

## D. 考察

以上の事から本研究主題の目的を成し遂げた。問題定義から目標設定そして解法の策定まで、しかも経時的な問題変遷を含め意図実現過程全体のモデルを、臨床思考過程モデルならびに診療経過モデルを礎として、論拠性と方向性の二面から扱った研究は寡聞である。したがってこれを為しただけで相応の意義を認められよう。そのうえ、追跡性や監査可能性に資するべく、追跡点を提供しうる情報組織体を用意し、参照実装に必要な事項を整えて、これらを試作実装しえた。

### D.1 意義

#### D.1.1 キャプチャ： 経験知や暗黙知の表出化

意図実現過程に関するモデル化やソフトウェアは、アプリケーション開発など「前向き」かつ資源管理に焦点したものはよく耳にする。しかしそのみに留まらず反省的な側面を有し、経験知を表出化しうるもの、そのうえ業務システムに則しうるものは聞かない。

本研究では表現枠組 CSX を応用しながら意図実現過程モデルおよびその試作実装を研究・開発・構築したことに加え、データの二次活用ツールまで試作した。すなわち文字列などによる記録と共有のみに留まらず、成功失敗の履歴を「視覚化」しえたことの意義も見逃せない。

そのうえ、規模も機能も小さいとはいえ、業務システムとして試作実装したのだから、実運用システムと有機的な連携を保持するような副次システムとして作り替えられる可能性をも秘めている。これが実現したなら、診療業務にて病院システムを操作する医師の臨床思考過程のうち

少なくとも一部をキャプチャできるだろう。

#### D.1.2 視覚化

経験知を応用する側は、そのような枠取りや制約を意識しながら当の知の「適用」を決めるといよりもむしろ適用の是非やあり方の「判断」や、適用するにあたっての工夫などによる「再構成・再構築」を伴った具体の行為の選択や「決断」を為すこととなる。この点こそがEBMの本質でもあった。

このとき、彼我の差異を認識し弁別することは重要となるが、経験知は文脈に embed されていることなどから、その構造は一般には複雑なグラフとなっている。したがってなんらかの支援ツールが求められることとなる。ただし通常よく行われているような、名寄せ集計、クラスタリング、マトリクスによる分類や比較などは、顕著に奏功するような状況には、ない。

求められるべきは、時系列に従って配置されたグラフ構造の全体俯瞰が第一であり、次にその全体グラフから必要に応じた部分グラフを抽出再構成できるような、そういうツールである。

このような分析あるいは分析支援は、web mining あるいはブログ分析に求められる手法あるいは分析目的とも少々、趣を異にしている。もちろん後者も、本研究成果の「臨床思考過程ならびに診療経過」モデルに基づいたデータに適用することも可能だし、それによって得られる成果も少なくないだろう。とはいえ意図分析とは、目的合理性（形式的合理性 / 道具的合理性）を超える一面を宿していることに改めて留意しておく必要性も看過しえない、と思われる。

#### D.1.3 知識の共有と伝承

野中は、明示化されていない知を暗黙知と名付けて、明示化された形式知との関係に

係わるメンタルモデルとして、旋回的な SECI model を提唱した。暗黙知として共同化 (Socialization) されている知は形式知として表出化 (Externalization) され、他の知と連結化 (Combination) されつつ個のなかに内面化 (Internalization) され、そして行為と言語とを介して再び共同化され、というものである。

知の価値は経済活動においても再評価されており、財務会計の諸表には表出されない資産資本として重視される昨今である。もともとそれは、古くからヒトモノカネとして言い表されてきたところではあるが、経営活動の偏執的とも言うる迅速化、それに伴う人的資産の高流動化、そのための経験知やフロンティスの共有と伝承が困難となり、そのうえ人材の空洞化、これらの事々を IT によって埋め合わせたいという期待、そのような現代今日的な事情が強く影響していると解釈することもできる。

いずれにせよ暗黙知を表出して形式知と為して共有し、さらには伝承していけるならば、それに越したことはない。ただそのような知は前述してきた通り、動的な場における文脈や状況や脈絡において、その時点の視点や可能性に基づいた個別の意味空間において成立し、また意義づけられていることから、これを共有するには比較的限定された「場」を意識せざるをえないであろう。そのような場は、特徴空間で云うならば・そのなかにおいてクラスタ度が高いことが期待され、またグラフ構造で云うなら・節間の距離が短いことが期待されることになる。これらを一言で換言すれば small world (network) ということになる。この限界は如何に扱うべきか？

ところで全ての知は社会資ゆえに共有すべしと論ずる向きもあり、医学医療については殊更である。とはいえ、そのような要求に応える際にもまずは当の現場での共同知であったこと自体が

明確に表出化されている必要がある。

これを意識しつつ様々な経験知を比較しながら反省し熟考する過程のなかでこそ逆に一般性を発見する契機を見出しうることになるであろう。

したがって、いずれにせよ、或る医療機関での臨床現場重視という立場から出発することは、充分な妥当性を有するだろう。その際の知の共有対象者とは、当の「場」に関わる・関わった・関わりそうな診療サービス提供者であるし診療経過における前工程関係者から次工程関係者への伝達ということにもなる。より発展的には、広義でのプロジェクトからプロジェクトへ (医療においては症例から症例へ・あるいは病態から病態へ)、そして組織から組織、世代から世代へ、ということになる。

それらの際には環境も文脈も異なることを想定する必要があることに配慮すれば、そのような「場における (広義の) 制約当」があった事実を明示すべきことになる。これらは本研究成果である表現枠組 CSX ならびに意図実現過程モデルを活用して示されうる事々である。

#### D. 1. 4 診療成果の評価

診療とは限定された目的論的合理性のみ満たすだけでなく複合的な規範性 (normativity) を背景として形成された意図とその現れである。したがって診療の評価は成果それ自体のみではなくて、それらの行為の延々たる列つまりはそのような意図、主宰権を保持している行為者が規範性をも織り込んで来歴的に形成した意図を視野に入れながら、為されるべき事柄である。

本研究成果の意図実現過程モデルとは、そのような公正なる評価用途に貢献するものである。

#### D. 1. 5 失敗構造と業務応用

診療の方向性に基づきながら診療内容を追跡

するならば、その適正性を監査することも容易である。これを言い換えるなら、保険適用対象であろうがなかろうが、診療内容の正当性を主張しうる可能性を得ることの基盤を提供いうる、ということでもあるし、また同時に、誤謬や失敗の構造を定式化する可能性を得ることでもある。

後者の構造は、大概を述べるなら、種々の環境、得られていた現象、得ることを試行した現象、原因と対応、今後の対策として定式化できよう。本研究の成果が支えるのは、これら五点のうち前四者ということになる。別の言い方をすると、事例収集と要因分析、失敗が生じたプロセスの特定、不足知識の洗い出しが主である。

また部分的には、新知識の構造化にも貢献するものと思われる。さらには明確な失敗以前に、novice と expert との差異の分析は興味深いことと思われる。そこには経験知の差異によって裏打ちされた計画や行為の差異が、如実に立ち現れるであろう。なんとすれば着目点についても、想起と留意などについても、その差異が顕在化されるからである。本研究の成果である意図実現過程モデルがこれらを明らかにすることは、臨床教育あるいは生涯教育においても誠に意義深いことを意味している。

模倣あるいは応用すべき経験知と、逆に、そうではない経験知が明らかとなった後に為すべきことは業務プロセスとの関係づけ、つまりは業務過程を実現するITシステムなどに対して、このような支援環境を「埋め込む」ことであろう。

#### D.1.6 貫性と省力化

事前に定められた計画は、それ固有の慣性を持っていて、再考慮されることに抵抗しながら、時間的な広がりをもつ過程なかでは、部分的な計画を順次個々に具体化しながら、最終的には具体の単位行為列に特定・限定して、実際の

