

# GeoGebra の証明機能実装に関する研究中間報告

高橋正(甲南大学 知能情報学部) 篠田有史(甲南大学 共通教育センター)

## 1 はじめに

GeoGebra は、オフィシャル Web サイトからも Proving 機能についての紹介にアクセスすることができ、作図のみならず幾何学問題の証明についても野心的に取り組んでいる。本研究では、GeoGebra をどのように教育に役立てることができるかという証明機能の利用方略について検討を行い、甲南大学における GeoGebra の活用形態を検討することを目的とする。

## 2 GeoGebra Prover の振る舞い

2017年11月10日の時点で GeoGebra wiki には、Theorem Proving のセクションがあり、このセクションの最終更新は 2015年6月であった[2]。このセクションには、Prover の動作 はまだ開発途中であり制約があること、4つのタイプの Prover が実装されていることが記載されている。その4つのタイプの Prover とは、Recio, Botana, Puresymbolic, OpenGeoProver である。また、それぞれの Prover には機能制約があると記載されているものの、その機能制約の説明リンクをたどっても、情報が表示されない状態であった。我々は、Proving 機能がどのように動作しているのかを明らかにするために、2017年11月10日時点での最新版であった Ver 5.0.396 について動作を検証した。その結果、不安定な動作が見受けられ、OpenGeoProver の動作において「恐らく一般に正しい」という出力は得られ、未だに継続的に開発が行われていることが分かった。

## 3 教育的使用を視野に入れたコメントの挿入

数学の教育として使用することを想定した場合、GeoGebra を用いた証明では、「本図においては正しい」というコメントの出力が必要である。我々が調査／分析した GeoGebra Prover の振る舞いでは「しかし一般には正しくない」という表示の一部が、その場合に該当する。そこで、我々の想定する場面に対して「本図においては正しい」というコメントが出力されるように GeoGebra の内部構造（ソフトウェアの設定）を変えた。

Prover の核として動作するのは、Prover.java であり、この Java コードを軸に、多数のクラスが配置されている。証明結果は、変数 ProofResult に格納されており、この変数名を検索することで、証明に関わるクラスを確認することができた。使用することができるエンジンは、public enum ProverEngine に列挙されており、起動順序を含めた設定は、Prover.java の public Prover() メソッドで行われていた。標準の状態では、Prover のエンジンを自動選択するモードが動作するようになっており、RECIOS\_PROVER, BOTANAS\_PROVER, OPENGEOPROVER\_WU の3つのエンジンが、この順番で用いられるように配列に格納されていた。元の Java コードに記載されたコメント文等を参考に Log.debug に状況を示すためのメッセージを埋め込む拡張を済ませ、その挙動を確認した。その結果、得たい表示を出力させることに成功した。

#### 4 今後の研究課題

数学の教育として使用することを想定した場合、現状における GeoGebra Prover の状態を鑑みると証明問題を扱うためには、Prover の動作状況を確認し、それを適切に動作させることができる点や線の定義方法について知見を深め、どのような証明問題を解くことができるかを分析する必要がある。さらに甲南大学における GeoGebra の数学の授業における活用形態を検討することを目指し、GeoGebra と外部の証明機能を持つソフトウェアと連携する方法についても検討することが必要であり、そのことも今後の研究課題とすることとした。