

ライフサイエンスデータベース統合推進事業（統合化推進プログラム）

「糖鎖統合データベースおよび

国際糖鎖構造リポジトリの開発」

研究開発期間：平成26年4月～平成29年3月

研究開発終了報告書

研究代表者：成松久

（産業技術総合研究所 総括研究主幹）

§1. 研究開発実施の概要

本研究開発課題は、①国際糖鎖構造データリポジトリシステムを開発するとともに、②全糖鎖構造データの標準化を行う。実験解析技術の進歩によって生産される新しいタイプのデータに対応するために新規開発するデータベースを含めて③糖鎖関連データベースの標準化ならびにセマンティックウェブ対応によって、ライフサイエンスデータベース全般との統合を目標にした。これらの他に、これまでに本研究チームの取り組みで形成した国際協働体制の拡大展開をはかり、本提案課題成果の国際標準採用を目指した。特に 3 本の柱について詳細を記す。

① 国際糖鎖構造リポジトリシステムの開発

次の②で開発した標準形式の糖鎖構造データを登録し、既存データとの同一性検索を容易に実行可能とした国際リポジトリ GlyTouCan を開発した。GlyTouCan Partner として既存の糖鎖構造データベースの間でのデータ共有システムの開発も実施した。本システムにより新規に発見される全ての糖鎖構造は標準形式で記述され、糖鎖 ID と URI を世界で共有できる。本リポジトリシステムを国際標準とするために、各国の関連する研究者コミュニティやデータベース保有者と継続的に意見交換を行ってきた。その結果、GlyTouCan を標準システムとして利用するとの同意を多くの研究者から得られている（白書の執筆中）。

② 糖鎖構造データの標準化

本研究チームでは、国際糖鎖構造リポジトリに格納することを前提として糖鎖構造データを記述する形式として WURCS (Web 3.0 Unique Representation of Carbohydrate Structures)の開発を実施した。WURCS は、糖鎖の部分構造の曖昧さや立体異性の厳密さも含めてあらゆる糖鎖構造をユニークな線形文字列として表記できるように開発を実施した。加えて、本研究開発で新たに WURCS の RDF 形式を開発した。これにより SPARQL クエリで表現した糖鎖構造を用いて部分構造検索の実現が可能となった。さらに、WURCS 形式で表現された糖鎖構造を種々の形式へ変換するツールの開発も実施した。これにより、既存の多くの糖鎖構造データを連携することが可能となった。また、糖鎖分子を含む低分子や PDBj のデータベースとの連携を WURCS 活用することで実現した。

③ 糖鎖関連データベースの開発と統合化

本研究チームは、糖鎖科学統合データベース(JCGGDB)の糖タンパク質データベース(GlycoProtDB)の糖鎖修飾位置の情報をセマンティックウェブ化した。産総研のウェットサイドが新たな実験手法を開発したことにより網羅的にグライコフォームのデータを取得することができるようになり、新たなデータを拡充し公開した。糖鎖遺伝子が疾患の原因遺伝子となっている情報や、糖鎖を認識して感染する病原体のデータベースをセマンティックウェブ化するために、既存のオントロジーだけで表現できないところはオントロジーを新規に開発しセマンティックウェブ化して公開した。NBDC の RDF ポータルに誰でも利用できるように掲載の手続きを行った。糖鎖関連遺伝子 DB(GGDB)は、産総研の 6 名のウェット研究者の豊富な知識を元に、酵素の基質特異性などの情報を正確なものとし、更にセマンティックウェブ化した。レクチンと糖鎖の結合のデータベース(LfDB)もセマンティックウェブ化し、ビューワを開発し一新した。

§2. 研究開発実施体制

1. 研究グループ

(1) 「ウェットサイドから産出されるデータを公開する」グループ（研究代表者グループ）

人員構成

氏名	所属機関	役職	研究開発項目	参加時期
成松 久	産業技術総合研究所	総括研究主幹	総括	H26.4～ H29.3
梶 裕之	同上	研究員	糖タンパク質のデータ提供と解析	H26.4～ H29.3
久野 敦	同上	研究員	レクチンアレイのデータ提供と解析	H26.4～ H29.3
鹿内 俊秀	同上	研究員	システム開発	H26.4～ H29.3
ソロビヨワイエ レナ	同上	特別研究員	システム開発	H26.4～ H29.2
鈴木 芳典	同上	技術員	システム開発	H26.4～ H29.3
藤田 典昭	同上	技術員	システム開発	H26.4～ H29.3
祖山 円	同上	技術員	システム開発・データ登録	H26.4～ H29.3
榎谷内 晶	同上	研究員	GGDB のデータの見直し	H27.4～ H29.3
佐藤 隆	同上	研究員	GGDB のデータの見直し	H27.4～ H29.3
安形 清彦	同上	研究員	GGDB のデータの見直し	H27.4～ H29.3
横尾 岳彦	同上	研究員	GGDB のデータの見直し	H27.4～ H29.3
久保田 智巳	同上	研究員	GGDB のデータの見直し	H27.4～ H29.3
野呂 絵里花	同上	特別研究員	GGDB のデータの見直し	H27.4～ H29.3
木下 聖子	同上	客員研究員		H26.4～ H29.3

担当項目

既存の DB 群 JCGGDB (GGDB, LfDB, GlycoProtDB, PACDB, GDGDB) をセマンティックウェブに対応させてスタンザやファセット検索のインターフェースを開発し、アジア糖鎖科学研究者コミュニティのデータベース(ACGG-DB)として公開した。糖タンパク質の糖鎖修飾位置とグライコフォームのデータと各サンプル組織の糖鎖構造の部分構造を示唆するレクチンのデータを公開した。産総研の 6 名のウェット研究者の協力により GGDB 改善の会議を 40 回開催し、約 220 遺伝子に及ぶ糖鎖関連遺伝子の遺伝子シンボルや cDNA クローニング、糖転移酵素としての機能

を発見した最初の論文を探し DB に登録した。またそれぞれの酵素の基質特異性の情報を収集し代表的な酵素活性が分かるように DB に登録した。

JCGGDB に格納されている単糖や糖鎖などの構造を WURCS に変換して糖鎖のリポジトリシステムに登録し、グループ内の連携に寄与した。

(2) 「GlyToucan」グループ (主たる共同研究者グループ(1))

人員構成

氏名	所属機関	役職	研究開発項目	参加時期
木下 聖子	創価大学理工学部	教授	総括、	H26.4～ H29.3
新町 大輔	同上	研究員	オントロジー開 発&検証	H26.4～ H28.12
青木 信幸	同上	研究員	システム開発 & 検証	H26.6～ H28.11
藤田 晶大	同上	D2～4	ツール開発	H26.4～ H29.3
土屋 伸一郎	同上	D1～3	ツール開発	H26.4～ H29.3

担当項目

GlyTouCan と名付けた国際糖鎖構造リポジトリの開発を行った。登録される糖鎖構造はすべて RDF で管理するシステムを構築した。

糖鎖構造を登録するためのインターフェース、糖鎖構造の部分構造検索ツールおよび登録した糖鎖構造情報を可視化するためのエントリーページを開発した。そして、登録された糖鎖構造を一覧で表示でき、そこから条件によって絞り込みできるビューアーを開発した。

糖鎖構造の表記法の標準化及び普及

GlyTouCan では、WURCS をベースとして Accession number を割り当てるように開発した。WURCS は線形文字列で表記されるため、WURCS を利用することで文字列の比較で糖鎖構造の対応付けを行うことができる。これにより、WURCS へ糖鎖構造表記を変換するコンバーターを利用することで、外部の糖鎖関連データベースで扱う糖鎖構造とのリンクを取得した。

国際連携

GlyTouCan Partner という名称で、海外の糖鎖関連データベースを運営している開発者に連携を呼びかけ、GlyTouCan で登録されている糖鎖構造とのリンクを構築することに取り組んだ。加えて、国際会議である Warren Workshop VI で、GlyTouCan の利用および連携を呼びかけ、その結果、UniCarb-DBをはじめ、SugarBindDB, UniCarbKB といった海外の糖鎖関連データベースとのリンクを構築することができた。

(3) 「WURCS 共同研究」グループ (主たる共同研究者グループ(2))

人員構成

種別	氏名	所属機関	役職	研究開発項目	参加時期
○	山田 一作	野口研究所	研究員	総括、システム 開発	H26.4～ H29.3
*	松原 正陽	同上	同上	システム開発	H26.4～ H29.1

担当項目

糖鎖構造の表記法の標準化

複雑な糖鎖構造を一意に記述できる表記法である WURCS の開発を行った。また、既存のデータベースに格納されている他形式 (GlycoCT など) のデータを WURCS 形式へ変換するコンバーターも開発した。さらに、線形文字列として開発した WURCS をセマンティックウェブ技術への対応性を向上させるため糖鎖構造の WURCS オントロジーと RDF 化への変換ツールの開発を実施した。これら基盤技術を基に、WURCS で表現された糖鎖構造を RDF 化すること、およびクエリとなる WURCS で表現された糖鎖構造を SPARQL Query とするツールを開発したことで、糖鎖構造について WURCS を活用して検索することが可能となった。本 WURCS ツール群は GlyTouCan での利用や JCGGDB の糖鎖構造の変換などへ活用した。

また、JST 日化辞、KNAPSAcK、PDBj、PubChem、UniCarbKB などデータベースの化合物を WURCS へ変換することで糖鎖構造を鍵とする化合物構造の連携を実現することが可能となった。この仕組みを活用し、国際糖鎖構造リポジトリである GlyTouCan の Partner として各種リンクデータの作成・提供を実施した。

(4) 「GlycoEpitope セマンティックウェブ化」グループ (主たる共同研究者グループ(3)) 人員構成

種別	氏名	所属機関	役職	研究開発項目	参加時期
○	奥田 修二郎	新潟大学大学院医歯学総合研究科	准教授	総括	H26.4～ H29.3
	田村 元美	同上	技術補佐員	データの検証	H27.4～ H29.3

担当項目

GlycoEpitope データベースのデータの整理、オントロジー開発、RDF 化及びウェブ上のインタフェースの開発および国際糖鎖構造リポジトリとのリンクが付けられるよう、糖鎖抗原情報の整理。

(5) 「GlycoEpitope と GlycoPOD 共同研究」グループ (主たる共同研究者グループ(4)) 人員構成

種別	氏名	所属機関	役職	研究開発項目	参加時期
○	川寄 敏祐	立命館大学	上席研究員	総括	H26.4～ H29.3
*	嶋 さおり	同上	技術補佐員	データの入力、検証	H27.4～ H29.3
	中尾 広美	同上	技術補佐員	データの入力、検証	H27.4～ H29.3

担当項目

GlycoEpitope データベースのデータの入力、整理、管理および GlycoPOD のデータの編集、入力、管理。

2. 有識者会議等

(1) 会議概要

名称	第6回 ACGG-DB 会議
目的	アジア研究者のコミュニティ（Asian Community of Glycoscience and Glycotechnology; ACGG）の枠組みで、アジア諸国が共同でアジアの DB や研究リソースを構築するために定期的に ACGG-DB 会議を開催している。欧米などの研究者とも情報共有するために研究者を招聘し、各国との国際連携とデータベース構築のための議論を重ねている。
委員数	12 人