行為へと「うつされて」いく。

具体の計画を実際の行為として遂行する以前に解決しておく必要のある先行計画の列を実施し解決したり、新たに直面した問題に関わる部分的な計画のみを考慮の対象として、特定された手段や予備的な手続きや調整、もしくは、未だ具体かされていない計画や副目標で「埋める」、あるいは「埋め直す」ことを繰り返すことになるわけである。その際には方針なる高位の意図があったなら、具体の状況における実践的推論を大幅に簡略化できることは重要である。方針が保持されているなら相当量の考慮すべき候補を除外できるからである。具体的計画よりも、方針なる意図こそが意図実現過程における核となる。換言するならば、意図実現に要する推論処理を限定する方針なる信念を保持することで、その推論処理を限定することとなる。そして本研究成果の意図実現過程モデルは上述した図式を備えている。

このようなモデルのあり方は、限られた能力もしくは可能性しか available ではない現実であるにも関わらず大きな意図あるいは計画を扱おうとする場合、そのうえ複雑で錯綜した現実での種々を調整する必要があつて、あるいは動的な環境の変化などに対処していく場合、実用的なモデルである。このように、しかも IT において意図実現過程を定式化したことは、理に適っているし、また心理的にも妥当性を覚える。

#### D.1.7 アノテーション： 知の半自動的な前処理

CSX は観 (perspective) あるいは scope や predicate を表現可能であることなどから、業務システムで入力された structured data さえも、それを再構成しながら semantic annotation を含んだ「自然言語」を生成できる可能性を秘

めている。

医療現場では、たとえば自動的に、診療経過の要約の作成を機械生成することを想定している。このパラダイムは、ヒトの思考と機械処理との「架け橋」において効率的な環境を提供することとなりうる。

## D.2 効果と応用分野

下記に列挙した事項などが考えられる：

- ・ データマイニングと臨床試験
- ・ 経験知識の獲得と共有
- ・ 適正診療の監査
- ・ 臨床教育

そのほか種々。

## D.3 処理可能性

表現枠組 CSX の基底的な構造は、他の様々な処理系、機械的であれ認知であれ、それらとの形式的な類似性を謂わば当然に有しているのであるから、その意味ではは特段の支障は無い。なお機械処理効率性の点から述べるなら今後のこととして、グラフや圏あるいは高階処理などを活用することが、効率性の確保に資するだろう。

## D.4 他の記述枠組

### D.4.1 形式表現枠組

上述した前半の意味においては、単純に形式化して考えるならば、表現枠組 CSX ではなく他の枠組を応用することも不可能ではなからう。但しそれを安易に求めることは、一面、乱暴である。というのも、他の枠組で、と強く主張するならば、その当の他の枠組もまたそれとは別の枠組にて記述できるし、そのようにして良かったはずだし、そうすべきだった、という主張と同根となるからである。

そのうえ、たとい似通っていても、少しの形式の差異が用途の適不適に大きく影響することは、一般に常識であろう。そのうえ、形式に意味を載せようとするとき少なくとも容易には互換性の確保を宣言しえないこともまた周知であろう。

とはいえ若干のみ挙げておこう。

なお初めに総括して記しておくが、表現枠組 CSX の最大の特徴は、arcScope と infoArc とが存在することにある、と云えるだろうし、またその抽象度の高さにある、と云えるだろう。

#### ◆ HL7

HL7 はそもそもシステム間通信を支援するための枠組であったことを看過してはならない。すなわち、その視点における情報分析であり、また再構築であった。

Core model たる Entity-Role-Participation-Act model は、それ自体は魅力的であった、しかし Act は predicate としては扱われてはおらず、transaction において関連する事項を含めた document として扱われており、その意味において Act と Entity とに担わせる意義は、必ずしも整合性を保っているとは言い難い。この事情は Entity に担わせている意義全般に広がっており、したがって全体としての記述は、必ずしも自然とは言い難い。

#### ◆ UML

種々の方面に発展を遂げて今や巨大な枠組となった UML は、そもそもプログラミング指向の枠組であることを看過すべきでない。本報告書でも詳細に見てきたように、何らかの計画的な行為列は何らかの意図の表出である。意図は性向 (hexis) を伴い、よって慣性を伴っている。そして表現枠組 CSX は、したがって UML とともに性向を異にしていた。

そのうえ UML は種々の記法全体としての UML である。しかしながら殊に知識それ自体を対象と

するとき、幾つかの手法の境界領域には汚染や曖昧さが伴うことも本報告書で見えた。一方、表現枠組 CSX は、そのような境界を生じせめない。

加えて観や相や場を顕在化させて明示的に扱うことを要求するような枠組としている。

さらには、そもそも表現枠組 CSX は二種の節を有しており、一つはモノ的であってこれは UML class と類似するが、今一つは結合子として機能させており、さらに結合においては結合子と結合意味とは分離して、各記述要素に担わせていた。この形式的な差異、そしてこの影響する事項の概要は既述の通りである。

#### ◆ RDF/OWL

これらも目的ほか性向や生い立ちが異なる。RDF は、もともと web ベースで活用することに眼目を置いていたがゆえに、比較的単純であることも身上の一つである。まただから di-arity が原則である、ほか、制約を課している。

OWL はそれを応用して論理表現を謳っているが、しかし実際のところは表現力の豊かさとのジレンマによって、OWL は数個の既述レベルを提供することとなっている。

#### ◆ KIF ほか

したがってまた KIF ほかの論理既述枠組とも、CSX は異なることとなる。

### D. 4. 2 意図実現過程モデル

前述したように、本研究のような視点と目的に即するものは寡聞である。

## D. 5 残された課題

残された課題というよりも今後詰めていきたいことや発展させていきたい事々は種々ある。とはいうもののそのうち、次節に挙げるよりも本節に挙げるほうが、座りが良さそうに思える事項を若

干列挙しておく：

- ・ 制約表現の実証
- ・ 時制、相、法の表現
- ・ 継承表現に関する再検討
- ・ 権利や義務に関わる表現

## D. 6 今後の展開

臨床関係については、以下を為していきたい：

- ・ 表現枠組 CSX ならびに本研究成果の意図実現過程モデルをを活用した、診療計画策定ツール
- ・ 同じく、臨床思考ワークベンチ
- ・ 表現枠組 CSX を活用したオントロジーの構築

そのほか。

## E. 結論

問題定義から目標設定そして解法の策定まで、しかも経時的な問題変遷を含め意図実現過程全体のモデルを、臨床思考過程モデルならびに診療経過モデルを礎として、論拠性と方向性の二面から扱いながら、表現枠組 CSX を用いて成し遂げた。

加えて、この意図実現過程モデルに即した試作実装を行い、さらに、このシステムから出力した診療記録の履歴を活用するツールも作成した。

これらのことから、上述にて研究考案した意図実現過程モデルが追跡性や監査可能性などに資するものであることを明らかにした。

これらのモデルやツールは、経験知や暗黙知の表出化、経験知識の獲得と共有、適正診療の監査、データマイニングや臨床試験、臨床教育などに活用できることが示唆された。

以上の事から本研究主題の目的を成し遂げた。

## F. 健康危険情報

ない。

## G. 研究発表

- [1] 廣瀬康行, 与那嶺辰也, 大嶺武史, 山田清一, 山本聡, 尾藤茂, 村上英, 植田真一郎, 山本隆一, 森本徳明, 神田貢, 矢嶋研一. オントロジ CSX による電子診療録システムと焦点化ツール. 医療情報学. 25S : 976-979, 2005.
- [2] 廣瀬康行, 山本隆一, 山下芳範, 山田清一, 山本聡, 与那嶺辰也, 大嶺武史. 観と場と .IPSJ SIGSE-07, 2007.
- [3] Yasuyuki Hirose, Ryuichi Yamamoto, Shinichiro Ueda. The Nodes Focusing Tool for Clinical Course Data of Hypergraph Structure in the Ontological Framework CSX output from POMR-based EMR system. MEDINFO 2007, in printing.

