

大学入試センター試験数学 1・A を用いた数式処理システムの性能評価

森谷 慧士[†] 矢吹 太朗

千葉工業大学 社会システム科学部 プロジェクトマネジメント学科[†]

1 序論

東京大学の入試問題を全自動で解くプロジェクト（東ロボプロジェクト）が進められている [1]．その数学の能力は，センター試験の模擬試験で，5 教科 8 科目で 511 点を記録し，偏差値 57.8 を獲得した．特に，数学と世界史では偏差値 60 を超え，数学 1・A は偏差値 64，数学 1・B は偏差値 65.8，世界史は偏差値 66.5 を記録した．さらに，東大入試試験の模擬試験では，世界史に挑戦し偏差値 54.1 を記録した [2]．

人工知能がこのような発達すると，その影響は数学教育にも及ぶだろう．今日の数学教育は，すべてを紙と鉛筆で行うことを前提に行われているが，その一部はコンピュータで置き換えることができるはずである．人間が行うこととコンピュータが行うことをうまく識別する能力の育成が求められるようになるだろう．

数式処理を行う人工知能も存在する．Wolfram 社が開発した Mathematica である．

Mathematica とは，あらゆる分野の計算に対応する豊富な関数と高度なグラフィック機能を備えた数式処理システムである．Mathematica を提供しているウルフラム・リサーチ社を創業したスティーブン・ウルフラム氏が考案し広く使われている数式処理システムである [3]．

Mathematica は，Wolfram 言語を利用する．

Wolfram 言語とは，ウルフラム・リサーチ社が開発した，非常に汎用性の高いマルチパラダイムプログラミング言語である．

Wolfram 言語は，Mathematica 独自のノートブックインターフェイス上で利用することで，インタラクティブなデータ処理を行うスクリプトとして利用できる．さらに，アプリケーションの開発言語として利用すれば，GUI から高度な計算エンジンまで，一貫して一つの環境下で開発を行うことが出来る．

Wolfram 言語は，汎用的なデータベースやインターネット上のデータを直接取り扱うことができ，5000 も

の組み込み関数を内蔵しているため，わずか数行でも高度なアプリケーションも開発できる．また，Wolfram 言語は Mathematica だけでなく Wolfram 社が無償で提供している Wolfram Alpha でも利用できる [4]．

2 目的

本研究では，大学入試センター試験数学 IA を題材にして，数学教育にコンピュータを導入することの可能性を調査する．その結果として，高校程度の数学能力を問う問題をコンピュータを活用して解く際に必要となる数学の知識とコンピュータの知識を明らかにすることを目指す．

3 手法

今回は，数学の問題を解く過程を二つにする．

1. 数学の問題を理解し，数学的知識を利用して計算式などの数学的表現に変換する過程である．二つ目は，数学的表現に変換した式を数式処理して，値を求める過程である．
2. 今回は後者を人工知能に処理させ，前者を人間が処理するように分ける．その際に，人間がいかに簡潔に問題文を処理できるかを研究する．

本研究では大学入試センター試験の数学に Mathematica を用いて解く．そして，使用したコードの数と，利用した数学的知識を集計する．

第一工程では，大学入試センター試験の数学の問題をできるだけ人間が頭を使わずに，素直に数学的表現に翻訳する．

第二工程では，第一工程で数学的表現に翻訳した式を Mathematica に与えて数式処理を行う．この工程では，Mathematica が式を最適に処理できるコードを与えて，最適解を得る．この際に，使用したコードの種類を集計し，統計を取る．

大学入試センター試験の問題は，紙と鉛筆だけで解けるように作られているため，そこにコンピュータを導入してももちろん解ける．そこで本研究では，問題をそのまま素直に解釈して，Mathematica で解くようにする．

英語の研究タイトル

[†] 英語の氏名・Department of Project Management, Social System Sciences, Chiba Institute of Technology