(2) 委員一覧

氏名	所属機関	役職	備考
成松 久	産業技術総合研究所	総括研究主幹	
木下 聖子	創価大学	教授	
山田 一作	野口研究所	研究員	
鹿内 俊秀	産業技術総合研究所	招聘研究員	
青木 信行	創価大学	研究員	
新町 大輔	創価大学	研究員	
Shang-Te Danny Hsu	台湾・中央研究院	研究員	
Yang Zhang	中国・復旦大学	研究員	
Mingqi Liu	中国・復旦大学	研究員	
Jianxin Gu	中国・復旦大学・上海医学院	教授	
Yan Zhang	中国・上海交通大学	教授	
Chen Zhao	シンガポール・Agency for Science and Technology Research	研究員	

(3) 開催歴

年月日	場所	参加人数	主な議題
2016年10月13日	中国・無錫市 江南大学 会議室	12 人	各国データベースの状況と DB 情勢などの報告

§3. 研究開発の目的、実施内容及び成果

1. 研究開発の背景

糖鎖は核酸やアミノ酸、脂質と同じように全ての生物の細胞に普遍的に存在する物質であり、遺伝子やタンパク質を主題とするライフサイエンスデータベースのエントリを覗けば、糖鎖についての記述をアノテーションの中に必ず見つけることができる。しかしながら、そこに見つかる記述からは糖鎖についての十分な知見を得ることができない。それは、糖鎖が多様な構造を持つ物質の一群であるからであり、あるいは複雑な生合成経路の産物であるからである。本研究チームではこれまでも糖鎖に関連するライフサイエンスデータベースの開発に取り組み、様々な糖鎖関連情報をデータベース化してきた。しかしながら、データを十分に整理した形でユーザーに提供できてはいないのが現状と言わざるを得ない。なぜならば、糖鎖構造解析の技術的な困難さによって曖昧さを含む不完全な構造解析にとどまる糖鎖構造が研究論文に記載されるため、データベースに収載された複数の糖鎖構造のエントリ間での同一性の検索や保証が容易でないからである。本研究チームでは、この

問題の本質的な解決策として、曖昧さを含めて全ての糖鎖構造に対して固有の文字列となる WURCS 表記法を考案し初期の開発段階を終了した。また、並行してセマンティックウェブ技術に対応させるべくオントロジー開発と RDF 化を、国際連携体制を形成しつつ推進している。同時期に、欧米を中心にして糖鎖共通 ID の必要性が議論され、糖鎖のメタデータ記載にあたっての標準化ガイドライン MIRAGE プロジェクトが始まるなど、糖鎖データの標準化へ向けての模索がある。

2013年の1年間に公開された研究論文を文献データベース PubMed で検索対象にすると、「glyco*」あるいは「glycan」のクエリに対して約1万5千件の論文がヒットする。糖鎖について言及する研究論文の全てが、糖鎖 ID や URI を発表論文中に記載するよう国際ルールを制定することで、少なくとも年間1万件規模の国際リポジトリへのアクセスがあると予想される。世界の糖鎖構造データベース全体で見れば、少なくとも数十万件のアクセス増が見込まれる。すなわち、研究論文に糖鎖 ID や URI が記載されることで、論文の読者は糖鎖についての詳細な知見を糖鎖構造データベース上に容易に見出すことが可能となり、糖鎖科学の知見を広めることとなる。ひいては糖鎖を専門としない分野の研究者が糖鎖を研究対象の視野の中に入れることになり、糖鎖科学と周辺研究分野の発展につながることを確信できる。

本研究の糖鎖関連データベース開発における長期的な目標は、糖鎖科学の知見を収集整理し一般のライフサイエンス研究者に提供することで、遺伝子シンボルなどと同等程度の認知度を与え糖鎖科学研究の普及と促進をはかることである。すなわち、学術論文に記述される全ての糖鎖構造を格納可能にするデータベース基盤を構築した上で、ライフサイエンスデータベースの共通基盤であるセマンティックウェブ技術を用いて糖鎖関連データベースの統合化を推進し、糖鎖科学とライフサイエンス研究分野全般の知識共有を実現することを目標とする。

本研究の主な課題は次の3点である。①国際糖鎖構造データリポジトリシステムを開発するとともに、②全糖鎖構造データの標準化を行う。実験解析技術の進歩によって生産される新しいタイプのデータに対応するために新規開発するデータベースを含めて③糖鎖関連データベースの標準化ならびにセマンティックウェブ対応によって、ライフサイエンスデータベース全般との統合を目指す。また技術開発と並行して、これまでに本研究チームの取り組みで形成した国際協働協調体制の拡大展開をはかり、本提案課題成果の国際標準採用を目指す。

本研究チームでは、セマンティックウェブ技術を活用して世界規模での糖鎖科学の知識共有を長期的な目標として技術開発と国際連携を実践している。本研究プロジェクトは、糖鎖構造の登録、糖鎖 ID の発行、糖鎖構造データの関連データベースへの提供と共有を実現するための最重要課題と位置づけている基盤技術開発である。

本課題が実現されることにより、糖鎖科学の最も基礎となる糖鎖に対して固有の糖鎖 ID を世界で共有するための基盤が完成する。糖鎖 ID は研究論文に記載される生物学的知見とセマンティックウェブ上でリンクされる（図参照）。投稿前手続きとして国際ルール化される国際糖鎖構造リポジトリが実現することで、糖鎖構造データの収集は低コストで効率的に運用され、これまで個別のデータベース開発者においてデータ収集のために払われていた開発資源は、糖鎖インフォマティクスの技術開発やユーザインターフェースの改良のために向けられるようになるため、日本国内だけでなく世界の糖鎖関連データベースからユーザーへ提供される利便性はより高度になると予想される。また国際糖鎖構造リポジトリにおいては、新規に構築するデータベースであるため、当初よりフル RDF 仕様のシステム設計を計画しており、リポジトリシステムの運営と維持に関しても必要となるコストは最小限になる。国際糖鎖構造リポジトリを本格運用する際の運営主体と体制および事業経費負担、永続化については、本プロジェクト期間中に主催する国際会議などを通じて国際組織形成などの具体化を検討する。

研究チームの保有する個別の糖鎖関連データベースにおいては、国際リポジトリのシステ

ム開発と並行して開発と改良が行われる。技術仕様の情報共有などにおいて国外データベースと比して常にアドバンテージを持って開発にあたることができる。研究代表者チームでは、これまで GlycoProtDB と UniProt など親和性の高いデータベースとの連携から着手して開発を行ってきた。RDF 化の進捗状況など個別のデータベースごとによって状況が異なるが、本プロジェクトの期間においては、従来型のリレーショナルデータベースには格納が難しい記述的な糖鎖生物学の知見が順次 RDF 化され、これにともなってオントロジーの整備が進むことになる。将来的には、オントロジーの表現力が豊かになることによって、これまでは自然言語で記述されるのみでデータベースに格納できなかった学术论文や総説などの知見がセマンティックウェブ上に展開されるようになり、セマンティックウェブの真価がユーザー体験として提供されることになろう。

2. 研究開発対象のデータベース・ツール

(1) データベース

主要なもの

正式名称	略称	概要
国際糖鎖構造リポジトリ GlyTouCan	GlyTouCan	糖鎖構造や単糖組成に任意のアクセス番号を振り、誰でも登録可能にしたシステムである。また登録されたエントリに対して自動的に質量や構造の特徴を抽出し整理する。そして関連データベースとのマッチングを行い、他のデータベースとの関連性が閲覧できる。
糖タンパク質データベース Glycoprotein Database	GlycoProtDB	産総研が新たに開発した実験手法をもとに産出された未公開の実験データを公開した。糖タンパク質の糖鎖修飾位置の情報とそれぞれの位置についている単糖組成の情報を表現するビューを開発した。 実際に同じコアタンパク質の糖鎖修飾位置1ヶ所に複数の単糖組成が結合しているグリコフォーム（ヘテロジェナイティ）を表現できるビューを開発した。

上記以外のもの

正式名称	略称	概要
GlycoEpitope	GlycoEpitope	糖鎖抗原と糖鎖に結合する抗体の性質、用法、使用例に関する文献情報を収集整理
GlycoPOD	GlycoPOD	糖鎖科学実験マニュアル。200名以上の糖鎖実験科学者がそれぞれの専門領域の実験について具体的なプロトコルを記述した。17分野、220項目を収載。
GlycoGene Database	GGDB	糖鎖関連遺伝子のデータベース。産総研のウェット研究者により基質特異性の情報を再収集した。セマンティックウェブ化した。
Lectin Frontier DataBase	LfDB	レクチンと糖鎖の相互作用のデータベースをセマンティックウェブ化した。
線虫の糖鎖関連遺伝子のデータベース CGGDB	CGGDB	線虫の糖鎖関連遺伝子のデータベース。九州大学野村グループとの共同開発。ノックダウンしたときのフェノタイプの情報写真付きで公開している。フェノタイプの日本語訳は野村グループによるもの。

(2) ツール等

正式名称	略称	概要
PAConto オントロジー	PAConto	病原体と糖鎖構造の結合性の情報を格納しているPACDBのデータを整備・セマンティックウェブ化するために開発した。疾患の症状や糖鎖の代謝に関与する酵素の欠損、糖鎖結合性や糖鎖リガンド等に関する情報の階層化と分類を行い、糖鎖と関連が深い感染症に関するPAContoオントロジーを構築した。

GGDonto オントロ ジー	GGDonto	糖鎖関連遺伝子が疾患の原因遺伝子になる情報を格納している Glyco-Disease Genes Database(GDGDB)のデータを整備・セマンティックウェブ化するためにこのオントロジーを開発した。疾患や疾患の症状、糖鎖のパスウェイ等に関する情報の階層化と分類を行い、糖鎖関連の遺伝性疾患に関する GGDonto & GDGDB オントロジーを構築した。
GlycanBuilder		糖鎖構造の描画ツールであり、WURCS 形式に変換したり、WURCS から他の形式に変換したりできるソフトウェアである。
WURCSFramework	WFW	糖鎖構造の一意な表記法である WURCS を取り扱うための基盤ツール

※データベース、ツールの詳細は別紙参照。

3. 達成目標及び実施計画

(1) 当初の実実施計画・達成目標

糖鎖構造の標準化と国際的に認められる糖鎖構造のリポジトリシステムの開発と既存の RDB をセマンティックウェブ化することの3つが計画であった。

まずは WURCS と呼ばれる表記法を開発した。独自に単糖の表記を定義し、この単糖の表記法をもとに糖鎖の分岐構造を定義した。糖鎖の分岐構造の枝を定義する順番によって表記が変わらないように標準化することに成功した。実験から得られる構造情報は実験装置・手法から未だにグリコシド結合や単糖の種類を定義できない曖昧な情報を含む。曖昧な構造情報でも表記できるようになった。次に糖鎖構造のリポジトリシステムの開発を行いました。当初、GlycoCT (S. Herget et al.(2008)) という方法を用いて構造を管理していたが、表記ゆれ、単糖の修飾によっても同一の構造が複数のエントリとして登録されてしまう場合が発生したことから、構造情報を WURCS に置き換えて整備することにした。リポジトリとしての発番機能も成功し、国内外の学会等で普及活動を行い、徐々に良さが認められつつある。論文投稿の際に掲載している糖鎖構造に GlyTouCan の ID をつけるというところまではもう少しの努力が必要である。

