

マンガの中間制作物の資源化と制作プロセスの分析を目的とした
制作記録アーカイブ

筑波大学
図書館情報メディア研究科
2015年3月
萩原 彰

目次

第1章	はじめに	1
第2章	デジタル環境におけるマンガ制作とその支援	3
2.1	マンガ制作とそのプロセスのデジタル化	3
2.2	制作内容を利用したソフトウェア開発プロセス分析とマンガ制作への適用	4
2.3	マンガ制作の中間制作物を利用した制作プロセス分析	5
2.4	中間制作物の資源化とアーカイブ	5
第3章	マンガの中間制作物の資源化と制作記録のアーカイブ	7
3.1	マンガメタデータ	7
3.2	マンガ制作と中間制作物とその構成要素のモデル	9
第4章	マンガデザイナー～オーサリングツールによる中間制作物の資源化～	13
4.1	マンガ制作のライフサイクルとその問題	13
4.2	中間制作物のメタデータモデルと対応関係の可視化	14
4.3	マンガデザイナーの開発	15
4.4	評価実験	19
4.5	実験結果	20
第5章	マンガ制作記録アーカイブの開発	23
5.1	マンガ制作プロセスの記録	23
5.2	マンガ制作記録アーカイブの構成と機能	25
5.3	制作記録アーカイブの考察	29
第6章	関連研究	31
第7章	おわりに	32
	謝辞	33
	参考文献	34

図表目次

図 1	MMF の全体図.....	8
図 2	マンガメタデータモデル.....	9
図 3	農業マンガのネーム.....	10
図 4	中間制作物とその制作プロセスの関係.....	11
図 5	マンガの制作と中間制作物とその構成要素の関係モデル.....	12
図 6	マンガ制作の中間制作物に含まれる構成要素の関係モデル.....	14
図 7	設定資料ノートの UI.....	16
図 8	ストーリーボード.....	16
図 9	プロットイット.....	17
図 10	ネームエディタ.....	18
図 11	参照された情報のハイライト.....	18
図 12	アンケート内容と回答項目(一部).....	19
図 13	実験で描いてもらったネームの例.....	20
図 14	バージョン管理システムの利用モデル[24].....	24
図 15	git-flow のブランチモデル.....	25
図 16	マンガ制作記録アーカイブのシステム図.....	26
図 17	制作全体の俯瞰図.....	28
図 18	メタデータで資料の変更を表現する例.....	29
表 1	制作の興味と難易度に関するアンケート評定値.....	22
表 2	ユーザビリティに関するアンケートの評定値.....	22

第1章 はじめに

近年、ペイントツール等のソフトウェアやタブレットといったデバイスの普及により、デジタル環境でのマンガ制作が増えている。さらに、マンガを誰でもデジタル上で投稿できるニコニコ静画[1]等のプラットフォームが活発化しており、容易にマンガをデジタル環境で制作、閲覧できるようになった。このようにして、マンガ制作で作られる内容がデジタル上で蓄積、共有されている。

制作で作られる内容を蓄積することで、制作プロセスの分析を行うことが一般的に行われている。ソフトウェア工学の分野ではソフトウェアの制作過程で作られる内容を蓄積したりリポジトリから制作プロセスの分析を行うリポジトリマイニング[2]という手法が研究されている。例えば、バージョン管理システムを用いてソースコードやドキュメント等の内容と作業内容をリポジトリに反映させるコミット等の制作プロセスをリポジトリに蓄積し、分析してソースコードの記述内容のパターンやドキュメントの関連を抽出して制作の効率化が行われている。

しかしながら、マンガ制作で蓄積した内容を用いた分析を行うには2つの問題がある。一つは、現在のマンガ制作で作られる制作物の管理が難しいことに加えて、マンガの原稿に制作で作られる内容の全てが明示的に記述されていないため、内容を用いた制作の効率化は困難なことである。もう一つの問題はマンガ制作のプロセスは暗黙的に決められているため、制作に関する情報を利用しての制作の効率化が困難なことである。そこで、マンガ制作の内容を決定するためのストーリーや表現であるマンガの構成要素が記述される中間制作物とその制作プロセスに着目した。マンガ制作では原稿の作画を行う前に、内容を検討する段階でストーリーを構成するシナリオ、マンガの設計図であるネームといった中間制作物が複数作られる。中間制作物に記述されるアイディアからストーリー、ストーリーから表現へとよりマンガに近い形を目指して繰り返して作られ、変遷していく。

そこで、本研究ではマンガの内容に含まれるストーリーとその表現であるマンガの構成要素の記述を目的とした。そのために、まず中間制作物には記述されているマンガの構成要素のモデル化を行った。加えて中間制作物の変遷の対応関係及び、暗黙的に決められているマンガ制作プロセスモデルを定義した。

本研究ではまず、マンガの構成要素モデルに基づいて中間制作物に対して「これは人物の名前である」、「これは事柄である」といったメタデータを記述することで、マンガの内容を識別出来るようにした。さらに、変遷しているマンガの構成要素を辿れるように対応関係のメタデータも記述した。そして、中間制作物を作成しながら、構成要素とその対応関係のメタデータを自動記述するオーサリングツール、マンガデザイナーを開発した。また、マンガデザイナーが提供する機能が持つマンガ制作の支援への効果及びメタデータ生成の効率性を評価するための実験を行った。この実験ではマンガ制作未経験者 8 名(高校生 7 名, 大学生 1 名)を被験者におとぎ話「桃太郎」のストーリーをマンガに翻案することを目的としてネームの制作を行わせた。次に、マンガ制作プロセスのメタデータを記述した。このメタデータの記述にあたって、ソフトウェアが工学の協業の開発プロセスをモデル化したバージョン管理システムのブランチモデルに基づいてマンガ制作プロセスのモデル化を行い、制作プロセスに対してメタデータを記述した。そして、制作プロセスの分析を目的として、制作プロセスのメタデータを記述し、中間制作物とそのメタデータを蓄積する制作記録アーカイブを開発した。

第2章 デジタル環境におけるマンガ制作と その支援

2.1 マンガ制作とそのプロセスのデジタル化

マンガ制作には原稿に絵を描く作画，設定やストーリー構成を決定する作業がある．近年，こういったマンガ制作はパソコンやタブレット，スマートフォンの普及，コミックスタジオ[21]を代表とするマンガ制作ソフトの普及によってデジタル上で行われるようになった．

例えば，マンガ家の赤松健は，何度も登場する巨大な施設等の背景を登場する度に手書きで作業を行うのは非効率的であるため，背景や効果の作画資料に 3D-CG を利用している[3]．また，奥浩哉は作画を現実に忠実に表現するために，3D-CG で同じモデルを加工して使うことで見た目に破綻の無い作画を行っている[4]．また，マンガ制作には原稿に効果を付けるためのスクリーントーンを切り貼りするトーン貼り作業があったが，トーン貼りはデジタル環境によって何度も修正出来るようになり，作業が容易になった．しかしながら，デジタル環境でトーン貼りを行うにはスキャナーを利用して原稿をデジタル環境に移行させなければならない．そこでマンガ家の水あさとは一貫してデジタル環境で行うために下書きからトーン貼りまでの作画作業を全てデジタル環境で行っている[5]．マンガ制作のデジタル環境は作画だけでなく，内容の決定にも利用されている．例えばストーリー構成を構造化して書くことの出来るアウトラインプロセッサや，アイデア出しのためのマインドマップのツールなども利用されている．

このように，マンガ制作で作られる内容はデジタル環境に大量に蓄積されつつある．そして，デジタルの内容はマンガ制作内で容易に共有できるようになった．例えば協業者とのマンガ制作とのやりとりでデジタルファイルを添付したメールでやりとりを行うことが可能になった．さらに，デジタルのフォーマットで原稿の提出を求めているところも増えている．マンガ家の松岡ユウはマンガのトーン貼りや写植等のメインのマンガ家でなくても出来る作業をアシスタントに依頼し，チャットソフトの利用により遠隔で行っている[6]．また創作活動を支援するサイトである clip[22]では，制作したデジタルのトーンや 3D モデルといった作画

素材の共有を行っている。こうしたデジタル環境で蓄積された内容は制作プロセスの可視化や分析等といった可能性がある。

2.2 制作内容を利用したソフトウェア開発プロセス分析 とマンガ制作への適用

本研究では制作プロセスの分析を目的に、マンガ制作で作られる内容を蓄積する。このように制作時に蓄積された内容を利用して制作プロセスの分析を行う研究はソフトウェア工学の分野で行われている。ソフトウェア工学の分野では開発時に作られた内容を蓄積したりリポジトリから制作プロセスの分析を行うリポジトリマイニング[2]という手法が研究されている。分析対象のリポジトリの例としては、ソフトウェアの開発過程のドキュメントやソースコードの変更履歴を蓄積するバージョン管理システムや、グループでの連絡のやりとりが記録されたチャットログや電子メールアーカイブがあげられる。そして蓄積されたソースコードから記述内容のパターンを発見することや、ドキュメントの分類を行うことで不十分なドキュメントを明らかにするといったような制作を改善しようとする試みが行われている。

伏田[18]ではプログラミング演習において、初学者の課題への取り組みプロセスが十分に明らかになっていないという問題に対して、初学者が作成したソースコードを事後分析し、汎用的な誤りのパターンの抽出を行った。実験では、C言語の課題3人分、Javaの課題37人分から分析した結果、定性的な分析としては修正箇所を間違えていたエラーメッセージを理解していなかったことや、他の言語の文法を利用しようとして誤りが起きたといったことがわかった。定量的な分析結果としては、時間が進んでいるにもかかわらず、編集距離が減らない箇所があった。つまり、実装すべき機能を理解していなかったということがわかった。このように、ソースコードの変更履歴から定性的分析では誤りの行動パターンが観測され、定量的な分析では誤りのパターン検出が出来る可能性を確認した。

