

下顎運動機能の検査診断 データベース・エキスパートシステムの開発

Construction of the Database and Expert System for Analysis and Diagnosis of Jaw Function

石岡 靖, 上原重親, 野村修一, 岡田美保子*, 坂東永一**, 内山洋一***, 津留宏道****, 山田好秋*****

Kiyoshi ISHIOKA, Shigechika UEHARA, Shuichi NOMURA, Mihoko OKADA*, Eiichi BANDO**, Yoichi UCHIYAMA***, Hiromichi TSURU****, Yoshiaki YAMADA*****

新潟大学歯学部, *新潟大学教養部, **徳島大学歯学部, ***北海道大学歯学部, ****広島大学歯学部, *****長崎大学歯学部

School of Dentistry, Niigata Univ., *Department of General Education, Niigata Univ., **School of Dentistry, Tokushima Univ., ***School of Dentistry, Hokkaido Univ., ****School of Dentistry, Hiroshima Univ., *****School of Dentistry, Nagasaki Univ.

I. はじめに

顎機能異常の病因・病態像が複雑であるために、その検査・診断・治療法は専門医の間でも異なっているのが現状であり、それらの確立化が望まれている。

文部省科学研究費補助金総合(A)研究班では、昭和63年度より全国13大学(北海道大学、岩手医科大学、東北大学、東京医科歯科大学、昭和大学、日本歯科大学、日本大学、愛知学院大学、大阪大学、広島大学、徳島大学、長崎大学、新潟大学)をコンピュータネットワークで結び、全国規模での顎機能異常検査診断データベース・エキスパートシステムの開発を進めてきた。

専門的に未知の部分の多い本疾患においてデータベース・エキスパートシステムの開発は困難な作業であるが、逆に専門領域における検査・診断・治療法の整理・体系化が促進されるものと考えられる。

本論文では、まず始めにII. でこれまでの総合(A)研究班の研究経過について概説する。次に、III. でデータベース開発とその問題点について、IV. で実験段階にあるエキスパートシステムを実際の患者症例を用いて評価した結果について述べる。最後に、V. で今後のデータベース・エキスパートシステム開発の展望について検討する。

II. 研究経過

1. 研究体制の確立とネットワークの構築

本研究内容が広範囲に及ぶため、幹事グループ(新潟大学)では通信システム・規格化検討・プロトコール検討・症例データベースの4専門グループを編成した。各グループの情報交換が円滑に行われるように、班会議を開催し、それ以外の場合はネットワーク(電子メール、電子掲示板)を利用した。ネットワーク構築¹⁾は、通信システムグループが中心となり、NTT-PCネットワークを利用して行った。

2. プロトコールの標準化

各大学間でデータを共有してゆくためには、共通の書式フォーマットが必要である。昭和60・61年度文部省科学研究費補助金総合(A)で試作・使用した下顎運動機能検査診断用データベース・プロトコールを基礎として、新規の“プロトコール”頭蓋下顎機能障害プロトコール”をプロトコール検討グループが中心となり作成した。本プロトコールは、既存プロトコールの主訴、既往歴、現病歴、現症の他に、新たに検査(顎関節X線検査、筋電図検査、下顎運動検査)、診断、治療、経過の項目を付け加えた。検査・診断の項目に関しては、規格化検討グループが臨床系12講座を対象に実施した顎機能異常の検査・診断・治療法に関するアンケート調査^{2), 3)}の結果に基づいて作成した。検査に関しては、アンケート結果から顎関節X線検査、下顎運動検査、筋電図検査、血液検査の順に共通項が多かったが、検査方法や機能異常の判定基準は各大学間で異なっていたために、現状

では各検査項目の詳細な規格化は困難であった。診断に関しては、各大学間でその分類方法が異なっていたが、現在広く用いられている”顎関節学会による顎関節症の分類”を採用した。

3. エキスパートシステムの開発

最終的なエキスパートシステムのモデルとして、研究用に限定された実験システムを症例データベースグループが中心となり開発した⁴⁾。エキスパートシステム構築ツールとしてパーソナルコンピュータ NEC PC-9801上で稼動する”EXSYS”を採用し、各大学で実験システムが簡単に実験・評価できるように配慮した。