既存の RDB のデータをセマンティックウェブ化するために必要なオントロジー選定を行い、必要なオントロジーの開発も行った。GGDB, LfDB, GlycoProtDB や PACDB, GDGDB, GlycoEpitopeなどを RDF 化した。NBDC RDF ポータルの方に掲載手続きを行っているところで一部は公開されている。

(2) 期間中に追加・削除・変更した実施計画・達成目標

追加・変更・削除した計画はない。

4. 実施内容

(1) 実施内容

産総研のグループは、これまで開発してきた RDB の DB 群 JCGGDB (GGDB, LfDB, GlycoProtDB, PACDB, GDGDB)をセマンティックウェブに対応させてスタンザやファセット検索のインターフェースを開発し公開した。糖タンパク質の糖鎖修飾データを公開した。セマンティック化するために、糖鎖関連遺伝子と疾患に関するデータを整備しオントロジーを開発した。そして NBDC の RDF ポータルに登録し公開した。SPARQL Endpoint からデータを引き出し表示できるようにした。これまで開発したビューワのほとんどが Adobe flash を利用し

て表現していたが、脆弱性を理由に各種ウェブブラウザが JAVA や Adobe Flash のアプリの表示に制限をし始めていることもあり、表示機能を Javascript のアプリに置き換える開発も発生した。JCGGDB に格納されている単糖や糖鎖などの構造を WURCS に変換して糖鎖のリポジトリシステムに登録し、グループ内の連携に寄与した。

創価大学のグループは、糖鎖構造の国際リポジトリである GlyTouCan を開発した。GlyTouCan は RDF ベースのシステムで構成されており、登録された糖鎖構造は SPARQL を用いて、公開されているエンドポイントからデータの取得が可能になっている。GlyTouCan に登録された糖鎖構造は、糖鎖構造表記である WURCS と共にユニークな Accession number が割り当てられ、エントリーページを開発し、登録された糖鎖構造について、糖鎖構造の質量をはじめ、IUPAC, GlycoCT, WURCS といった糖鎖構造表記や関連性のある外部リンクなどの詳細情報を確認することができる。また、GlyTouCan の RDF は、NBDC RDF Portal に提供しており、同サイトから GlyTouCan のデータを取得できる。

また、ユーザーの意見を取り入れ、糖鎖構造と文献情報との対応のとれたデータを提供 GlyTouCan に登録された糖鎖構造と文献情報とを紐付けるためのシステムを開発し、これをエントリーページで公開している。これにより、ユーザーは対象とする糖鎖構造に対して、任意の PubMed ID を紐付けることができるようになった。また、GlyTouCan では WURCS を利用して、外部の糖鎖関連データベースとの連携を行ってきた。GlyTouCan Partner として外部の糖鎖関連データベースの開発者と協力し、外部の ID と GlyTouCan の Accession number を対応付けした登録方法も実現できた。

野口研究所のグループは、糖鎖構造表記法として開発してきた WURCS の開発を発展・継続して実施した。具体的には、曖昧な構造を含む糖鎖構造への対応を強化し、糖鎖構造を取り扱う基盤的ソフトとして WURCSFramework の開発を実施した。そして、WURCSFramework を活用して、線形文字列である WURCS をセマンティックウェブで利活用を促進するために新たに WURCS の RDF 形式を開発し、その形式へと変換する WURCSRDF ソフトウェアや糖鎖構造を RDF 化したデータ (WURCS-RDF) から糖鎖構造を検索するための SPARQL クエリを生成するソフトウェアとして WURCSToSPARQL を開発した。これらのツールを利用して生成した糖鎖構造 RDF データを WURCS-RDF として、NBDC の RDF Portal へ提供し公開して頂いている。また、Protein Data Bank Japan (PDBj) に格納されている分子構造から糖鎖構造を抽出し、WURCS へと変換するツールの開発を実施し、ID 間の関係性をテキスト形式や RDF 形式のデータを作成した。さらに、糖鎖構造データを低分子表現に広く利用しているデータ形式へと変換し PubChem へ登録・取得したデータから RDF 形式のデータを作成した。これらのデータは GlycoNAVI に登録し、GlyTouCan と PDBj や PubChem との相互リンクの活用利用されている。

さらに、創価大学と共同で糖鎖構造エディタである GlycanBuilder への WURCS 対応などを実施した。これら開発したソフトウェアは、国際糖鎖構造リポジトリ GlyTouCan のシステムで実際に利用している。

立命館大学と新潟大学のグループは、GlycoEpitope データベースにおいて収集・整理されている論文を元に専門家によってキュレーションされた質の高い情報を SPARQL を用いて統合出来るようオントロジーの整備および RDF 化を実施した。その際、NBDC のガイドラインに従うよう整備した。その結果を RDF portal に提供した。また、RDF 化に伴い、GlycoEpitope の情報を取得・表示するための Stanza の整備を実施した。国際糖鎖構造リポジトリである GlyTouCan と GlycoEpitope データベースを連携させるために必要となる糖鎖の部分構造検索結果と GlycoEpitope データベース内のエピトープ情報とを紐付けるための仕組みを開発した。これにより GlyTouCan に登録された多種多様な糖鎖構造情報と GlycoEpitope のエントリー情報リンクされるようになった。

産総研と立命館大学は JCGGDB の一部である GlycoPOD に掲載する実験プロトコルの原稿を研究者に依頼することとプロトコルを整えてシステムに登録・掲載する作業で協力した。

(2) データベースの利便性に関する利用者ニーズと具体的な対応

下記の通り、1年に2回、学会に於いてDBの説明やニーズを引き出すための展示ブースを開設した。「こんなデータを探したい」との問い合わせがあるので画面を使って説明した。その結果、「どんな検索をしたら見つかるのか？」など様々な意見が集まった。これは、ポータルサイトとしてのアクセシビリティの面で十分整っていない可能性が考えられた。あるいはどんな研究がなされていてどんなデータが存在しているのか把握するための質問が一番多い。その中でもデータの種類とクオリティ管理に関することであった。

- ・第33回日本糖質学会年会 2014年8月10～12日(名古屋大学豊田講堂)
- ・第37回日本分子生物学会年会 バイオデータベースコーナー 2014年11月25～27日(パシフィコ横浜 展示ホール A/B/C)
- ・第34回日本糖質学会年会 2015年7月31日～8月3日(東京大学安田講堂)
- ・7th ACGG 2015年10月13日(東北薬科大学)
- ・第35回日本糖質学会年会 2016年9月1～3日(高知県高知市かるぼと)
- ・第39回日本分子生物学会年会 2016年11月30日～12月2日(パシフィコ横浜 展示ホール)

(3) 持続的なデータベース運用体制の構築に向けた取り組み

クラウドサーバに移行し、保守運用の作業を軽減し、DBやセマンティック化の作業に集中できるようにした。ACGGやJCGGとの密接な連携と、UniProt/UniCarbや米国Complex Carbohydrate Research Center (University of Georgia)との情報交換と連携については体制が整っている。

(4) 統合化推進プログラムの他のチームやDBCLSとの連携

統合化推進プログラムに参画しているPDBjやメタボロームチームと扱う化合物に含まれる糖鎖データの連携について検討し、野口研で開発しているGlycoNAVIを活用し化合物構造をWURCSへ変換することでGlyTouCanとPDBjの連携を実現した。また、NBDC、DBCLSと日化辞を含めたデータベースについて協議し連携などの検討を実施した。

名古屋大学・古川グループと産総研が共同開発した糖鎖関連遺伝子のノックアウトマウスのリソースデータベースのフェノタイプ情報を理研に提供した。

(5) データ産出を行う研究組織や研究室、プロジェクトとの連携

産総研の協力研究者(実験研究者)が採択されたプロジェクト予算(DB予算とは別)で得られた成果の提供を受けている。糖鎖修飾位置やグリコフォームの情報である。

UniProtや米国のComplex Carbohydrate Research Center (University of Georgia)などと情報共有している。ACGGで成果を報告し、定期的にACGG-DB会議を開催している。各国のデータがそれぞれの各国のDBチームに集約し連携できる状況になったらいつでも協力できる体制を築いている。

(6) 人材の育成

本プロジェクトにおいて糖鎖構造表記法WURCSを開発するためにケモインフォマティクスを専門とする研究員を雇用し、糖鎖構造やセマンティックウェブ技術に関する知識習得の機会を設けることで、効率的なWURCS関連ツールやオントロジーの開発を実現することができた。本研究員は、プロジェクト期間中に博士の学位を取得し、本プロジェクトでの実績や開発してきた成果が評価され、国際糖鎖構造リポジトリGlyTouCanとも連携しているシステムを開発している海外の研究機関へポスドクとして転出した。将来的に糖鎖インフォマティクスを牽引できる人材へと成長していくことが期待できる。

産総研で雇用したポスドクは博士号を取得した後の初めての仕事が本プロジェクトへの参加で、医学的な知識がベースにあり、疾患関連のオントロジーの開発に寄与した。そして論文の

投稿までできるようになった。

(7) その他
特になし。

§4. 主要なデータベースの利活用状況

1. アクセス数

(1) 実績

名称	種別	平成 25(2013) 年度	平成 26(2014) 年度	平成 27(2015) 年度	平成 28(2016) 年度
GlyTouCan (平成 29 年 1 月 19 日現在)	訪問者数	(公開前)		4,610	4,512
	訪問数			10,844	9,288
	ページ数			49,122	39,460
JCGGDB (RDB 版: GGDB, LfDB, GlycoProtDB, PACDB, GDGDB) (平成 29 年 1 月 1 日現在)	訪問者数	4,735	4,980	7,114	790
	訪問数	14,399	17,904	54,459	6,051
	ページ数	165,415	225,867	311,347	34,594
acgg.asia (JCGGDB のセマンティックウ ェブ版) (平成 29 年 1 月 1 日現在) ※28 年 5 月から公開	訪問者数	(公開前)			3,170
	訪問数				9,342
	ページ数				22,683
GlycoEpitope	訪問者数	15,814	2,455	4,912	795
	訪問数	47,774	5,081	12,390	1,274
	ページ数	234,198	21,665	38,120	3,511

表 1-1 研究開発対象の主要なデータベースの利用状況(年度別)

名称	種別	平成 25(2013) 年度	平成 26(2014) 年度	平成 27(2015) 年度	平成 28(2016) 年度
GlyTouCan (平成 29 年 1 月 19 日現在)	訪問者数	(公開前)		384	501
	訪問数			904	1,032
	ページ数			4,094	4,384
JCGGDB (RDB 版: GGDB, LfDB, GlycoProtDB, PACDB, GDGDB) (平成 29 年 1 月 1 日現在)	訪問者数	395	415	358	790
	訪問数	1,200	1,492	1,948	6,051
	ページ数	13,785	18,822	25,252	34,594
acgg.asia (JCGGDB のセマンティックウ ェブ版) (平成 29 年 1 月 1 日現在) ※28 年 5 月から公開	訪問者数	(公開前)			352
	訪問数				1,038
	ページ数				2,520
GlycoEpitope	訪問者数	1,318	205	409	795
	訪問数	3,981	423	1,033	1,274
	ページ数	19,517	1,805	3,177	3,511