加藤[7]ではソフトウェア開発において、ソースコードやドキュメント等が依存し合って構成されているため、ファイルの一つ変更すると他のファイルも変更を引き起こす場合があるという問題に対して、書き込みと参照履歴を蓄積し、マイニングすることで変更支援に有用な情報の抽出を行った。そしてその履歴を分析して制作物の類似度を計算し、次に編集すべき中間制作物の推薦を行った。

こうした内容を用いた再利用や分析による制作の効率化はマンガ制作にも適用できると期待できる。しかしながら、現在のマンガ制作で作られる画と文字が含まれる制作物の管理は難し

く、マンガの原稿に制作で作られる内容の全てが明示的に記述されていないため、内容を用いた制作の効率化は困難である。加えて、マンガ制作のプロセスは暗黙的に決められているため、制作に関する情報を利用することは困難である。

2.3 マンガ制作の中間制作物を利用した制作プロセス分析

本研究では、マンガ制作で作られるマンガの内容を用いた分析が難しいという問題に対して、マンガ制作の内容を決定するためのストーリー、表現であるマンガの構成要素が記述されている資源である中間制作物に着目した。マンガ制作では原稿の作画を行う前に、内容を検討する段階でストーリーを構成するシナリオ、マンガの設計図であるネームといった中間制作物が複数作られる。また、中間制作物はアイデアからストーリー、ストーリーから表現へとよりマンガに近い形を目指して繰り返して作られ、変遷していく。

そこで、本研究では中間制作物からマンガの内容に含まれる構成要素の記述を目的とした。ところが、中間制作物を利用するにはいくつかの問題がある。マンガ制作の中間制作物はメーカーやドローソフト等のソフトウェアに依存した形式で保存がされ、中間制作物に記述されている任意の要素にアクセスすることは困難である。さらに、中間制作物の種類や内容は制作によって異なり、とりわけマンガ制作の中間制作物には文字情報だけでなく、画も使われているため、内容を理解するのは目で見て判断するしか無い。加えて、中間制作物に書かれていないコメントや赤入れといった要素も存在する。また、マンガの制作プロセスは暗黙的に決められ、中間制作物の役割、制作の手順、変遷といった制作プロセスに関わる情報を扱うのは困難である。

そのために、まず形式に問われず、コメントなどの要素も記述できる中間制作物に含まれているマンガの構成要素のモデル化を行った。さらに、情報の対応関係や制作ログはソフトウェア開発の分析では有用であるため、本研究では中間制作物の変遷の対応関係及び、暗黙的に決められているマンガ制作プロセスを定義した。

2.4 中間制作物の資源化とアーカイブ

本研究では、マンガ制作で作られる中間制作物を利用し易い形に資源化するために、中間制作物に含まれるマンガの構成要素のモデル化及びマンガ制作プロセスを定義し、それぞれの定義を記述、蓄積するシステムを開発した。システムの機能は以下のようになる。

1) 中間制作物に対してメタデータを記述する.

中間制作物に対して構成要素のメタデータを記述することで、記述形式が異なる中間制作物からまとめて任意の要素を抽出出来るようにする. さらに、変遷しているマンガの構成要素を辿れるように、対応関係のメタデータも記述する.

2) 制作プロセスに対してメタデータを記述する.

マンガ制作プロセスのメタデータを記述する. このメタデータの記述にあたって、ソフトウェアが工学の協業の開発プロセスをモデル化したバージョン管理システムのブランチモデルに基づいて、マンガ制作プロセスのモデル化を行い、やりとりに対してメタデータを記述する.

3) メタデータを蓄積する.

分析することを目的に、1)と 2)で記述した中間制作物や制作プロセスのメタデータを蓄積する.

本研究ではまず 1)中間制作物に対してメタデータを記述する機能を持つ、マンガデザイナーを開発した. そして、2)制作プロセスに対してメタデータを記述する機能と、3)メタデータを蓄積する機能を持つ制作記録アーカイブを開発した.

第3章 マンガの中間制作物の資源化と制作記録のアーカイブ

3.1 マンガメタデータ

本研究ではマンガの中間制作物の資源化を行うために中間制作物のメタデータを記述する。それにあたってマンガのメタデータフレームワーク(MMF)[8]に基づいたメタデータを設計した。本節ではこの MMF とそれに基づいたメタデータモデル及び中間制作物について述べる。

Morozumi[8]では複雑な関連を持つマンガの情報をネットワーク環境において発見やアクセス、再利用するために MMF 提案した。MMF では、マンガについてのメタデータが満たすべき3つの要件を定めている。

1. マンガは様々な粒度で記述されることが可能であるべき
2. 知的実体としてマンガ(作品)と出版物としてのマンガ(表現形)は異なるものとする
3. マンガに登場する知的実体はマンガメタデータとしてオントロジー基盤を使用して適切に識別描写されるべき

デジタルマンガはその内容が物理的媒体による制約がないため、様々な表現形式や規格を用いて表現される。そのため、デジタルマンガ内の情報の関連を扱うためには形式や規格に縛られず、マンガに含まれる知的実体がメタデータとして記述される必要がある。そのために Morozumi は先述した3つの要求要件を書式術、構造記述、オントロジー記述の3つの観点から議論し、書籍に関するメタデータの基本モデルである「Functional Requirements for Bibliographic Records (FRBR)」, 「TV-Anytime」, 「知的実体を示す辞書項目」を基礎として拡張、構成したモデルを提案している(図1)。

また、三原[3]では MMF を基礎として、デジタルマンガのコマや台詞といった平面表現に含まれる構成要素を識別することを目的に、MMF から実体「Story」の再帰的な集約関係を省略したマンガメタデータモデルを提案した。図2はこのマンガメタデータモデルを示している。本モデルは Title, Story, Episode といった要素の階層構造でマンガを表現している。作品タイトルを表す Title は Story の集合であり、Story は作品の Story 全体のうち、1つの目的を果

たす、舞台の変更等の話の区切りを表す **Episode** の集合となっている。本研究ではこのマンガの構造と、その中の実体を参考にしてマンガの設計段階のメタデータを蓄積する。

このマンガメタデータモデルに定義されているページ、コマや台詞、キャラクタ等はマンガの中間制作物でも登場し、メタデータを記述する実体の基盤とすることが出来る。本研究ではこのマンガの構造についての実体に基づいてマンガ制作の中間制作物のメタデータを設計する。

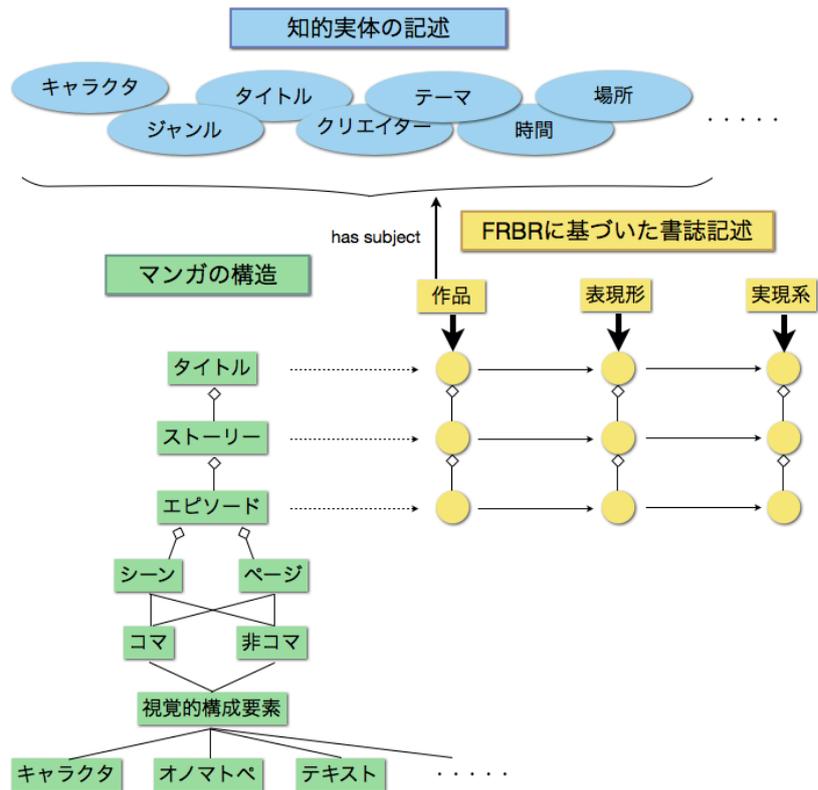


図 1 MMF の全体図

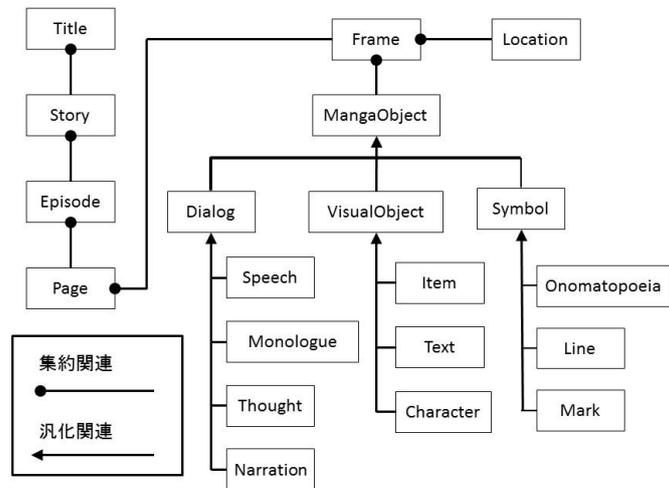


図 2 マンガメタデータモデル

3.2 マンガ制作と中間制作物とその構成要素のモデル

本研究では、中間制作物とその制作プロセスに対してマンガメタデータを記述することで、再利用可能な資源として扱えるようにする。本節ではマンガの中間制作物とその制作プロセスの実例を挙げ、どのようなメタデータが必要なのかについて述べる。

