IPA

2021 年度 未踏 IT 人材発掘・育成事業 採択案件評価書

1. 担当 PM

五十嵐 悠紀
（明治大学 総合数理学部 先端メディアサイエンス学科 専任准教授）

2. クリエータ氏名

藤永 弥太郎（筑波大学 情報学群 情報メディア創成学類）

3. 委託金支払額

2,736,000 円

4. テーマ名

ソースコードの注釈をプログラミングの知見として共有するソフトウェア

5. 関連 Web サイト

なし

6. テーマ概要

本プロジェクトでは、プログラミングを学びやすくするために、コーディングの知見をソースコードに対応付けて保存するソフトウェアを開発した。ソースコードがどのような順序で作られていったかの過程をデータ化することで、経験者が持つ知見をソースコードに関連付けて保存することができる。また、この経験者の持つ知見を可視化して「プログラミングにおける過程の解説」を提供することで、初学者がプログラムを理解することを支援する。

7. 採択理由

本提案では、ソースコードに注釈を付けるためのソフトウェア、知見を共有するための Web サービス、メタデータを登録するための API の 3 つのプロダクトを開発する。レビューを知見として貯めていき、コーディングやリファクタリングの過程を可視化することで、これまで失われていたコードへのフィードバックの意図を財産として共有できる良い仕組みであり、プログラミング教育だけでなく、ドキュメント作成などにも幅広く使える可能性を持つとして、採択した。

暗黙知や集合知が好きという提案者には、ソースコードを良質な教科書にし

たいという熱い思いがある。プロトタイプシステムでその土台を見せてくれたが、プロジェクト期間ではシステム完成だけでなく、さらにその先の、ユーザが有益な知見を共有し、それが別のユーザに役立ち、さらに改善されるといったエコシステムの創出までを目指してほしいと期待した。

8. 開発目標

開発目標としては、

- 経験者が持つ知見をソースコードに関連付けて保存する機能
- 保存された知見を初心者がわかりやすい形で可視化し提供する機能

をそれぞれ開発することとした。

9. 進捗概要

本プロジェクトでは、プログラミングの効果的な学習方法として「過程の解説」を提案し、コーディングの過程の記録と知見の注釈を行うシステム“Disconomy”を開発した（図 1）。