## H. 知的財産権の出願登録状況

現時点ではない。

# 研究成果の刊行に関する一覧表

## 研究成果の刊行物・別刷

### 書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の編集者名	書籍名	出版社名	出版地	出版年	ページ
山本隆一		開原成允 樋口範雄	医療の個人情報保護とセキュリティ第2版	有斐閣	東京	2005	

### 雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
廣瀬康行ほか	オントロジ CSX による電子診療システムと焦点化ツール	医療情報学	25S	976-979	2005
廣瀬康行ほか	観と場と	IPSJ SIGSE-07			2007
Yasuyuki Hirose et al.	The Nodes Focusing Tool for Clinical Course Data of Hypergraph Structure in the Ontological Framework CSX output from POMR-based EMR system	MEDINFO 2007		in printing	2007
山本隆一ほか	電子化診療情報の患者への提供の在り方に関する調査研究	文部科学研究補助金特定領域情報爆発 IT 基盤成果報告書			2007
山本隆一	診療情報システムと個人情報保護	医学のあゆみ	215(4)	231-234	2005
山本隆一	医療における個人情報保護とセキュリティ	日本病院会雑誌	52(1)	106-124	2005

## オントロジ CSX による電子診療録システムと焦点化ツール

○ 廣瀬康行<sup>1)</sup>, 与那嶺辰也<sup>2)</sup>, 大嶺武史<sup>2)</sup>, 山田清一<sup>3)</sup>, 山本聡<sup>4)</sup>, 尾藤茂<sup>5)</sup>,  
村上英<sup>6)</sup>, 植田真一郎<sup>7)</sup>, 山本隆一<sup>8)</sup>, 森本徳明<sup>9)</sup>, 神田貢<sup>10)</sup>, 矢嶋研一<sup>11)</sup>

hirose@hosp.u-ryukyu.ac.jp  
琉球大学 医学部附属病院 医療情報部<sup>1)</sup>  
903-0215 沖縄県中頭郡西原町字上原207

(株) 創和ビジネス・マシナズ<sup>2)</sup>, (株) テクセル<sup>3)</sup>, (株) ソリトンシステムズ<sup>4)</sup>,  
(株) シーフィックソフトウェア<sup>5)</sup>, 東芝住電医療情報システムズ(株)<sup>6)</sup>,  
琉球大学大学院医学研究科感染制御医学専攻薬物作用制御学<sup>7)</sup>, 東京大学大学院情報学環<sup>8)</sup>,  
矯正歯科森本<sup>9)</sup>, 神田歯科クリニック<sup>10)</sup>, 矢嶋歯科医院<sup>11)</sup>

## EMR system with ontology CSX and the focusing tool for its output

Yasuyuki Hirose<sup>1)</sup>,  
Tatsuya Yonamie<sup>2)</sup>, Takeshi Ohmine<sup>2)</sup>, Seiichi Yamada<sup>3)</sup>, Satoshi Yamamoto<sup>4)</sup>,  
Shigeru Bito<sup>5)</sup>, Ei Murakami<sup>6)</sup>,  
Shinichiro Ueda<sup>7)</sup>, Ryuichi Yamamoto<sup>8)</sup>,  
Noriaki Morimoto<sup>9)</sup>, Mitsugu Kanda<sup>10)</sup>, Kenichi Yajima<sup>11)</sup>

Medical Informatics, University of the Ryukyus Hospital<sup>1)</sup>  
Sowa Business Machines Co. Ltd.<sup>2)</sup>, TechCell Co. Ltd.<sup>3)</sup>, Soliton Systems K.K.<sup>4)</sup>,  
Seafic Software Corp.<sup>5)</sup>, Toshiba Sumiden Medical Information Systems Corp.<sup>6)</sup>,  
Clinical Pharmacology, University of the Ryukyus<sup>7)</sup>,  
Interfaculty Initiative in Information Studies, The University of Tokyo<sup>8)</sup>,  
Morimoto Orthodontic Office<sup>9)</sup>, Kanda Dental Clinic<sup>10)</sup>, Yajima Dental Clinic<sup>11)</sup>

**Abstract:** Authors developed ontological meta-modeling framework in previous project from 2000 to 2002, and we call it CSX because of its namespace prefix is "csx". This information model and modeling framework was evaluated useful to represent problem transition in POMR. Therefore we tried to prove the usefulness of CSX in describing medical records and in constructing EMR system. We developed EMR system with MS C# .NET Framework and DBMS Cache, and then we also developed the focusing tool that extracts a subgraph from the multigraph created from clinical course data which described with CSX output from the EMR system in XML schema format. The EMR system was developed well and its performance is satisfactory. Then, the focusing tool provides extracting capabilities of targeting problem transition from complex or compromised clinical course. Therefore it was concluded that CSX is significantly useful for describing EMR and developing an EMR system. This work was carried out with supports of national governmental grant MHLW H15-RHTA-050.

**Keywords:** ontology, meta-modeling, XML Schema, electronic medical record system, clinical course focusing tool, multigraph

### 緒言

発表者は前著[1]にて形而上的な要素を有し多重グラフ構造を許容する小さなモデルまたは情報記述枠組 (CSX Ontological XML Schema) を報告した。この枠組の名前空間を csx としたので、この枠組自体あるいはそのモデルやオン

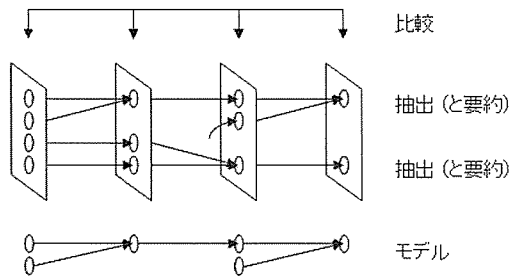
トロジを以降 CSX と呼ぶこととする。

CSX は、物理的空間に存在する物あるいは仮想物のみならず[2], 病名やプロブレムの変遷を記述するにも容易に応用可能であった[3, 4]. さらには制約表現を含みながら事象なども表現できることを明らかとした[5, 6].



よって、これを基盤とした電子診療録システムの実装可能性を実証することとした。加えて、焦点した病名やプロブレムの変遷を抽出[7]できる二次利用ツールを作成することとした。

図1 プロブレム変遷からの抽出

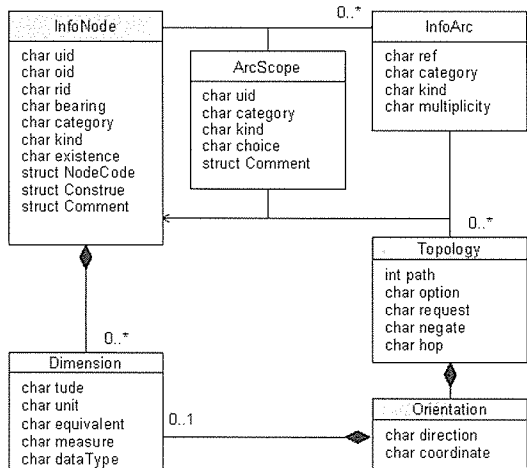


これらのことから CSX の有用性と応用可能性を示すことを目的として本研究を行った。その研究成果を報告する。

方法

診療録の記述形式は、厚生労働科研 (H15-医療-050) の成果である CSX 0.969 を用いた[8]。なお図2は要素 description を割愛して示しているので仔細は文献を参照されたい。