マンガ制作には大きく分けて設計と作画の二段階にわけて行われる。

I. 設計

マンガを作画するためには図 3 のネームと呼ばれる人物や物の配置を決めたマンガの設計図を決定する。



図 3 農業マンガのネーム

ネーム完成までの手順は制作によって異なるが、必要な要素として設定、構成、表現の3種類の情報を決定する必要がある。設定とはマンガの物語の基盤となる人物や舞台背景等のマンガの設定である。構成とは出来事や台詞の順番である物語の構成である。表現とは、人物や物の配置を、コマ割りというマンガの形である。それぞれの情報をまとめて、設定をまとめた設定資料、物語の構成をまとめたプロット、表現をまとめたネーム等といった中間制作物が作られていく。また、編集者等による協業の場合は制作した中間制作物に対して赤入れが行われる。

II. 作画

マンガの設計図であるネームから線を決定する下書き、続いて読者が見やすいように線を清書するペン入れが行われ、その後は必要に応じて背景に模様で効果を入れるトーン貼り、カラー原稿で合ったら色を塗るカラー作業、文字を入れる写植が行われる。

作画作業ではアシスタントと呼ばれる人々に原稿にスクリーントーンを貼ること

や、黒く塗りつぶすベタ塗り等の作業を分担することがある。また、作画と設計で制作を分担することもある。

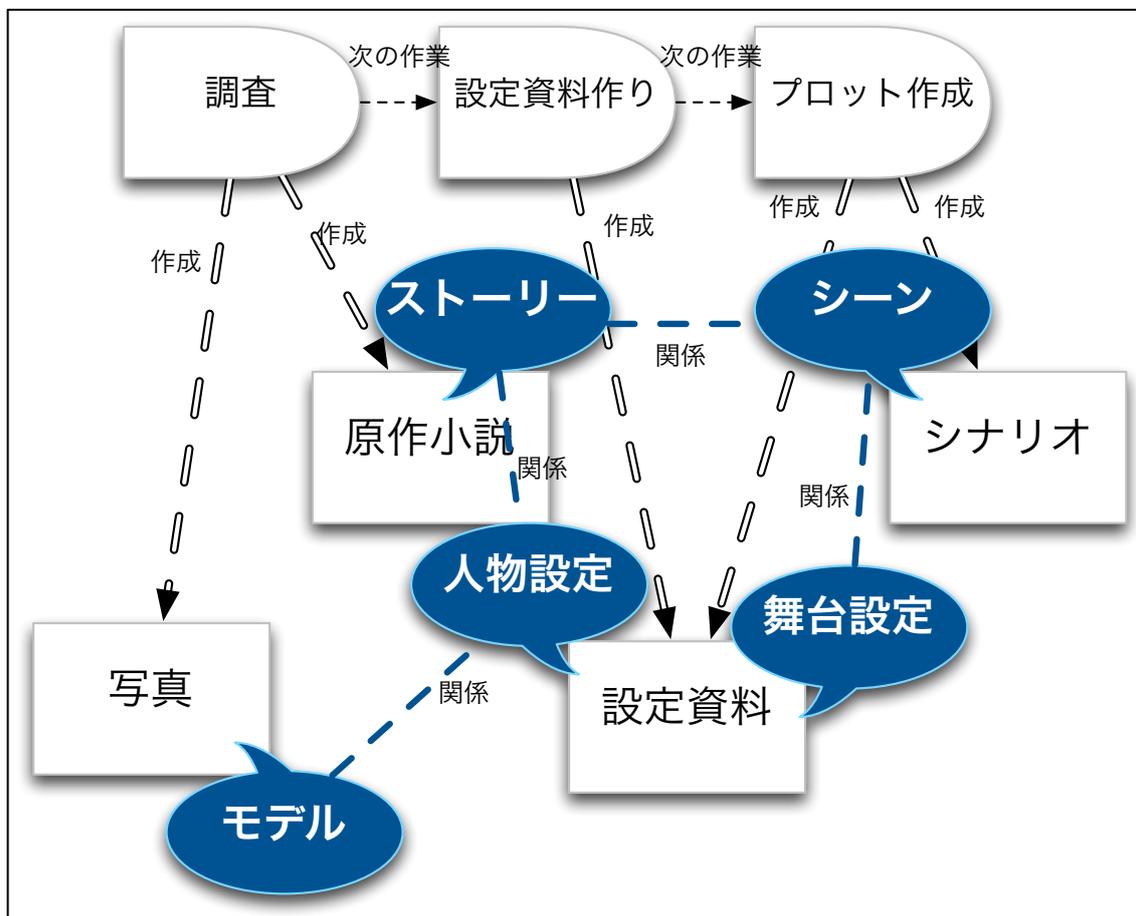


図 4 中間制作物とその制作プロセスの関係

図4は上記のマンガ制作と制作内で作られるマンガの構成要素と中間制作物の関係をまとめた図である。半楕円は作業を表し，四角はその作業で生成される中間制作物であり，吹き出しはその中間制作物に含まれる代表的な構成要素である。まず，マンガ制作では目的に応じた作業が行われる。作業には順序の関係や同一目的による分類関係，協業による作業分担といった繋がりがある。それぞれの作業では目的に応じて複数の中間制作物が作られる。例えばネーム制作ではネーム，設定の打ち合わせであれば物語や人物の設定資料といった中間制作物がつくられる。そしてその中間制作物には人物やシーンといった設定，構成，表現の3種類のマンガの構成要素が複数記述されている。このように，中間制作物は作業と構成要素を通じて関連している。しかしながら，現在のマンガ制作では画が多用される中間制作物についてデータの差

分から、それらが示す内容の違いを読み取り利用することが難しい、また制作プロセスが暗黙的に決められているため、こうした関連は蓄積されていない。そこで本研究ではこのような、マンガ制作プロセスで作られるマンガの構成要素をメタデータで記述することで、複雑に関連している中間制作物とその制作プロセスを資源化して蓄積する。そうすることで、制作全体を俯瞰することによる制作の効率化や、分析を行うことによる制作改善の可能性が広がる。

図5は図4で示された関連を整理したものである。図5の赤枠で囲まれた箇所はマンガの中間制作物とその構成要素の関連を示し、動揺に青枠で囲んだ制作プロセスのタスクとそのタスクで作られる中間制作物の関連を示している。本研究では、これらのそれぞれの関係を蓄積するために、マンガの内容に関わる関連を蓄積するためのマンガデザイナー、制作に関わる関連を蓄積するためのマンガ制作記録アーカイブ、という2つのシステムを開発した。これらのシステムは共に、マンガの制作プロセスにおいて利用されることで、マンガ制作のメタデータをRDFで記述し、マンガ制作の情報はLinked Data[12]として扱うためのものである。RDFを用いることにより、制作プロセスで生成されるマンガの内容に関する複雑な関係を記述可能にした。さらにこれらをLinked Dataと扱うことで、マンガ制作において原作や参考として参照、利用される情報に関する既存の情報資源とマンガの内容に関する記述を容易に結びつけることができる。

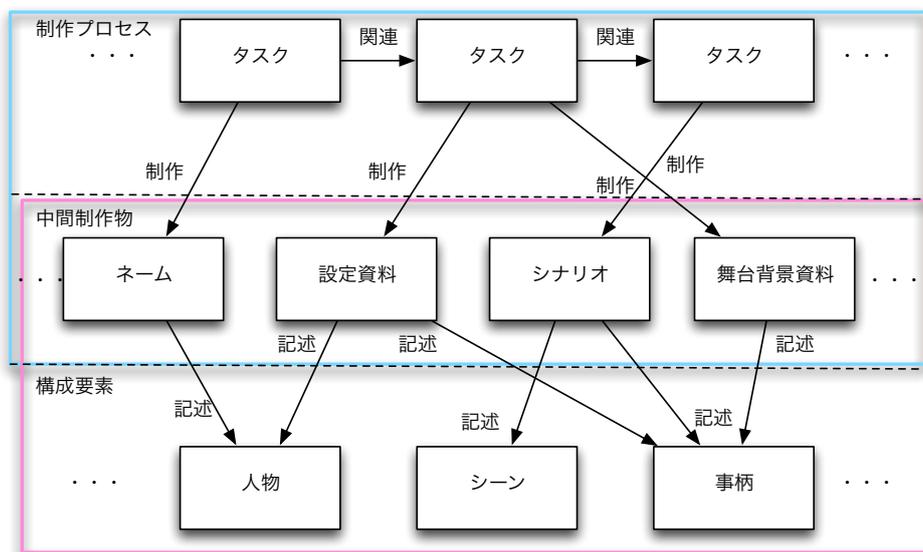


図5 マンガの制作と中間制作物とその構成要素の関係モデル

第4章 マンガデザイナー～オーサリングツール による中間制作物の資源化～

本研究ではまず 3.2 で述べた中間制作物の構成要素メタデータを記述する機能を持つ、マンガデザイナーを開発した。

4.1 マンガ制作のライフサイクルとその問題

マンガの設計で作られる設定と構成と表現(以下設計情報)は繰り返される制作過程で次々に変わっていく。例えば、登場人物の設定から台詞に影響することや、新たなストーリーから設定が変更される等、設計情報が様々な変遷を遂げていく。そして、最終的に設計情報は原稿の作画のために使われる。また、連載等による継続的なマンガ制作では一度出版されたマンガの設計情報をも再利用される。

このように、設計で作られる情報は設計から作画まで、マンガ制作全体を流れ、制作後も新たなマンガ制作へと再利用される。これらの工程をマンガ制作のライフサイクルと定義する。具体的にはマンガ制作のライフサイクルでは以下の作業が行われる。1)マンガ全体の物語や人物等の設定を決定する(設定作り)。2)設定を参照しながら出来事の順番や台詞を決定する(ストーリー設計)。3)設計したストーリーを分割し、ページ単位に割り当てる(ページ割り)。4)決定されたストーリー設計を参照しながら、人物や物の配置を行い、マンガの形に表現していく(ネーム制作)。これらの作業は順不同で行われ、繰り返され、最終的に作画作業に至る。