表 1-2 研究開発対象の主要なデータベースの利用状況(月間平均)

(2) 分析

- ・GlyTouCan は正式に公開したのが平成 27 年 6 月であるが、2 年度目の途中であるが、初年度と同等の訪問者数とページ数がアクセスされている。今後は GlyTouCan Partner の増加、MIRAGE の推進、そして雑誌との連携により、確実に増加すると予想される。
- ・JCGGDB は複数の DB からなる DB 群の総称である。統一性を持たせるために複数システム

をできる限り同じサーバ上で運用しているためログファイルが1つのファイルになり、このファイルを NBDC のログの管理(Awstat)に準拠した方法で集計した。訪問者数は近年平均的に 5 千人である。平成 28 年度は糖タンパク質の解析において新しい方法を確立し、国内外のプロテオーム関連の学会で発表したことで新しい分野のユーザーがアクセスしたため劇的に数が増えたものと思われる。平成 28 年 3,4 月は産総研の事情から自前のサーバからクラウドサーバへの移行作業のためシステム自体ほとんど動いていない期間があった。Acgg.asia には RDB からセマンティックウェブ版が載っている。Acgg の方は平成 28 年 5 月からの公開及び集計になっている。

- GlycoEpitope データベースは、平成 26 年度の訪問者数、ページ数は、その前年度に比べて大きく低い値を示している。これは平成 26 年度よりガイドラインに沿う形で、アクセス数の集計方法を変更したことが主な原因である。しかしながら、その後の訪問者数、ページ数は毎年度倍増している。
- GlycoEpitope データベースは、訪問者数、ページ数ともに 26 年度以降毎年度ほぼ 2 倍に増加した。28 年度は最後の 2 ヶ月分が入っていないが、現ペースで進むとそれまでと同様のアクセス数を獲得できると予測される。本研究開発期間中、GlycoEpitope データを拡充し、糖質学会などの関連学会への出展等でアピールに努めた他、オントロジーを開発し、RDF 化したこと、それらのデータを RDF portal を通じて公開したことなどが影響したと考えられる。

2. データベースを利用して得られた研究成果事例

- Agravat, S. B., Song, X., Rojsajakul, T., Cummings, R. D., & Smith, D. F. Computational approaches to define a human milk metaglycome. *Bioinformatics*, 32(10), 1471-1478, 2016 (DOI: 10.1093/bioinformatics/btw048).
- 平成 28 年 8 月に開催したワーレンワークショップ国際会議にて、GlyTouCan の利用可能な状態を踏まえ、糖鎖研究者コミュニティに今後 GlyTouCan の利用を推薦することが決定した。そのため、GlyTouCan を推薦する白書を執筆することとなり、今年度中に *Glycobiology Journal* に掲載される見込みである。

3. その他

なし

§5. 研究開発期間中に得られた科学・技術や産業に対する波及効果

糖鎖構造の一意の線形文字列表記法である WURCS の開発により、個々の研究機関・大学が持っている糖鎖構造の情報で連携しやすくなった。今までは構造を InChI、GlycoCT や CabosML など 7 形式くらいの保存・表示形式で保存していたため、各データベース間の ID と ID を結び付ける作業が大変であったが、各研究機関・大学が保有している mol ファイルや GlycoCT などの様々な形式から WURCS 変換プログラムにより出力される WURCS 文字列を利用して直接連携できることが大きい。

糖鎖を知らなくても WURCS に変換するプログラムを通すことで簡単に連携が可能になった。

この WURCS を開発できたことで国際糖鎖構造リポジトリ GlyTouCan が開発でき、糖鎖構造に対してアクセッション番号を発行することが可能となった。データベース開発者以外にも糖鎖解析ソフトや糖鎖製品を扱う企業にも積極的にアクセッション番号を利用していただけのように、普及・宣伝に取り組んでいるところである。従来糖鎖構造の同一性は名前、製品型番を用いても容易ではなかったが、このような取り組みにより糖鎖科学研究者が確実に自身の目的とする糖鎖構造に関連した情報・製品を利用することが可能となってきた。さらにアクセッション番号を利用することにより糖鎖科学研究者以外の糖鎖構造を知らない生命科学分野の研究者もアクセッション番号のみで確実に正しい糖鎖を扱えるようになることが期待でき、ひいては糖鎖を扱う研究者の裾野が広がり糖鎖を含めた生命科学の発展へ繋がっていくことが期待できる。

§6. 今後の展開

次の統合化推進プログラムに参画できるのであれば是非下記の挑戦をしたい。

既存のデータに関して、糖鎖生物学の視点から、より広いライフサイエンス分野とのセマンティックウェブ技術を活用した連携を行いたい。

さらに、産総研の協力研究者の糖タンパク質解析の技術革新が目覚ましいこともあり糖鎖の機能解析が加速されることが期待できる状況になっている。糖タンパク質に糖鎖が結合するアミノ酸の位置、その上の糖鎖構造の同定が、非常にハイスループットに網羅的にできるようになった。今後も糖タンパク質の新しい解析データをデータベースへ取り込み続けて世界から注目されるコンテンツとビューワ作りを目指したい。他のタンパク質構造データベースなどとの連携を図ることにより、きわめて興味ある知見が得られるであろう。糖タンパク質の情報が充実してくると構造生物学の分野においても糖鎖の情報を加えたうえで構造解析が可能になる。結果的に糖鎖修飾の存在意義が少しずつ解明され始めるのではないかと期待しています。

糖鎖構造リポジトリ (GlyTouCan) システム構築と同様に糖タンパク質のリポジトリシステム開発に向けてプロテオームの研究者と話し合いながら連携していくことを検討している。

糖鎖構造表記法である WURCS については、バクテリアなど更に複雑な糖鎖構造へ対応するための拡張および有用に活用するために従来の糖鎖表記形式との変換ソフト開発などを実施していきたい。

これらのことが実現できれば、生命科学において扱う糖鎖および複合糖質に関連する情報をデータとして扱うことが可能となり、シミュレーションや予測など様々な応用へと展開していくことが可能となると期待している。

§7. 自己評価

ウェット側の研究者の意見・知識をインフォマティクス側の作業に取り入れながら、新しい技術を開発し、当研究グループ内だけではなく外部とも糖鎖構造連携が可能になった。ウェット研究者の知識を盛り込むことにより、誤りのきわめて少ないデータベースとなったと自負できる。

既存の DB の数が多いこともあり RDF 化し表示させるビューワを作成する作業が中心になった。自らのデータを利用し他のデータと連携するところが疾患関連のデータを用いて実現できた。NBDC RDF ポータルに登録して確認できるが、繋がるセマンティクスが少ないこともあり、他の領域とのデータとの連携できるところが少ないように思える。糖鎖標準オントロジーである GlycoRDF の発展拡充を行うのみでなく、積極的に RDF ガイドラインへの準拠や標準オントロジーの利用などへと取り組んできたが、他分野で利用されているオントロジーの調査も含めて、さらに RDF データを充実させていくことが必要であると考えている。

統合化推進プログラム間における連携にも積極的に取り組み、理研メタデータベースと JCGGDB “ノックアウトマウスを用いた機能糖鎖科学データベース” の連携を実現した。

また、糖鎖構造に関しては、糖鎖構造表記法である WURCS を鍵として糖鎖分子を含むデータベースを扱うグループとの連携の検討を実施し、PDBj 内の糖鎖分子データと GlyTouCan のデータの連携を実現できた。

§8. 外部発表等

1. 原著論文発表

(1) 論文数概要

種別	国内外	件数
発行済論文	国内 (和文)	0 件
	国際 (欧文)	13 件
未発行論文 (accepted, in press 等)	国内 (和文)	0 件
	国際 (欧文)	1 件

(2) 論文詳細情報

1. Kenichi Tanaka, Kiyoko F. Aoki-Kinoshita, Masaaki Kotera, Hiromichi Sawaki, Shinichiro Tsuchiya, Noriaki Fujita, Toshihide Shikanai, Masaki Kato, Shin Kawano, Issaku Yamada, and Hisashi Narimatsu, “WURCS: The Web3 Unique Representation of Carbohydrate Structures”, *Journal of Chemical Information and Modeling*, vol. 54, No. 6, pp1558-1566, 2014 (DOI:10.1021/ci400571e)
3. Ranzinger R, Aoki-Kinoshita KF, Campbell MP, Kawano S, Lütteke T, Okuda S, Shinmachi D, Shikanai T, Sawaki H, Toukach P, Matsubara M, Yamada I, Narimatsu H. GlycoRDF: an ontology to standardize glycomics data in RDF. *Bioinformatics*. 31(6):919-925, 2015. (doi: 10.1093/bioinformatics/btu732.) (PMID: 25388145)
3. Hirabayashi J, Tateno H, Shikanai T, Aoki-Kinoshita KF, Narimatsu H. The Lectin Frontier Database (LfDB), and Data Generation Based on Frontal Affinity Chromatography. *Molecules*. 8;20(1):951-973, 2015. (DOI:10.3390/molecules20010951)
4. J. O. Makanga, M. Kobayashi, H. Ikeda, A. Christianto, H. Toyoda, M. Yamada, T. Kawasaki, and T. Inazu, “Generation of Rat Induced Pluripotent Stem Cells Using a Plasmid Vector and Possible Application of a Keratan Sulfate Glycan Recognizing Antibody in Discriminating Teratoma Formation Phenotypes”, *Biol. Pharm. Bull*, vol. 38, pp.127-133, 2015 (DOI: 10.1248/bpb.b14-00697)
5. M. Nonaka, and T. Kawasaki, “Functional assay using lectin gene targeting technologies (over-expression)”, *Methods Mol Biol*, vol. 1200, pp.389-399, 2014 (DOI: 10.1007/978-1-4939-1292-6_34)
6. M. Nonaka, H. Imaeda, S. Matsumoto, B. Y. Ma, N. Kawasaki, E. Mekata, A. Andoh, Y. Saito, T. Tani, Fujiyama, and T. Kawasaki, “Mannan-binding protein, a C-type serum lectin, recognizes primary colorectal carcinomas through tumor-associated Lewis glycans.”, *J Immunol*, vol. 192, No.3, pp.1294-1301, 2015 (DOI: 10.4049/jimmunol.1203023)
7. Akiyoshi S, Nomura KH, Dejima K, Murata D, Matsuda A, Kanaki N, Takaki T, Mihara H, Nagaishi T, Furukawa S, Ando KG, Yoshina S, Mitani S, Togayachi A, Suzuki Y, Shikanai T, Narimatsu H, Nomura K. RNAi screening of human glycoprotein orthologs in the nematode *Caenorhabditis elegans* and the construction of the *C. elegans* glycoprotein database. *Glycobiology*. 2015 Jan;25(1):8-20. (doi: 10.1093/glycob/cwu080.)
8. Narimatsu H. Strategy for development of clinically useful glyco-biomarkers. *Glycoconj J*. 2014 Oct;31(6-7):403-7. (doi: 10.1007/s10719-014-9544-8.)
9. Maeda M, Fujita N, Suzuki Y, Sawaki H, Shikanai T, Narimatsu H. JCGGDB: Japan Consortium for Glycobiology and Glycotechnology Database. *Methods Mol Biol*. 2015;1273:161-79. (doi: 10.1007/978-1-4939-2343-4_12.)
10. Matsumoto, S., Nakao, H., Kawabe, K., Nonaka, M., Toyoda, H., Takishima, Y., Kawabata, K., Yamaguchi, T., Furue, M.K., Taki, T., Okumura, T., Yamazaki, Y., Nakaya, S., Kawasaki, N., Kawasaki, T. “A Cytotoxic Antibody Recognizing

