

一般口演 | 電子カルテ・EHR

一般口演4

電子カルテ、看護・薬剤情報システム

2021年11月19日(金) 14:10 ~ 16:10 E会場 (2号館2階222+223)

[2-E-2-08] 日本の医薬品の RxNormマッピングの試み

*木村 映善¹、川上 幸伸¹、松田 卓也¹（1. 愛媛大学 大学院医学系研究科 医療情報学）

*Eizen Kimura¹, Yukinobu Kawakami¹, Takuya Matsuda¹（1. 愛媛大学 大学院医学系研究科 医療情報学）

キーワード：RxNorm, OHDSI, Knowledge Graph

【背景】 MEDISの医薬品 HOTコードマスターによって医薬品関連の各コードが統合して管理されているが、医療ドメインのナレッジグラフ(KG)を構成する要素としての利用実績は殆ど見られない。HOTコードでコーディングされた処方履歴等をKGに接続するにはKGを構成している要素概念との関係性を定義する必要がある。【方法】マッピングの対費用効果が高いと思われる統制用語集としてOHDSIや薬物相互作用のデータベースで利用されているRxNormを今回の候補とした。薬価基準収載医薬品の名称をNICTのTexTraを用いて英語に翻訳し、さらにOHDSIの概念マッピングツールUSAGIを利用しRxNorm/RxNorm Extensionへのマッピングを実施した。RxNorm ExtensionはOHDSIが米国発祥のRxNormを拡張し各国の医薬品の事情に対応したものである。【結果】マッピング対象は17642個であった。マッピング結果から100個サンプル抽出し、目視で検証、修正を実施した。全ての項目についてRxNormの概念へのマッピングが出来ており、Brand（固有製品レベル）43%、Clinical（一般名レベル）47%、Ingredient（成分レベル）10%であった。概念クラスはRxNormが42%、RxNorm Extensionが58%であった。【考察】機械的アプローチと手作業において成分レベルにおいて高精度でのマッピングが可能であることが示唆された。医薬品に関するナレッジグラフの用途を考慮するとマッピング精度は高いものにする必要がある。不特定多数によるマッピングの確認、Ingredientレベルのマッピングに留まりRxNormに剤形、用量の関係で収載されていない医薬品についてOHDSIのRxNorm Extensionを利用した拡張の検討が今後の課題である。

日本の医薬品の RxNorm マッピングの試み

木村映善^{*1}、川上幸伸^{*1}、松田卓也^{*1}

^{*1} 愛媛大学 大学院医学系研究科 医療情報学講座

Feasibility study of the mapping between Japanese drug codes and RxNorm concepts

Eizen Kimura^{*1}, Yukinobu Kawakami^{*1}, Takuya Matsuda^{*1}

^{*1} Ehime University Graduate School of Medicine Department of Medical Informatics

The MEDIS HOT-13 drug master integrates multiple drug-related glossaries in Japan is widely used for coding prescriptions and medical fee claims. However, there are few use cases of HOT-13 codes as a component of the medical knowledge graph (KG). To connect the drugs in prescriptions with KG, we should define the mappings between HOT-13 codes and the concepts that form nodes in KG. We considered RxNorm as the first candidate of the controlled vocabulary that would be highly cost-effective from mapping. OHDSI projects used RxNorm as the standard controlled vocabulary for mapping international drug vocabularies. We translated the names NHI Drug Price Standard into English using NICT's TexTra and mapped translate ones to RxNorm / RxNorm Extension concepts using USAGI, the OHDSI's concept mapping tool. The RxNorm Extension was developed by OHDSI to extend the RxNorm, which originated in the United States, to meet the circumstances of pharmaceuticals in various countries. The number of mapping targets was 17642. A sample of 100 items was extracted from the mapping results, visually verified, and corrected. All items were mapped to RxNorm concepts: 43% to Brand (unique product level), 47% to Clinical (generic name level), and 10% to Ingredient (ingredient level). The concept classes were 41% RxNorm and 59% RxNorm Extension. The results suggest that a combination of machine translation mechanical and manual approaches can be used for mapping at the ingredient level with high accuracy. Considering the application of knowledge graphs for pharmaceuticals, the mapping accuracy should be increased. The future tasks are to confirm the mapping by multiple experts and to study the Japanese-specific extensions using OHDSI's RxNorm Extension framework for drugs that are only mapped at the Ingredient level and are not listed in RxNorm due to the lack of the Japanese variations of dosage and strength.