図2 CSX のモデル概要



CSX はモデルというよりメタモデリング枠組の色彩が濃い。よって、いわゆるモデリング・レベルでは思考過程の概念モデルの一部を定式

化した[8, 9]。なお病名やプロブレムの扱いは、変遷の種類[7]に即してモデル化し、また属性値を決定した。

図3 思考過程の概念モデル

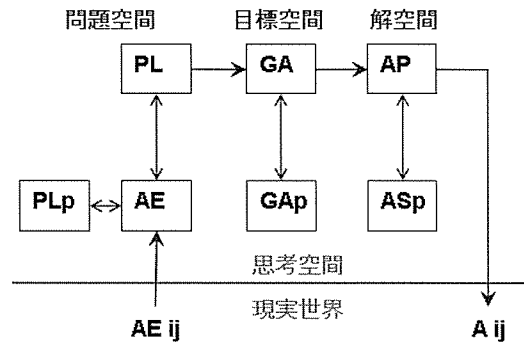
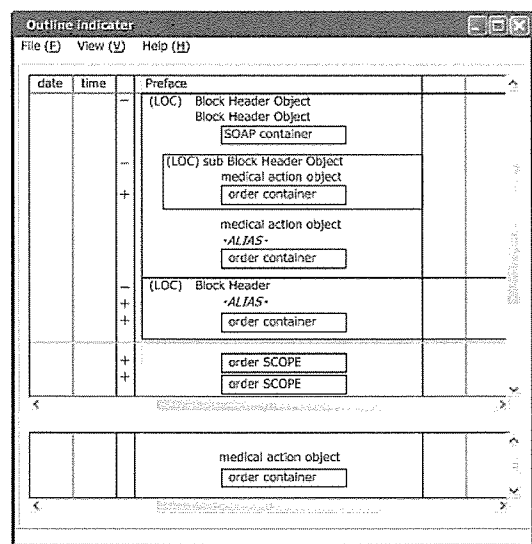


図3での略号は次の通りである： PL:プロブレムリスト, PLp:鑑別診断, AE:焦点した症状や兆候, GA:治療目標, Gap:その候補, AP:診療計画, ASp:その候補, AEij:計画した具体的診療行為, Aij: 実際に実施した行為。

画面デザインは、プラットフォームやツールなどのヒューマンインタフェイスの設計基本方針[10]に可及的に基づきながら、病名/プロブレムと診療行為とを連関しやすい設計とした[11]。

図4 2号様式の画面設計



そのうえで1号様式, 2号様式, 数種のオー

ダ画面を用意した。二次利用ツールでは、多重グラフ構造の表示と、注目したノードの焦点化およびその出力機能を搭載した。各種のコード体系はMEDIS-DCが公開するものを用いた。

開発環境はC# .NET Framework, データベースにはCacheを用いた。

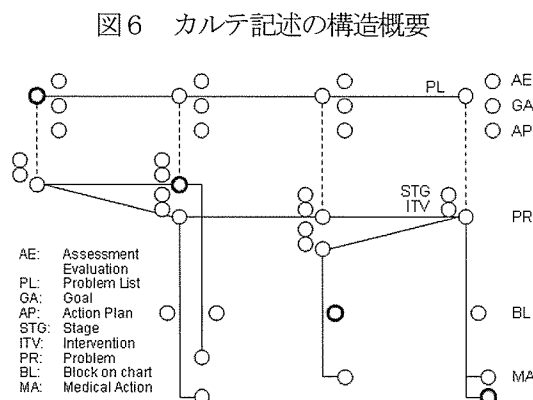
## 結果

### 試作電子カルテシステム

オントロジCSXによる記述形式を直接応用して電子診療録システムの実装は可能であり、またアプリケーションはrich clientにも関わらず良好な応答速度が得られた(図5)。

### CSX形式による診療録の記述

そのシステムからの出力される診療録はCSX形式で記述されており、多重グラフ構造を為している。



### 焦点化ツール

二次利用目的に合致した焦点化と出力機能によって、上記の多重グラフから部分グラフを適切に抽出すること、すなわち、多様かつ複雑な疾病推移を平易な操作で簡明に表現することが可能となった(図7)。

## 考察

存在論的な情報記述枠組の実装可能性及び応用可能性を示したことは意義深い。臨床研

究、臨床教育、医療経済など、様々な方面への応用が考えられる。

## 謝辞

本研究は厚生労働科学研究医療技術評価総合研究事業 H15-医療-050 の助成を受けて実施された。

## 文献

- [1] 廣瀬康行, 矢嶋研一, 森本徳明, 佐々木好幸, 成澤英明, 尾藤茂. 歯科所見の ontology 的なモデル分析に基づく XML Schema の構築. 医療情報学 23(1): 33-43, 2003.
- [2] <http://www.hosp.u-ryukyu.ac.jp/medi/csx/ontology/0.90/>
- [3] 廣瀬康行. Ontology 的分析により構築した記述モデルによる病名やプロブレムの変遷の表現可能性. 医療情報学 23S: 962-965, 2003.
- [4] 矢嶋研一, 廣瀬康行, 森本徳明ほか. 診療履歴情報とプロブレムの ontology 的リンクモデルと電子カルテシステムへの適用例. 医療情報学. 23S: 800-801, 2003.
- [5] 廣瀬康行. 制約類型と CSX Ontological XML Schema による表現. 医療情報学. 24S: 816-817, 2004.
- [6] Yasuyuki Hirose. Tiny and Compact Meta Meta-information Model. MEDINFO 2004: 1640, 2004.
- [7] <https://csx.hosp.u-ryukyu.ac.jp/>
- [8] 廣瀬康行. プロブレム変遷記述言語に必要な述語群. Proc JCMI97: 60-61, 1997.
- [9] 廣瀬康行, 佐々木好幸, 木下淳博, 水口俊介. 問題解決空間の定式化に関する考察. 医療情報学. 17(3): 185-192, 1997.
- [10] 廣瀬康行, 佐々木好幸, 木下淳博ほか. 診療プラットフォームのヒューマンインターフェイス~モード, コンテナ, ツール. Proc JAMI/MEDIS-DC/JAHIS Sympo: 7-10, 1996.
- [11] 佐々木好幸, 廣瀬康行, 木下淳博ほか. 病名と治療行為との自在な関連づけの方法~電子カルテ2号用紙画面での診療ブロック. Proc JCMI97: 58-59, 1997.