- Lacto-N-fucopentaose I (LNFP I) on Human Induced Pluripotent Stem (hiPS) Cells” *J. Biol. Chem.*, 290 (33), 20071–20085, 2015 ([10.1074/jbc.M115.657692](https://doi.org/10.1074/jbc.M115.657692))
11. Takeda-Uchimura, Y., Uchimura, K., Sugimura, T., Yanagawa, Y., Kawasaki, T., Komatsu, Y., and Kadomatsu, K. “Requirement of keratan sulfate proteoglycan phosphacan with a specific sulfation pattern for critical period plasticity in the visual cortex”, *Exp Neurol*, 274 (PtB), 145–155, 2015 ([10.1016/j.expneurol.2015.08.005](https://doi.org/10.1016/j.expneurol.2015.08.005))
 12. Nakao, H., Matsumoto, S., Nagai, Y., Kojima, A., Toyoda, H., Hashii, N., Takakura, D., Kawasaki, N., Yamaguchi, T., Kawabata, K., Kawasaki, N., Kawasaki, T. “Characterization of glycoproteins expressing the blood group H type 1 epitope on human induced pluripotent stem (hiPS) cells”, *Glycoconj J* ([10.1007/s10719-016-9710-2](https://doi.org/10.1007/s10719-016-9710-2))
 13. Aoki-Kinoshita K, Agravat S, Aoki NP, Arpinar S, Cummings RD, Fujita A, Fujita N, Hart GM, Haslam SM, Kawasaki T, Matsubara M, Moreman KW, Okuda S, Pierce M, Ranzinger R, Shikanai T, Shinmachi D, Solovieva E, Suzuki Y, Tsuchiya S, Yamada I, York WS, Zaia J, Narimatsu H. “GlyTouCan 1.0 - The international glycan structure repository.” *Nucleic Acids Res.* Vol. 44, No. D1, pp. D1237-D1242, 2016. (DOI: [10.1093/nar/gkv1041](https://doi.org/10.1093/nar/gkv1041))

2. その他の著作物（総説、書籍など）

1. Daisuke Shinmachi, Issaku Yamada, Nobuyuki P. Aoki, Masaaki Matsubara, Kiyoko F. Aoki-Kinoshita, Hisashi Narimatsu. Using GlyTouCan Version 1.0: The First International Glycan Structure Repository. Springer (A Practical Guide to Using Glycomics Databases , Part II, pp 41-73, 2017)
2. Hisashi Narimatsu, Yoshinori Suzuki, Kiyoko F. Aoki-Kinoshita, Noriaki Fujita, Hiromichi Sawaki, Toshihide Shikanai, Takashi Sato, Akira Togayachi, Takehiko Yoko-o, Kiyohiko Angata, Tomomi Kubota, Erika Noro. GlycoGene Database (GGDB) on the Semantic Web. Springer (A Practical Guide to Using Glycomics Databases , Part II, pp 163-175, 2017)
3. Hiroyuki Kaji, Toshihide Shikanai, Yoshinori Suzuki, Hisashi Narimatsu. GlycoProtDB: A Database of Glycoproteins Mapped with Actual Glycosylation Sites Identified by Mass Spectrometry. Springer (A Practical Guide to Using Glycomics Databases , Part II, pp 215-224, 2017)
4. Shujiro Okuda, Hiromi Nakao and Toshisuke Kawasaki GlycoEpitope. Springer (A Practical Guide to Using Glycomics Databases Part II, pp 227-245, 2017)
5. Elena Solovieva, Noriaki Fujita, Toshihide Shikanai, Kiyoko F. Aoki-Kinoshita, Hisashi Narimatsu. PAConto: RDF Representation of PACDB Data and Ontology of Infectious Diseases Known to Be Related to Glycan Binding. Springer (A Practical Guide to Using Glycomics Databases , Part II, pp 261-295, 2017)
6. Kiyoko F. Aoki-Kinoshita. Glycoinformatics: Overview. *Glycoscience: Biology and Medicine* pp 185-192 ,2014, Springer Japan, N. Taniguchi et al., (eds). (DOI: [10.1007/978-4-431-54836-2_17-1](https://doi.org/10.1007/978-4-431-54836-2_17-1))
7. Toshihide Shikanai and Hisashi Narimatsu. JCGGDB. *Glycoscience: Biology and Medicine* pp 209-213 ,2014, Springer Japan, N. Taniguchi et al., (eds). (DOI: [10.1007/978-4-431-54841-6_20](https://doi.org/10.1007/978-4-431-54841-6_20))
8. Shujiro Okuda, Hiromi Nakao and Toshisuke Kawasaki GlycoEpitope: A Database for Carbohydrate Antigen and Antibody. *Glycoscience: Biology and Medicine* pp 267-273, 2014, Springer Japan, N. Taniguchi et al., (eds). (DOI: [10.1007/978-4-431-54836-2_27-1](https://doi.org/10.1007/978-4-431-54836-2_27-1))
9. T. Kawasaki, M. Nonaka, N. Kawasak, Mannan-Binding Protein (MBP)-Ligand

- Glycans: Novel Tissue Marker. *Glycoscience: Biology and Medicine*, pp 1021-1028, 2014, Springer Japan, N. Taniguchi et al., (eds). (DOI:10.1007/978-4-431-54841-6_60)
10. T. Kawasaki, N. Kawasaki, H. Nakao, H. Toyoda, Novel Antibody for Keratan Sulfate Expressed on Human iPS/ES Cell. *Glycoscience: Biology and Medicine*, pp 1457-1464, 2014, Springer Japan, N. Taniguchi et al., (eds). (DOI:10.1007/978-4-431-54841-6_94)
11. Kawasaki, T. "Obituary: An appreciation of Gilbert G. Ashwell - A pioneer of Glycobiology, *Glycoconj J*, 31 (8), 545-546, 2014

3. 国際学会発表及び主要な国内学会発表

(1) 概要

種別	国内外	件数
招待講演	国内	12 件
	国際	9 件
口頭発表	国内	8 件
	国際	9 件
ポスター発表	国内	24 件
	国際	9 件

(2) 招待講演

〈国内〉

- 山田一作、糖鎖情報のセマンティックウェブ化、2014 年度 CAC フォーラムー泊研修会、神奈川県・湯河原、10月7日
- 川寄敏祐・中尾広美・川端健二・川寄伸子・豊田英尚、ヒト iPS 細胞を特異的に検出する抗糖鎖抗体の開発と性状、第33回日本糖質学会年会、名古屋大学(愛知県)、2014年8月10日
- 木下聖子、新町大輔、藤田晶大、土屋伸一郎、藤田典昭、鈴木芳典、ソロビヨワイエレナ、松原正陽、山田一作、鹿内俊秀、奥田修二郎、川寄敏祐、成松久、JCGGDB および国際糖鎖構造リポジトリの開発、日本プロテオーム学会 2014 年会、つくば国際会議場、2014 年 7 月 17 日～18 日。
- 梶裕之、富岡あづさ、鹿内俊秀、成松久、糖鎖付加位置選択的グリコーム解析技術の開発と応用、日本プロテオーム学会 2014 年会、つくば国際会議場、2014 年 7 月 17 日～18 日。
- 川寄敏祐・中尾広美・川端健二・川寄伸子・豊田英尚、ヒト iPS 細胞を特異的に検出する抗糖鎖抗体の開発と性状、第33回日本糖質学会年会、名古屋大学(愛知県)、2014年8月10日
- 成松久、分析ターゲットとしての糖鎖の可能性、第 64 回日本電気泳動学会シンポジウム、文京学院大学本郷キャンパス、2014 年 6 月 28 日 (招待講演)。
- 成松久、梶 裕之、久野 敦、グリコプロテオミクス、日本プロテオーム学会 2014 年会 (JHUPPO 第 12 回大会)、2014 年 7 月 18 日 (招待講演)。
- 成松久、糖鎖科学の進捗と疾患診断への応用、第 66 回日本皮膚科学会西部支部学術大会、アルファあなぶきホール、2014 年 11 月 28 日。(招待講演)
- 成松久、糖鎖解析による疾患バイオマーカー探索の最前線、第 146 回日本医学会シンポジウム、日本医師会館大講堂、2014 年 12 月 18 日(依頼講演)。
- 木下聖子、山田一作、糖鎖研究における質量分析、生命医薬情報学連合大会 2015 年大会・2015 年日本バイオインフォマティクス学会年会「企画セッション」質量分析インフォマティクスとデータベース 2015 年 10 月 30 日

11. 山田一作、松原正陽、木下聖子、成松久、アグリコンを含む糖質構造の表記法、第34回日本糖質学会年会(東京大学安田講堂・工学部・山上会館)2015年8月1日
12. 木下聖子. HUPO-PSI に基づいた糖鎖の質量分析データの標準形式の提案. 第34回日本糖質学会年会、東京、2015年8月1日.

〈国際〉

1. Kiyoko Aoki-Kinoshita, Nobuyuki P. Aoki, Daisuke Shinmachi, Akihiro Fujita, Shinichiro Tsuchiya, Noriaki Fujita, Masaaki Matsubara, Shujiro Okuda, Sena Arpinar, René Ranzinger, Toshihide Shikanai, Elena Solovieva, Yoshinori Suzuki, Toshisuke Kawasaki, Issaku Yamada, Hisashi Narimatsu. The GlyTouCan International Glycan Structure Repository. The 6th ACGG Conference, University of Hyderabad, India, December 9-12, 2014.
2. Aoki-Kinoshita KF. "Development of an International Glycan Structure Repository" Joint Meeting of the Society for Glycobiology and the Japanese Society of Carbohydrate Research. Honolulu, Hawaii, November 16-19, 2014.
3. Aoki-Kinoshita KF. "Collaborative Development of an International Glycan Structure Repository", 5th Charles Warren Workshop, National University of Ireland, Galway, Ireland, August 6-9, 2014.
4. Issaku Yamada, Kiyoko F. Aoki-Kinoshita, Nobuyuki P. Aoki, Daisuke Shinmachi, Masaaki Matsubara, Akihiro Fujita, Shinichiro Tsuchiya, Shujiro Okuda, Noriaki Fujita, Hisashi Narimatsu, The GlyTouCan International Glycan Structure Repository using Semantic Web technologies、251st American Chemical Society National Meeting and Exposition (March 17(17-CINF 160), 2016 in San Diego, California)
5. Nobuyuki P. Aoki, Registering glycans for researchers: latest update on the glytoucan repository、Society for Glycobiology 2015 Annual Meeting (San Francisco・Hilton San Francisco Union Square)2015年12月4日
6. Kiyoko F. Aoki-Kinoshita. Utilizing the semantic WEB in GlyTouCan. 23rd International Symposium on Glycoconjugates, Split, Croatia, September 15-20, 2015.
7. Kiyoko F. Aoki-Kinoshita. Latest Development in Semantic Web Technologies Applied to Glycosciences. Beilstein Glyco-bioinformatics Symposium 2015, Potsdam, Germany, June 22-26, 2015.
8. Hiroyuki Kaji, Accurate mass- and glycan composition-based assignment of glycosylation site-specific glycomes of complex glycoprotein mixture.、15th Human Proteome Organization World Congress, Taipei、2016年09月20日
9. Kawasaki, T. "Glycan Specific Marker Antibodies for Human iPS/ES Cells: Binding Specificity and Biological Significance", Glycoscience Japan - The Netherlands Joint Seminar, Leiden, Netherland April 21, 2016