Keywords: RxNorm, HOT-13 Drug Codes, Terminology, Knowledge Graph

1. 背景

医療情報学の主要な関心事の一つに医療分野の知識表現手法の検討と、その表現手法によって記述された知識にアクセスして新たな知見の導出や正確かつ再現性のあるデータ抽出手法を確立することが挙げられる。わが国においては先達の努力によって、いくつかの分野において用語集が存在しているが、全体的な傾向として階層構造や分類軸の機能が弱い。そのため Real World Data(RWD)を利用した研究において再現性や正確性を担保したデータの抽出手法の開発や共有が困難である。

例えば、関節リウマチ患者における帯状疱疹のリスク因子について医療情報データベースを用いた後方視的研究[1]の時に医薬品の抽出は ATC 分類と臨床医の意見を聞いて実施した。しかし、この時の phenotyping に関する知見を共有するナレッジベース[2]等にフィードバックが出来ていないので他の研究者による再現や最新の医薬品の市販状況を変化した場合に検証の精度が下がる可能性がある。また、OHDSI という国際的な RWD の研究グループ[3]においては各国の RWD を統合して分析するために OHDSI Standard Vocabulary (OSV)を構築し、各国の医薬品用語を RxNorm[4]の概念にマッピングしている。但し、わが国の医薬品情報と RxNorm の概念間でのマッピングがなされていないため、OHDSI の国際的な横断研究に参加できない状態が続いている。

これから国内の統制用語集に階層構造や分類軸の情報を追加し、国際的な用語集にマッピングすることが望まれる。しかし、そのような機能を持つ統制用語集をゼロから構築することは現実的ではなく、階層構造や分類軸を有する既存の統

制用語集にわが国の統制用語集に収載されている用語をマッピングする Knowledge Graph(KG)を開発することで、その分類能力の恩恵を受けられるようにすることが近道ではないかと着想した。KG の定義は諸説あるが、本稿では、KG の定義は Lisa Ehrlinger らによる「ナレッジグラフは、情報を取得してオントロジーに統合し、推論器を適用して新たな知識を導き出すもの」[5]という整理に従う。先述したように筆者の先行研究ならびに OHDSI の国際横断的な後方視的研究の参加への動機から、わが国の医薬品の統制用語集を海外で開発されたナレッジグラフに接続することを目的とする。その目的にむけて、わが国の医薬品を海外で研究に多用されている統制用語集へのマッピングと、そのマッピングを利用したナレッジグラフのプロトタイプを作製し、今後の取り組みにむけた課題を洗い出す。

2. 方法

OHDSI は国際的な RWD 研究を実現するために、米国国立医学図書館が開発した RxNorm をベースに米国で市販されている医薬品には存在しない剤形、用量の情報に対応するために RxNorm Extension [6]を開発し、OHDSI の The Standard Vocabulary に収容することで、各国の医薬品を統一された概念コードで記述可能にしている。また RxNorm は様々な医薬品の用語集とのマッピングが試みられている[7-11]。また、それらのマッピングを通して、それぞれの医薬品用語集のコードで記述されたナレッジグラフを活用できる可能性があることから、RxNorm をマッピング先として選択した。すなわち、わが国の医薬品に関する用語群から RxNorm の概

念群への橋渡しをするナレッジグラフを構築することを目的とする。そのためには、医薬品の用語を RxNorm の概念に 1 対 1 に対応づけるマッピングを作製し、そのマッピングを表現するナレッジグラフを記述することとなる。

OHDSI から用語集を OSV にマッピングするツールとして提供されている OHDSI Usagi[12]を利用する。Usagi は Natural Language Processing (NLP)手法を用いてマッピングを支援するツールであり、様々な先行研究[13, 14]で利用されている。Usagi は指定された用語について、Apache's Luceneを利用して OSV の用語群の表記との近似度比較を行い、0 から 1 (完全一致)までの近似度ともに複数のマッピング候補を提示する(図 1 下)。OSV のレジストリである Athena[15]より、RxNorm と RxNorm Extension のデータを手し、Usagi のマッピング先の用語集として設定した。また USAGI の動作オプションとして OSV で認定された標準概念であり、かつ OHDSI で定義された”Drug”ドメインに属する概念のみを候補として限定した。但し、USAGI のよる文字列比較は英語表記ベースであり、医薬品の用語集を英訳することが前提となる。また、文字列の比較であるので、RxNorm の表記と英訳された医薬品名の表記とは同じ記法に準拠したものに揃えることがマッチング率を高めることが期待される。