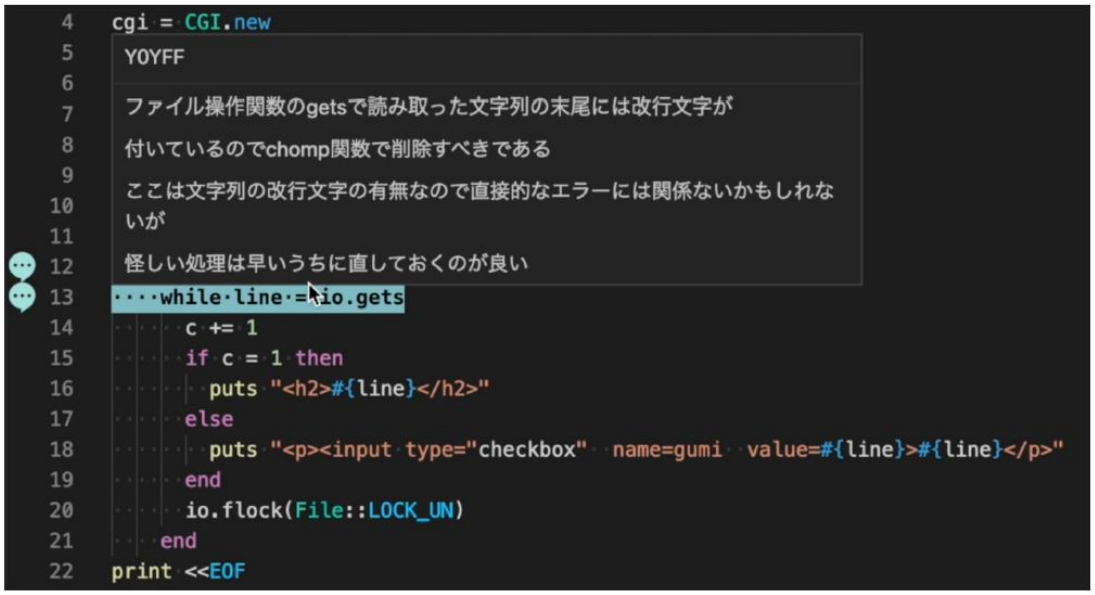

図 1：ソースコードに知見を注釈付けた様子

Disconomy では様々な形式でソースコードに知見を注釈付けることができる。図 1 のようなプレーンテキストによる注釈だけではなく Markdown 形式のテキストによる注釈（図 2）や画像による注釈（図 3）も可能である。