(3) 口頭講演

〈国内〉

1. 山田一作・田中健一・木下聖子・小寺正明・澤木弘道・土屋伸一郎・松原 正陽・藤田典昭・鹿内俊秀・加藤雅樹・河野信・成松久、糖鎖構造表記法の国際標準化、第33回日本糖質学会年会、愛知県・名古屋市、2014年8月10-12日
2. 木下聖子・山田一作・藤田晶大・土屋伸一郎・新町大輔・青木ポール信行・松原正陽・藤田典昭・鈴木芳典・ソロビヨワイエレナ・鹿内俊秀・奥田修二郎・川寄敏祐・成松久、国際糖鎖構造リポジトリの開発、第33回日本糖質学会年会、名古屋大学(愛知県)、2014年8月12日

3. 松原正陽・山田一作・木下聖子・土屋伸一郎・新町大輔・藤田晶大・青木信幸・鹿内俊秀・鈴木芳典・ソロビヨワイエレナ・藤田典昭・奥田修二郎・川寄敏祐・成松久、国際標準化糖鎖線形表記法 WURCS の開発、第37回情報化学討論会 豊橋2014、愛知県・豊橋市、11月27・28日
4. 木下聖子、新町大輔、藤田晶大、土屋伸一郎、藤田典昭、鈴木芳典、ソロビヨワイエレナ、松原正陽、山田一作、鹿内俊秀、奥田修二郎、川寄敏祐、成松久、「JCGGDB および国際糖鎖構造リポジトリの開発」、日本プロテオーム学会 2014 年会、つくば(2014/7/17)
5. 松原正陽、山田一作、木下聖子、土屋伸一郎、藤田典昭、成松久、炭素鎖表現の系統化に基づく単糖および糖鎖構造の包摂関係表現、第 34 回日本糖質学会年会(東京大学安田講堂・工学部・山上会館)2015 年 8 月 1 日
6. 木下聖子、奥田修二郎、山田一作、「企画セッション」糖鎖インフォマティクスハンズオンセミナー～糖鎖インフォマティクスの世界へようこそ～、生命医薬情報学連合大会 2015 年大会・2015 年日本バイオインフォマティクス学会年会 2015 年 10 月 30 日
7. 梶 裕之、富岡 あづさ、野呂 絵里花、藤田 弥佳、助川 昌子、岡谷 千晶、鹿内 俊秀、成松 久、グライコプロテオミクス：糖鎖付加位置特異的グライコームの大規模分析、日本プロテオーム学会 2016 年大会北里大学 2016 年 07 月 28 日
8. 梶 裕之、富岡 あづさ、野呂 絵里花、藤田 弥佳、助川 昌子、岡谷 千晶、鹿内 俊秀、成松 久、糖タンパク質の糖鎖不均一性の大規模解析、第 89 回日本生化学会大会宮城県仙台市 2016 年 09 月 27 日

〈国際〉

1. T. Kawasaki, H. Nakao, S. Matsumoto, H. Toyoda, K. Kawabata, T. Taki, and N. Kawasaki, "Novel Carbohydrate-Recognizing Antibodies for Human iPS/ES Cells", Joint Meeting of the Society for Glycobiology and the Japanese Society of Carbohydrate Research, Hawaii, USA, Nov. 18, 2014
2. Hisashi Narimatsu. The strategy required for successful translational research in development of clinical diagnostic system. International Symposium on Clinical and Translational Medicine (2014 ISCTM). Shanghai, China. May.28.2014.
3. Hisashi Narimatsu. Indispensable requirements in development of clinically useful biomarkers: Through the successful development of a glycomarker for liver fibrosis. International Symposium on Clinical and Translational Medicine (2014 ISCTM). Shanghai, China. May.29.2014.
4. Hisashi Narimatsu. Successful cases of translational research based on the glycoanalysis technologies. Gyico-T 2014. Port, Portugal. Jun.21.2014.
5. Hisashi Narimatsu. Combination of glycoproteomics technologies utilized in successful development of diagnostic systems. HUPO 13th Annual World Congress (Madrid 2014). Madrid, Spain.Oct.7.2014.
6. Hisashi Narimatsu. A heterozygous mutation of glycosyltransferase-like gene causes asthenozoospermia. SFG & JSCR 2014 Joint Annual Meeting. Honolulu, Hawaii Nov.19.2014.
7. Hisashi Narimatsu. From discovery of the first mammalian glycotransferase gene to the future task. Acgg2014. Hyderabad,India. Dec.10.2014.
8. Toshihide Shikanai and Hisashi Narimatsu, "New JCGGDB Plan for Semantic Web", 6th ACGG conference, University of Hyderabad, December 9 - 12, 2014
9. Hiroyuki Kaji, Azusa Tomioka, Erika Noro, Mika Fujita, Masako Sukegawa, Chiaki Nagai-Okatani, Toshihide Shikanai, Hisashi Narimatsu, Accurate mass-based large-scale analysis of glycosylation site-specific glycan heterogeneity of complex protein mixture., Warren Workshop VI 2016 (Sapporo) 2016 年 08 月 25 日

(4) ポスター発表

(国内)

1. Kiyoko Aoki-Kinoshita, Nobuyuki Aoki, Daisuke Shinmachi, Akihiro Fujita, Shinichiro Tsuchiya, Masaaki Matsubara, Issaku Yamada, Shujiro Okuda, Toshihide Shikanai, Noriaki Fujita, Elena Solovieva, Yoshinori Suzuki, Toshisuke Kawasaki and Hisashi Narimatsu. #98. Collaborative Development of GlyYouCan: an International Glycan Structure Repository. A-13, 第3回生命医療情報学連合大会、仙台国際センター、2014年10月2日～4日.
2. 田中健一・木下聖子・小寺正明・澤木弘道・土屋伸一郎・藤田典昭・鹿内俊秀・加藤雅樹・河野信・山田一作・成松久、セマンティックウェブを指向した国際標準化糖鎖線形表記法、第3回生命医療情報学連合大会、宮城県・仙台市、10月2～10月4日
3. 櫛田達矢・山田一作、日本化学物質辞書を用いたライフサイエンス系 DB の化合物情報統合の取り組み、トーゴの日シンポジウム2014、東京都・中央区、10月5日
4. 山田一作・木下聖子・松原正陽・土屋伸一郎・新町大輔・藤田晶大・青木信幸・鹿内俊秀・鈴木芳典・ソロビョワイエレナ・藤田典昭・奥田修二郎・川寄敏祐・成松久、国際標準化糖鎖線形表記法～国際糖鎖構造データリポジトリへ向けて～、トーゴの日シンポジウム2014、東京都・中央区、10月5日
5. ソロビョワイエレナ、藤田典昭、鹿内俊秀、木下聖子、成松久「糖鎖統合データベースのオントロジー化に対応したシステムの開発」トーゴの日シンポジウム 2014、2014/10/05
6. 鈴木芳典、藤田典昭、新町大輔、木下聖子、鹿内俊秀、梶裕之、成松久「GlycoProtDB の RDF 化」トーゴの日シンポジウム 2014、2014/10/05
7. 新町大輔、木下聖子、山田一作、藤田晶大、土屋伸一郎、青木ポール信幸、松原正陽、藤田典昭、鈴木芳典、ソロビョワイエレナ、鹿内俊秀、奥田修二郎、川寄敏祐、成松久国際糖鎖構造リポジトリの開発、トーゴの日シンポジウム 2014、2014/10/05
8. 木下聖子、青木ポール信行、新町大輔、藤田晶大、土屋伸一郎、松原正陽、山田一作、藤田典昭、鈴木芳典、ソロビョワイエレナ、鹿内俊秀、奥田修二郎、川寄敏祐、成松久、「国際糖鎖構造リポジトリ GlyYouCan の協同開発」、JSBi2014、(2014/10/3)
9. ソロビョワイエレナ、鹿内俊秀、藤田典昭、成松久. 糖鎖関連の遺伝性疾患と感染症に関するオントロジーの開発. 第 33 回日本糖質学会年会、(2014/8/10)
10. Rene Ranzinger、木下聖子、Matthew P. Campbell、河野信、Thomas Lütteke、奥田修二郎、新町大輔、鹿内俊秀、澤木弘道、Philip Toukach、松原正陽、山田 一作、成松久、「GlycoRDF: 糖鎖オントロジーを用いた糖鎖関連データの RDF 化」、第 33 回日本糖質学会年会、(2014/8/10)
11. 鈴木芳典、藤田典昭、新町大輔、木下聖子、鹿内俊秀、梶 裕之、成松 久、GlycoProtDB のセマンティック WEB への対応と更新システムの開発、第 34 回日本糖質学会年会(東京大学安田講堂・工学部・山上会館)2015 年 8 月 2 日
12. ソロビョワ イエレナ、藤田典昭、鹿内 俊秀、木下聖子、成松 久、糖鎖関連の遺伝性疾患と感染症に関するオントロジーとユーザインターフェースの開発、第 34 回日本糖質学会年会(東京大学安田講堂・工学部・山上会館)2015 年 8 月 2 日
13. 土屋伸一郎、山田一作、松原正陽、木下聖子、成松 久、GlycanBuilder における WURCS 変換ツールの実装、第 34 回日本糖質学会年会(東京大学安田講堂・工学部・山上会館)2015 年 8 月 2 日
14. 新町大輔、青木ポール信行、藤田晶大、土屋伸一郎、松原正陽、藤田典昭、鈴木芳典、イエレナ ソロビョワ、鹿内俊秀、奥田修二郎、川寄敏祐、山田一作、木下聖子、成松 久、GlyYouCan: 国際糖鎖構造リポジトリの開発、第 34 回日本糖質学会年会(東京大学安田講堂・工学部・山上会館)2015 年 8 月 1 日