図5 CSXによる電子カルテシステムの概要

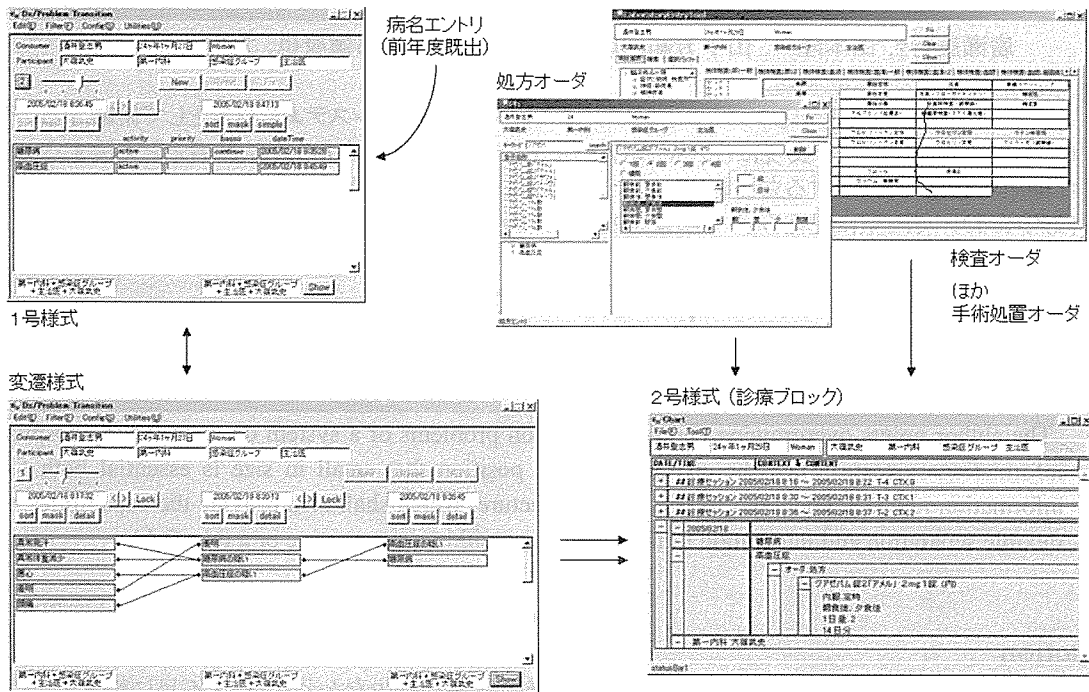
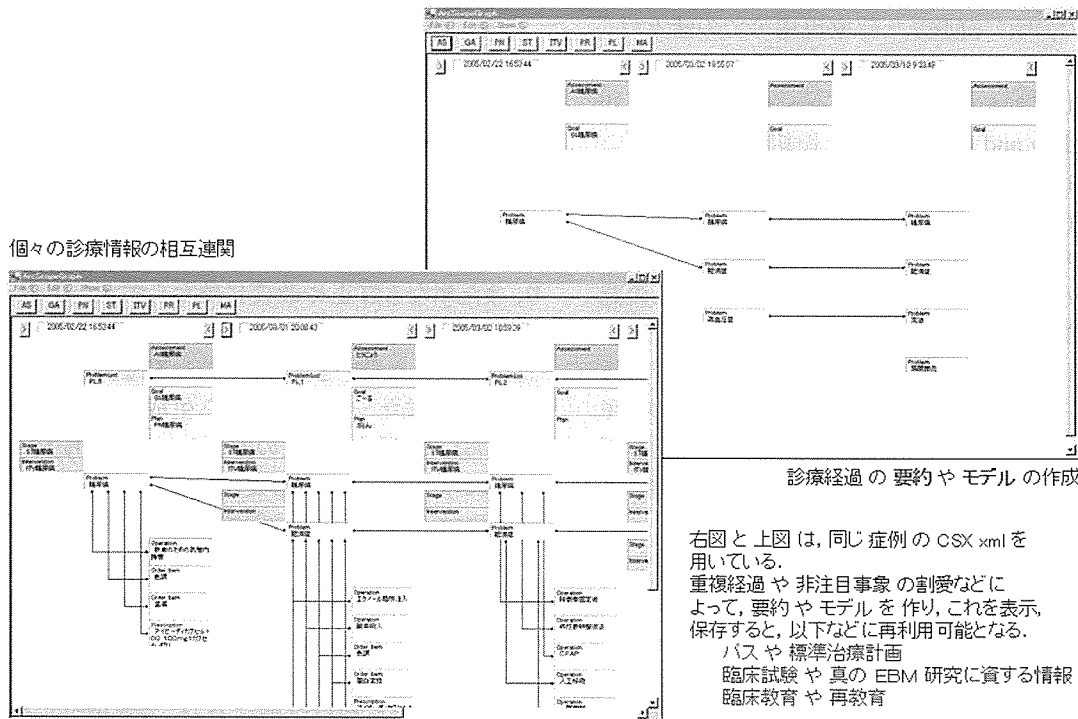


図7 焦点化ツールによる病名/プロブレム変遷の抽出



# 観と場と

廣瀬康行†, 山本隆一, 山下芳範, 山田清一, 山本聡, 与那嶺辰也, 大嶺武史

まず肥大化し多様化するシステムとデータについて病院情報システムを材料として俯瞰する。そのうえで今後は、データ表現にもシステムアーキテクチャにも自在な分離と統合を支援する小さな枠組が必要であるとする立場をとる。また、CSX における観と役割場における場とは相似、あるいはメタにおいて同型に見えるという印象を述べる。

## Perspective and Field

Hirose Y†, Yamamoto R, Yamashita Y, Yamada S, Yamamoto S, Yonamine T, Ohmine T

The author points overgrowing and diversification problems of a system on overviewing hospital information systems. Then the author takes the position that small in size is essential both for information representation and for system architecture, which shall also provide the capabilities of flexible separation and integration of their elements, within a perspective or a role-field.

### 1. Introduction

筆者のバックグラウンドの紹介が最善の導入になると思われる。歯科を卒業したのちに神経生理を修め、麻酔臨床に従事する傍ら業務IT化に関わり、徐々に傾倒し、そしてその教育と研究に専従しうに至った。院生から助手までの頃に経験した診療現場等での諸々は、陰に陽に、なにかしら根や種となっている。

また ISO/TC215 (Medical Informatics)では、当初 WG1 (Modeling and Coordination: 旧組織での名称) , 現在は WG4 (Security) に参画している。さらに近々 WG3 (Semantic Content) にも関わる予定である。

研究については、近年は 臨床現場での思考決断過程のモデル化や診療経過モデル、およびそれらの記述形式などに注力している。

教育については多岐に亘り、2年次学生には情報哲学ほか、4年次には上述のモデルや診療情報等のセキュリティや若干の法制、5年次は臨床実習で上述モデルの演習等を、6年次は国際状況や国家財政を踏まえつつ医療経済などを教授している。

### 2. Reality

病院情報システムを俯瞰する。

#### 2.1. Sustainability

社会保障制度の改革が推し進められているなかであるにも関わらず、未だに医療関係の money あるいは

money 換算した市場規模に期待あるいは幻想を抱く向きも少なくない。しかし実際には本邦のみならず OECD 諸国は多かれ少なかれリソース不足に悩まされており、さらには少子高齢化が追い打ちをかけている現状である。これを受けて医療情報関係者は将来に亘るシステムの sustainability に心を砕き始めている。

曰く、誰が作り、維持し、誰がコストを払うのか？

#### 2.2. Size, transaction and commitment

システムサイズ評価には幾つかの指標があろうが、例えば病院情報システムのトランザクション量は小さくなく、銀行システムを手がけた経験のある SE でさえも意外と言って驚くことがある。

これに拍車をかけるように、所謂「手戻り」も頻繁であり、また単なる訂正や改変に終わらずコミットメントを要することも多い。すなわち部署部門間における言語行為は看過しえないどころか、むしろ確実化を要する現実がある。また一つの行為から生成された情報塊は必要におじて(通常)複数の部門システムに配信され、それぞれの flow path で必要な operation が同期され、最終的には二つ、勘定系と診療履歴とに確定される。

現況、messaging には密結合 C/S model の採用が大勢を占めており、特化された middleware の実装は本邦においては僅少である。

#### 2.3. Presentation, focusing and support

そのうえ項目数は多岐に及び、また項目ごとに指定入力すべき値も広く、thousands を超えることも稀ではない。これは診療現場に近いほど自動生成は困難もしくは妥当でないことがある(後述で若干を補う)。

†琉球大学, 東京大学, 福井大学, TechCell, Soliton, SBM  
hirose@hosp.u-ryukyu.ac.jp

その中で医師は短時間で確実なオペレーションが求められ、かつ上述したように、訂正や改変は頻繁である。よって機械「支援」が望まれるものの、これは業務システム・トランザクション系で知識ベースを駆動せよ、と命じていることと同値である。しかも教科書的な知識のみならず経験知も重要であり、さらには複雑なビジネスルールも適用されねばならない。

そして client 側の各 module は、部門サブシステム oriented に設計されており、そのような業務システムは NOT-friendly UI を提供し、その運用はユーザの寛容または忍耐で成り立っている。なにゆえに使い易くは思えないのか？ 思考過程との齟齬は大きい。

ただその一方で、各画面の各機能は本質的に同等とも云いうる。各機能画面単位の組み合わせや表示や展開の具体は「文脈」依存ゆえ、それらが適切に「与えられる」ならば、ユーザにも SE にも福音だろう。

#### 2.4. Intervention, transition and thinking process

端的に言って、診療とは介入プロセスである。もしも放っておけば嬉しくない結末に至るであろう natural course に対して適切な intervention を施すことで、その transition を、許容しうる path (ここでは敢えて goal とは言っていない) へと orient することである。

