

コミック工学の これまで と これから

The Past and Future of Comic Computing

松下 光範^{1*}
Mitsunori Matsushita¹

¹ 関西大学総合情報学部

¹ Faculty of Informatics, Kansai University

Abstract: The goal of our study is to establish a new research topic named “Comic computing.” With the spread of small devices like tablet PC and smart phone, a market for e-books has been growing. In particular, expectation for digital comics is so huge that comics account for the largest portion in the sales amount. Under such circumstances, this paper presents a service concepts that can be realized when the comic contents become computable.

1 はじめに

タブレットやスマートフォン等、デジタル端末で読むことのできる電子書籍が急速に普及しつつある。「電子書籍ビジネス調査報告書 2015」(インプレス社)によれば、2014 年度の電子書籍市場規模は 1266 億円と推計され、前年度に比べて 35.3% の増加となっている。このうち、デジタルコミックの売上は約 8 割を占めるといわれており、電子書籍の普及に大きな役割を果たしている。

デジタルコミックは、従来の紙媒体のコミックと異なり物理的な制約がないため、従来のコミックの枠に囚われない表現 (e.g., 話の展開に応じて内容を切り替える、コマに動きを付与する) や自らの環境に最適化させた利用 (e.g., 読み手の母語に応じて言語を切り替える、文字の大きさやフォントを変更する) が可能になる。しかし現状では、多くの作品は単に紙媒体のコンテンツをスキャナで取り込んでそのままデジタル化した静的なものであり、デジタルコミックの可能性を十分に活かせる状況にはない。本研究の目的は、こうした状況を改善し、デジタルコンテンツならではの利用を可能にすることである。

このような背景の下、本稿ではデジタルコミックをより活用するための技術やその応用について、これまで取り組まれている研究を概観しつつ、デジタルコミックの可能性や課題について考察する。なお、本稿は文献 [22] をベースとして、その後に行われた研究を中心に加筆修正したものである。

2 論点 1: コミックのコード化

コミックコンテンツは、絵と文字が相補的かつ協調的に利用されているクロスモーダルなコンテンツである。そのため、これらを計算機で利用可能にするには、予めコミックの内容を解釈してコミックを構成する要素 (i.e., キャラクターや吹き出し、コマ領域など) を抽出し、それらをコード化・構造化して蓄積しておく必要がある。コミックコンテンツは新聞記事などのテキストを主体とした媒体とは異なり、文字が絵のなかに配置され、その位置や字の形にも意味があるため、単純に画像の中から文字情報を抜き出すだけでは不十分であり、どのような形態で記述されているか (フォント情報や大きさ情報)、どこに出現したか (位置情報)、などの情報についてもコード化しなくてはならない。更に、コミックでは絵と文字が相補的かつ協調的に利用されているため、文字情報のみではなく、絵として描かれているキャラクターやオブジェクトの情報もコード化する対象に含めなくてはならない。

2.1 コミックの構成要素の抽出

現在、コミックは JPEG などの画像ファイルとしてページ単位で与えられているため、その画像の中からコミックを構成する要素を取り出す技術が必要になる。この取り出すべき要素は、主として線やドットで構成される二値の画像として表現されている。そのため、これらをコード化するためには、まず画像処理によって要素を同定する必要がある。

こうした要求に応える技術として、画像処理分野を中心に、コミックの画像ファイルを対象としたコマの識別やスクリーントーンの除去に関する研究、キャラ

*連絡先: 関西大学総合情報学部
〒 569-1095 大阪府高槻市霊山寺町 2-1-1
E-mail: mat@res.kutc.kansai-u.ac.jp

クタ/吹き出しの抽出に関する研究などが様々に進められている [11]。以下に、コミックの要素毎に、現在進められている研究事例を示す。

コマの認識 一般的に、コミックではコマの連続によってストーリーが展開していくため、コマはコミックの意味的な最小単位として扱われることも多い。このコマの領域同定に関しては、コミックの枠線を識別し、濃度勾配 (intensity gradient) の方向を利用してコマの分割線を同定する手法 [7, 43, 8] や、「コミックのコマは矩形であることが多い」という特徴を利用して、画像内から矩形領域を検出し、それを用いてコマを特定する手法 [6] などが提案されている。いずれの手法でも、概ね 80% を超える精度が報告されており、高い精度でのコマの同定が可能になっている。また、このようにして同定されたコマに対して、ヒューリスティクスを用いてコマを読み進める順序を決定する手法も提案されている [49]。

スクリーントーンの除去 スクリーントーンは、コミック作成時に背景や陰影表現、心理的効果の付与を目的として貼付されるシールである。制作がデジタル媒体で行われる場合は、画像描画ツールのエフェクトを用いて付与されることが多い。登場人物(キャラクター)やオブジェクトの認識精度向上を目的として、このスクリーントーンを原画から除去する技術が検討されている。例えば、伊東らは、白黒のコミック画像を LoG (Laplacian of Gaussian) フィルタと FDoG (Flow-based Difference-of-Gaussian) フィルタを用いてスクリーントーン領域と線画領域を分離し、スクリーントーン領域を除去して線画を取り出す手法を提案している [12]。手法の精度は平均で 55% 程度でありまだ改善の余地は残るが、後段のキャラクター同定などの処理の精度向上に寄与する技術として期待される。