これらのマンガ設計ではそれぞれ中間制作物が作られるが、それぞれの中間制作物は形式化されておらず、対応関係が明らかでない。そこで、本研究ではこのマンガ制作のライフサイクルに沿って中間制作物に対して、制作時に自動的にメタデータを記述するオーサリングツール、マンガデザイナーを開発した。このマンガデザイナーにより、中間制作物を形式化し、対応関係を明らかにした。

4.2 中間制作物のメタデータモデルと対応関係の可視化

中間制作物では原稿に記述されない要素や、中間制作物同士が参照されるといった関係がある。そこで従来のマンガメタデータモデルとマンガの設計で作られるマンガの構成要素から図6のマンガ制作の中間制作物に含まれる構成要素の関係モデルを考案した。

中間制作物で作られる設定では、マンガメタデータモデルで定義されている人物や道具といった原稿に描画されている情報だけでなく、ストーリーに関する事柄や、舞台といった情報も作られる。そこで、マンガの構成要素の設定として事柄、道具、人物、舞台を定義した。構成では、従来のマンガメタデータにおいてストーリーはエピソードの集約、エピソードはページの集約として定義されていた。ところが中間制作物では原稿に記述されない事柄も存在するため、中間制作物のメタデータモデルではストーリーは事柄で構成されるという定義にした。表現は、マンガの設計図であるネームで決定される。そのため、ネームで初めて決定されるページ、コマ、人物、舞台、道具といった実体を定義した。また、従来のマンガメタデータと大きく異なる点として、中間制作物は人物だけの情報を記述することや、物語だけを記述することがあるため、階層化されずに独立して実体が存在する。そして、独立した実体では階層関係ではなく、人物と道具の間に利用関係、人物と場所に出身といった関係も記述される。そして、この中間制作物のメタデータモデルに基づいたメタデータをウェブ上に共有しやすい形式として、Resource Description Framework(RDF)[11]で記述した。

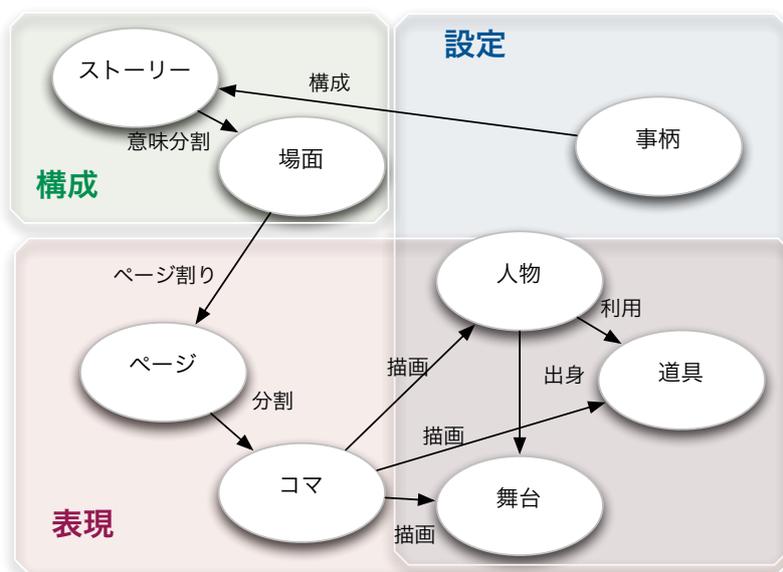


図 6 マンガ制作の中間制作物に含まれる構成要素の関係モデル

本研究では定義したマンガの中間制作物のメタデータモデルからメタデータの記述を行う。ところが、完成した中間制作物に対して、定義したモデルに従ってメタデータを記述するにはコストがかかるという問題がある。例えば、マンガの原稿 1P に対して、コマ、セリフ、人物の位置とその概要のメタデータを記述するのに 1 時間程度の時間が掛かる。そこで、本研究ではマンガ設計のライフサイクルで行われる 4 つの作業、設定作り、ストーリー設計、ページ割、ネーム制作を行えるエディタを開発し、そのエディタを利用することにより自動的にメタデータ記述が行えるようにした。また、マンガの構成要素の対応関係は中間制作物を参照することや参考にすることで作られる。そこで、エディタを利用した制作を行う上で、メタデータによって中間制作物の対応関係を明らかにして制作時に対応関係の確認をしやすいようにする制作の支援を行った。

4.3 マンガデザイナーの開発

マンガデザイナーではライフサイクルにある、設定を作る設定作りを行う設定資料ノート、ストーリー設計を行うボックススクリプト、ページ割を行うプロットイット、ネーム制作を行うネームエディタの 4 工程を行う機能を持つ。エディタでは、これら 4 機能を 1 つのウィンドウ上で表示することができる。これにより、設計全体を俯瞰しながらマンガ制作を行うことが出来る。さらに、メタデータを利用して構成要素の対応関係を明らかにすることで、これらの工程を支援する。

システムの実装には JavaScript と HTML5 を用いておりリポジトリには RDF データベースである Sesame を用いた。また、リポジトリと各種制作ツールの設計情報の受け渡しには Sinatra を用いている。

I. 設定資料ノート

設定資料ノートは設定作りを行うためのエディタである。複数の設定をカラムで表示する箇所と、カラムを選択することでその設定を編集出来る箇所の 2 ペイン(図 6)で構成されている。この機能では人物や物語の設定を記述することが出来る。人物では、人物の名前や詳細情報、物語の設定では舞台等を入力することが出来る。また、マンガは絵と文字を組み合わせるため、設定作りでは文字だけでなく、絵や写真も利用して設定を描く。そこで、設定資料ノートでは文字だけでなく画像を扱えるように、外部の画像を Linked Data としてマンガの設計情報と結びつけるようにした。



図 7 設定資料ノートの UI

II. ストーリーボード

ストーリーボード(図 7)はストーリー設計を行うための機能である。この機能では複数のプロット(話の設定や断片的な物語)をまとめて、1つの場面を作ることが出来る。さらに、プロットや場面はそれぞれドラッグして並び替えることができる。ストーリーボードでは、設定資料ノートで作成した設定をドラッグし、ストーリーボード上にドロップすることで場面を作成することが出来る。このように、設定をドラッグ・アンド・ドロップによって設定を場面に変化することができる。

また、設定から場面を作成した時、「制作した場面は元となる設定を持つ」というトリプルが作成される。このようなメタデータを保存することで設定から場面への変化を追跡出来るようにする。

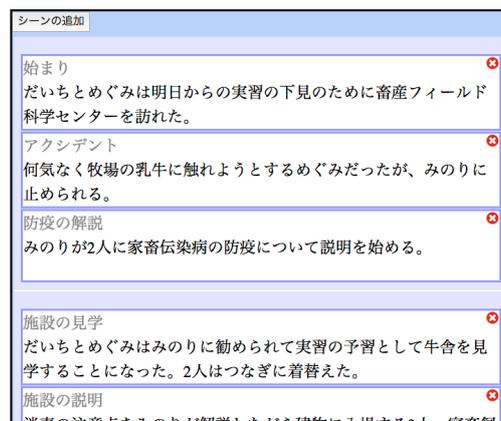


図 8 ストーリーボード

III. プロットイット

プロットイット(図8)はページ割を行う機能である。この機能では見開きのページが縦に並んで表示されており、ページ上に描くべき場面が表示されている。プロットイットではストーリーボードで作った場面をドラッグし、プロットイットのページ上へとドロップすることで場面を描くページを決めることができる。また、場面をドラッグ・アンド・ドロップした際に、「あるページはある場面を描く」というトリプルを保存することで、場面とページ割の対応付けを保存する。

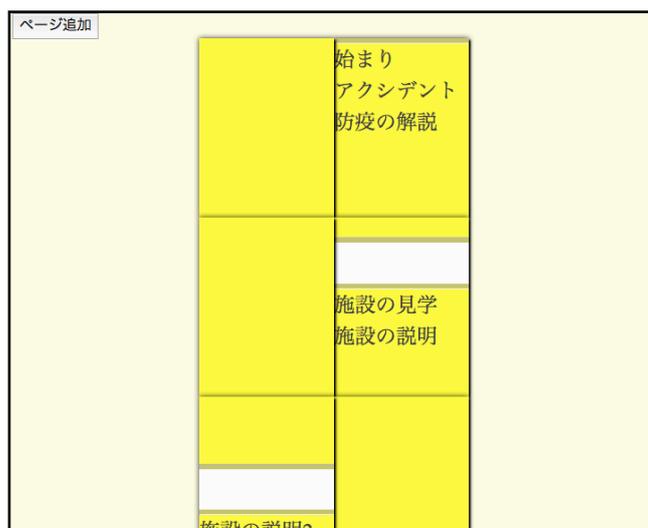


図 9 プロットイット

IV. ネームエディタ

ネームエディタ(図9)はネーム制作を行う機能である。ネームエディタでは、マンガのコマやセリフなどを描くためのペイントツール機能がある。また、描かれる絵はタグ要素を利用して図形や線などを描画することができる、XML をベースとしたテキストファイル形式である Scalable Vector Graphics として作られる。また、プロットイットでページを選択することで、ページごとに絵を描くことができる。また、描いているネームに関連する設定をネームエディタ上に表示することができる。