例えば、「二次関数

$$3a^2 - 6a - 36 == -27$$

を解け」という問題を解く。この問題には、Solve というコードを用いる。この Solve は、方程式の解を求めるのに用いられる。

$$\text{Solve}[3a^2 - 6a - 36 == -27, a]$$

と Mathematica に打ち込み、解かせると、

$$a = -1, a = 3$$

という答えが帰ってくる。

次に、「二次不等式

$$2a^2 - 6a - 36 \leq 0$$

を解け」という問題を解く。この問題には、Reduce というコードを用いる。この Reduce は、方程式あるいは不等式を解き、限定子を除去することで命題を簡約する。

$$\text{Reduce}[2a^2 - 6a - 36 \leq 0, a]$$

と Mathematica に打ち込むと、

$$-3 \leq a \leq 6$$

[という答えが帰ってくる。

例のように、問題に対して的確なコードを探しだし、Mathematica を用いて解くという方法を用いる。

試験の年数を重ねることで、新しく使用するコードの種類が減少し、新しくコードを増やすことがなくなると考える。

4 結果

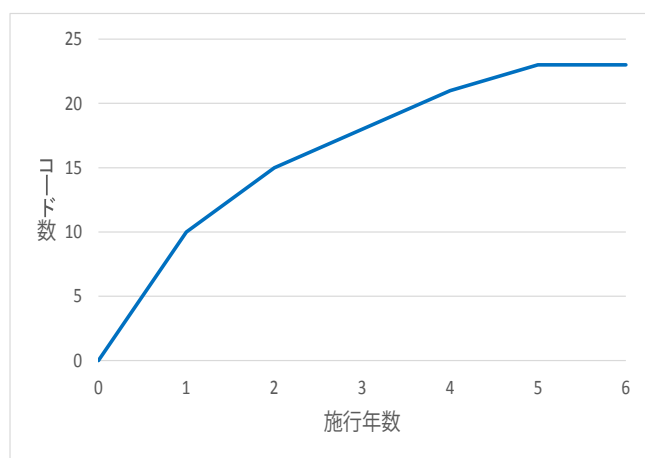


図1 施行年数に対するコード数

現在までに、2009～2015年までのセンター試験の数学1・AをMathematicaに処理させた。そして、処理し

たコードが2年連続して新たに現れることがなくなったため、調査を終了し統計を取ることにした。

図1より、使用したコードはSolveやReduceの使用回数が最も多く、その他

Simplify, SolveAlways, Maximize, TrigExpand, TrigFactor, TrigReduceFactorInteger, Divisors, Length, Sqrt, !, Clear, Integrate, Factor, Cos, Sin, f[x], Expand, HornerForm, Degree の合計23種類となった。

5 考察

以上の結果より、人工知能であるMathematicaにセンター試験の数学1・Aを解かせる際に使用数コードは、一定数となることがわかる。

これは、年度ごとに出题される問題の種類が違うが、問題内容が似ているため使用するコードも同じものを使用したと考える。

また、出题される問題の種類を統計を取ると、年度ごとに出题される範囲が異なるものもあるが、「整数の性質」や、「場合の数・確率」といった問題範囲は、すべての年度で出题されるので、これらの問題に関しては、各年度で同じコードを反復して使用したと考える。

6 結論

本研究では、Mathematicaを用いて大学入試センター試験1・Aを処理させ、数式処理システムの性能評価を実施した。評価するには調査年数が少ないことは否めないが、7年分の調査でも十分評価することは可能である。

参考文献

- [1] 新井紀子. ロボットは東大に入れるか. イースト・プレス, 2014.
- [2] ITmedia ニュース. 人工知能「東ロボくん」、センター試験模試で「偏差値 57.8」 数学と世界史は偏差値 60 超え. <http://www.itmedia.co.jp/news/articles/1511/16/news061.html> (2015.08.10 閲覧).
- [3] Wolfram. Wolfram 言語 & システム ドキュメントセンター. <http://reference.wolfram.com/language/> (2014.11.25 閲覧).
- [4] 三菱ケミカルホールディングスグループ. 概要 mathematica 製品情報. <http://www.rsi.co.jp/kagaku/cs/mathematica/index.html> (2015.10.01 閲覧).