登場キャラクターの同定 コミックに登場するキャラクターの識別手法として、HOG 特徴量 (Histograms of Oriented Gradients) を手がかりにして画像内の顔候補を特定し¹、その顔候補と予め作成したキャラクターの顔画像データベースとのマッチングを行い、顔候補画像がどのキャラクターであるかを識別する手法が提案されている [1, 10]。また、近年では画像の変形に対して頑健さを持つ Deformable Part Model をコミック画像に応用し、より高い精度での顔候補を特定する技術 [52] が提案されている。ただし、現状ではキャラクターによる精度のばらつきが大きく、安定した顔検出ができていたとはいえない。その理由として (1) コミックに登場するキャラクターの顔は一般に線画で表

現されており、実画像の顔認識に比べて識別に利用できる特徴量が限られている、(2) コミック特有の誇張表現ゆえに顔の輪郭や部品のばらつきが大きい、などが考えられる。この点について谷らは、(1) コミック内でのキャラクターの描き分けに髪の色の変異がよく利用される、(2) 連続した一連のコマには同じキャラクターが登場する可能性が高くなる、といったコミック特有のヒューリスティクスを用いて、キャラクター識別精度の向上を試みている [44]。

吹き出しの分類 吹き出しの同定に関しては、田中らの手法や Rigaud らの手法が挙げられる。田中らの手法 [42] では、ページ内の文字領域を Ada Boost によって特定し、その領域をもとに吹き出し候補を検出する。また、SVM によって吹き出し形状分類 (通信型、曲線型、折れ線型、四角型) を行う。この手法により、86% の吹き出しが同定されている。また、Rigaud らの手法 [35, 34] では、まずテキストの位置を特定してそれを手がかりに吹き出し領域を特定した後、その吹き出しの枠線の変位に着目し、吹き出し領域と枠線との距離を典型的変動パターン (e.g., zigzag, weavy, smooth) に照らして分類している。

これらを勘案すると、画像情報のコミックからそれを構成する要素を抽出したり構造を理解したりするための基礎的技術は、実用に向けて着実に進歩していると結論付けられる。

2.2 コミックコンテンツの構造理解

コミックは、コマを単位とし、それらの連続によって時間経過やストーリーの展開を表現している。そのため、2.1 節で抽出された要素を利用するには、単にそれらを抽出するだけでは不十分であり、想定されるコマの順序や場面のセグメントなどを把握し、要素間の関係を構造化する必要がある。加えて、コミックは作者のアイディアによって日々新しい表現技法が創出されているため、拡張性も担保しておく必要がある。

こうした問題に対して、Wikipedia に記載される項目や書誌情報の目録概念モデルである FRBR (Functional Requirements for Bibliographic Records) を利用してコミックから抽出すべきメタデータのモデル化する研究 [26, 5] や、それを考慮したメタデータ記述フレームワークの研究 [27, 23] が進められている。これらの研究では、メタデータの基盤となる語彙を (1) 知的内容、(2) 書誌記述、(3) 構造記述、(4) グラフィック要素の 4 つのカテゴリに分け、モデル化することにより、特定の利用に限定されない汎用的な知識構築を試みている。反対に、Rigaud らはコマの識別や吹き出しの識別

¹顔だけでなく、瞳などパーツ単位での位置情報取得やそれを利用したキャラクターの識別も試みられている [9, 11]。

といった画像処理による低次の処理から、ドメインやコミックに関する事前知識を参照しつつボトムアップに構造を獲得していく方法について検討を進めている [33].

これらとは別のアプローチとして、コミックコンテンツに出現するキャラクターやオブジェクトに関する統計情報や台詞の談話構造を利用して、コンテンツの中に登場するキャラクター間の関係を特定する研究も進められている。例えば、Murakami らは「出現頻度が高いキャラクターと、共に出現する人物の間には関係がある」という仮説に基づき、コマ内に共起するキャラクターの頻度情報から、キャラクターの相関関係を推定する研究を行っている [28].