図 10 ネームエディタ

本ツールではメタデータを利用した制作支援機能として、中間制作物の対応関係を明らかにするために、同一実体が登場する箇所を可視化する機能を実装した。

中間制作物の対応関係はハイライトを行い可視化する。図10では物語の設定から、物語の始まりの場面、始まりの場面を描くページをハイライトしている。

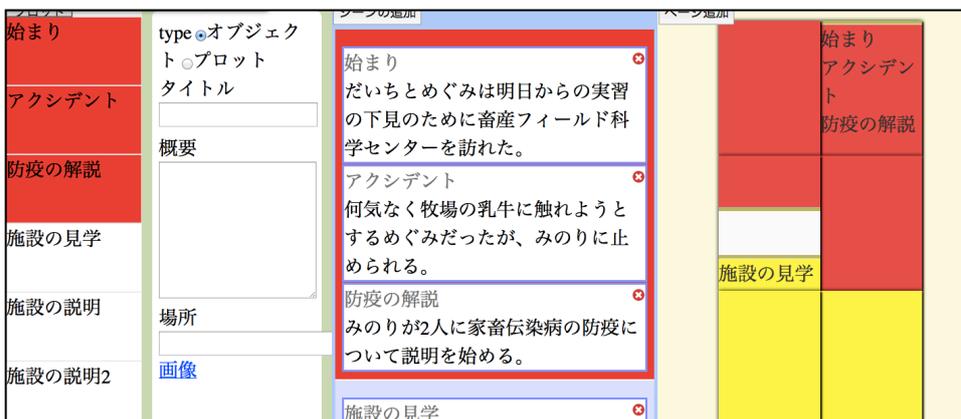


図 11 参照された情報のハイライト

4.4 評価実験

本研究では、マンガデザイナーが提供する機能が持つマンガ制作の支援への効果及びメタデータ生成の効率性を評価するための実験を行った。

この実験ではマンガ制作未経験者 8 名(高校生 7 名, 大学生 1 名)を被験者におとぎ話「桃太郎」のストーリーをマンガに翻案することを目的としてネームの制作を行わせた。この実験は実験 1, 実験 2 に分けて実施した。それぞれの内容は次の通りである。**実験 1)** システムを利用せず原作のストーリーの序盤部 3 分の 1 に当たる部分のネームを制作する。**実験 2)** 験 1 終了後, 本ツールを利用してストーリーの続きのネームを制作させた。2 人 1 組のグループに分け, 中盤部 3 分の 1, 終盤部 3 分の 1 をそれぞれ分担して制作する。

本実験では「桃太郎」の原作ストーリーとして, 最も一般的で且つ文章量が少なく本実験の実施に適していると考えられた「桃太郎 <福娘童話集 きょうの 日本昔話>」[13]を利用した。また被験者が PC 上での作画に慣れておらず, 実験時間が増大することを勘案し, ネームの制作に当たっては実験 1, 2 共に紙と鉛筆により作画を行いネームエディタは使用しなかった。

本実験の評価として制作への興味, 制作の難易度及び, 本ツールの提供する機能の利便性およびに本ツールのユーザインターフェースの効果に関してそれぞれ被験者に対しアンケートを実施した。図 10 はこの アンケート内容と回答の項目を示したものである。

<p>Q1. マンガ制作のどんな点が面白かったですか?</p> <p>[キャラクターの検討] ・全く面白くなさそう ・少し面白そう ・かなり面白そう ・とても面白そう ・分からない</p> <p>[ストーリーの検討] ・全く面白くなさそう ・少し面白そう ・かなり面白そう ・とても面白そう ・分からない</p> <p>[セリフの検討] (以下同様)</p> <p>...</p> <p>Q2. マンガ(ネーム)を描くことは難しそうですか?簡単そうですか?</p> <p>[キャラクターの検討] ・とても難しそう ・やや難しそう ・やや簡単そう ・とても簡単そう ・分からない</p> <p>[ストーリーの検討] (以下同様)</p> <p>...</p>
--

図 12 アンケート内容と回答項目(一部)

アンケートは制作への興味, 制作の難易度およびツールのユーザビリティに関する質問により構成される。制作への興味, 制作の難易度については, 全体及び [キャラクターの検討][ストーリーの検討][セリフの検討] [コマ割り][絵を描くこと]の 5 項目について, 興味 および難易度

の程度を「全く面白くなさそう/少し面白そう/かなり面白そう/とても面白そう」「とても難しそう/やや難しそう/やや簡単そう/とても簡単そう」の4段階(1~4)及び「分からない」と回答する設問を用意し、実験前、実験1終了後、実験2終了後に回答させ、その変化を比較した。ツールのユーザビリティについては、提供する機能の利便性に関する先に述べた5項目、本ツールのユーザインターフェースの効果に関する[情報の見やすさ][入力のしやすさ][操作の簡単さ][操作の反応の良さ]の4項目について、それぞれ「全く便利ではなかった/やや便利だった/かなり便利だった/とても便利だった」4段階(1~4)及び「分からない」と回答する設問を用意し、実験2終了後に回答させた。

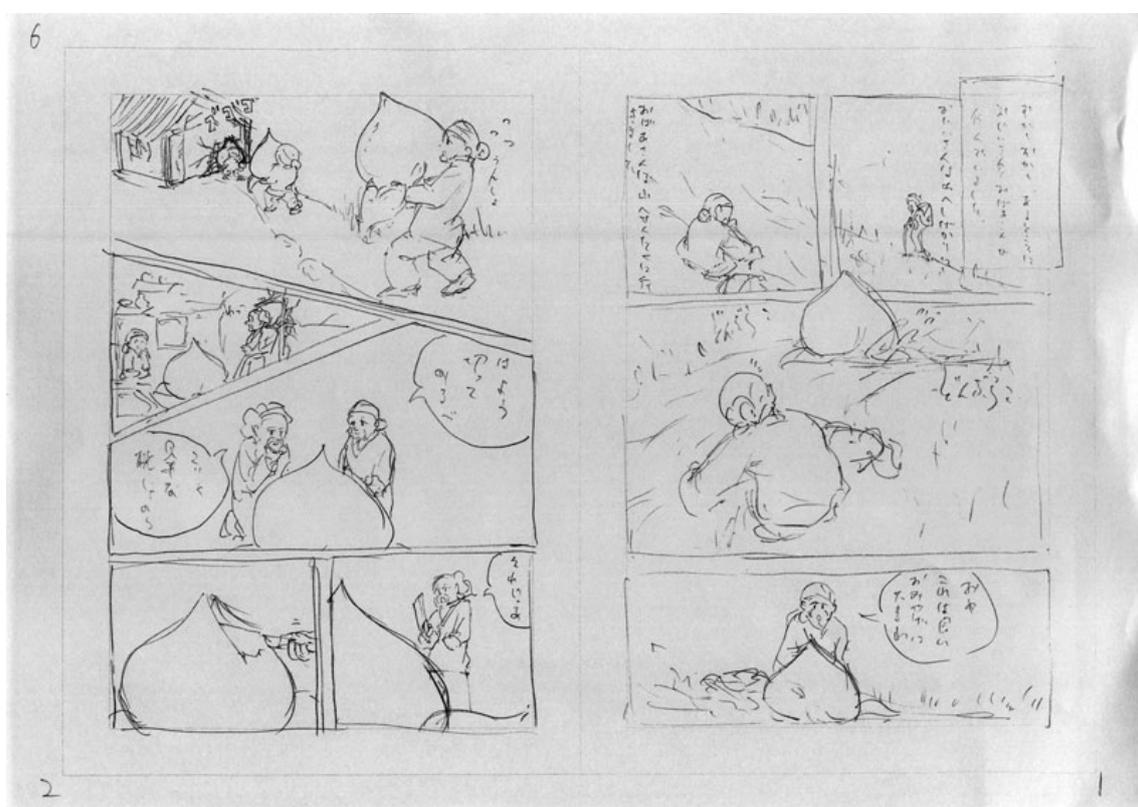


図 13 実験で描いてもらったネームの例

4.5 実験結果

この実験1では計35ページ、一人当たり平均4.38ページのネームが制作された。制作されたページ数の中央値は4ページ、完成したのは5名であった。また実験2では計31ページ、一人当たり平均3.88ページのネームが制作された。制作されたページ数の中央値は4ページで、完成したのは4名であった。この8名、31ページ実験2で作成したメタデータのエンティテ

イ数は 257 個，トリプル数は 1202 組であった．ツール別では，設定資料ノートのエンティティ数は 67 個，トリプル数は 517 組，ボックススクリプトのエンティティ数は 391 個，トリプル数は 491 組，プロットイットのエンティティ数は 21 個，トリプル数は 71 組，エディタ間共通に使用する実体のエンティティ数は 8 個，トリプル数は 123 組があった．

表 1 は制作の興味と難易度に関するアンケート評定値を示したものである．制作への興味についての評価においては，全体に関するスコアの平均実験前: 3.63, 実 1 後: 3.50, 実験 2 後: 3.75 と実験を通じて大きな変化は見られなかった．項目別のスコアは[キャラクタの検討][ストーリーの検討][セリフの検討][コマ割り]の 4 項目について実験 1 後に減少し，実験 2 後に実験開始前より上昇している．特に[セリフの検討]については実験 1 終了後の減少および実験 2 終了後の上昇は共に t 検定による標本の有意差認められた(10%有意)．これらによりツールの利用において制作への興味妨げられていないこと分かる．制作の難易度についての評価においては，全体に関するスコアの平均実験前: 1.63, 実験 1 後: 2.38, 実験 2 後: 2.50 と実験を通じて増加した．項目別のスコアについては[キャラクタの検討][ストーリーの検討][セリフの検討]について実験 1 後に上昇(易しく感じる)見られた．これらについては実験 2 後にも有意差はないものやや上昇している．[コマ割り][絵を描くこと]については実験 1 後に上昇したあと，実験 2 後にやや下降した，どちらも有意差は見られなかった．これらにより，ツールの利用によって制作における内容の検討ある程度支援されていること示唆されている．

表 2 はユーザビリティに関するアンケート評定値を示したものである．機能の利便性については[キャラクタの検討][ストーリーの検討][セリフの検討]のスコアそれぞれ 3, 3.25, 3.38 と平均(2.5)以上であった．一方[コマ割り][絵を描くこと]は 2.13, 1.50 と平均以下のスコアであった．これは制作の難易度についての評価の傾向と一致する．ユーザインターフェースの効果については[情報の見やすさ] 3.63 と高く，[入力のしやすさ][操作の簡単さ]それぞれ 2.75, 2.88 と平均以上のスコアであった一方，[反応の良さ]は 1.75 と平均以下のスコアであった．これはツールの機能において，情報の提示，可視化有効であったことを示していると考えられる．