換言すれば、上を実践するための思考こそ医療の本質の一つである。この過程は PDCA cycle に似るが、それと異なる。顕著な例は、problem 自体の生成または定義であろう。この過程は医療では重要視される。

その後に goal 設定や plan 構築となるが、たとえ粗くとも、この過程全体もしくは部分を記録することは意義深い。次なる proceed に繋がるであろう、から。とはいえ現実はその以前の現況である。

#### 2.5. Maintenance, update and replacement

前述した 2.2 と 2.3 とを振り返れば、メンテナンスは容易ならざることが推測されよう。そのうえ将来を危惧する以前に、医療業界のリソースは既に逼迫しているため力技で 2.2 や 2.3 を解決することもできない。現況、2.4 による蓄積はない。さらに社会情勢からして後述 2.6 も求められつつある。

#### 2.6. Access control and Privilege management

少なくとも中規模以上の病院業務システムでは言うは易く行は難し、である。その事由は、医療サービス提供者と医療サービス消費者との関係は多対多であり、前者の役割が多様であり、そのうえ現場の状況で変化するからである。緩めれば不当と非難されうるし、締めれば目の前の患者を失うかもしれないという risk take が前提される。

通常云うところの identification や authentication は基盤として必須だが、それのみでは breach や hazard の防止には不足する。動的で easy-operational で、しかも負荷の軽い制御機構が望まれる。

### 3. Position

解の可能性は、小ささを保つことにあり、と考える。豊かな表現力や適応性には自在な統合と分離、そのための再帰や制約が必要だろう。その際ときには自己言及の危うさにさえ挑戦せねばなるまい。データ表現、アーキテクチャ、コードデザインともである。

#### 3.1. Perspective

前述の 2.4 を実現するため筆者は幾つか研究しているが、その仔細の論議は研究会の趣旨から離れるのでここでは避けるが、その要点は ontology 的な記述枠組 CSX により意味関係を表現していることである。

なおそれは OOM でも可能と云えば可能ではある。しかし OOM では観 perspective の表現力は不十分、または非明示的に感じるし、制約表現は OCL による。従って筆者らによる CSX を用いることとし、これを出力するシステムと、graph を扱う解析ツールとを試作した。データの構造と表現とに焦点した仕事である。

#### 3.2. Field and Architecture

最適実装にはアーキテクチャやコードデザインが深く絡まることは勿論で、役割場、その実現策としての dependency injection は意義深いと信じるに足る(試作では実装できていないが)。

実際それは、データ構造とともに機能画面を勘案しながら CSX により表現する際、意識されることとなった。CSX では様々なモノやコトを scope で括って、全体を perspective にて統べている。Entity を生成解釈する module は何を為すべきか「知って」おり、それは「環境」から与えられれば理想である。筆者にはアスペクト指向アーキテクチャと CSX は analogical に感ぜられる。

#### 3.3. Coding design

筆者はこれに詳しくないが、DI container において気になることは、module 間の event 管理である。例えば呼び出される「文脈」によって振る舞いを変えるべき context menu の実装..はともかくも、維持管理などが。

### 参考文献

- [1] <http://itpro.nikkeibp.co.jp/prembk/NBY/techsquares/20041105/152190/?ST=newtech>, 2004
- [2] <http://www.csx.hosp.u-ryukyuu.ac.jp>, 2004,2007

# The Nodes Focusing Tool for Clinical Course Data of Hypergraph Structure in the Ontological Framework CSX output from POMR-based EMR system

Yasuyuki Hirose<sup>a</sup>, Ryuichi Yamamoto<sup>b</sup>, Shinichiro Ueda<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Medical Informatics, University of the Ryukyus, Okinawa, Japan

<sup>b</sup> Interfaculty Initiative in Information Studies, The University of Tokyo, Japan

<sup>c</sup> Clinical Pharmacology, University of the Ryukyus, Japan

## Abstract

Knowledge management is one of the significant issues in this century. In medical informatics, the concept of ontology is an important current topic. In addition, there is great interest in knowledge acquisition from clinical data. When doctors use clinical information systems (CIS), their operation implicitly represents, to some extent, their thinking processes with clear reasons and goals according to their intent. If we can capture such resources in an appropriate representation, considerable empirical knowledge could be utilized in various research fields. With this prospect, the authors built an experimental CIS and a nodes-focusing tool for abstracting a summary of the clinical course being examined. The information model is based on a thinking process model, and data are represented in the ontological framework CSX. Then we showed the knowledge-abstracting procedures with this tool. Some domain experts and intern students showed great interest. The authors thereby concluded that such an empirical knowledge acquisition environment is useful for research, education, and so on.

## Keywords:

Intention, decision-making, clinical course, visualization, knowledge acquisition and representation, ontology

## Introduction

As clinical information systems (CIS) extend their functionalities to support the practices of physicians and nurses in a more comprehensive and direct manner, the systems should be designed based on a profound understanding of clinical workflows. We think well-designed CIS can play a considerable part in the clinical practitioners' thinking process behind these workflows, and therefore CIS can provide a significant resource for empirical knowledge about clinical thinking process, by recording the *reasons, goals and intentions of medical interventions* in a semantically cohered data structure during clinical courses.

Knowledge can be represented in a net or hypergraph structure. Each node corresponds to each concept or piece of information, and each edge shows the meaning of the inter-

relationship between nodes. As a clinical process ontology, this hypergraph must have enough capability to represent the facts or facets of the facts at point-of-care to acquire clinical empirical knowledge.

In general, a CIS requires several information models: at least one for a transaction and another for clinical document representation, and they may be formulated as health IT standards [1, 2]. Now we propose another model for the thinking process. Those three refer to the same data in the same repository in a CIS to 'contain' them in a semantically related structure of each model. In this sense, the structure of the information model is expressed as semantic inter-relationships among 'semantically defined data containers' according to its model perspective. The differences of models depend on their perspectives, which then leads to different structures.

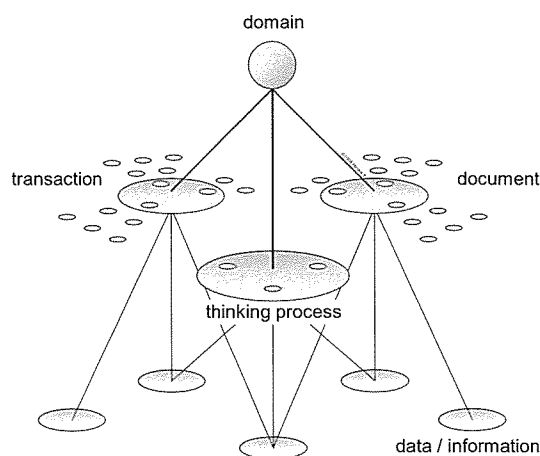


Figure 1 – Perspective variations in a domain

Of course a 'container' may contain other 'containers' when a structure is complex and the hierarchy is deep. An element in a 'container' may be identified with a code of other terminology systems.

Smith et al. have asserted the significance of perspective in methodology axes, and the possibility of the representation of in a single framework that holds plural ontologies [3]. We agree because of our design policy that was based on 'pers-

pective' in the sense of oriental philosophy [4], and because of our experience in research supported by grants from the Research on Health Technology Assessment, Ministry of Health, Labor and Welfare, Japan from 2000 [5, 6].

To support plural ontologies in one system, we decided to utilize an ontological framework called CSX that we originally developed as a metamodeling environment [7]. Then we developed an experimental CIS based on the model of the clinical thinking process to capture clinical empirical knowledge. We also developed a node-focusing tool for abstracting a kind of partial graph of the clinical course being examined.