これまでテキストを対象としてそこからの知識獲得やコンテンツの再利用を行う研究が自然言語処理やデータベースなどの分野で進められてきたが、コミックのようなマルチモーダルコンテンツを対象とした研究はその需要にもかかわらずそれほど多くなかった。これは、コミックが ill-formed なコンテンツであるためと、分野を跨った技術が必要になるためである。これらの研究と 2.1 節で述べた研究とが連携することで、コミックコンテンツからの知識構築がより効率的かつ効果的に進められるようになると期待される。

3 論点 2: 獲得された知識の利用

2 章で述べた技術によってコード化されたコミックコンテンツを利用することで、様々な効果が期待される。この章では、コミック制作者の支援、コンテンツの再利用の観点から、獲得された知識の利用について述べる。

3.1 コミック制作者の支援

インターネットの普及や UGC (User Generated Content) 環境の充実に伴い、Blog やコンテンツ共有サービス (e.g., pixiv²) を利用して自らが描いたイラストやマンガを公開し、他者に閲覧・評価してもらうことができるようになってきている。こうした状況により、初心者であってもコミックを制作できるように支援する技術に注目が集まっている。既に、コミ Pol³ のような、事前に用意されたキャラクターや表情、オブジェクト等を組み合わせることで、絵や図を描くことなくコミックを生成できる商用のコミック作成支援ツールが登場している。

また、POM [14] は、ユーザが自分の描きたい漫画のジャンルや作家名を入力すると、蓄積した過去の作

品のデータから、ページ配分・コマ割・構図の候補をユーザに複数提案するシステムである。ユーザは提案された候補の中からイメージに合ったものを選んでカスタマイズし、それに絵と台詞を書き込むことで自分のコンテンツを作り上げることができる。

この他にも、読者の視点移動を考慮した初心者向けコミック作成支援システム [31] の提案や、オリジナルのコミックを作成する際のストーリー構築支援手法の提案 [13], コミックの作成プロセスに基づき、メタデータを利用することで効率的にネーム (漫画の設計図) を作成・管理できるように支援するツールの提案 [24] が行われている。

これらのコミック作成者支援技術に共通するのは、過去に上梓されたコミックから取得した知識や事前に用意されたプリミティブ (キャラクターやオブジェクト、背景など) を利用している点にある。現状ではこうした知識・データは人手で抽出し作成しているため、制作やメンテナンスのコストがかかる。2 章で述べたようなコミックコンテンツのコード化が進展すれば、効果的かつ効率的に知識やデータを構築できるようになり、これらのシステムにも大きく寄与することが期待される。

3.2 コンテンツコンテンツへのアクセス

出版月報 (2014 年 2 月号) によると、2013 年度には 12,161 タイトルの新刊コミックが発売されている。こうしたコミックの増大に伴い、そのコンテンツに対する情報アクセスのニーズも多様化してきているが、それに応えるシステムは未だ十分とはいえない。例えば、一般的なデジタル書籍販売サイトでは、コミックの表題や著者名、出版社名といった書誌情報による検索は可能であるが、コミック中の特定のシーンを探したい、コミックの内容を手がかりにして表題や著者名を探したい、という要求には応えられない。こうした要求には「Yahoo! 知恵袋⁴」や「教えて goo⁵」などのインターネット上のサイトで質問することである程度解決可能であるが、回答を得るのに時間を要したり、回答が得られなかったりする場合も多い。また、長編コミックを短く要約して内容を短時間で把握したい、登場人物の出現頻度や発話数などの客観指標を知りたいといった要求の場合は、上記のような質問サイトでは要求に沿った回答を得ることが難しい。この問題を改善し、書誌情報だけでなくコンテンツをも対象にした柔軟な情報アクセスを可能にすることで、デジタルコミックの利便性や有用性が高まると考えている。

Matsui らはスケッチされた画像に基いて、それに類似するコミックコンテンツの領域を検索する手法を提案

²<http://www.pixiv.net/> (2013 年 4 月 18 日存在確認)

³<http://www.comipo.com/> (2013 年 4 月 18 日存在確認)

⁴<http://chiebukuro.yahoo.co.jp> (2015 年 10 月 23 日存在確認)

⁵<http://oshiete.goo.ne.jp> (2013 年 10 月 23 日存在確認)

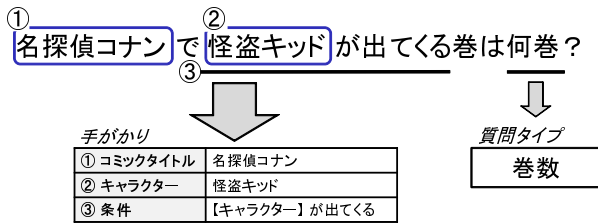


図 1: 手がかり要素の抽出例

している [18, 19]. この手法では、コミックコンテンツに適した画像特徴量として FMEOH (Fine Multi-scale Edge Orientation Histogram) 特徴量を提案・利用している. このシステムでは、検索対象のコミックから様々な大きさの窓を移動させて画像中のエッジ情報を抽出することで予め FMEOH 特徴量を抽出・蓄積しておく. ユーザが手書きで描いた図などをクエリとして蓄積されている FMEOH 特徴量を参照することで、それに類似した画像領域を高速かつ効率的に検索できる. 同様に Sun らは、著作物保護のために違法コピーされたコミックを計算機を用いて発見することを目的として、画像全体の類似性とキャラクターの顔部分の類似性のふたつの指標に基いて同一のコミックコンテンツ箇所を検索・抽出する手法を提案している [38, 39].