15. 鹿内俊秀、梶 裕之、木下聖子、山田一作、成松 久、グライコフォームのデータベースとセマンティックウェブ化、第 34 回日本糖質学会年会(東京大学安田講堂・工学部・山上会館)2015年8月1日
16. 松原正陽、山田一作、木下聖子、土屋伸一郎、藤田典昭、成松久、炭素鎖表現の系統化に基づく単糖および糖鎖構造の包摂関係表現、トーゴの日シンポジウム(東京・東京大学弥生講堂)2015年10月5日
17. 藤田典昭、ソロビョワイエレナ、鹿内俊秀、木下聖子、成松久、疾患関連糖鎖オントロジーのユーザインターフェース開発、トーゴの日シンポジウム(東京・東京大学弥生講堂)2015年10月5日
18. 新町大輔、木下聖子、青木 ポール信行、藤田晶大、土屋伸一郎、山田一作、松原正陽、藤田典昭、鈴木芳典、ソロビョワイエレナ、鹿内俊秀、奥田修二郎、川寄敏祐、成松久、GlyYouCan:国際糖鎖構造リポジトリの開発、トーゴの日シンポジウム(東京・東京大学弥生講堂)2015年10月6日
19. 山田一作、松原正陽、木下聖子、成松久、糖質関連化合物構造の RDF による統合化、トーゴの日シンポジウム(東京・東京大学弥生講堂)2015年10月6日
20. 鹿内俊秀、梶裕之、木下聖子、山田一作、成松久、糖タンパク質の位置特異的グライコフォームのデータベース、トーゴの日シンポジウム(東京・東京大学弥生講堂)2015年10月6日
21. 時松敏明、山田一作、天然化合物関連情報の統合に向けた、生合成を考慮した化学構造分類と RDF 化への取り組み、トーゴの日シンポジウム(東京・東京大学弥生講堂)2015年10月5日
22. 櫛田達矢、山田一作、時松敏明、木村考宏、中村伸朗、NBDC 版日化辞 RDF データの公開、トーゴの日シンポジウム(東京・東京大学弥生講堂)2015年10月6日
23. 鹿内 俊秀、Solovieva Elena、藤田 典昭、鈴木 芳典、山田一作、木下 フローラ 聖子、梶 裕之、成松 久、JCGGDB のセマンティックウェブ化に伴う検索の高機能化と新しいグライコフォームのデータベース、第 35 回日本糖質学会年会、高知、2016年09月01日
24. ソロビョワイエレナ、藤田 典昭、鹿内 俊秀、成松 久、糖鎖関連の遺伝性疾患と原因遺伝子に関する知識ベースの開発、第 35 回日本糖質学会年会、高知市、2016年09月01日

〈国際〉

1. Issaku YAMADA, Kiyoko F. AOKI-KINOSHITA, Masaaki MATSUBARA, Shinichiro TSUCHIYA, Masaaki KOTERA, Kenichi TANAKA, Noriaki FUJITA, Toshihide SHIKANAI, Masaki KATO, Shin KAWANO, Hiromichi SAWAKI, Hisashi NARIMATSU. "WURCS: Web3 Unique Representation of Carbohydrate Structures for Semantic Web", SFG & JSCR 2014 Joint Annual Meeting, Hawaii, November 16, 2014.
2. Toshihide Shikanai, Noriaki Fujita, Yoshinori Suzuki, Elena Solovieva, Kiyoko Aoki-Kinoshita, Madoka Soyama, Atsushi Kuno, Hiroyuki Kaji, Hisashi Narimatsu. "Next JCGGDB Plan for Semantic Web", SFG & JSCR 2014 Joint Annual Meeting, Hawaii, November 16, 2014.
3. Kawasaki T, Nakao H, Matsumoto S, Toyoda H, Kawabata K, Taki, Kawasaki N: Novel Carbohydrate-Recognizing Antibodies for Human iPS/ES Cells. Joint Meeting of the Society for Glycobiology (SFG) and the Japanese Society of Carbohydrate Research (JSCR), Hawaii, USA, November 16, 2014
4. Toshihide Shikanai, Hiroyuki Kaji, Kiyoko Kinoshita, Issaku Yamada, Hisashi Narimatsu, Construction of Glycoform Database : GlycoRidgeDB, 7th ACGG (Sendai), 11月12-15日

5. Issaku YAMADA, Kiyoko F. AOKI-KINOSHITA, Masaaki MATSUBARA, Nobuyuki P. AOKI, Daisuke SHINMACHI, Hisashi NARIMATSU, A substructure search method for carbohydrate structures based on the WURCS notation using Semantic Web technology, Society for Glycobiology 2015 Annual Meeting (San Francisco・Hilton San Francisco Union Square) 2015年12月3日
6. Kiyoko Aoki-Kinoshita, Sanjay Agravat, Nobuyuki P. Aoki, Sena Arpinar, Richard D. Cummings, Akihiro Fujita, Noriaki Fujita, Gerald M. Hart, Stuart M. Haslam, Toshisuke Kawasaki, Masaaki Matsubara, Kelley W. Moreman, Shujiro Okuda, Michael Pierce, René Ranzinger, Toshihide Shikanai, Daisuke Shinmachi, Elena Solovieva, Yoshinori Suzuki, Shinichiro Tsuchiya, Issaku Yamada, William S. York, Joseph Zaia and Hisashi Narimatsu. GlyTouCan: Development of the Glycan Repository. #148. Annual Meeting of the Society for Glycobiology. San Francisco, CA, USA, December 3, 2015.j
7. Kawasaki, T. Nakao, H. Matsumoto, S. Toyoda, H. Kawabata, K. Kawasaki, N. “Binding Specificity and Biological Significance of Novel Marker Antibodies for Human iPS Cells: R-10G and R-17F”, Annual Meeting of the Society for Glycobiology, San Francisco, USA, December 4, 2015
8. Elena Solovieva, Noriaki Fujita, Toshihide Shikanai, Kiyoko F. Aoki-Kinoshita, Hisashi Narimatsu, PAConto - RDF representation of PACDB data and Ontology of Infectious Diseases known to be related to Glycan Binding, Warren Workshop VI 2016, Sapporo, 2016年08月24日
9. Kawasaki, T. Nakao, H. Nagai, Y. Kojima, A. Toyoda, H. Kawasaki, N. “Glycans on human undifferentiated pluripotent stem cells revealed by using newly generated monoclonal antibodies, R-10G and R-17F”, Annual Meeting of the Society for Glycobiology, New Orleans, USA, November 21, 2016

4. 知財出願

なし

5. 受賞・報道等

(1) 受賞

1. NIH GlycoScience Day 2016 ポスター賞、木下聖子、平成28年6月29日

(2) メディア報道

なし

(3) その他

なし

§9. 研究開発期間中の活動

1. 進捗ミーティング

基本的に産総研・野口研・創価大学で情報・進捗を報告し合う会。

年月日	名称	場所	参加人数	目的・概要
2014年 4月10日	チーム内ミーティング(非公開)	産総研	8-12名	研究進捗報告のためのミーティング。
2014年 4月24日	チーム内ミーティング(非公開)	産総研	8-12名	同上
2014年 5月8日	チーム内ミーティング(非公開)	記録なし	8-12名	同上
2014年 5月22日	チーム内ミーティング(非公開)	野口研究所	8-12名	同上
2014年 6月5日	チーム内ミーティング(非公開)	記録なし	8-12名	同上
2014年 6月19日	チーム内ミーティング(非公開)	記録ない	8-12名	同上
2014年 7月10日	チーム内ミーティング(非公開)	記録なし	8-12名	同上
2014年 7月30日	チーム内ミーティング(非公開)	創価大学	8-12名	同上
2014年 9月4日	チーム内ミーティング(非公開)	産総研	8-12名	同上
2014年 9月18日	チーム内ミーティング(非公開)	野口研究所	8-12名	同上
2014年 10月2日	チーム内ミーティング(非公開)	慶応大学	8-12名	同上
2014年 10月30日	チーム内ミーティング(非公開)	AP品川	8-12名	同上
2014年 11月13日	チーム内ミーティング(非公開)	産総研	8-12名	同上
2014年 12月4日	チーム内ミーティング(非公開)	野口研究所	8-12名	同上
2014年 12月25日	チーム内ミーティング(非公開)	プラウドシティ ー上池袋	8-12名	同上
2015年 1月15日	チーム内ミーティング(非公開)	DBCLS	8-12名	同上
2015年 1月29日	チーム内ミーティング(非公開)	Online	8-12名	同上
2015年 2月12日	チーム内ミーティング(非公開)	DBCLS	8-12名	同上
2015年 2月26日	チーム内ミーティング(非公開)	Online	8-12名	同上
2015年 3月12日	チーム内ミーティング(非公開)	産総研	8-12名	同上
2015年 3月30日	チーム内ミーティング(非公開)	Online	8-12名	同上

2015年 4月9日	チーム内ミーティング(非公開)	野口研究所	8-12名	同上
2015年 4月23日	チーム内ミーティング(非公開)	産総研	8-12名	同上
2015年 5月14日	チーム内ミーティング(非公開)	DBCLS	8-12名	同上
2015年 6月18日	チーム内ミーティング(非公開)	Online	8-12名	同上
2015年 7月16日	チーム内ミーティング(非公開)	DBCLS	8-12名	同上
2015年 9月7日	チーム内ミーティング(非公開)	Online	8-12名	同上
2015年 9月24日	チーム内ミーティング(非公開)	Online	8-12名	同上
2015年 10月22日	チーム内ミーティング(非公開)	Online	8-12名	同上
2015年 11月19日	チーム内ミーティング(非公開)	産総研	8-12名	同上
2015年 12月17日	チーム内ミーティング(非公開)	産総研	8-12名	同上
2016年 1月28日	チーム内ミーティング(非公開)	Online	8-12名	同上
2016年 2月25日	チーム内ミーティング(非公開)	Online	8-12名	同上
2016年 3月24日	チーム内ミーティング(非公開)	Online	8-12名	同上
2016年 4月21日	チーム内ミーティング(非公開)	産総研	8-12名	同上
2016年 5月19日	チーム内ミーティング(非公開)	Online	8-12名	同上
2016年 6月23日	チーム内ミーティング(非公開)	Online	8-12名	同上
2016年 7月27日	チーム内ミーティング(非公開)	産総研	8-12名	同上
2016年 9月15日	チーム内ミーティング(非公開)	Online	8-12名	同上
2016年 10月20日	チーム内ミーティング(非公開)	Online	8-12名	同上
2016年 10月27日	チーム内ミーティング(非公開)	Online	8-12名	同上
2016年 12月8日	チーム内ミーティング(非公開)	産総研	8-12名	同上
2017年 1月12日	チーム内ミーティング(非公開)	野口研	8-12名	同上