表 1 制作の興味と難易度に関するアンケート評定値

質問項目/平均評定値	実験開始前	実験 1 終了後	実験 2 終了後
制作への興味			
キャラクターの検討	3.13	3.13	3.00
ストーリーの検討	3.38	3.25	3.38
台詞の検討	3.25	2.63	3.50
コマ割り	2.75	2.38	3.00
絵を描くこと	2.75	3.00	3.50
制作の難易度			
キャラクターの検討	1.63	2.38	2.50
ストーリーの検討	1.25	2.50	2.63
台詞の検討	1.75	2.00	2.25
コマ割り	1.50	1.86	1.63
絵を描くこと	1.00	1.75	1.50

表 2 ユーザビリティに関するアンケートの評定値

質問項目	平均評定値
機能の利便性	
キャラクターの検討	3.00
ストーリーの検討	3.25
台詞の検討	3.38
コマ割り	2.13
絵を描くこと	1.50
インタフェースの効果	
情報の見やすさ	3.63
入力のしやすさ	2.75
操作の簡単さ	2.88
操作の反応の良さ	1.75

第5章 マンガ制作記録アーカイブの開発

本研究では続いて 3.2 で述べた中間制作物の制作プロセスのメタデータを記述、蓄積する機能を持つマンガ制作記録アーカイブを開発した。

5.1 マンガ制作プロセスの記録

マンガ制作は 3.2 節で述べたとおり多様な作業が行われる。例えば、目的毎に担当を分けて協業で制作を行うことがあり、そうした際に脚本を決定する原作と作画の担当を分担することや、トーン貼りをアシスタントに分担することが行われる。商業誌では編集者によるアドバイスや確認を行うといった作業も存在する。また、そうした作業で作られる中間制作物も作業によって異なる。また、異なる作業で作られた中間制作物が要素間で関係を持つことがあることや、複数の作業で同じ中間制作物を利用することがある。しかしながら、そうしたマンガ制作のプロセスは制作の主導者であるマンガ家や編集者が暗黙的に決めている。そのため、制作プロセス全体を俯瞰することによる制作の効率化や分析による改善活動の妨げになる。例えば、協業者全体で制作の分担や進行状態や、中間制作物の役割等の制作プロセスの情報を可視化して共有することでコミュニケーションコストを減らすことが出来るが、現状のマンガ制作では制作の分担や状態といった制作情報や作られる中間制作物の内容を記録していないためにそうしたコストの削減は困難である。

ソフトウェア工学の分野では制作履歴から制作を改善する研究が行われている。とりわけ、バージョン管理システムを使うことでソースコードを管理することで、制作全体を俯瞰することや分析を行って制作を改善するといったことが広く行われている。バージョン管理システムでは作成、編集されるファイルの変更履歴を管理するためのシステムである。基本的な機能はファイルの作成日時、変更日時、変更点などの履歴を保管することである。これにより、繰り返し変更を加えたファイルであっても、過去の状態や変更内容を確認し、変更前の状態に復元することが容易になる。こういった機能を利用することで、制作の状態や制作物の差分を記録することが出来る。デジタル環境での制作が普及してきたマンガ制作でも同様の期待がされるが、ソフトウェアのソースコードと異なり、画や文字が使われていることや、作業により形式が異なる制作物が作られる。そのため、中間制作物がどう関連しているかといったことを管

理することは難しく、改善活動を行うことも困難である。そこで、本研究ではこうした制作プロセスとその中間制作物の関連を記録するために、制作プロセスのメタデータを記述、蓄積する。

マンガの制作プロセスのメタデータを記述・蓄積するにあたって、一般的なバージョン管理システムに採用されているブランチの概念を導入した。ブランチとは制作したオブジェクトの変更履歴を制作プロセスのステータスの分岐として記録、管理する機能である。例えば、リリース版の履歴と開発版の履歴を分けることが出来る。複数の作業が行われるマンガ制作でも同様に、目的別に制作の記録をすることが求められる。また、SVN[24]のような従来のバージョン管理システムは一つのリポジトリを複数人で直接管理する仕組みが主であった。近年のバージョン管理システムでは、Git[24]に代表されるように、ローカルとパブリックのリポジトリを分け、複数人が個々に記録を行って統合することで協業による複雑な管理が容易に出来るようになった。図 14 はこのようなバージョン管理システムの利用モデルを示したものである。加えて、従来は統合作業が難しかったブランチの仕組みも多用されるようになり、ブランチの分け方を明確化したブランチモデルが登場した。マンガ制作でも複数人で管理を行うため、本研究での制作プロセスのメタデータ記述には履歴の分岐を明確化したブランチモデルを利用した。

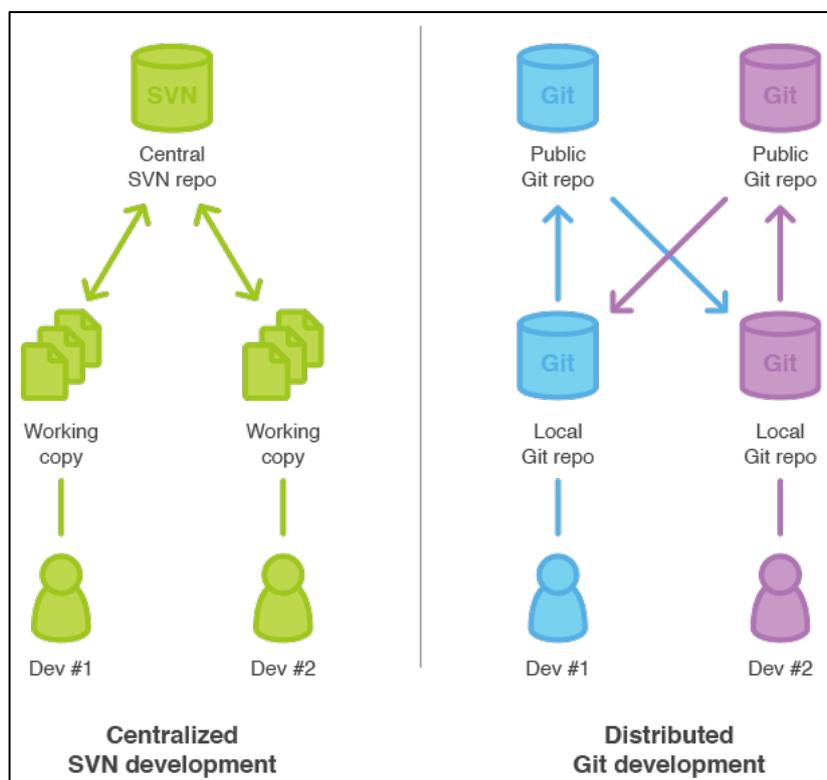


図 14 バージョン管理システムの利用モデル[24]

図 15 は git-flow と呼ばれるブランチモデルである. gif-flow と呼ばれるブランチモデルでは, 制作のブランチとして統合をするためのメインブランチと, 平行作業をするためのサポートブランチの大きく二種類に分けている. その中からさらに, 開発するための `develop` ブランチやバグを直すためのバグフィックスブランチ等, ブランチの役割を決めている. このように, ソフトウェア開発に基づいて, ブランチの分け方を 5 種類定義している. 加えて, 各ブランチの数も決められ, `master` と `develop` ブランチは一つ, 他は複数ブランチが作られる. マンガ制作でもこのようなブランチの役割や記述規則を決めて, 分岐方法をメタデータで記述して制作プロセスを記録する. そして, 制作プロセスの分析を目的として, マンガデザイナーで記述した中間制作物のメタデータと制作プロセスのメタデータを記述して蓄積するマンガ制作記録アーカイブを開発した.

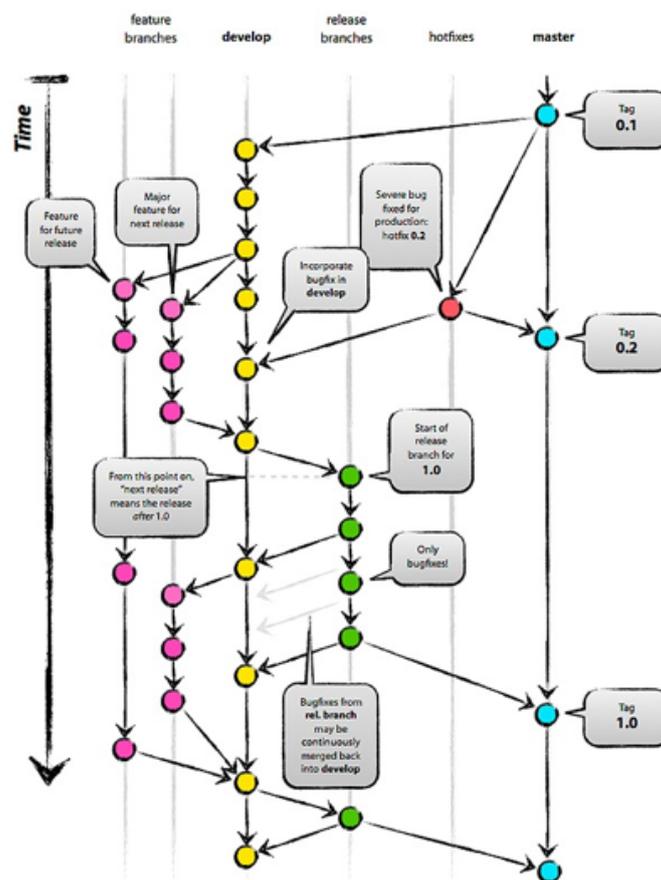


図 15 git-flow のブランチモデル

5.2 マンガ制作記録アーカイブの構成と機能

本研究ではマンガの中間制作物の資源化と制作プロセスの分析を目的とし, マンガ制作のプ

ロセスに対してメタデータを記述し、マンガデザイナーで制作した中間制作物とそのメタデータを蓄積するマンガ制作記録アーカイブを開発した。図 16 はマンガ制作記録アーカイブのシステム図である。マンガ制作に携わるユーザはコントローラーに中間制作物のバイナリデータとそのメタデータ、制作プロセスのメタデータを送る。コントローラーは送られた情報によって、中間制作物のメタデータならバージョン管理システムに、バイナリデータならファイルサーバーに、制作プロセスのメタデータならメタデータリポジトリへ送る。こうして蓄積されたメタデータとバイナリからユーザは制作俯瞰図や資料間の差分といった制作プロセスの分析に利用できる情報を取得することが出来る。このシステムの実装には、ユーザが制作タスクを記録出来る UI として JavaScript と HTML5, コントローラーとして ruby on rails, メタデータリポジトリとして sesame, メタデータのバージョン管理として Git を用いている。