また、コミックを対象とした質問応答技術の研究も始まっている [4, 51]. 質問応答は現在自然言語処理分野でテキストを対象として精力的に進められている研究の一つであり、コミック質問応答はこれをコミックコンテンツに拡張したものである. 現在はその端緒として、ユーザから与えられる質問のタイプ分類方法の検討が進んでいる. 図 1 に質問解釈の流れを示す. 例えば、ユーザから「名探偵コナンで怪盗キッドが出てくる巻は何巻？」という質問が与えられた場合、この質問文の解釈にあたっては、まず ① がコミックの作品タイトルであるため、「コミックタイトル」として抽出する. 次に ② が ① の作品中に登場する人物の名前の一つであるため、「キャラクター」とする. また、③ は ② のキャラクターが出現する箇所を意味すると考え、「条件」として設定する. 最後に、文末に記述されている文末表現に着目する. この例では、コミックの単位の一つである巻数を聞いているため、「位置に関する質問」に分類できる. これらを手がかりとして応答が生成される.

3.3 コンテンツの再利用

電子化されたコミックの利点の一つとして、再利用が容易である点が挙げられる. そのような再利用を促進する試みの一つとして、携帯電話端末のような表示領域が狭いデバイス上でコミックを閲覧しやすくなる

ように変換するシステムが提案されている [49]. このシステムでは、コミックのページ内のコマの順序を考慮して順に提示することにより、表示領域の狭さという問題の解消を試みている. また、こうした利用のために、重要な部分の歪みを抑えつつ、アスペクト比を変更する技術（内容に基づくリターゲットング）の研究も進められている [20]. 小型の電子端末でコミックを読む際に重要部分だけでも理解できればその内容は概ね理解できるため、こうした技術にも期待が集まる.

コミックの分析は教育学の分野でも盛んに進められている [41]. 特に、コミックが学習や理解に及ぼす影響についての関心が高い. 例えば、向後らは学習マンガを題材としてその利用の効果について実験を行なっている. 実験の結果から、文章だけの表現に比べてマンガ表現を利用することが、学習内容に対する深い理解の促進や学習に対する関心の増大、長期の記憶保持に寄与する可能性が示唆されている [15]. また、谷本らはコミックの社会的意義を考察するために、コミックコンテンツから抽出した物語構造とアンケートによって獲得した読者世界との照応関係を把握し、コミックの社会的意義を明らかにしようと試みている [45]. コンテンツのコード化は、こうした分析を統制してより広範に行う上でも有用である. コード化されたコミックコンテンツを利用することで、これまでは定性的な分析にとどまっていたコミックコンテンツの分析を定量的な分析に拡張し、あらたなコミック分析の礎を提供できるようになる.

4 論点 3: コミックの表現技法の利用

日本語のコミックは、過去半世紀の間に独特な表現技法を産み出し、進化を遂げてきた [40]. 例えば、効果線（流線）を用いることでスピード感を表現したり、コマ割りを工夫することで心理状態や時間経過を表現したりする、などがこれにあたる. 更に、現在も日々新しい表現が産み出されている. こうした表現が、コンテンツの読みやすさや魅力の向上をもたらす要因のひとつになっている. このような、コミックの持つ特性を活かしエンタテインメントやプレゼンテーションなどにそれを利用する研究も進められている. 本章では、デジタルコミックを想定した新しい表現の産出に関する研究と、コミックの表現を利用したアプリケーションについて述べる.

4.1 新しい表現の創出

アニメーション等の映像媒体と異なり、従来のコミックでは声も音も文字として表現される. 夏目は、コミッ

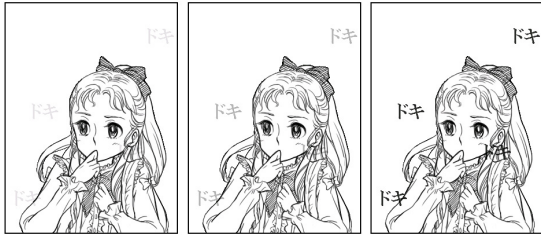


図 2: 音喩「ドキドキ」の動き (文字の点滅)

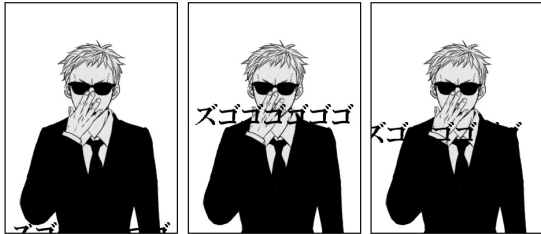


図 3: 音喩「ズゴゴゴゴゴゴ」の動き (振動 + 上昇)