## Methods and Designs

### The Clinical Thinking Process Model

#### Model Outline

A clinical course model should have two aspects: the clinical course itself and the health care provider's thinking process at point-of-care. We had already developed the latter, as a *decision* process model, along with the problem-transition model known as a problem-oriented system (POS) or the problem-oriented medical record (POMR) [8]. Generally speaking, this model is an *intention* realizing process model; therefore, each *reason* in the thinking process and the *goals* of interventions are clearly delimited. One cycle of the thinking process in a clinical session (i.e., encounter) is illustrated in the following:

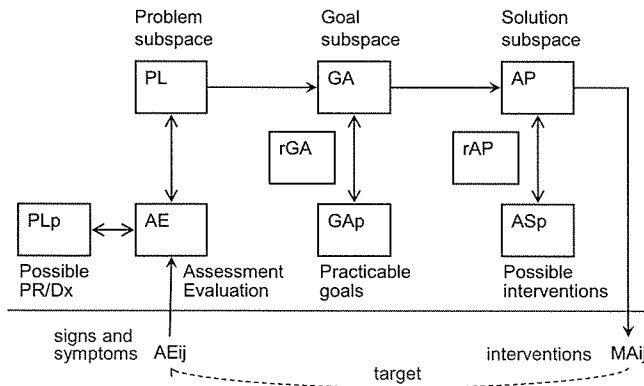


Figure 2 – The Clinical Thinking Process Model

The decision process is placed in three spaces: problem, goal and solution. Each space contains elements that represent an 'assorted step' in the thinking process. Each is a container that holds child objects (e.g., each problem or disease (PR<sub>i</sub>) in 'ProblemList' (PL), and each assessment and evaluation (AE<sub>i</sub>) in 'AssessmentEvaluation' (AE)). AE<sub>i</sub> may contain a physician's inference and/or reasoning for diagnoses, with referring atomic data of signs and symptoms. These are called S/O in SOAP in POMR. The 'Goal' (GA) is decided due to PR<sub>i</sub> or PL with reasons of each goal item (GA<sub>i</sub>), and those reasons are held in reason of GA (rGA). The action plan (AP) consists of some protocols and/or particles of interventions (AS<sub>i</sub>/MA<sub>i</sub>). They are adopted to gain GA with reasons held in reason in rAP.

Then, any clinical course is composed of a series of clinical sessions, where each phase connects to another with a screw structure or spiral binding through PL as an axis.

In this research, we carried out the implementation by focusing mainly on problem list and problem transitions, and on the problem-intervention relation.

#### Some requirements for a representation framework

The representation framework should have the capability (i) to represent the hypergraph structure and to support n-arity, (ii) to discriminate between 'semantic roles' and 'semantic relations', and (iii) to represent perspective for handling plural ontologies. At the same time, these are the reasons for adopting the ontological framework CSX.

Those three are coupled to each other in knowledge operation and system functions. A complicated semantic graph becomes more complicated because there are multiple interrelationships among nodes with plural perspectives of plural ontologies. Consequently, the usual semantic link does not work well when finding an appropriate path to a target node.

One has to take a notice of the degree or valence of the node, i.e., number of arcs of a node, with respect to data processing, because they may become too much tasking to control a 'path walk' in a knowledge graph. Simply stated, one needs a strategy to find out correct 'semantically grouped links' within an appropriate processing time. This is not clearly known as yet because, in some sense, each application module in CIS 'knows' all arcs and their target information objects. However, it is quite another story to find out the exact path to the target node from the starting node that has many arcs, and some arcs may belong to a different 'semantic group' i.e., 'semantic relation'.

For example, there are elements in AE or PL or 'signs and symptoms' referred to and 'semantic roles' of 'semantic relations' among them: [cardiac silhouette size in thorax] (reason) conclude (object) [cardiac hypertrophy], [decreased ejection fraction] (reason) [oliguria] (reason) conclude (object) [dysfunctional pump], [[cardiac hypertrophy], [dysfunctional pump]] (reason) define (object) [cardiac failure]. Here, [] is a node, () is an arc, and the underlined is the meaning or scope of the 'semantic relation'. In this sample, a relation represents predicate and an arc represents a 'semantic role' as a deep case that is required in each predicate.

Therefore, one solution is that the separation of 'semantic link' into 'semantic relation' and 'semantic role'. The ontological framework CSX provides this capacity.

#### The Ontological Framework CSX

The outline of this framework is as follows:

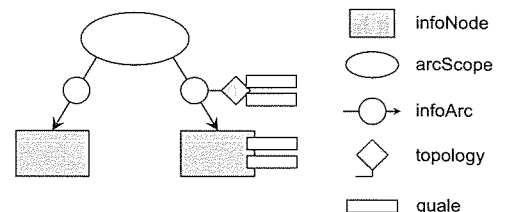


Figure 3 – The Ontological Framework CSX

$O = \langle P, S, N, vr \rangle$ ,  $P = \langle dm, sg \rangle$ ,  $S = \langle A..A, sg, id \rangle$ ,  $A = \langle N, N, T, sg \rangle$ ,  $N = \langle C, Q, sg, id \rangle(t)$ ,  $C = \langle cs, ci, vr \rangle$ ,  $T = \langle dr, cd, Q \rangle$ ,  $Q = \langle dn, ms, ut, eq \rangle$ , where  $O$ :ontology,  $P$ :perspective,  $dm$ :domain,  $sg$ :designation,  $id$ :identifier,  $S(arcScope)$ :semantic relation that integrates  $A$  and represents the predicate or copula,  $A(infoArc)$ :rhetorical role or semantic role in a semantic relation,  $N(infoNode)$ :information object that represents ‘thing’ or ‘event’,  $C$ :code that identifies what an element is,  $T(topology)$ :represents the topological relationship between  $N$ ,  $Q(qual)$ :represents quantity/quality,  $vr$ :version,  $t$ :timestamp,  $cs$ :code system that defines the combination of code/content /designation,  $ci$ :identifier in  $cs$ ,  $dr$ :direction,  $cd$ :coordinate,  $dn$ :dimensionality,  $ms$ :measure,  $ut$ :unit, and  $eq$ :equivalence.

$S$ ,  $A$  and  $N$  have the attributes of category and family. Those two attributes hold the value that represents the position of meaning in the ontological category. Please refer to Figure 1 and the preliminary works [5, 9].

Here, ontology means ‘a framework or methodology that manifests concepts/entities and relationships between/among them in the target world’; and, the representation of relationship is weighted in this research. On the other hand, building a vocabulary/concept repository is beyond the scope of this paper; thus, positively referring vocabularies are defined in terminologies, especially in  $C$  held in  $N$ .

### Implementation Scope in This Paper

#### System Environment

To evaluate our approach, we implemented an experimental CIS with two edit/browse windows (Disease/Problem Transition and Clinical Chart) and four supporting entry tools (problem/diagnosis, prescription order, laboratory order, and operation and procedure). Edit/browse windows were designed to imitate Japanese unique regulated forms of No.1 and No.2 respectively. In this system, controlled vocabularies and identifiers in following code systems are used: ICD-10 based disease code system, JLAB10 (resembles LOINC) based laboratory code system, H0T based drug code system, and operation/procedure code system for reimbursement. The history of the clinical course is output as xml defined for CSX, which is used as an input file for the nodes-focusing tool.

#### Visualization of Clinical Course and Focusing

This tool is designed to facilitate the browsing of the whole image of a graph that illustrates a clinical course, then to abstract the nodes and arcs that are focused on according to the end user’s purpose. With this tool, the model of a clinical course or empirical knowledge from a certain case might be clarified, although it has large numbers of encounters in a very long course; for example, only four essential PLs and its transition illustrated in Figure 4. Such a summary would be found through the trial and error process of comparing, masking and tracking.