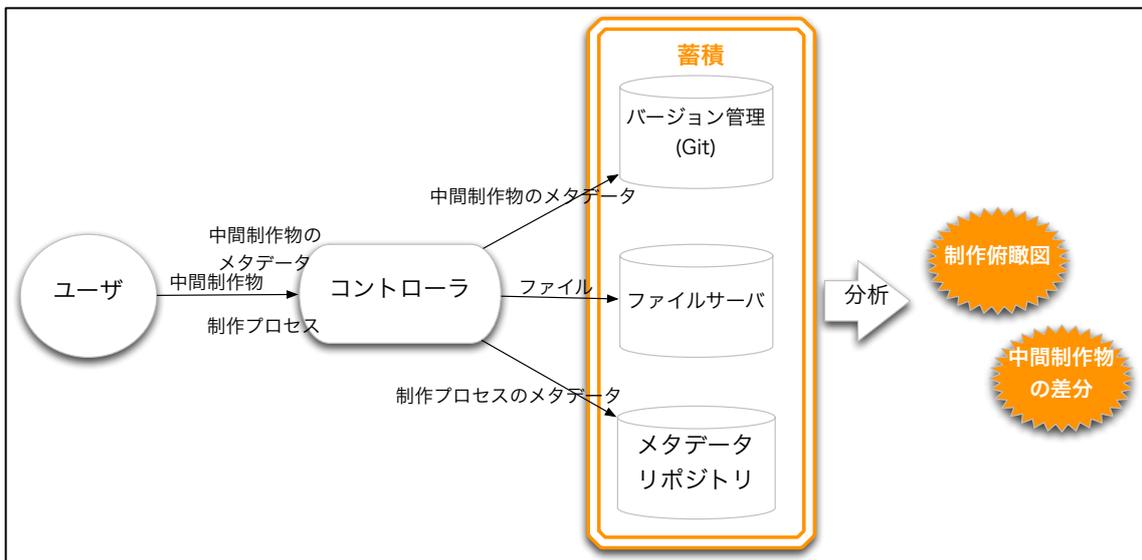


図 16 マンガ制作記録アーカイブのシステム図

また、中間制作物の管理機能として、以下の機能を持つ

1. ブランチ機能

マンガ制作のブランチモデルのブランチの種類は git-flow に基づき、印刷可能な状態であるマスターブランチ、制作を統合するためのプロダクションブランチ、分担作業のためのトピックブランチを定義して記録できるようにした。また、マンガ制作は git-flow で扱っているソフトウェア開発と比べ、デプロイといった作業が複雑でないため、hotfix ブランチやリリースブランチを作らないことにした。よって、ブランチはマスターブランチ、プロダクションブランチ、トピックブランチの3つのみとした。そして、分担作業を行う場合や、目的が違った制作を行う場合に制作の分岐を行うブランチ切り分けることが出来る。ブランチを追加した場合、

Topic ブランチが作られ、ブランチを分けた事と新しいブランチの情報がメタデータとして蓄積される。

2. マージ機能

トピックブランチでの制作が終了した場合や、プロダクションブランチで出版可能になった際にそれまで行った作業を統合する、マージ機能を持つ。ブランチをマージした場合、ブランチをマージしたことがメタデータとして蓄積される

3. コミット機能

git 等のバージョン管理システムでは、制作を行う際に新規作成、変更した情報をリポジトリに送るコミットという仕組みがあり、制作記録アーカイブでも同様の機能を持つ。バージョン管理システムでは制作プロセスの情報はコミットに対してメッセージを付けることで記録されており、制作プロセスの記録方法は形式化されていない。そこで、コミットの種類を定義する。本システムではコミットをする際に選択をすることで、新規作成、修正、分岐、統合の4つの制作状態をコミットに対してメタデータとして記録することが出来る。

4. 制作プロセスの可視化機能

アーカイブでは、常にブランチの切り分け、マージ、コミットのメタデータが図 18 のように可視化され、制作全体を把握する事ができる。枝分かれをしている場合はブランチの切り分け、新規作業、修正作業、ブランチの統合というメタデータが記録される。このメタデータにより、分業が行われ、新規中間制作物が作られ、修正され、完成したということが分かる。

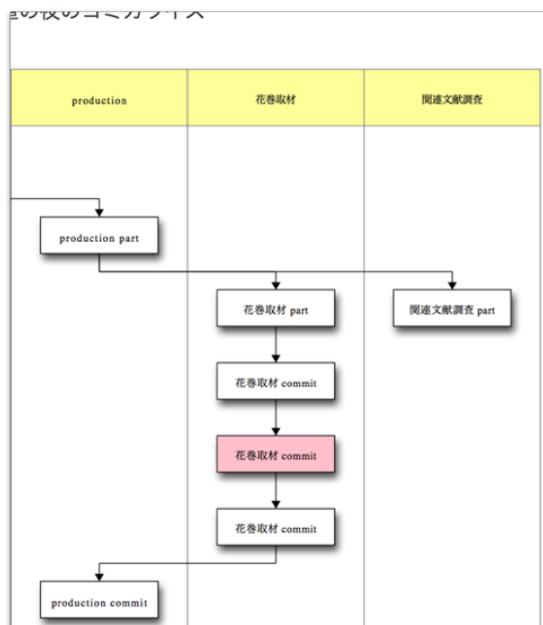


図 17 制作全体の俯瞰図

5. 変更箇所の差分取得機能

コミットした点と点を選択することで、そのコミット間で追加したメタデータと削除したメタデータを取得することが出来る。

既存のバージョン管理システムでは、メタデータによって資源化した中間制作物の変更履歴を取得する仕組みがサポートされていない。図 1 は資源化した中間制作物の変更履歴を RDF で表現したものである。図 1 9 (a) は資料が舞台の資料である、名前は筑波大学である、画像はある URI であるといったことを RDF で表現している。また、図 1 9 (b) も同様に、下関市立大学を対象とした舞台資料であることを表している。そして、制作の過程で(a)から(b)に更新したというメタデータ `mm:update` をつけることで、舞台資料が筑波大学から下関市立大学に変更されたことが RDF から理解できる。しかしながら、この RDF から中間制作物の変更箇所を理解する仕組みがバージョン管理システムではサポートされていない。

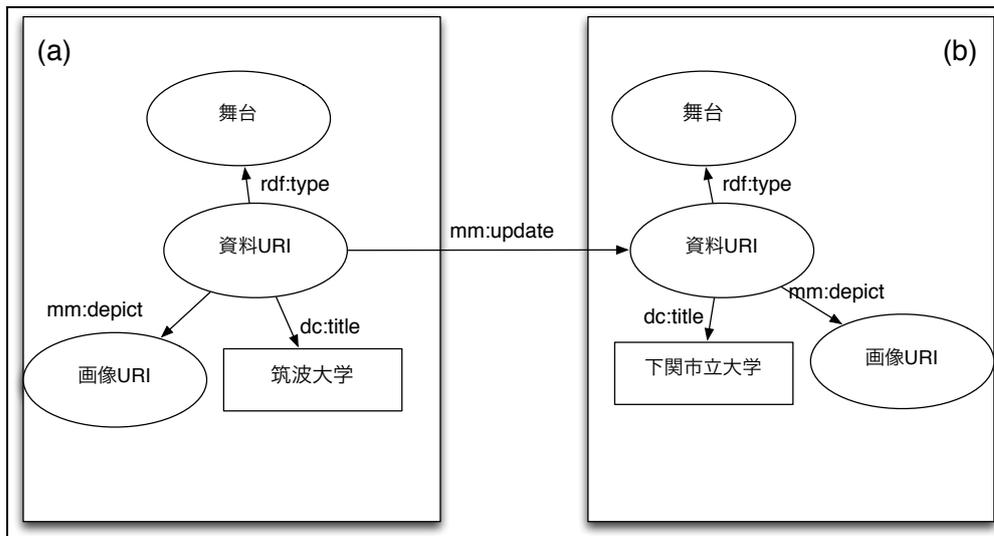


図 18 メタデータで資料の変更を表現する例

そこで、本研究では RDF の形式として、N-triples[17]を用いることでそれを解決する。N-Triples は 1 行ごとに 1 つのトリプルを、主語・述語・目的語の順にスペースで区切って表記するフォーマットである。例えば、<銀河鉄道の夜の uri> <dc:title> “銀河鉄道の夜” .と記述することで、このリソースのタイトルは銀河鉄道によるものであるということを 1 行で表現することが出来る。そして、Git を代表とするバージョン管理システムでは、文字列で書かれたファイルなら、1 行毎の差分を取得することが出来る。そこで本システムでは、N-triple で記述した RDF ファイルをバージョン管理システムで蓄積することによって、追加、削除したトリプルを取得出来るようにした。これにより、形式化した中間制作物の変更履歴を管理することが出来る。

5.3 制作記録アーカイブの考察

本研究では、実際に作られたマンガ、銀河鉄道の夜の間制作物を本システムに入れることでどのようなデータが取れるか試用した。作られた Topic ブランチは関連文献調査、花巻取材、アイデア出し、構成決め、ネーム制作、原稿制作であった。制作タスクとしては新規作成 10 件、修正 3 件、分岐 6 件、統合 6 件が蓄積された。最初のコミットと最後のコミットの差分のメタデータ数は 114 個であった。