本実験システムでは、顎関節学会が提唱している診断分類を診断の目標とした。知識は1専門家から獲得し、診断のための知識を”IF・・・THEN・・・”形式のルールを用いて表現した。各ルール中には不確実さを含んだ推論が行えるように確信度を設定した。

III. データベースの開発

症例データベース検討グループでは、エキスパートシステムの開発と並行して、顎機能異常患者データベースの開発を進めてきた。

1. 旧プロトコールによるデータベースシステムの評価

今回設定されたプロトコールによるデータベースの構築にあたり、必要な検索機能や操作方法について検討するため、各研究メンバー大学に前回の総合研究で作成したデータベースシステム R:BASE4000 を配付し、操作実験とその評価を依頼した。これに対し5大学から評価結果を得た。主な結果として、まず使い易さについては、4大学が「操作に少しまたは非常に困難を感じた」と回答し、システムの操作機能について充分検討することが必要と考えられた。次に希望する検索については、4大学が「ほぼできた、または多少できた」と回答し、基本的な検索機能で、だいたいの要求は満足できるものと思われる。システムのレスポンスタイムについては、4大学が「非常に長く我慢できない」と回答し、16ビットパソコンでは処理速度が最大の問題になると考えられる。

これらの結果を充分ふまえた上で、今回の新たなデータベースの開発にあたった。

2. 新規データベースの開発

新規のデータベースは、現在の通信ネットワークおよび既設の計算機設備を利用して、各大学間で容易に共同開発・共同利用ができるようにするため、16ビットパーソナルコンピュータ NEC PC9801上で作成することにした。ただし、16ビットパソコンでは処理速度の点で問題があるため、将来的にはワークステーションに移植する。

データベースの書式(記録項目)は、頭蓋下顎機能障害プロトコールの記載項目に1対1に対応するように設定した。

3. データの収集方法

データの収集、およびデータベースへの入力の手順は次の通りである。

- ①各大学において、頭蓋下顎機能障害プロトコールに記載された患者データを、プロトコール入力用ソフト(通信グループで開発したもの)を用いてパソコンに入力し、データファイルとして格納する。データファイルは経過記録以外の部分を1患者につき1ファイルとして作成し、経過記録の部分については、データが生じた段階でその都度入力し、1回分の記録を1ファイルとして作成してゆく。
- ②各大学でパソコン上に作成したデータファイルを、通信ネットワークの電子掲示板の機能を通じて新潟大学へ転送する。
- ③新潟大学において、電子掲示板よりデータファイルを読み取り、これをデータベースのレコードの形式に変換して、データベースに入力する。

4. データの基本集計

これまでに全部で122例のデータが収集されている。122例のうち、男性は23例、女性は99例である。年齢については、男性は平均33才、女性は平均37才、全体では平均36才となっている。(ただし122例中、男性2例は年齢不明のため、平均値はこの2例を除いて求めている。)表1に男女別の年齢分布を示す。次に病態診断については、122例の

うち診断名記入済のものが98例、未記入のものが24例あった。記入済の98例における各診断名（顎関節学会による顎関節症の分類に基づく）の出現頻度は表2の通りである。ただし、診断名は1例に2つ以上記入されている場合もある。最後に、表3に病態診断名ごとの治療法の頻度を示す。

5. 開発上の問題点

本データベースの開発にあたり問題となった点について要約する。

1) ファイルの転送方法について

各大学からのプロトコールファイルの転送には、通信ネットワークの電子掲示板の機能を利用したが、ファイル転送の時期が短期間に集中したため、掲示板の容量が不足となり、掲示板へのファイル掲載ができなくなるといった事態が生じた。大量のファイル転送を円滑に行なうためには、ファイル読み込み・ファイル消去の自動化等について検討する必要がある。