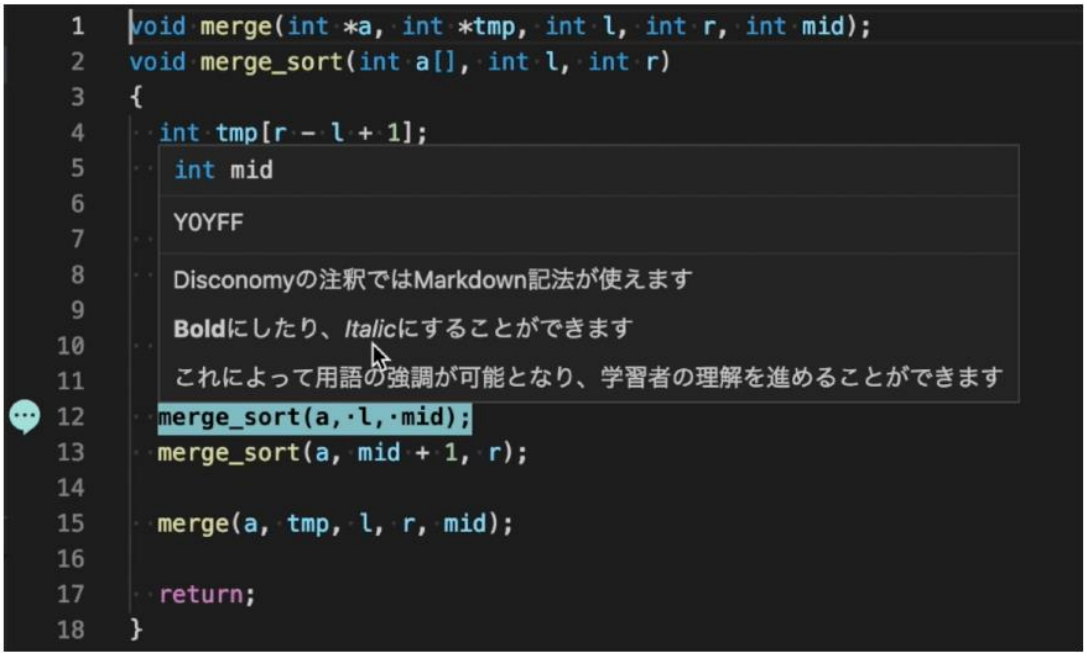

図 2：Markdown 形式での注釈付け

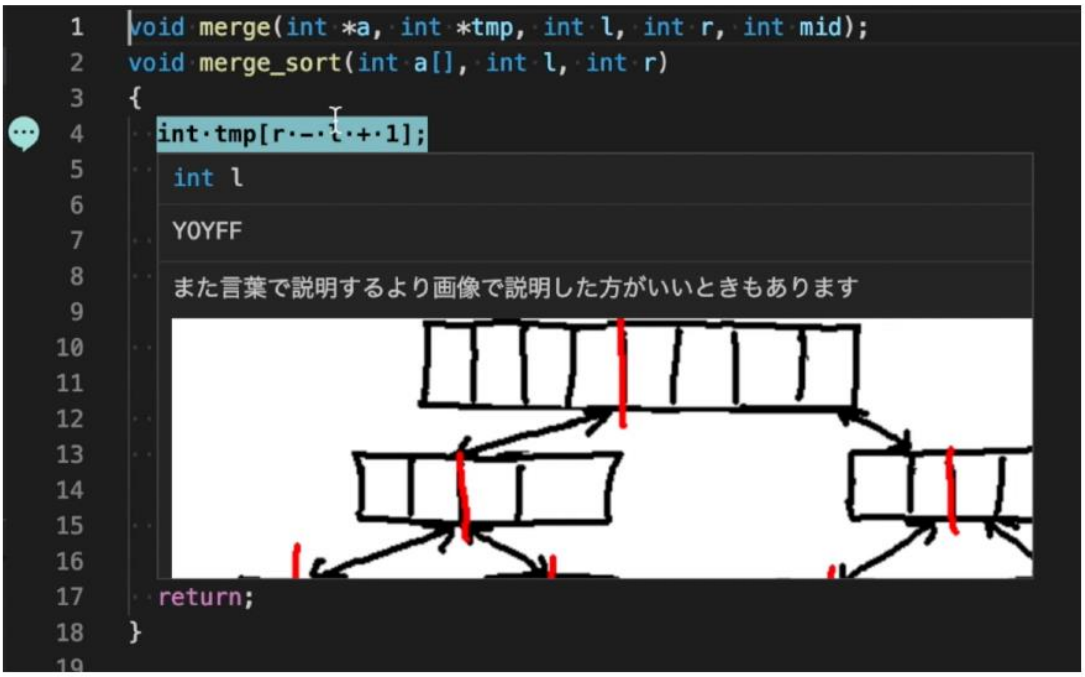

図 3：画像での注釈付け

Disconomy では入力された注釈を JSON ファイルに保存している。JSON ファイルにはどのファイルの、どの場所に対して、どのような注釈を付けたのかを保存しており、Disconomy で作成した JSON ファイルを共有することで第三者への知見の共有が可能となる。さらに Disconomy ではコーディングの過程を記録しており、ソースコードが完成に至るまでの道筋を見ることができる（図 4）。

(a) コーディングの過程を記録　　(b) コーディングの過程に注釈付ける様子

図 4：ソースコードが完成に至るまでの道筋を記録可能

コーディングの過程とそれぞれの過程につけられた注釈をまとめて「注釈群」として保存する。コーディングの過程に一意な識別子を与え、注釈群を管理する JSON ファイルでコーディング過程の順序を識別子によって管理している。これによってコーディングの過程を先に進めること（図 5 の赤矢印）やコーディングの過程を前に戻すこと（図 5 の青矢印）が可能になる。プログラムの意図や目的が理解できている状態まで過程を巻き戻して、その状態から過程を先送りすることで、理解できている箇所とそうでない箇所を明確にして、理解できていない箇所を重点的に学ぶことが出来る。これは従来の「結果の解説」では実現できない学習方法である。