ク中に出現する視覚化された音 (聴覚情報) には擬音語・擬態語の総称であるオノマトペの範疇に含めることが困難な表現が存在するという理由から、これらを「音喩」と呼んだ [30]. 音喩はコミック中の環境音 (Sound Effects) を示したり、キャラクターの心理状態を表現したりすることを企図して付与されており、ストーリーに躍動感を与える効果を果たしている. 今岡らはこの音喩に着目し、その効果の増大を目指して動きを伴う音喩表現を付与するためのシステムを提案している [21]. このシステムでは、デジタルコミックの制作者が音喩のカテゴリからコマのシーンに合わせて音喩を選択し、速度や角度、向き等のパラメータを調整することでこの音喩に意図した動きを付与できる. 図 2 が「ドキドキ」という音喩のアニメーション、図 3 が「ズゴゴゴゴゴゴ」という音喩のアニメーションである. 辞書の意味と象徴的意味に基づいて、音喩に応じて操作できるパラメータが設定されており、動作の細かい調整が可能になっている. また、これとは反対に音喩の動線を指定することで、その動線に適した音喩表現の候補を提示する研究も行われている [46].

4.2 理解容易性の向上

コミック表現は、直観的な理解が容易であるという利点を持つ. ここではその利点を活用したアプリケーションとして、代表的なものを幾つか挙げる.

Comic Chat [17] は、Chat の内容をコミックの台詞として表示する. キャラクターの表情やジェスチャーで感情を分かりやすく表現できる. また、ComicDiary [36, 37] は、体験の記録と共有のためにコミックの形式を使っ

たシステムであり、自らの体験を他者に伝えたり共有したりすることを企図している.

藤本らはマンガのコマ割り表現を用いたプレゼンテーションツールを提案している [2, 3]. 従来、学会発表や打ち合わせなどで使用されるプレゼンテーションの資料は、Microsoft Powerpoint や Keynote などのツールを利用して作成されたスライドを用いる場合が多い. その場合、同じ形状・サイズの四角いスライドを 1 枚ずつ用いるため、全体の構成もメリハリのない均質なものとなりがちである. 藤本らが提案したシステムはこの点の改善を狙ったもので、マンガのコマ割り技法に着目し、自由な形状とサイズのコマをレイアウトして、時には複数の情報を同時に見せられるプレゼンテーションを作成することを試みている.

コミックの表現は、映像コンテンツの要約や閲覧にも利用されている. ぱらぱらマトリクスは、撮影した映像データを要約し、吹き出しやコマ割りなど、マンガの技法を用いて分かりやすく提示することを目的としたシステムである [16]. この他にも、マンガのコマ割りの概念を援用した表現として、静止画を用いたビデオの要約生成が提案されている [48, 47].

コマ割り以外のコミックの特徴を利用した研究としては、アバターを介したコミュニケーションのための支援技術が提案されている. マンガのキャラクターを描き分ける際、髪型は重要な特徴である. 吉澤らの研究ではこの点に着目し、コミックでの髪型表現の手法を援用して、アバターの表現のために特徴を強調した髪型を生成している [53].

4.3 実世界インタフェースとの連携

コミック表現の利用は、実世界インタフェースを用いたエンタテインメントシステムでも利用されている. その一つが Manga Generator である. Manga Generator は自分がマンガのキャラクターになるシステムである [29]. 深度センサ (KINECT) が設置されたブースで、提示されたストーリーに応じて体験者がポーズを取ると、体験者の画像がマンガの中に取り込まれ、ポーズに基づいて決定されたエフェクトが追加されたマンガが出来上がる. 図 4 に Manga Generator の出力例を示す.

「聖地巡礼 (Anime Pilgrimage)⁶」はアニメーション作品やコミック作品の新しい楽しみ方を提供するアプリケーションである. 近年、作品の舞台となった場所や建物を訪れるツアーが一部の愛好者の間で流行している. 例えば「けいおん!」というコミックでは舞台となった滋賀県犬上郡の豊郷小学校が、「忍たま乱太

⁶<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.animepilgrimage.android&hl=ja> (2013 年 4 月 18 日存在確認)