RxNorm の表記は成分名、用量、剤形、製薬会社名で構成されており、それに近い表記要素の構成を取っているのは薬価基準医薬品の告示名称であった。そこで、NICT の TexTra[16]を利用し告示名称を翻訳する。デフォルトの設定状態で TexTra が翻訳できなかった医薬品名はユーザが独自定義可能な用語集を編集する機能を利用し、医薬品名と調査した英語名を対応させる用語集を編集した。

MEDIS 医薬品 HOT コードマスターより告示名称を抽出し翻訳した医薬品名を USAGI にかかけ、1 名のレビューワが目視によってマッピングの確認、修正を実施する(図 1)。

用語比較におけるマッピング精度と性能向上の検討のために、USAGI によって提案された概念(以下、候補概念)とレビューワが最終的に採用した概念(以下、採用概念)とにおける属性(Ingredient, Strength, Dose Form, Brand name)の合致度についても調査する。OSV は様々な統制用語集を統合するために、OHDSI が独自に各概念に対して OHDSI が管理する概念の識別子である Concept ID を割り振り、その Concept ID と各々の統制用語集の概念コードあるいは用語コードを保持する属性(Concept Code)にマッピングしている。その中で医薬品のセマンティックネットワークは RxNorm の体系を採用しており(図 4)、医薬品に関する概念間ネットワークの情報も管理している。OSV の概念間ネットワークを利用して、候補概念と採用概念それぞれについて、当該概念より上位に位置する概念群を抽出する。そしてこの 2 つの概念群の積集合である概念群(以下、合意概念群)が候補概念と採用概念において共通している属性を保有した概念群である。RxNorm は概念間ネットワーク構造を設計する際、保有する属性の違いによるクラス定義と階層構造を定義している。OHDSI と RxNorm のクラス定義[17]にもとづいて、各概念が保有する属性の対応関係をマッピング(以下、属性マッピング表)した(表 3)。すなわち、合意概念群が持つ属性をこの属性マッピング表を用いて抽出し属性群の和集合を形成すれば、この和集合は候補概念が採用概念に対して正解を引き当てた属性群に等しい。

3. 結果

USAGI による自動マッピングの対象となった医薬品は

17642 個であった。そのうち 100 個を無作為抽出し、目視による候補概念の確認と手動による編集を実施して採用概念を決定した。最終的な結果は Brand Name 属性を保有する概念群でまとめた 'Brand' に分類される概念が 43%、brand name 属性を保有しないクラス群をまとめた 'Clinical' に分類される概念が 47%、Ingredient のみの概念が 10%であった(表 1)。「Brand」は薬価基準に収載されている商品名相当、「Clinical」が一般名称相当である。「Brand」に分類された概念では RxNorm Extension での定義が大部分をしめている。米国で市販されている医薬品への対応を目的とした RxNorm の性質から、基本的にわが国の医薬品は RxNorm 本体に収載されておらず RxNorm Extension で対応されている事情が確認された。「Clinical」に分類される概念では Brand name がなくとも Ingredient, Strength, Dose Form が揃っていればマッチング可能であるが、約半数が RxNorm Extension によって定義されていた。