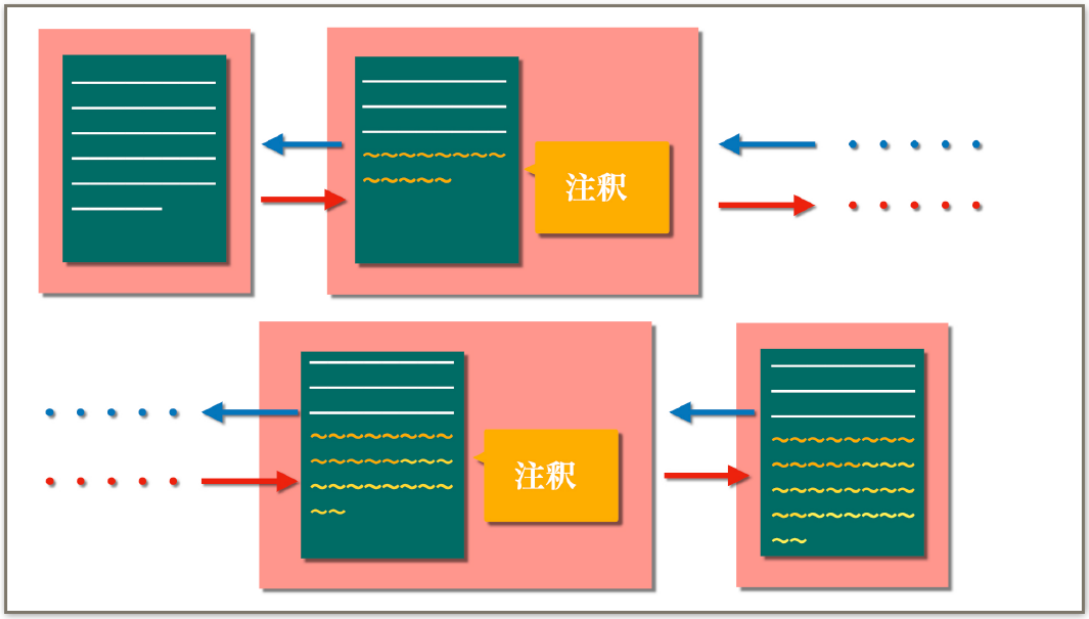

図 5：コーディングの過程の先送りと巻き戻し

Disconomy は JSON ファイルの書き出し、読み込みを行う Visual Studio Code の拡張機能であり、ファイルの書き出し、読み出しという単純な機能の組

み合わせで「過程の記録」「ソースコードへの注釈」を実現した。特定のプラットフォームや OS に依存してないため、他のソースコードエディタへの移植を容易に行うことが出来る。Disconomy ではショートカットキーによる注釈の作成と過程の記録が可能である。コーディングと並行して注釈の作成と過程の記録が出来るため、ユーザが負担を感じることなく、注釈の作成と過程の記録が出来る。

10. プロジェクト評価

本プロジェクトでは、ソースコードが書かれていく過程の記録と、ソースコードへの知見の付与を行い、それを可視化することで、経験者が持つ知見をもとに初心者が学べるシステムを開発した。

本プロジェクトの進め方で特徴的だったのは、仮説を立てて必須とわかった機能を開発し、そのシステムを使ってもらっての検証を繰り返す手法をしてきた点である。必須かどうか迷った機能もまとめて開発してから検証することは行わず、仮説検証をとても丁寧に行っていたことから、開発に無駄がない削ぎ落とされたプロジェクトの進め方をしており、最終的にも必要な機能が網羅された Disconomy ができあがった点は評価できる。

自作エディタを開発すべきかについても悩んだ時期もあったが、仮説検証により、提案システムに必要なエディタの機能として初学者にはシンタックスハイライトやソースコード補完といった支援機能が必須であり、これらは自作エディタである必要はないと判断し、既存エディタを活用することとした。このように、実際に実装をするか、既存技術を使うか、などの判断は迷いがあるところではあるが、仮説検証を丁寧に行うことで判断していった。

Disconomy を利用したユーザテストでは、プログラミングを学ぶ初学者からは、解説がわかりやすい、プログラミングが論理的な作業であることがわかった、など好意的な意見が出た。また、教える側としても、一度作成した解説が再利用できる、教えやすい、質問しやすい状況が生まれた、など好意的な意見が出た。このように、学ぶ側にとっても、教える側にとっても負担を減らすことができる可能性を見いだせた点を評価する。

11. 今後の課題

現段階では数人のユーザスタディにとどまっており、今後 1 クラスの人数で実際に運用したり、前年度に授業を受けた際に付与した知見を次年度の授業を受ける学生が利用したりするなど、複数年度に渡った利活用などを期待する。