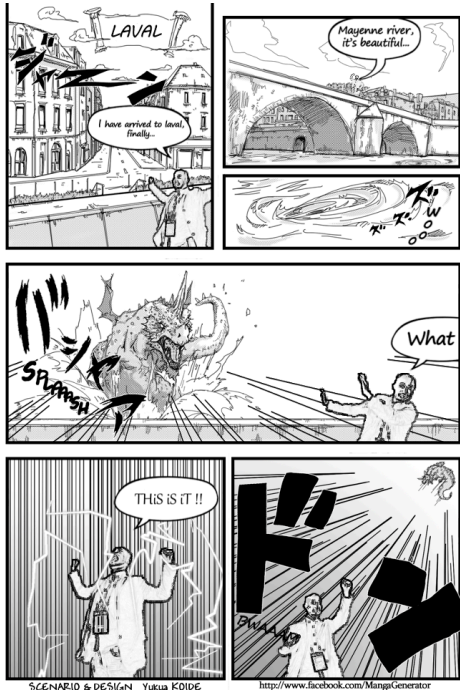


図 4: MangaGenerator が生成した画像

郎」というコミックでは兵庫県尼崎市の七松八幡神社が愛好家の間で「聖地」と呼ばれ、そこを訪れるツアー（聖地巡礼と呼ばれる）が行われている。本アプリケーションはこういったツアーを気軽に楽しむために、コミックコンテンツと位置情報とを紐付けて提示する携帯端末型のアプリケーションである。類似したものとしては、コミックコンテンツに出現するレシピや名所などの実世界の情報にコンテンツ中のオブジェクトに紐付け、そのオブジェクトをクリックすることで実世界の情報に直接アクセスすることが可能になるコミックビューワアプリケーションが提案されている [25]。

これらのようなコミック表現を利用したシステムやサービスが広がることで、コミック工学の裾野が広がり、研究分野としての意義が高まると考えている。

5 おわりに

本稿では、コミック工学の可能性について、これまでに行われている研究を概観しつつ検討した。現在、漫画やアニメといったサブカルチャーコンテンツは日本発信の新しい文化として国内外で大きな注目を集めており、政府もクールジャパン政策⁷のひとつとして後押しをしている。現状では、これらの作品制作は漫画

⁷内閣府知的財産戦略本部：クールジャパン推進に関するアクションプラン, <http://www.kantei.go.jp/jp/singi/titeki2/kettei/cjap.pdf> (2013 年 4 月 18 日存在確認)

家やアニメ制作者の経験や感性に基づいて職人的に進められているが、ICT 技術がそこに持ち込まれることによって、(1) 新しいクリエイターが知識や経験を効率的・効果的に習得できるようになる、(2) これまでの利用形態を超え、より柔軟で意図に沿ったコンテンツアクセスが可能になる、という効果が期待される。また、新しい流れとして、コミュニケーションのプラットフォームにコミックを用いて、複数人で同じ漫画を批評したり鑑賞したりするソーシャルリーディングが可能にする研究が登場している [32, 50]。このような、これまでにないコミックの利用も、今後電子化されたコミックコンテンツやその閲覧プラットフォームが成熟するにつれ増えるものと予想される。

本論で概観したように、コミック工学に関わる研究は多岐にわたる。コミック工学が狙うのは分野を跨った研究の創出・連携の促進である。加えて、サブカルチャーに関する人文科学的研究に新しい分析手段やツールを提供し、当該分野の発展に寄与することも期待できると考えている。そのため、異なる専門性や研究分野の研究メンバが相互に共用可能なコミックコーパスを整備すると同時に、コミック自体だけでなく Wikipedia やブログなどコミックに関連する WEB 上の情報も利用して、コミックコンテンツを計算機で取り扱える知識の形式に変換し、それを蓄える知識ベース（レポジトリ）を構築する必要がある。今後、こうした連携や環境の整備を通じて、コミックに関わる研究が発展することを期待する。

謝辞

本研究は科学研究費補助金挑戦的萌芽研究（課題番号:15K12103）の支援を受けた。記して謝意を表す。

参考文献

- [1] 新井俊宏, 松井勇佑, 相澤清晴: 漫画画像からの顔検出, 電子情報通信学会総合大会, p. 161 (2012).
- [2] 藤本雄太, 宮下芳明: プレゼンとプレゼンの場をマンガ表現するインタラクティブシステム, *WISS2010*, pp. 23–28 (2010).
- [3] 藤本雄太, 宮下芳明: マンガのコマ割り表現を用いたプレゼンテーションツール, *情処研報*, Vol. 2010-HCI-139, No. 11, pp. 1–7 (2010).
- [4] 福田美沙紀, 白水菜々重, 松下光範: コミックを対象とした質問応答技術のための基礎検討, 人工知能学会ことば工学会, Vol. 40, pp. 57–62 (2012).

