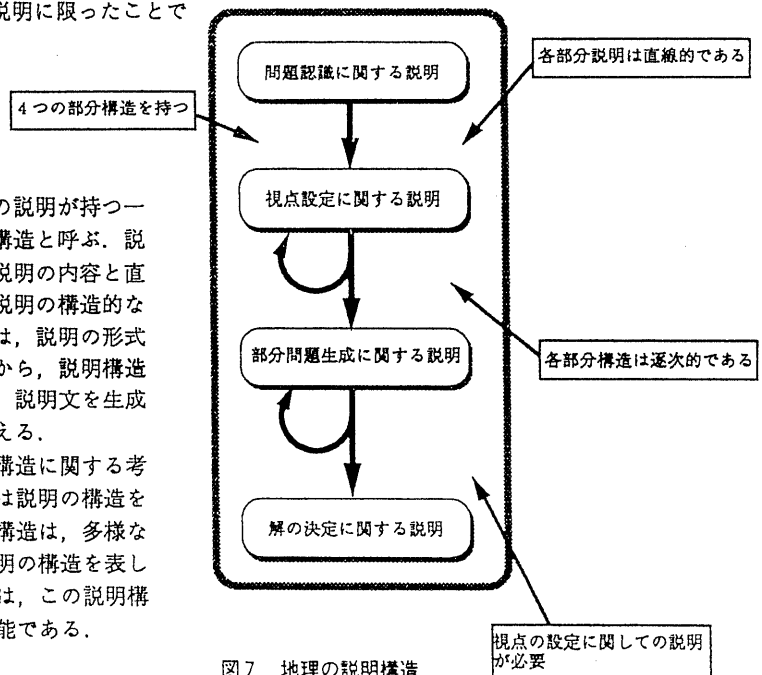


図7 地理の説明構造

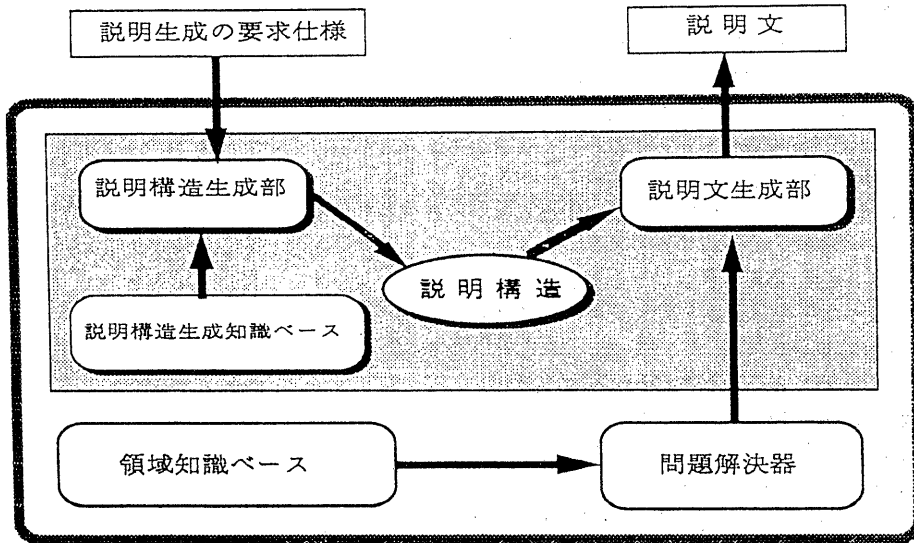


図8 説明の生成過程

ない。1と2が並列関係にあるならば、1と2の提示順序は、2つのサブ構造間の関係についての情報だけから特定されない。

【説明の構成要素間の順序に関する情報】

説明の提示順序は、各サブ構造間の関係に依存する。特定の状況によって、提示順序を切り替える必要がある。並列な関係のサブ構造も、特定の順序で提示する必要があると考えられる。

【説明の構成要素の制御に関する情報】

説明は各サブ構造の状態を繁栄する。サブ構造の説明を詳細におこなう、おこなわないと言ったサブ構造の制御に関する情報を定義しておく必要がある。サブ構造の制御をによって、説明の量が大きく変わることになる。

図7に地理の説明構造の例を示した。地理の説明も、説明構造を基に説明が生成されている。地理の場合は、サブ構造の規定が、問題解決過程と対になっている。

4. 3 説明の生成

最後に、説明構造を用いて説明が生成される過程について述べる。図8に説明構造に基づき説明を生成する過程を示した。説明の生成は、大きく説明構造の生成と、説明構造を基に説明文の生成との2段階の過程に分けることが可能である。

説明構造の生成では、説明に対する要求が入力として、説明構想生成器へ渡される。説明構想生成器では、説明構造知識ベースを基に説明構造を生成する。次に、生成された説明構造が入力とし

て、説明生成器へ渡される。説明生成器は、説明構造に基づき領域知識ベースと問題解決器を制御し情報を得る。こうして得た情報をもとに説明文が出力として得られる。

5. おわりに

知識伝達という観点から学習を捉えれば、説明は効果的な学習方法であり、ITSにおいても説明を有効に用いることによって、学習効果を上げることが可能である。

本稿では、地理の説明の整理を基に、地理の説明が持つ構造を述べた。地理の説明は、地理の問題解決の過程と対応していることを示した。そのなかで、同じ対象に対して、説明が変化して用いられることも示した。

次に、地理の説明を基に、説明には構造を表現する一般的な形式が存在することを述べた。この説明構造から説明を生成することについても述べた。説明構造をもとに説明を生成する過程のモデルを示した。

今後、説明構造の詳細なモデル化が必要である。とくに、説明構造を用いて説明が生成される過程について、地理を例を、プロセスを明示することを検討している。一層、詳細な分類をおこなわなければならない。

参考文献

- [1]Wenger, E.: "*Artificial Intelligence and Tutoring Systems*", Morgan Kaufman Publishers, 1987
- [2]Posner, Michael I.: "*Fundation of Cognitive Science*", The MIT Press, 1989
- [3]金西,藤崎,矢野:"地理学習用知的CAIにおける知識構造について",人工知能学会第5回全国大会,pp.841-844,1991
- [4]藤崎,金西,矢野:"地理学習に於ける知識処理(1)",教育工学関連学協会連合第3回全国大会講演論文集,pp415-416,1991
- [5]藤崎,金西,矢野:"地理学習に於ける知識処理(2)",情報処理研究報告,CE19-5,pp.33-38,1991
- [6]金西,藤崎,矢野:"地理学習における知識処理(3)",信学技法,ET92-12,pp.81-88,1992
- [7]柏原,平嶋,中村,豊田:"対象の理解支援を目的とするITSにおける説明機能の高度化に関する検討-説明機能のためのモデル:EXSELの提案-",信学会論(D-II),J74D-II,11,pp.1583-1595,1991
- [8]柏原,西川,平嶋,豊田:"説明による対象理解支援のための学習環境について",信学会論(A),J75A,2,pp.286-295,1992
- [9]佐伯編:"理解とは何か",東京大学出版協会,1985
- [10]Suthers, Daniel D.: "*Answering Student Queries: Functionality and Mechanisums*", Proc. ITS92, 1992
- [11]Mandel, H. and Lesgold, A.Eds.: "*Learning Issues for Intelligent Tutoring Systems*", Spring-Verlag,1988