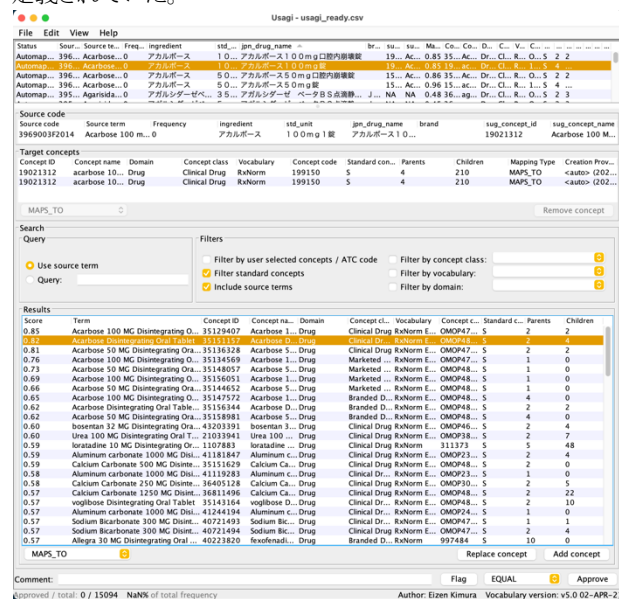


図 1 OHDSI Usagi を利用したマッピング作業

表 1 RxNorm 概念にマッピングされた医薬品の内訳

Category	Class	Target Concepts		Class Total	Category Total(%)
		RxNorm	RxNorm Extension		
Brand	Branded Drug	2	13	15	43
	Branded Drug Comp	0	2	2	
	Branded Drug Form	1	3	4	
	Quant Branded Drug	0	1	1	
Clinic	Marketed Product	0	21	21	47
	Clinical Drug	19	15	34	
	Clinical Drug Comp	3	1	4	
	Clinical Drug Form	5	2	7	
Ingredient	Quant Clinical Drug	1	1	2	10
	Ingredient	10	0	10	
Grand Total		41	59	100	100

候補概念と採用概念の属性の一致率を表 2 に提示する。Ingredient, Dose Form については比較的良好な一致度であったが、Strength, Brand name の一致率が低かった。表 2 中の 'NA' は表 3 にもあるように、その概念が当該属性を持たないために集計対象外としている部分である。USAGI が提示した候補概念が採用概念と一致していたものは One Shot として集計しており、全体で 45% の正解率であり、Brand 系の医薬品(51.16%)は Clinical 系(42.55%)に比較して高い正解率であった。

本研究のマッピング結果を川上らとプロトタイプ構築している医薬品相互作用(DDI: Drug-Drug Interaction) のナレッジグラフ[18]に展開した。以下にグラフを展開している neo4j データベースへのクエリ例と結果を提示する。グラフデータベースへのクエリの内容(図 2)は、薬価基準医薬品でコード "1143001X1015"(アスピリン) 属性がある医薬品ラベルのノードをマッピング(n1)し、その医薬品の RxNorm ラベルのノードへのマッピング(r1)を経由して DrugBank ラベルのノード (d1) に至るマッピングを探索する。DDI ナレッジグラフにおいて相互作用のある医薬品は DrugBank コードの一对で定義されている。ノード(d1)—ノード(d2)の接続があるものを通して、さらに RxNorm ラベルのノード(r2)への接続を経由して薬価基準医薬品ラベルのノード(n2)を特定している。このように薬価基準医薬品から RxNorm 概念への接続を経由して DrugBank コードで記述された DDI ナレッジグラフと接続することで、薬価基準医薬品間の相互作用の探索を実現している。

このクエリ結果を可視化したグラフ(図 3)では橙色が薬価基準医薬品ラベルのノード、水色が RxNorm ラベルのノード、赤色が DDI の対を構成する DrugBank ラベルのノードである。薬価基準医薬品(橙色)は同成分の RxNorm 概念(水色)と接続されており、同様な成分を持つ薬価基準医薬品ラベルのノードは RxNorm のラベルのノード周辺にクラスターを構成して表示されている。RxNorm (水色)ラベルのノードを経由して中央に集中している、相互作用で連結されている DrugBank のラベルのノード群にアクセスしている構図が可視化されている。この可視化からは医薬品添付文書に記載されていない相互作用についても提示されていることがわかる。

表 2 RxNorm 概念の属性のマッピング率

Drug Class	Ingredient(%)	Strength(%)	Dose Form(%)	Brand Name(%)	One Shot(%)
Brand	81.40	60.47	76.74	58.14	51.16
Branded Drug	73.33	66.67	80.00	66.67	60.00
Branded Drug Comp	50.00	50.00	NA	50.00	50.00
Branded Drug Form	75.00	NA	75.00	75.00	50.00
Marketed Product	90.48	71.43	80.95	52.38	47.62
Quant Branded Drug	100.00	0.00	100.00	0.00	0.00
Clinical	68.09	51.06	63.83	NA	42.55
Clinical Drug	76.47	64.71	70.59	NA	47.06
Clinical Drug Comp	25.00	25.00	NA	NA	25.00
Clinical Drug Form	42.86	NA	57.14	NA	42.86
Quant Clinical Drug	100.00	50.00	100.00	NA	0.00
Ingredient	50.00	NA	NA	NA	30.00
Grand Total	72.00	50.00	63.00	58.14	45.00