- [5] 何雯凌, 三原鉄也, 永森光晴, 杉本重雄: Wikipedia を利用したマンガの書誌データからのストーリー単位の抽出, 情処研報, Vol. 2014-CH-101, No. 9, pp. 1-8 (2014).
- [6] 野中俊一郎, 沢野拓也, 羽田典久: コミックスキャン画像からの自動コマ検出を可能とする画像処理技術「GT-Scan」の開発, *FUJIFILM RESEARCH & DEVELOPMENT*, No. 57, pp. 46-49 (2012).
- [7] 石井大祐, 河村圭, 渡辺裕: コミックのコマ分割処理に関する一検討, 信学論, Vol. J90-D, No. 7, pp. 1667-1670 (2007).
- [8] 石井大祐, 河村圭, 帆足啓一郎, 瀧嶋康弘, 渡辺裕: コミック画像におけるコマの角検出に関する一検討, 情処研報, Vol. 2010-AVM-69, No. 7, pp. 1-6 (2010).
- [9] 石井大祐, 渡辺裕: マンガからの自動キャラクター位置検出に関する検討, 情処研報, Vol. 2012-AVM-76, No. 1, pp. 1-5 (2012).
- [10] 石井大祐, 山崎太一, 渡辺裕: マンガ上のキャラクター識別に関する一検討, 情報処理学会第 75 回全国大会 (分冊 2), pp. 71-72 (2013).
- [11] 石井大祐, 柳澤秀彰, 三原鉄也, 渡辺裕: マンガ画像解析に関する取り組み, HCG シンポジウム 2014, pp. 290-293 (2014).
- [12] 伊東浩太, 松井勇佑, 山崎俊彦, 相澤清晴: 漫画のスクリーン Tone 除去に関する検討, HCG シンポジウム 2014, pp. 280-285 (2014).
- [13] 金剛元, 三上浩司, 近藤邦雄, 金子満: オリジナルマンガ制作のための段階的なストーリー構成手法, 情報処理学会第 75 回全国大会 (分冊 1), pp. 705-706 (2010).
- [14] 小林由佳, 石若裕子: 漫画設計支援システム POM, コンピュータソフトウェア, Vol. 25, No. 1, pp. 82-88 (2008).
- [15] 向後智子, 向後千春: マンガによる表現が学習内容の理解と保持に及ぼす効果, 日本教育工学会論文誌, Vol. 22, No. 2, pp. 87-94 (1998).
- [16] 小関悠, 角康之, 西田豊明, 間瀬健二: ぱらぱらマトリクス: 漫画技法を用いた映像を要約するシステム, インタラクシオン 2005 論文集, pp. 177-178 (2005).
- [17] Kurlander, D., Skelly, T. and Salesin, D.: Comic Chat, *Proc. SIGGRAPH1996*, pp. 225-236 (1996).
- [18] 松井勇佑, 相澤清晴, Jing, Y.: スケッチ入力を用いた漫画画像検索, HCG シンポジウム 2014, pp. 341-346 (2014).
- [19] Matsui, Y., Aizawa, K. and Jing, Y.: Challenge for Manga Processing: Sketch-based Manga Retrieval, *Proc. MM'15*, pp. 661-664 (2015).
- [20] Matsui, Y., Yamasaki, T. and Aizawa, K.: Interactive Manga retargeting, *ACM SIGGRAPH 2011 Posters*, Article No. 35 (2011).
- [21] 松下光範, 今岡夏海: デジタルコミック制作のための動的な音喩表現生成システム, 2011 年度人工知能学会全国大会, 1C1-OS4a-3 (2011).
- [22] 松下光範: コミック工学の可能性, 第 2 回 ARG WEB インテリジェンスとインタラクシオン研究会, pp. 63-68 (2013).
- [23] 三原鉄也, 永森光晴, 杉本重雄: マンガメタデータフレームワークに基づくデジタルマンガのアクセスと制作の支援—デジタル環境におけるマンガのメタデータの有効性の考察—, 信学論, Vol. J98-A, No. 1, pp. 29-40 (2015).
- [24] Mihara, T., Hagiwara, A., Nagamori, M. and Sugimoto, S.: A Manga Creator Support Tool Based on a Manga Production Process Model — Improving Productivity by Metadata, *iConference 2014 Proceedings*, pp. 959-963 (2014).
- [25] 盛山将広, 朝田貫太, 内藤貴史, 松下光範: コミック閲覧時のユーザの興味をトリガとした情報アクセス手法の検討, HCG シンポジウム 2014, pp. 352-356 (2014).
- [26] 野村聡美, 両角彩子, 永森光晴, 杉本重雄: マンガのためのメタデータモデルを目指したマンガのアーキテクチャ分析, 第 36 回デジタル図書館ワークショップ, pp. 3-14 (2009).
- [27] Morozumi, A., Nomura, S., Nagamori, M. and Sugimoto, S.: Metadata Framework for Manga: A Multi-paradigm Metadata Description Framework for Digital Comics, *Proc. DC-2009*, pp. 61-70 (2009).
- [28] Murakami, H., Kyogoku, R. and Ueda, H.: Creating Character Connections from Manga, *Proc. ICAART2011*, Vol. 1, pp. 677-680 (2011).
- [29] Nara, Y., Kunitomi, G., Koide, Y., Fujimura, W. and Shirai, A.: Manga Generator, *Laval Virtual VRIC 2013*, Article No. 29-7 (2013).