2) データの信頼性

患者情報をデータベースに格納するまでには、①プロトコール記載用紙へ記入する、②人力用ソフトを用いて記載用紙からパソコンへ入力する、③通信ネットを介してファイルを転送する、④転送されたファイルをデータベースのレコード形式へ変換する、といった4つの段階を経ることが必要である。このため、情報の信頼性について不確定な要素が多く、データベース開発に困難をきたした。開発の初期の段階ではできるだけ変換過程の少ないデータを用いて、まずデータベースの書式を確立し、その上で上記のような入力手順に移行する方が望ましいと思われる。

3) データの記入方法の統一

今回の共同研究により、共通の書式による全国規模での症例収集のための体制がかなり整った。しかし細かい点については（たとえば患者IDの記載方法など）まだ統一されていない部分も多い。データの記入方法を最適なものにするためには、データ収集とその分析を繰り返さない、大学間相互の連絡を継続してゆくことが必要である。

IV. エキスパートシステムの評価

エキスパートシステムの開発は、一般的に問題領域の整理、知識の収集・整理・体系化、実験システムの開発、検証・改良、運用の手順を踏んで行われる。実験システムを実際の症例を用いて評価することにより、エキスパート自身がより良いシステムのあり方について検討することができる。

1. 実験結果

本実験システムを、28名の患者に適用した結果を示す（表4）。本システムの結果と専門家の見解が一致した症例は、28例中17例で60.1%であった。また全体的傾向として、第2位以下の診断名との間に確信度の差が認められなかった（図1）。図1における“顎関節軟組織慢性外傷”の結論に至る過程で成立したルールを示す（図2）。

2. 実験システムの問題点

本実験システムの評価に伴い認められたいくつかの問題点について述べる。

1) ルールの正当性

いかなる症例に対しても正しい推論結果を得ることは、システムの能力に求められる課題の一つである。本システムの結論が専門家の見解と異なった原因は、確信度の誤った設定あるいは結論部の過不足のいずれかであると推測される。

本システムで用いられた確信度は、理論的裏付けをもって決定されたものではなく、一専門家の経験則によるものである。現状では多くの専門家の間でも、確信度に関しては不一致もしくは不明であろうと思われる。確信度の決定を困難なものとしている原因は、ルール条件部とルール自体の確信度の確定が困難であることが一因と考えられる。

以下に、本システムで用いられているルールについて、確定が困難な理由について検討する。

① (RULE NUMBER 18)

” IF:

最大開口量の減少がある

THEN:

顎関節内障 - 復位を伴わない円板

前方転位 確信度=5/10

and 咀嚼筋への障害 確信度=3/10

and 顎関節軟組織慢性外傷 確信度=3/10”

最大開口量の減少に関して、どの程度を”あり”とするのかが不明確である。最大開口量は正確に測定できる診査項目の一つであるが、判定基準が不明確であるためにルール条件部の確信度の確定が困難となる。

次に、”最大開口量の減少があるならば復位を伴わない円板前方転位、咀嚼筋への障害、顎関節軟組織慢性外傷”がどの程度成立するかが不明確であるために、ルール自体の確信度の確定が困難である。

② (RULE NUMBER 22)

” IF:

顎関節 X 線写真で骨組織に変化がない

and 顎関節 X 線写真による顎頭の

変位がない

and 咀嚼筋への障害 確信度 $\geq 5/10$

THEN:

咀嚼筋への障害 確信度=7/10”

RULE NUMBER 18の場合とほぼ同様であるが、さらにデータがどの程度正確に収集できているかが不明確であるために、ルール条件部の確信度の確定が困難となる。例えば顎関節経頭蓋撮影法の問題点⁵⁾として、入射 X 線束に対しての矢状面内の一投影像にすぎない、中心 X 線に対する最大外形が写し出されているにすぎない、外側 3 分の 1 程度が描出されるにすぎない、実際の側面観ではないので、顎頭位を正確に把握できない、関節表層の破壊的变化を抽出することが困難であることなどが挙げられており、X 線像からは正確な情報が収集できないことが示唆される。