2. 主催したワークショップ、シンポジウム、アウトリーチ活動等
なし

別紙1 研究開発対象のデータベース等

No.	正式名称	別称	概要	URL	公開日	状態	分類	生命科学系データベースアーカイブ	NBDCヒトデータベース	NBDC RDFポータル	関連文献 (論文リストに記載があれば、その番号でも可)
1	GlyTouCan		糖鎖構造データを収録した国際糖鎖構造リポジトリです。単糖類組成からグリコシド結合形状などの明確な構造まで、構造に不一致がない限り世界的にユニークなアクセッション番号を付けて登録することができます。キーワード、モチーフ、糖鎖構造画像からの検索、モチーフや糖鎖のリストからのブラウズが可能です。	http://glytoucan.org/	2015年3月1日	新規	データベース等	調整中	対象外	調整中	Aoki-Kinoshita K, Agravat S, Aoki NP, Arpinar S, Cummings RD, Fujita A, Fujita N, Hart GM, Haslam SM, Kawasaki T, Matsubara M, Moreman KW, Okuda S, Pierce M, Ranzinger R, Shikanai T, Shinmachi D, Solovieva E, Suzuki Y, Tsuchiya S, Yamada I, York WS, Zaia J, Narimatsu H. GlyTouCan 1.0 – The international glycan structure repository. Nucleic Acids Res. 44(D1):D1237–D1242, 2016. (doi: 10.1093/nar/gkv1041) (PMID: 26476458)
2	ACGG	Asian Community of Glycoscience and Glycotechnology	アジアにおける糖鎖工学研究のコミュニティサイトです。糖鎖遺伝子のリストやヒト糖鎖関連遺伝子のHuman Gateway® Entry Clonesのリスト、糖鎖研究に関連するDBのリンクなどが収録されています。	http://acgg.asia/index.html		継続・発展	データベース等	対象外	対象外	対象外	
3	GGDB	GlycoGene Database	糖鎖合成に関連する遺伝子や、糖転移酵素の基質特異性に関する情報を収集したデータベースです。	http://acgg.asia/ggdb2/	2011年12月8日	継続・発展	データベース等	調整中	対象外	調整中	
4	LfDB	Lectin Frontier Database	レクチンフロンティアデータベース(LfDB)は、レクチンの詳細情報と、各構造を持つ糖鎖との相互作用データを収集、公開しているデータベースです。レクチンと糖鎖(ピリジルアミノ化糖鎖)の相互作用データは、自動化フロンティアフィニティークロマトグラフィーシステムを用いて取得した定量的データです。	http://acgg.asia/lfdb2/	2011年12月8日	継続・発展	データベース等	調整中	対象外	調整中	Hirabayashi J, Tateno H, Shikanai T, Aoki-Kinoshita KF, Narimatsu H. The Lectin Frontier Database (LfDB), and Data Generation Based on Frontal Affinity Chromatography. Molecules. 8;20(1):951–973, 2015. (DOI:10.3390/molecules20010951)
5	GlycoNMR Database		糖質のNMR スペクトルを解析し、化学構造、化学シフト、カップリング定数、スペクトル、測定条件などを収録したデータベースです。物質名、炭素や水素の数、ケミカルシフトの有無などからデータを検索できます。	http://glycoinfolab.jp/GlycoNMR/	2013年	継続・発展	データベース等	調整中	対象外	対象外	
6	CGGDB	Caenorhabditis elegans GlycoGene DataBase	線虫の糖鎖に関連する遺伝子のデータベースです。各遺伝子のRNAiスクリーニングによるフェノタイプ情報や写真、ヒト遺伝子オースログの情報を収録しています。遺伝子名、発現、フェノタイプのリストからデータをブラウズできます。	http://jcgddb.jp/cggdb/	2015年11月2日	新規	データベース等	調整中	対象外	対象外	Akiyoshi S, Nomura KH, Dejima K, Murata D, Matsuda A, Kanaki N, Takaki T, Mihara H, Nagaishi T, Furukawa S, Ando KG, Yoshina S, Mitani S, Togayachi A, Suzuki Y, Shikanai T, Narimatsu H, Nomura K. RNAi screening of human glycolipid orthologs in the nematode Caenorhabditis elegans and the construction of the C. elegans glycolipid database. Glycobiology. 2015 Jan;25(1):8–20. (doi: 10.1093/glycob/cwu080.)
7	KOmouseDB	Functional Glycomics with KO mice database	主に糖鎖関連遺伝子や糖タンパク質に関連する遺伝子のノックアウトマウスのフェノタイプ情報を収集したデータベースです。ノックアウト樹立の方法、遺伝子情報、糖鎖の変異、異常表現型の解析とメカニズム、関連する文献の情報が収録されています。	http://jcgddb.jp/doc/Project.action?projectId=1&langType=1	2012年7月10日	継続・発展	データベース等	調整中	対象外	対象外	
8	GDGDB	Glyco-Disease Genes Database	糖鎖関連遺伝子が原因で引き起こされる病気を遺伝子と結び付けてデータベース化したものです。病態の情報も著者の許可を得て掲載されています。	http://jcgddb.jp/doc/ProjectTop.action?langType=1&projectId=2	2012年7月10日	継続・発展	データベース等	調整中	対象外	提供済	

No.	正式名称	別称	概要	URL	公開日	状態	分類	生命科学系データベースアーカイブ	NBDCヒトデータベース	NBDC RDFポータル	関連文献 (論文リストに記載があれば、その番号でも可)
9	GlycoChemExplorer		糖鎖関連構造の化学構造式を利用して検索できる検索インターフェースです。糖鎖構造・配糖体・合成化合物などを検索できます。	http://jcgddb.jp/GlycoChemExplorer/	2012年7月10日	継続・発展	データベース等	対象外	対象外	対象外	
10	GlycoPOD		平成21年度に立命館大学糖鎖工学研究センターと産総研糖鎖医工学研究センターとの共同事業としてスタートした糖鎖科学実験マニュアルです。“書いてあるように進めて行けば必ず上手に行く”実験書を目指しています。	http://jcgddb.jp/GlycoPOD/	2012年7月10日	継続・発展	データベース等	調整中	対象外	対象外	
11	糖鎖構造検索インターフェース (CFG単糖シンボルによる検索)		糖鎖構造をXMLで表記したデータセットから成るデータベースです。米国コンソーシアム(CFG)の単糖シンボルを利用して構造検索できます。	http://jcgddb.jp/idb/flash/GlycoEditor.jsp	2012年7月10日	継続・発展	データベース等	対象外	対象外	対象外	
12	Glycan Structure 詳細ページ		糖鎖構造の詳細情報を閲覧するためのページです。個々の糖鎖構造に関する単糖組成や質量数や構造名を収録しています。各種検索インターフェースや各DBの構造情報とクロスリンクされています。	http://jcgddb.jp/idb/jcgddb/JCGG-STR006947	2012年7月10日	継続・発展	データベース等	調整中	対象外	対象外	
13	GMDB	Glycan Mass Spectral DataBase	GMDBは、N-結合型糖鎖、O-結合型糖鎖、糖脂質糖鎖およびこれらの糖鎖の部分構造のMS2、MS3、およびMS4スペクトルのデータベースです。	http://jcgddb.jp/rcmg/glycodb/Ms_ResultSearch	2011年12月8日	継続・発展	データベース等	対象外	対象外	対象外	
14	GlycoProtDB	GlycoProtein Database	この糖タンパク質データベース(GlycoProtDB)は、線虫 (Strain N2) およびマウス(C52BL/6J系のオス)の組織を材料として、実験的に同定されたN結合型糖タンパク質の情報を一般に提供するためのデータベースです。現在、線虫試料より同定されたN結合型糖タンパク質全と、マウス肝臓からコンカナバリンA(ConA)で捕集された糖タンパク質の情報を公開しています。これらのデータには、タンパク質(遺伝子)ID、タンパク質名、糖鎖修飾部位、および、糖ペプチドを捕集するために使用したレクチンの情報が含まれています。	http://jcgddb.jp/rcmg/gpdb/index.action	2008年8月1日	継続・発展	データベース等	提供済	対象外	調整中	J Proteome Res. 2012 Sep 7;11(9):4553-66. doi: 10.1021/pr300346c. PMID: 22823882
15	JMSDB	Japan Monosaccharides Structure	単糖の構造を定義したデータベースです。構造名と構造情報(SMILES、InChiなど)の情報を収録しています。	http://jcgddb.jp/search/ChemGlycan.cgi	2012年7月10日	継続・発展	データベース等	調整中	対象外	対象外	
16	GlycosideDB	配糖体データベース	糖鎖に関する配糖体のデータベースです。IUPAC名、SMILES、構造などの情報を収録しています。各データはグリカンとアグリコンとの結合状態により分類されています。また配糖体構造やグリカン構造、アグリコンリスト、日本名リストからも検索できます。	http://jcgddb.jp/search/GlycosideDB.cgi	2013年7月22日	継続・発展	データベース等	調整中	対象外	対象外	
17	PACDB	Pathogen Adherence to Carbohydrate Database	病原体が宿主(ヒトやマウスなど)由来の糖鎖と結合する実験情報を論文から集めデータベース化したものです。ウイルスやバクテリアなどが結合する構造だけではなく結合しない情報も収録しています。	http://jcgddb.jp/search/PACDB.cgi	2012年7月10日	継続・発展	データベース等	提供済	対象外	提供済	
18	横断検索 - JCGGDB		日本糖鎖科学統合データベースの横断検索サイトです。糖鎖研究に関するリソース、遺伝子、タンパク質、糖鎖構造、分析結果などのデータベースから、情報を横断的に検索できます。	http://jcgddb.jp/search/search.cgi?keyword=&lang=jp	2013年7月22日	継続・発展	データベース等	対象外	対象外	対象外	Maeda M, Fujita N, Suzuki Y, Sawaki H, Shikanai T, Narimatsu H. JCGGDB: Japan Consortium for Glycobiology and Glycotechnology Database. Methods Mol Biol. 2015;1273:161-79. (doi: 10.1007/978-1-4939-2343-4_12.)
19	TuMaRDB	Tumor Markers Reference Database	腫瘍マーカー分子と呼ばれている糖鎖・糖タンパク質・タンパク質の情報や適応度を論文から収集しデータベース化したものです。	http://jcgddb.jp/search/TuMaRdb.cgi	2012年7月10日	継続・発展	データベース等	調整中	対象外	対象外	

No.	正式名称	別称	概要	URL	公開日	状態	分類	生命科学系データベースアーカイブ	NBDCヒトデータベース	NBDC RDFポータル	関連文献 (論文リストに記載があれば、その番号でも可)
20	GlycoNAVI Database		糖鎖研究において重要である糖鎖標準品や糖鎖修飾体などに関連した情報を収録しています。糖鎖の化学合成法における反応の基質・生成物・反応条件・収率などを収録した化学反応データベース、および糖質の化学構造や精製方法、スペクトルデータなどを収録した分子情報データベースを含んでいます。	http://ws.glyconavi.org	2011年4月1日	継続・発展	データベース等	調整中	対象外	調整中	
21	GlycoEpitope		糖鎖構造データベースや糖鎖遺伝子データベースと異なり、抗体とその糖鎖エピトープに関する情報を総合的にまとめたデータベースです。抗糖鎖抗体やその抗体が反応する生体の組織情報、抗体が認識する糖鎖をキャリアーしているタンパク質や脂質、糖転移酵素、文献情報などを格納しています。	http://www.glycoepitope.jp	2005年2月1日	継続・発展	データベース等	調整中	対象外	公開済	Shujiro Okuda, Hiromi Nakao and Toshisuke Kawasaki GlycoEpitope. Springer (A Practical Guide to Using Glycomics Databases Part II, pp 227-245, 2017 8. Shujiro Okuda, Hiromi Nakao and Toshisuke Kawasaki GlycoEpitope: A Database for Carbohydrate Antigen and Antibody. Glycoscience: Biology and Medicine pp 267-273, 2014, Springer Japan, N. Taniguchi et al., (eds). (DOI: 10.1007/978-4-431-54836-2_27-1)
22	JCGGDB Report		主に糖鎖のパスウェイの情報や糖鎖科学に関する最新の情報をミニレビュー方式で収集したものです。	http://jcgddb.jp/doc/ProjectTop.action?langType=2&projectId=3	2012年7月10日	継続・発展	ツール等	調整中	対象外	対象外	
23	Glycan Builder2		糖鎖構造を直感的に描画するためのツールです。新バージョンとして WURCS及びSNFGシンボルに対応できるようにしました。	https://github.com/e15d5605/GlycanBuilder2	2017年1月31日	継続・発展	ツール等	対象外	対象外	対象外	