- [30] 夏目房之介: マンガの力 成熟する戦後マンガ, 晶文社 (1999).
- [31] 根来美貴, 曾我真人, 瀧寛和: 読者の視点移動を考慮した初心者向けマンガ作成支援システムの設計, インタクション 2013, 2EXB-40 (2013).
- [32] 落合香織, 三原鉄也, 永森光晴, 杉本重雄: マンガ Path 式を利用したソーシャル Web 上におけるデジタルマンガのアノテーション共有, 第 11 回情報科学技術フォーラム, pp. 327-330 (2012).
- [33] Rigaud, C., Guérin, C., Karatzas, D., Burie, J. C. and Ogier, J. M.: Knowledge-Driven Understanding of Images in Comic Books, *IJDAR*, Vol. 18, Issue 3, pp. 199-221 (2015).
- [34] Rigaud, C., Karatzas, D., Burie, J. C. and Ogier, J. M.: Speech Balloon Contour Classification in Comics, *Proc. GREC2013* (2013).
- [35] Rigaud, C., Karatzas, D., de Weijer, J. V., Burie, J. C. and Ogier, J. M.: An Active Contour Model for Speech Balloon Detection in Comics, *Proc. ICDAR2013*, pp. 1240-1244 (2013).
- [36] 坂本竜基, 角康之, 中尾恵子, 間瀬健二, 國藤進: コミックダイアリ: マンガ表現を利用した経験や興味の伝達支援, 情処論, Vol. 43, No. 12, pp. 3582-3595 (2002).
- [37] Sumi, Y., Sakamoto, R., Nakao, K. and Mase, K.: ComicDiary : Representing Individual Experiences in a Comics Style, *Proc. UbiComp 2002*, pp. 16-32 (2002).
- [38] Sun, W. and Kise, K.: Similar Manga Retrieval Using Visual Vocabulary Based on Regions of Interest, *Proc. ICDAR2011*, pp. 1075-1079 (2011).
- [39] Sun, W. and Kise, K.: Detection of Extract and Similar Partial Copies for Copyright Protection of Manga, *IJDAR*, Vol. 16, Issue 4, pp. 331-349 (2013).
- [40] 高月義照: マンガにおける表現技法の進化 -何がマンガを文芸に成長させたのか-, 東海大学紀要, Vol. 20, pp. 53-75 (2010).
- [41] 玉田圭作: 教育とマンガに関する研究の全体像: 既存の研究と最近の動向から, 哲學, No. 123, pp. 207-228 (2010).
- [42] 田中孝昌, 外山史, 宮道壽一, 東海林健二: マンガ画像の吹き出し検出と分類, 映像情報メディア学会誌, Vol. 64, No. 12, pp. 1933-1939 (2010).
- [43] Tanaka, T., Shoji, K., Toyama, F. and Miyamichi, J.: Layout Analysis of Tree-Structured Scene Frames in Comic Images, *Proc. IJCAI'07*, pp. 2885-2890 (2007).
- [44] 谷悠, 白水菜々重, 松下光範: コミックコンテンツにおける登場キャラクター抽出のための基礎検討, 情報処理学会第 75 回全国大会 (分冊 4), pp. 889-890 (2012).
- [45] 谷本奈穂: 『スラムダンク』の「魅力」—読者解釈と構造分析, メディア文化を社会学する 歴史・ジェンダー・ナショナリティ (谷本奈穂, 高井昌史 (編)), 世界思想社, pp. 266-292 (2009).
- [46] 寺島亜耶香, 上間大生, 松下光範: 効果線の描画に着目した動的音喩の付与手法, 2012 年度人工知能学会全国大会, 1M2-OS-8b-3 (2012).
- [47] 内橋真吾: ビデオ・マンガ要約を用いたインタラクティブなビデオ閲覧, インタクション 2001, pp. 31-32 (2001).
- [48] Uchihashi, S., Foote, J., Girgensohn, A. and Boreczky, J.: Video Manga: Generating Semantically Meaningful Video Summaries, *Proc. MM'99*, pp. 383-392 (1999).
- [49] 山田雅之, 鈴木茂樹, ラフマツブディアルト, 遠藤守, 宮崎慎也: 携帯電話を利用したコミックの閲覧システムとその評価, 芸術科学会論文誌, Vol. 3, No. 2, pp. 149-158 (2004).
- [50] 山西良典, 杉原健一郎, 井上林太郎, 松下光範: ソーシャルデータを用いたコミックからの感性的ハイライトの抽出, 日本感性工学会論文誌, Vol. 14, No. 1, pp. 155-162 (2015).
- [51] 山下諒, 陸鑫一, 松下光範: コミックを対象とした質問応答システムのための質問タイプ分類の検討, 第 7 回インタラクティブ情報アクセスと可視化マイニング研究会, pp. 28-32 (2014).
- [52] 柳澤秀彰, 石井大祐, 陳明, 渡辺裕: 漫画画像からの顔検出におけるパーツ特徴量の一検討, 映像情報メディア学会年次大会, 17-9 (2014).
- [53] 吉澤勇氣, 坂本雄児: 漫画的似顔絵における髪型の表現・協調についての考察, 信学技報, Vol. 105, No. 609, pp. 121-126 (2006).