2) あいまいな回答形式

いかなるユーザが利用しても正しい推論結果を得ることは、システムの能力に求められるもう一つの課題である。本システムからの質問に対する大部分の回答形式が定性的であるために、ユーザの回答が主観的に行なわれる可能性が高い (図 2)。このことは、システムが誤った結論を導く原因となる。

3) 狭い診断領域

専門家の診断目標は、対象疾患が顎機能異常か (鑑別診断)、顎関節や筋の病態と重症度がどうか (病態診断)、咬合やその他の因子がどのように顎関節や筋に影響を及ぼしているか (病因診断)、診断に基づいた治療方針の決定、治療効果判定に分類されると考えられる。本システムの診断目標は病態診断のみであることから、問題解決能力は極めて狭い範囲に限局されている。

4) 診断過程の矛盾

専門家の顎機能異常診断は、①問診、触診、聴診等の診査やルーチンで実施される顎関節 X 線検査に基づく診断の第 1 次仮説形成、②第 1 次仮説に基づいた筋電図や下顎運動等の検査の実施、③検査結果より診断の第 2 次仮説形成、④プリント等の治療過程での第 2 次仮説の修正、深化という過程を踏んで行われる。このような診断過程は時間的拮抗をもつものであるのに対して、本システムの推論は一時点でのみ実行されている。

5) システムの操作性

システムから診断支援を受ける場合とルールの追加・修正を行う場合の各操作性に関する感想を以下に列記する。

(1) システムから診断支援を受ける場合

- ・本システムが何を支援するエキスパートシステムなのか、またシステム全体の構造や利用法が把握できない。稼働時に、システムに関する説明が必要ではないか。
- ・顎機能異常の非専門家のために、システムからの質問項目に関する説明があった方がよいのではないか。例えば、”相反性クリックがありますか?”という質問に対しては、”相反性クリックは・・・と定義される”という具合である。
- ・質問が数画面に及ぶために、キー操作が煩雑になる。質問項目を順序を考慮して 1 画面に集めた方がよいのではないか。
- ・ユーザインタフェースの充実 (マウス、マルチウインドなど)。

(2) ルールの追加・修正を行う場合

- ・個々のルールの追加、修正、削除の操作は容易である。しかし、ルール (あるいは確信度) がどのように利用され結論に至ったかが不明であるために、ルールベースの修

正が困難である。本システムのHOW機能は、単に結論に到達するまでに成立したルールを提示するのみである（図2）。

V. 今後の展望

1. データベースについて

現在ようやくデータ収集の体制が整った段階であるが、今後は経過記録の追加や新たな症例の増加にともない、データベースが大規模化してゆくと考えられる。近い将来16ビットパソコンではデータベースの管理・運営が困難になるため、現在のデータベースをワークステーション上に移植することを検討しなければならない。

一般に症例データベースについては、統計的分析を施すことが必要となる。その際各患者についてデータ項目が統一されていないために統計分析に支障をきたし、症例データベースとしての価値が大きく損われてしまうことが多い。本研究体制においては、全国各地の大学から寄せられる患者データの質を細部に渡り制御することが可能であり、今後この体制の下で症例収集を継続することにより、非常に良質の本格的症例データベースを構築することができると考える。

2. エキスパートシステムについて

実験システムを実用システムへと発展させていくためにはいくつかの条件が要求されるが、その中で最も重要なことは正確で客観性のある知識ベースを構築することであると考えられる。総合(A)研究班ではこれまで4専門グループを編成し研究を遂行してきたが、今後はさらに各グループ間の有機的結合を促進し、エキスパートシステムとデータベースや通信ネットワークとの統合化を図る必要がある。ここでは、データベースや通信ネットワークを利用した知識ベース構築について検討する。