MATCH (n1:NHIDrug)--(r1:RxNorm)--(d1:DrugBank)--(d2:DrugBank)--(r2:RxNorm)--(n2:NHIDrug)
WHERE n1.id="1143001X1015"
RETURN DISTINCT n1,n2,r1,r2,d1,d2

図 2 neo4j へのアスピリンに関する DDI を抽出するクエリ

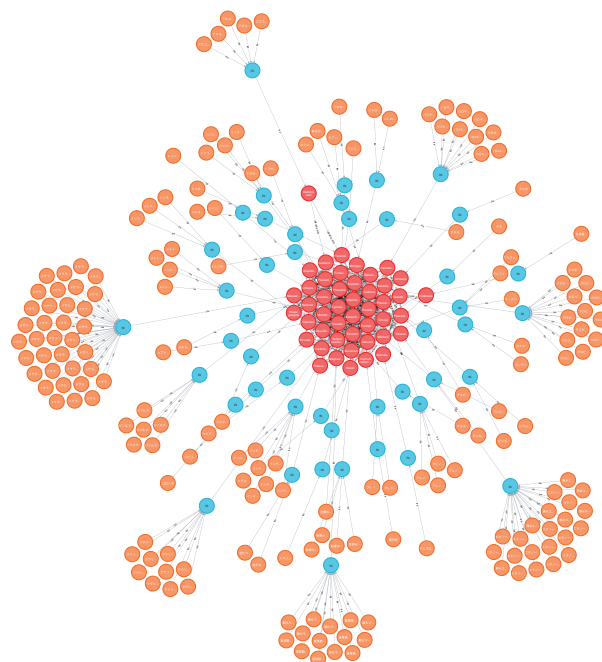


図 3 アスピリンに関する DDI クエリ結果

いては対応するクラスは定義されておらず、他のクラスの中に属性のみとして存在する。薬価基準医薬品のマスターには RxNorm のようなクラスの概念は定義されていない(図 4 左)。しかし、意味的には HOT コードの 13 桁で指定される医薬品が SCD/SBD クラス相当に位置づけられ、3 属性(SCD)あるいは 4 属性(SBD)の情報を保有する。また、HOT コードの 7 桁では Ingredient 相当の情報を有する。従って、薬価基準医薬品を RxNorm へとマッピングするにあたっては、Ingredient を基本として、Dose Form、Strength に相当する情報を適切に抽出することができれば、RxNorm へのマッピングに大きな技術的困難はないことが予想される。但し、米国と日本で市販されている医薬品において成分は同じであるが用量や剤形に違いがある医薬品が多数ある。表 2 において Ingredient の推定が全体的に良好である一方で、Strength、Dose Form のマッピング率が低いのは、日本の医薬品において国には存在しない用量や剤形があることによると思われる。本検証では 90% が SBD や SCD にマッピングできた一方、10% が Ingredient のみとなっていた。つまり、約 1 割程度(約 1700 個)は RxNorm Extension の拡張をしないと対応できない可能性が示唆された。

4. 考察

4.1 薬価基準医薬品と RxNorm の概念の関係性

図 4 は薬価基準医薬品と RxNorm の概念ネットワークの対応関係を可視化したものである。RxNorm は主に Ingredient、Dose Form、Strength、Brand Name の 4 属性の保有状況によってクラスを分類しており、また、それらのクラスの関係ネットワークを定義している(図 4 右。Brand Name に関する属性を持つクラスは非掲載)。SBD クラス(Semantic Brand Drug)が 4 属性、SCD クラス(Semantic Clinical Drug)が 3 属性を保有しており、Ingredient と Strength のみを備えた SCDC クラス(Semantic Clinical Drug Component)、Ingredient と Dose Form のみを備えた SCDF(Semantic Clinical Drug Form)が SCD の上位に位置づけられており、さらに Ingredient のみを持つ IN クラス(Ingredient)、DF クラス(Dose Form)がさらに SCDC、SCDF、SCD の上位に位置する。なお、Strength の属性につ