今回の試用ではマンガへと具体化している手順で記録し、以下のような制作プロセスが記録

された。まず、銀河鉄道の夜では様々な研究がされているため、1-1)関連文献調査 及びモデルのなった 1-2)花巻市への取材 が同時並行されて作業が行われたとした。得られた知見からストーリーの 2)アイディア出し が行われた。そして、決められたアイディアから章やページの 3)構成決め が行われ、構成にそって 4)ネーム制作、ネームにそって 5)原稿制作 が行われた。試用により、実際に行われた作業は把握できたかが、実際の制作手順はもっと複雑であり、試用では蓄積することが出来なかった。例えばネーム制作を行ってから、足りない情報を決定するといった様に、1)から 5)の順に作業が行われたわけではない。このような作業が行き来する事は多く、後から全ての制作手順を把握するのは難しい。そのため、今後は制作手順を追うためにはマンガ制作を行っているところでシステムを利用する必要があると考えられる。

また、上記で上げた作業はそれぞれブランチを分けて行った。現在の制作記録アーカイブでは、ブランチを分けた場合、それぞれのブランチで作られる中間制作物の関係を記述することが出来ない。ところが、中間制作物内の情報が別のブランチで作用していることがあった。例えば” アイディア出し” ブランチで足りない情報を” 文献調査” ブランチで作業しているような事があった。しかしながら、現在はブランチを越えて同じ情報を扱っているという関係を記述できない。そのため、今後はブランチを超えてメタデータで関係を記述する仕組みが必要である。

銀河鉄道の夜のマンガ制作は、原作付きならではな調査や取材などの工程が存在した。マンガの種類別にリポジトリを利用することで、様々な制作手法のパターンをまとめることが出来るかもしれない。

第6章 関連研究

本研究ではマンガの中間制作物を資源化することを行っているのに対して、棚瀬らは論文と論文を書くためのコンテンツを再利用可能な形にしている[23]。論文や研究ノート等のコンテンツの部分要素及びその関係、制作者や作成日時等の制作情報を記述、蓄積する。そして蓄積した情報からコンテンツの複雑な関連を知る事ができ、コンテンツの検索・再利用に活用する事ができる。棚瀬らは論文の構成要素を主に段落や文単位で分けており、本研究のように詳細にメタデータモデルを定義しているわけではない。

また、中間制作物を資源化する関連研究として、マンガや、マンガ以外に対して XML など構造を記述してそれを利用することでコンテンツの制作を便利にする研究がいくつかある。例えば、映画の脚本を XML で記述した Movie Script Markup Language[15] (MSML)がある。MSML では映画の脚本を構造化して XML の要素として、プロセス内での記述された情報の再利用を行なっている。本研究では RDF を利用して、資料間の関連を具体的に記述している。

本研究ではメタデータを利用して中間制作物の関係を可視化することで、追跡できるようにしている。ソフトウェア開発でも同様に、要求仕様書の段階から仕様書、ソフトウェアへと変わっていく各工程で、前の工程の情報を知るために要求の追跡可能性が求められている。そこで、IEEE Std. 830-1998[19]によって、仕様書の品質特性を定め、追跡可能性を定めている。そこで、鶴飼[20]は 830 の品質特性の定義を利用して、要求の問題箇所を可視化することで、原因を突き止められるツールを開発した。鶴飼のツールでは追跡可能性に問題がある場合は根拠がない、ゴールがない、矛盾があるとし、それらを表示することでソフトウェア開発の支援を行った。しかしながら、IEEE Std. 830-1998 では 830 では書き方の注意など、確実に追跡できるわけではない対策方法しか定められていない。

また、工程毎にエディタを作成し、工程で作られる情報を扱いやすくする研究としては、Kusano[16]のシナリオベース UI デザインツールが上げられる。Kusano はシナリオベースデザインによるソフトウェア開発のために、シナリオエディタとユーザインタフェースエディタを開発した。シナリオエディタではシナリオに対してタグや階層構造を利用することでユーザインタフェースエディタ上のシナリオを扱いやすくする。

第7章 おわりに

本研究ではマンガの中間制作物及び制作プロセスに対してそれぞれメタデータモデルを定義した。そして、そのメタデータモデルに従ってメタデータの記述を行うマンガデザイナーとマンガ制作記録アーカイブを開発した。これらによって、中間制作物に含まれる情報をアクセス可能な形に資源化した。こうした資源化された中間制作物を制作記録アーカイブで蓄積することで、制作物の探索効率化による再利用の可能性や、分析による制作改善の可能性が広がった。

今後の課題として、制作記録アーカイブで今回記録出来なかった制作手順を蓄積するために、複数のエピソードで構成されるストーリーマンガの制作での実験、それに則した改善を行う必要がある。その際に、マンガデザイナー同様に、制作記録アーカイブが制作で利用することによって、妨げにならないかを評価する必要もある。

本研究ではマンガデザイナーの実験にマンガ制作の初心者を対象とした。今後は初心者だけでなく、長期的に長いストーリー連載を行っている人を対象として実験を行うことで、新たな知見が得られると考えられる。そして、最終的に蓄積された情報から、中間制作物の依存関係を調査し、次に編集すべき中間制作物を推薦する、頻出パターンを検出し、ノウハウを蓄積する、構成要素を分類し、修正すべき中間制作物を明確にするといったような制作改善を行っていきたい。

謝辞

本研究を進めるにあたり，指導教員の杉本重雄先生，永森光晴先生，また図書館情報メディア研究科博士後期課程の三原鉄也さんには研究の進め方，発表の仕方，論文の書き方など，大変多くのご指導を頂きました。その他，永森研究室，杉本研究室の皆様にも，日頃の議論を通じて，助言や励ましをいただきました。

協力していただいた皆様へ心から感謝の気持ちと御礼を申し上げたく，謝辞にかえさせていただきます。

参考文献

- [1]”ニコニコ静画”,<http://seiga.nicovideo.jp>,(参照 2015-01-14)
- [2]松下誠,”リポジトリマイニング”,ソフトウェアエンジニアリング最前線 2009,pp.21-24
- [3]”デジタルと手作業を使い分けた漫画制作-漫画家・赤松健氏インタビュー-“,
<http://trendy.nikkeibp.co.jp/article/column/20080702/1016322/?P=2>,(参照 2015-01-14)
- [4]”アーティストに聞く『3DCG だからこそ可能なリアルさを求めて』マンガ家：奥浩哉先生”,<http://archive.shade3d.jp/special/archives/interview/cp080425.html>, (参照 2015-01-14)
- [5]”フルデジタルでマンガを執筆！村岡ユウ先生直撃インタビュー！”,<http://mang.jp/c/interview-mang/フルデジタルで制作中！村岡ユウ先生直撃インタビュー/>,(参照 2015-01-14)
- [6]”Drawing with Wacom CREATORS INTERVIEW 023 漫画家・イラストレーター：水あさ”<http://bonet.info/interview/6629>,(参照 2015-01-14)
- [7]加藤希,”変更支援のための成果物アクセス履歴マイニング”,電子情報通信学会技術研究報告. SS, ソフトウェアサイエンス 110(458), 145-150, 2011-02-28
- [8]A. MorozumiS. Nomura, M. Nagamori, S. Sugimoto. “Metadata Framework for Manga: A Multi- paradigm Metadata Description Framework for Digital Comics”. Proceedings of DC- 2009, pp. 61-70(2009).
- [9]三原鉄也永森光晴,杉本重雄. “デジタルマンガにおけるストーリー構造とビジュアル構造を表すメタデータモデル”. 「デジタル図書館」 No. 41. pp.19-26 2011 .
- [10]Dieter Van RijsselbergenVan De Keer, Maarten Verwaest00. Barbara. “Movie script markup language”. DocEng ’ 09 Proceedings of the 9th ACM symposium on Document engineering, pp161-170. 2009 .
- [11]” Resource Description Framework(RDF)” . <http://www.w3.org/TR/rdf-concepts/> ,(参照 2015-01-14)
- [12] 武田英明, “ Linked Data の動向” , カレントアウェアネス.2011.
<http://current.ndl.go.jp/ca1746> (参照 2013-10-18)
- [13] “ 桃太郎 < 福娘童話集 きょうの日本昔話 > , ”
<http://www.hukumusume.com/douwa/pc/jap/08/01.htm>, (参照 2015-01-14)

- [14] Vincent Driessen, "A successful Git branching model"
<http://nvie.com/posts/a-successful-git-branching-model/>(参照 2015-01-14)
- [15]Rijisselbergen D.V., Keer. B.V., Verweast M., Mannens E. Walle R.V. Movie Script Markup Language Proceedings of the 9th ACM symposium on Document engineering, pp. 161-170 ,2009.
- [16]Koki Kusano, "Scenario-based interactive UI desing",
CHI '13 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 391-394, 2013.
- [17]"n-triples",<http://www.w3.org/TR/n-triples/> (参照 2015-01-14)
- [18]伏田享平, "プログラミング演習における初学者を対象としたコーディング傾向の分析",電子情報通信学会技術研究報告. SS, ソフトウェアサイエンス 111(481), 67-72, 2012-03-06
- [19] "IEEE Std. 830-1998, IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specification" .<http://standards.ieee.org/findstds/standard/830-1998.html> (2015-1-14 参照)
- [20]鵜飼考典, "ゴールグラフの品質向上支援ツールとその評価", 電子情報通信学会技術研究報告. KBSE, 知能ソフトウェア工学 110(468), 1-6, 2011-03-03.
- [21]"マンガ制作ソフト ComicStudio",<http://www.comicstudio.net> (2015-1-14 参照)
- [22]"clip | 創作活動応援サイト",http://www.clip-studio.com/clip_site/
- [23]"デジタルコンテンツの部分参照・引用に基づく論文作成支援", 棚瀬 達央, 大平 茂輝, 長尾 確, 情報処理学会第 75 回全国大会, 2013," デジタルコンテンツの部分参照・引用に基づく論文作成支援"
- [24] "Git チュートリアル",<https://www.atlassian.com/ja/git/migration#!migration-share>
(2015-1-14 参照)