1) データベースを利用した知識ベースの構築

これには、知識ベースの検証による方法と知識獲得による方法が挙げられる。

顎機能異常は、現段階では科学的に解明されていない部分が多いため、エキスパートの知識を論理的に評価することは困難である。知識ベ

ースの検証は、多くの患者データを利用して行う必要がある。すなわち、専門家とシステムの結論を比較し、両者が異なっている症例に関するルールを検討して食い違いの最少化を試みることである。本システムの診断目標とプロトコールの診断分類とが一致することから、知識ベースの検証は可能である。検証作業はエキスパート自身が行うか、システムが支援する。SEEKシステム⁶⁾は知識ベースの改訂を支援するエキスパートシステムとして開発されたものである。このシステムが生成する助言は、推論規則の一般化（ルールの条件部の一部を取り除くか確信度を高める）と特殊化（ルールの条件部の数を増やすか確信度を下げる）であり、データベースの全事例の分析から統計的に知識ベース改訂の助言を行うことができる。

次にデータベースからの知識獲得法について検討する。

まず始めに、データベースに蓄積されているデータに多変量解析などの統計処理を施し、専門家自身が新しく検出した医学的事実に基いて知識ベースを構築する方法が挙げられる。例えば、病態分類ごとの症状の発現頻度は、確信度の推定値として利用できる。また、概念のあいまい性を定量的に扱うファジイ論理におけるメンバーシップ関数の決定を検査値の統計的分析から行う方法⁷⁾が報告されている。この方法は、例えばVI.2で既述した”最大開口量の減少”の客観的な判定基準に利用できる可能性がある。ただし、データが定量的に既述されていなければならない。

次に、システム自身がデータベースから知識を獲得し知識ベースの構築を行う方法が挙げられる。知識の自動獲得法には、ニューラルネットワーク、ルールインダクション、バージョン空間法等が研究されている。ニューラルネットワークは、神経回路網の特性を利用して、入力パターンと出力パターンが一致するようにニューロン間のシナプス結合の大きさを変化させることにより学習する方法である。岸ら⁸⁾は、ニューラルネットワークの形で得られた診断知識を推論に利用できる診断システムを使って、甲状腺疾患47疾患661症例を対象にバックプロパゲーション法によるニューラルネットワークの学習、および追加学習についての実験を行ない、診断

支援システムの学習機能について検討を行っている。

最後に、事実としての知識ベースの構築が挙げられる。医師の臨床の場での意志決定には、エキスパートシステムが提示した診断名のみでは不十分であり、類似症例のデータが必要となる場合がある。データベースから類似症例を獲得するためには、いかにエキスパートシステムを利用して類似の症例を抽出するかが重要な鍵となる。

ところで、知識ベースの検証、統計処理そしてニューラルネット学習などによる知識ベースの改訂が正しく行われるためには、データベースに蓄積されているデータの質と量が問題となる。データの質とは、収集データの信頼性である。顎機能異常の診査方法の信頼性について調べた他の研究結果⁹⁾によると、術者の感覚に基づいた触診・聴診法の客観性は低いことが報告されている。本研究では、多数の教室員よりデータを収集していること、規格化検討グループのアンケート結果からプロトコルに多くの検査項目を盛り込むことができなかつたこと、機能異常の判定基準も定性的であり、懸念されることなどの点から、データの信頼性は懸念されることである。今後多数の大学から信頼性の高いデータを収集してゆくためには、プロトコルの客観的・定量的記述体系の確立をさらに推進していくことが望まれる。

2) 通信ネットワークを利用した知識ベースの構築

エキスパートシステムにおける通信ネットワークの役割は、知識の共有体制の確立である。すなわち、ネットワークを利用した複数の専門家による知識ベースの構築とユーザの拡大である。知識ベースの構築に複数の専門家が参加することにより、多くの新知識が獲得できるばかりでなく、正確で客観性のある知識ベースの構築が可能となる。

ネットワークを利用して、いかなる知識をいかなる方法で複数の専門家から獲得していくかは、今後の重要な検討課題である。

獲得する知識の内容に関しては、上野¹⁰⁾が述べている”深い知識”の獲得が重要であると考えられる。上野は、知識を浅い知識と深い知識に分類し、浅い知識は経験則のように理論や原理に