4.2 本研究の課題

本研究はマッピングの課題の傾向分析を目的として、1 人のレビューワによって 100 種類の医薬品のマッピングを試みたものであり、結果に対する品質や推計の正確さの保証はない。今後マッピングを実施するときには、医薬品に関する知識を有する複数のレビューワのもと進めたい。臨床研究のテーマにも依るが、Brand Name まで一致する必要性は低いと思われ、Ingredient、Dose Form、Strength が一致している SCD をマッピング先の最低基準の概念とすべきであると考えられる。先に考察したように、Strength、Dose Form の一致率が低いのは米国には存在しない用量や剤形がある故と考えられるため、薬価基準医薬品において用量や剤形の全てのバリエーションを抽出し、RxNorm に存在しない用量、剤形に対応できるように RxNorm Extension に追加する作業が必要となる。しかし、薬価基準医薬品の剤形、PMDA の剤形分類[19]、

RxNorm の Dose Form を一瞥しただけでも必ずしも 1 対 1 に対応するものではないことが判明している。Dose Form の概念のマッピング、必要に応じた適切な RxNorm 側の拡張手法の検証が必要である。

また、本研究は薬価基準医薬品の RxNorm へのマッピング可能性について焦点をあてており、英訳した文字列の近似度評価による効率性と改善の可能性については詳細に分析していない。SBD が SCD に比較して一致度が高くなった理由はブランド名など固有の文字列があると文字列の近似性比較において有利に働いていることが予想される。機械翻訳のみで全体として 45% を達成しているが、一致率が低い所は Strength のマッピングに失敗しているところが多いようである。日本の医薬品の事情に対応して Strength と Dose Form が不足しているところを補えば、機械翻訳と文字列の近似度比較のままで、さらに正解率を引き上げることが期待される。

5. まとめ

本研究はわが国の医薬品用語を海外で作成されているナレッジグラフに接続できるように、薬価基準医薬品と RxNorm の概念間のマッピングを試みた。OHDSI が提供している USAGI は Apache's Lucene を利用して近似度による候補の提示を行っているため、医薬品名を英語に翻訳してマッピングを試みた。薬価基準医薬品の 9 割は SBD/SCD にマッピングできたが、残り 1 割は Ingredient のみであった。今後、わが国の医薬品特有の Dose Form、Strength に対応させるべく RxNorm を拡張しなければならないことが示唆された。

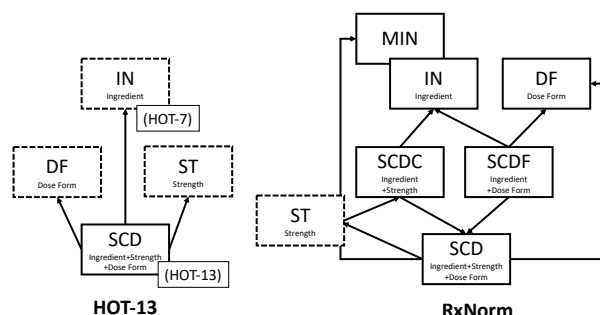


図4 薬価基準医薬品と RxNorm の概念ネットワーク

※Brand Name に関連しているクラスは掲載していない

表3 RxNorm の概念が保有する属性

concept_class_id	ingredient	strength	dose form	brand name	supplier	boxsize	size
Brand Name	0	0	0	1	0	0	0
Branded Drug	1	1	1	1	0	0	0
Branded Drug Box	1	1	1	1	0	1	0
Branded Drug Comp	1	1	0	1	0	0	0
Branded Drug Form	1	0	1	1	0	0	0
Branded Pack	1	0	0	1	0	*	0
Clinical Drug	1	1	1	0	0	0	0
Clinical Drug Box	1	1	1	0	0	1	0
Clinical Drug Comp	1	1	0	0	0	0	0
Clinical Drug Form	1	0	1	0	0	0	0
Clinical Pack	1	0	0	0	0	*	0
Dose Form	0	0	1	0	0	0	0
Dose Form Group	0	0	1	0	0	0	0
Ingredient	1	0	0	0	0	0	0
Marketed Product	1	1	1	1	1	*	0
Precise Ingredient	1	0	0	0	0	0	0
Quant Branded Box	1	1	1	1	0	1	1
Quant Branded Drug	1	1	1	1	0	0	1
Quant Clinical Box	1	1	1	0	0	1	1
Quant Clinical Drug	1	1	1	0	0	0	1
Supplier	0	0	0	0	1	0	0

参考文献

- [1] Tanaka K, Kimura E, Oryoji K, Mizuki S-i, Kobayashi T, Nishikawa A, et al. Hypertension and dyslipidemia are risk factors for herpes zoster in patients with rheumatoid arthritis: a retrospective analysis using a medical information database.