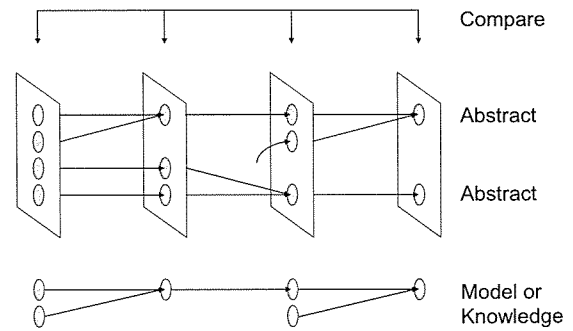


Figure 4 – Abstraction with nodes-focusing tool

Extracted data (or knowledge or pre-knowledge) is output as xml defined for CSX. The image of graph can also be output in JPG format.

## Results

### Disease/Problem Transition and Relevant Care Information

The Disease/Problem transition window has a maximum of three panes. One pane view is for a usual Dx/PRi list, and the three-pane view (Figure 5) is for editing and browsing disease/problem transitions. In the three panes, an end-user can control the pane linking which one is connected or unconnected. The latter provides end-users with the capability to look discretely at problem lists.

The kinds of semantic roles in each PRi is automatically determined due to a partial graph between the PRi in the former PL and PRi in the latter PL: proceeded, diverged, converged, promoted, demoted, and terminated in semantic role  $A$  in CSX and ‘transition’ or ‘transmute’ in a semantic relation  $S$  in CSX.

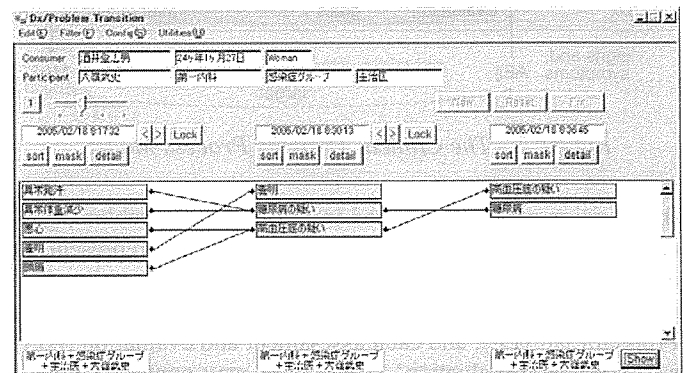


Figure 5 – Sample of the Disease/Problem transition window

Each PRi is selected in the problem/diagnosis entry tool by the end-user operation, often to be compiled with prefix and/or suffix. Then the PRi is inserted into the Disease/Problem transition window when the problem/diagnosis selecting operation is fixed. Therefore, the PRi node has three codes in  $C$  held in  $N$ : main, prefix and suffix.





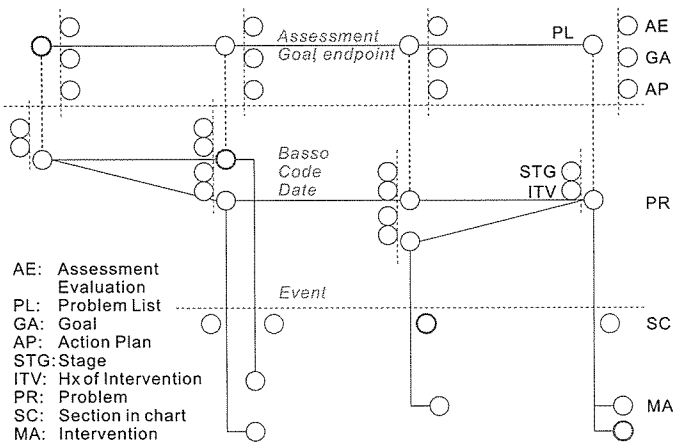


Figure 9 – Graph of clinical course data

In this framework, we used designations for entities and semantic relations that resemble or parallel ISO/CD TS 22789 in the implemented model, given the need for this experimental implementation.

### Evaluation of the Experimental Implementation

Six domain experts (all were physicians and their subject was clinical trials) and a hundred of intern students showed great interest. When the authors showed medical students this tool, most immediately understood its idea. They also stated that they wanted to use this tool at clinical conferences, especially for complicated cases. Therefore, we believe that such an empirical knowledge acquisition tool is useful for clinical research and education.

### Conclusion

We developed the experimental POMR based on the clinical thinking process model with the ontological representation framework CSX, which has the capability of handling plural ontologies, and the nodes-focusing tool for clinical course data in a hypergraph structure to capture and acquire or mine some portion of health care providers' empirical knowledge at point-of-care, including their intent. Then some domain experts and intern students showed great interest. Therefore, the authors concluded that such empirical knowledge acquisition environment is useful for research, education and so on.

### Acknowledgments

The authors are grateful for the support and suggestions by Mr. Seiichi Yamada, Mr. Tatsuya Yonamine, Mr. Takeshi Ohmine, Mr. Satoshi Yamamoto, Mr. Shigeru Bito, Mr. Ei Murakami, Dr. Kenichi Yajima, Dr. Mitsugu Kanda, Dr. Noriaki Morimoto, Dr. Taishi Nago, and Prof. Kentaro Inui. This work was supported by grants from the Research on Health Technology Assessment of Ministry of Health, Labor and Welfare, Japan H17-RHTA-043 from 2005 to 2007, H15-RHTA-050 from 2003 to 2005, and H12-RHTA-009 from 2000 to 2003 in a previous work.

### References

- [1] HL7 version 2.x, and 3. At [www.hl7.org](http://www.hl7.org), 2006.
- [2] OpenEHR. At [www.openehr.org](http://www.openehr.org), 2006.
- [3] Grenon P, Smith B, Goldberg L. Biodynamic Ontology: Applying BFO in the Biomedical Domain. In: Pisanelli DM, ed. *Ontologies in Medicine. Technology and Informatics 102*: IOS Press, 2004; pp.20-38.
- [4] The Prajna Paramita Hridaya Sutra.
- [5] Hirose Y. *Methodology for clinical information sharing (H12-RHTA-009)*. ISBN 4902408066, 2003.
- [6] Hirose Y. *Information model in EMR for the representation of problem transition and problem-intervention relationship (H15-RHTA-050)*. ISBN 4902408090, 2005.
- [7] ISO/IEC JTC1 SC32 WG2. *ISO/IEC 11179-1:2004*.
- [8] Weed LL. *Medical Records, Medical Education and Patient Care*. 2nd ed. Cleveland: The Press of Case Western Reserve University, 1970.
- [9] Hirose Y. *Tiny and Compact Meta Meta-information Model*. MEDINFO 2004; 1640.
- [10] Rogers JE. *Quality Assurance of Medical Ontologies*. *Methods Inf Med* 2006; 45: 267-274.

### Address for correspondence

Medical Informatics, Hospital, University of the Ryukyus  
 Uehara 207, Nishihara, Nakagami, Okinawa 903-0215, JAPAN  
[hirose@hosp.u-ryukyu.ac.jp](mailto:hirose@hosp.u-ryukyu.ac.jp)

## 謝 辞

本研究は様々な方々の御理解と御厚意ならびに御協力と御支援のもとに実施され完遂されました。まずは研究の機会を与えてくださった所轄省庁ほか各位に衷心より感謝申し上げます。また、分担研究者、研究協力者、委託業者の担当者および管理者各位、協賛協力会社の担当者および管理者各位、種々の仲介の労をお執り下さった方々、本研究の基盤となった過去の研究や事業などに御協力御支援を下された方々、所属機関の長と担当事務官ならびに補佐員ほか一連の研究に関わる環境を与え御支援くださった方々には改めて篤く御礼申し上げます。

本研究ほか関連研究の成果が活用されて、本邦の市民と行政とに利することを願って已みません。そのうえで本書を、我が妻子と母、今は亡き敬愛する父そして祖父母に捧げます。

監 修	廣瀬康行
発行者	領域知識文脈処理研究会 出版会
印刷所	株式会社 国際印刷
発行年	平成 19 年 3 月
ISBN	978-4-902408-13-3