裏付けを特にもたない特定の現象に当てはめられた規則のようなものであり、深い知識はこれとは逆に物事の原理原則やシステムの構造や機能に関する知識であるとし、さらに深い知識は科学的で客観性が高く、この知識と経験則とを組み合わせることによって問題解決能力の高く柔軟性に優れたエキスパートシステムを構築することができるとしている。専門家は経験則で判断できない時は、咬合、顎関節、筋神経系の構造や機能、顎機能異常の発現メカニズム等に関する知識を動員しているものと推測される。

獲得方法に関しては、知識の表現・蓄積、ヒューマンインタフェース、AIコンピュータ、知識のコミュニケーションモデル、知識の通信プロトコル等に関して総合的に検討しなければならない。例えば知識の表現・蓄積の問題では、プロダクションルールは専門医にとってわかりやすい知識表現であることから、専門医自身による知識の追加・変更が可能となる。また、システムの利用者である非専門医にとっても、結論や助言を納得のもとに利用することができる利点がある。しかし、すでに述べたように専門医の診断目標は、鑑別診断、病態診断、病因診断、そして診断に基づいた治療方針の決定であり、今後ネットワークを介してすべての診断目標に必要なルールを獲得してゆく場合、本実験システムのように個々のルールを無秩序に蓄積していたのではルール管理や推論効率の面で問題が生じる可能性が高い。ルールをグループ化したり階層化したりして蓄積していく方法を検討する必要がある。

VI. まとめ

1. 実験エキスパートシステムを28名の顎機能異常者に適用した結果、専門家との見解の一致率は60%であり、顎機能異常の診断体系化の可能性が示唆された。
2. システムの完成度をさらに向上させるためには、正確で客観性のある知識ベースを構築することが最も重要であり、そのための対応策を以下に提案する。

(1) データベースや通信ネットワークとの統合化。

(2) プロトコルの客観的・定量的記述体

系の確立。

(3) データの判定基準の明確化。

全国ネットでのデータベース・エキスパートシステムの構築により、専門家にとっては知識の明文化・体系化による診断・治療法の確立が、非専門家にとっては客観的な診断支援を受けることが可能となる。今後の基礎的、臨床的研究の進歩による顎口腔機能のメカニズムの解明に伴い、診断・治療法に関する多くの”深い知識”の獲得が可能となろう。それらを蓄積・利用し、次世代に継承していくためには、本研究の継続・発展が望まれるところである。

本論文の要旨の一部は、第10回医療情報学連合大会(平成2年11月、仙台)において発表した。

参考文献

1) 斉藤義明, 木竜 徹, 吉田典可, 宮尾淳一: 通信ネットワークの検討, 顎機能, 7:239~242, 1989.
 2) 古屋良一, 丸山剛郎, 小林義典, 森谷良彦: 顎機能異常の検査, 診断, 治療法に関するアンケート調査, 顎機能, 7:243~246, 1989.
 3) 古屋良一, 丸山剛郎, 小林義典, 森谷良彦: 顎機能異常の検査法に関するアンケート調査, 顎機能, 8:207~216, 1990.

4) 坂東永一, 岡田美保子, 内山洋一, 津留宏道, 山田好秋: 症例データベース検討グループ(知識ベースの構築)研究報告, 顎機能, 8:217~225, 1990.
 5) 金森敏和, 田中久敏, 内山洋一ほか: 一般臨床家が行う顎関節部X線撮影法, 藍 稔, 小林義典共編, 顎関節症の診断と治療, 咬合からのアプローチ, 54~71, 医歯薬出版, 東京, 1983.
 6) 阿部憲広: 知識の獲得と評価, 阿部憲広, 滝 寛和共著, エキスパート・システム入門, 139~160, 共立出版, 東京, 1986.
 7) 春日誠次, 河井弘次, 長島広海ほか: 検査値を用いた病型分類方式の検討およびそのファジイ論理の適用に関する改善, 第10回医療情報学連合大会論文集: 787~790, 1990.
 8) 岸 真司, 坂 京子, 杉山幸八郎ほか: 学習機能を備えた診断支援システム, 第10回医療情報学連合大会論文集: 115~118, 1990.
 9) Dworkin, S.F., Leresche, L. and Derouen, T. ほか: Assessing clinical signs of temporomandibular disorders: Reliability of clinical examiners, J Prosthet Dent, 63:574~579, 1990.
 10) 上野晴樹: 知識工学入門, 177~180, オーム社, 東京, 1980.