- Rheumatology International. 2021;1-7.
- [2] Kirby JC, Speltz P, Rasmussen LV, Basford M, Gottesman O, Peissig PL, et al. PheKB: a catalog and workflow for creating electronic phenotype algorithms for transportability. Journal of the American Medical Informatics Association. 2016;23(6):1046-52.
- [3] Hripesak G, Duke JD, Shah NH, Reich CG, Huser V, Schuemie MJ, et al. Observational Health Data Sciences and Informatics (OHDSI): opportunities for observational researchers. Studies in health technology and informatics. 2015;216:574.
- [4] Nelson SJ, Zeng K, Kilbourne J, Powell T, Moore R. Normalized names for clinical drugs: RxNorm at 6 years. Journal of the American Medical Informatics Association. 2011;18(4):441-8.
- [5] Ehrlinger L, Wöß W. Towards a Definition of Knowledge Graphs. SEMANTICS (Posters, Demos, SuCCeSS). 2016;48(1-4):2.
- [6] ekorchmar. RxNorm Extension - an OHDSI resource to represent international drugs. 2019; https://www.ohdsi.org/web/wiki/doku.php?id=documentation:international_drugs.
- [7] Wang L, Zhang Y, Jiang M, Wang J, Dong J, Liu Y, et al. Toward a normalized clinical drug knowledge base in China—applying the RxNorm model to Chinese clinical drugs. Journal of the American Medical Informatics Association. 2018;25(7):809-18.
- [8] Palchuk MB, Klumpenaar M, Jatkar T, Zottola RJ, Adams WG, Abend AH, editors. Enabling hierarchical view of RxNorm with NDF-RT drug classes. AMIA Annual Symposium Proceedings; 2010: American Medical Informatics Association.
- [9] Merabti T, Abdoune H, Letord C, Sakji S, Joubert M, Darmoni SJ. Mapping the ATC classification to the UMLS metathesaurus: some pragmatic applications. Patient Safety Informatics: IOS Press; 2011. p. 206-13.
- [10] Cossinab S, Lebrunb L, Lobrea G, Loustaua R, Jouhetab V, Griffieria R, et al., editors. Romedi: an open data source about French drugs on the semantic web. MEDINFO 2019: Health and Wellbeing e-Networks for All: Proceedings of the 17th World Congress on Medical and Health Informatics; 2019: IOS Press.
- [11] Nikiema JN, Liang MQ, Després P, Motulsky A. OCRx: Canadian Drug Ontology. Studies in Health Technology and Informatics. 2021;281:367-71.
- [12] Martijn Schuemie. OHDSI Usagi. (Accessed 2021 Aug); <https://github.com/OHDSI/usagi>.
- [13] Sathappan SMK, Jeon YS, Dang TK, Lim SC, Shao Y-M, Tai ES, et al. Transformation of Electronic Health Records and Questionnaire Data to OMOP CDM: A Feasibility Study Using SG T2DM Dataset. Applied clinical informatics. 2021;12(04):757-67.
- [14] Banda JM, Evans L, Vanguri RS, Tatonetti NP, Ryan PB, Shah NH. A curated and standardized adverse drug event resource to accelerate drug safety research. Scientific data. 2016;3(1):1-11.
- [15] Odysseus Data Services I. ATHENA – OHDSI VOCABULARIES REPOSITORY. (Accessed 2021, Aug); <https://athena.ohdsi.org/>.
- [16] 国立研究開発法人情報通信研究機構. みんなの自動翻訳 @ TexTra®. (Accessed 2021, Aug); <https://mt-auto-minhonn-mlt.ucrri.jgn-x.jp/>.
- [17] Observational Health Data Sciences and Informatics. Standardized Vocabularies - Drug Domain. 2021; <https://www.ohdsi.org/web/wiki/doku.php?id=documentation:vocabulary:drug>.
- [18] 川上 幸伸, 飛鷹 範明, 田中 守, 木村 映善. 海外の薬物相互作用情報を用いたグラフデータベースの構築と日本の医薬品添付文書情報との整合性の検証. 医療情報学 41(Suppl). 2021;in printing.
- [19] PMDA. 投与剤形一覧. <https://www.pmda.go.jp/files/000199487.pdf>.