

1. 担当 PM

竹迫 良範（株式会社リクルートマーケティングパートナーズ 専門役員）

2. 契約者氏名

クリエータ：

諏訪 敬之（東京大学 大学院 情報理工学系研究科 コンピュータ科学専攻）

3. 委託金支払額

1,622,400 円

4. テーマ名

型による静的検証能力の高い組版システムの開発

5. 関連 Web サイト

<https://github.com/gfngfn/SATySFi>

6. テーマ概要

有名な文書組版ソフトで LaTeX があるが、コマンド定義を記述したコードの可読性が低く、エラー報告機能が不親切で遅いため、文書執筆の効率が悪いといった問題が長年に渡って存在し続けており、論文を執筆する学生や研究者の労働生産性を著しく低下させている。

本プロジェクトでは、既存のマークアップ方式の組版処理システムが抱えている問題を解消した新しいマークアップ方式の組版処理システム「SATySFi」を開発する。フロントエンドとして Macrodown を拡張したマークアップ言語を採用し、保守性の高い意味マークアップを可能にし、また主に型システムの知見を用いてバックエンド部分まで加味した静的検査能力を有する組版処理システムを開発する。

7. 採択理由

TeX/LaTeX を使い始めた時に誰もが一度は嵌る問題がある記述を、諏訪氏自身が新しく設計した ML 系言語に近い記法である Macrodown で書けるように

して、型による静的検証を強化した統合的な組版システムを実現するストックかつ野心的な提案である。利用者のニーズや記法の使い勝手を検討するには、開発者自身が自分のサービスを日常で使うドッグフーディングが重要なため、自分で開発した組版システムを使って 1 冊の本を出版することを一つのマイルストーンとして設定しながらプロジェクトを進めていくことが望ましい。BuckleScript コンパイラを利用することで OCaml のコードを JavaScript バックエンドに変換することができるので、うまくいけば Ocaml で書かれた組版システムの処理を Web ブラウザ上でも実行することができる可能性がある。Node.js で動くようになれば、Electron ベースのテキストエディタ Atom にも統合してローカルな組版環境を構築・配布することも容易になる。GitLab の CI/CD Pipelines を利用してクラウド環境で組版を実行するなど、現段階でも技術的に連携可能なクラウド環境も揃っているので、今後の普及のためにも今回開発した組版システムを誰でも気軽に利用できるような提供形態が実現できることを期待し、採択した。

8. 開発目標

静的検査は具体的には、実際の組版処理を実行する前にユーザの入力のうち明らかに問題のある箇所を型エラーなどの形で報告することを指し、これにより執筆・編集をより円滑にできるようにする。また、クラウド上での文書執筆支援環境の提供や、ユーザの体裁指定に基づいた書籍生成サービスなど、周辺 Web サービスの充実を目指すことで、商業的価値の創出を図ることを目標とする。

9. 進捗概要

本プロジェクトでは、事前にエラー検出ができるような構文解析器の型検査器のフロントエンド実装と、関数型言語のエッセンスを取り入れたマークアップ記法の設計を行った。また、フロントエンドの検査を通った入力に対して組版処理を施して PDF ファイルを生成するバックエンドも実装した。

1. SATySFi のマークアップ記法（関数型言語のエッセンスを取り入れた設計）
2. フロントエンド（構文解析器・型検査器の実装）
3. バックエンド（検査を通った入力に組版処理を施して PDF を出力）

組版処理の機能としては、合字・カーニング・自動ハイフネーションなどの施された欧文と、「日本語組版処理の要件」にほぼ準拠した和文と、数式や画像の挿入などができるところまで未踏プロジェクト期間中に実現した（図 1）。

SATySFi を用いて自分自身の SATySFi の記法について説明するドキュメントを作成した。また、自分で開発した SATySFi を用いて本プロジェクトの成果報告書を作成し、実際に納品することができた（図 2）。

$(((A) + B) + C) \qquad \{\{\{A\} + B\} + C\}$
<pre>+math-list[\$\{\paren{\paren{\paren{A} + B} + C}\}; \$\{\brace{\brace{\brace{A} + B} + C}\}];</pre>
<p>The solution of $ax^2 + bx + c = 0$ as to x is $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$.</p>
<pre>+p{ The solution of \${a x^2 + b x + c = 0} as to \${x} is \${x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}}. }</pre>

図 1. 数式では括弧のネストや自動伸縮処理の機能も実現できた

<p style="text-align: right; font-size: small;">2017 補財第 175 号</p> <p style="text-align: center;">2017 年度末踏 IT 人材・育成事業 型による静的検証能力の高い組版システムの開発 成果報告書</p> <p style="text-align: center;">クリエイター：諏訪 敬之 担当 PM：竹迫 良範</p> <p style="text-align: center;">2018 年 2 月 28 日</p>	<p style="text-align: center;">目次</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. 要約 7 2. 背景及び目的 7 <ul style="list-style-type: none"> 2.1. 文字社会と組版処理システム 7 2.2. マークアップ方式の利点と弱点 7 2.3. 既存システムの問題点 1：エラー報告能力 9 2.4. 既存システムの問題点 2：コマンド定義の可能性 11 2.5. 本プロジェクトの目的 11 3. プロジェクト概要 12 4. 開発内容 13 <ul style="list-style-type: none"> 4.1. フロントエンド 14 4.2. バックエンド 16 4.3. パッケージ群 19 5. 開発成果の特徴 20 <ul style="list-style-type: none"> 5.1. 組版処理機能 20 5.2. エラー報告機能 25 6. 今後の課題・展望 30 7. 実施計画書内容との相違点 31 8. 謝辞 31 9. 附録 32
--	--

図 2. 自分で開発した SATySFi を用いて成果報告書を作成し納品した

10. プロジェクト評価

本プロジェクトでは、OCaml 風のコマンド定義が独自に書けるマークアップ

言語を設計・開発し、LaTeX を置き換える独自の日本語組版システム「SATySFi」を開発した。従来のマークアップ言語で問題であったエラーのわかりにくさについては、関数型言語の知見を取り入れてエラー報告能力を大幅に向上させた。欧文組版に必要な合字やカーニング、自動ハイフネーションなど高度な調整機能を開発し、LaTeX の figure 環境に相当する浮動する図の埋め込みや、数式の組版も独自に実装した。表組や相互参照の仕組みも実装したことにより、成果報告書自体も自分で開発した SATySFi で作成し PDF 形式で納品した。実際に商用プロダクトに利用できる品質まで達成した。本成果物はオープンソースとして公開しているが、線の描画など、プリミティブな機能を初期のバージョンから実装したことにより、関数型言語のコミュニティで早速広まり、他の人がスライド作成のパッケージを作成するなど、利用の広がりの良い兆しが既に見えている。

11. 今後の課題

本プロジェクトの成果は既にオープンソースとして公開しているため、既に日本の関数型言語のコミュニティで実際に使われていて、プレゼンテーション用のスライドの拡張も外部の開発者が協力して開発している。出版で必要になってくる脚注の実装は綺麗に実装するのが原理的に難しく、諏訪氏自身の見立てでは半年から 1 年以上かかりそうとの見積もりであるが、オープンソース開発コミュニティを巻き込んで残りの機能をブラッシュアップしていくことが今後の課題である。