表1 男女別年齢分布*

年齢	男性	女性	計
0~9	0	1	1
10~19	5	11	16
20~29	6	33	39
30~39	4	13	17
40~49	2	17	19
50~59	2	10	12
60~69	2	11	13
70~79	0	3	3
計	21	99	120

表2 各診断名の出現頻度

主病変	度数
I型 咀嚼筋障害	35
II型 慢性外傷性病変	17
III型-1類 顎関節内障-復位を伴う円板転位	32
III型-2類 顎関節内障-復位を伴わない円板転位	23
IV型 退行性病変	7
V型 精神的因子によるもの	5
計	119

* 年齢の平均は男性33才, 女性37才。

表3 各診断分類における治療法の頻度

病態診断	I	II	III-1	III-2	IV	V
原因療法						
1. 可逆的咬合治療*	30	15	29	21	7	4
a. リラクゼーションスプリット	3	0	0	2	0	1
b. ステリライゼーションスプリット	23	13	20	14	7	3
c. リンジンシエングスプリット	0	1	8	5	0	0
d. ビット型スプリット	0	0	0	0	0	0
e. その他	3	1	0	0	0	0
2. 非可逆的咬合治療	2	1	2	1	0	1
3. リラクゼーション療法	0	0	0	0	0	0
4. その他	1	1	0	0	0	0
計	33	17	31	22	7	5

*可逆的咬合治療についてはa～eにその内訳を示すが、治療内容不明の場合があるため、内訳の合計は可逆的咬合治療の頻度に必ずしも一致しない。

表4 実験システムの結果
(症例数)

		推 論					
		I	II	III-1	III-2	IV	V
専 門 家	I	5		4			
	II		1	2			
	III-1	2		7			
	III-2					3	
	IV					4	
	V						

I;咀嚼筋への障害が主な場合, II;顎関節軟組織慢性外傷, III-1;顎関節内障-復位を伴った円板前方転位, III-2;顎関節内障-復位を伴わない円板前方転位, IV;退行性関節疾患, V;精神的要因が強いと思われる症例

0から10を確信度とするシステム		確信度
1	復位を伴った円板前方転位	5
2	顎関節軟組織慢性外傷	5
3	復位を伴わない円板前方転位	4
4	咀嚼筋への障害	3

図1 "顎関節軟組織慢性外傷"と思われる患者に適用した場合の推論結果.

(RULE NUMBER3)
IF:咬合異常(咬頭嵌合位的位置異常または咬頭干渉など)がありますか? ある
THEN:咀嚼筋への障害 C=5/10
 AND 顎関節軟組織慢性外傷 C=5/10
 AND 退行性関節疾患 C=5/10

(RULE NUMBER7)
IF:触診による顎関節部の圧痛がありますか? ある
THEN:顎関節軟組織慢性外傷 C=9/10

(RULE NUMBER8)
IF:顎関節部の運動痛がありますか? ある
THEN:顎関節軟組織慢性外傷 C=5/10
 AND 退行性関節疾患 C=5/10

(RULE NUMBER20)
IF:顎関節X線写真により顎頭の移動量の減少がありますか? ある
THEN:復位を伴わない円板前方転位 C=5/10
 AND 咀嚼筋への障害 C=5/10
 AND 顎関節軟組織慢性外傷 C=5/10

(RULE NUMBER29)
IF:最大開口量の減少がありますか? ややある
THEN:復位を伴わない円板前方転位 C=3/10
 AND 咀嚼筋への障害 C=2/10
 AND 顎関節軟組織慢性外傷 C=2/10

図2 "顎関節軟組織慢性外傷"の結論に至る過程で成立したルール(C=確信度). システムのHOW機能により調べることができる. 下線部はシステムからの質問に対する回答である.