

参考文献

- [1] 高木貞治, 初等整数論講義第2版, 共立出版社,1971.
- [2] C.F.Gauss(カール・フリードリヒ ガウス), ガウス 整数論 (数学史叢書)(高瀬正仁訳), 共立出版社, 1995.
- [3] 飯高茂, (雑誌の連載) 数学の研究をはじめよう, 現代数学社, 2013 ~ .
- [4] 飯高茂, 『数学の研究をはじめよう (I),(II)』, 現代数学社, 2016.
- [5] 飯高茂, 『数学の研究をはじめよう (III),(IV)』, 現代数学社, 2017.
- [6] 飯高茂, 『数学の研究をはじめよう (V)』, 現代数学社, 2018.
- [7] D.Suryanarayana, Super Perfect Numbers. Elem. Math. 24, 16-17, 1969.
- [8] Antal Bege and Kinga Fogarasi, Generalized perfect numbers, Acta Univ. Sapientiae, Mathematica, 1, 1 (2009) 73–82.
- [9] Farideh Firoozbakht and Maximilian F.Hasler, Variations on Euclid’s formula for perfect numbers, J. of integer sequences, vol.13 (2010) article 10.3.1
- [10] Paulo Ribenboim, The story of boys who loved prime numbers, 翻訳 吾郷孝視, 真庭久芳訳, 「少年と素数の物語 II」, 共立出版, 2011.
- [11] 中村 滋, 素数物語: アイディアの饗宴 (岩波科学ライブラリー) 2019.

1 あとがき

本書は現代数学社のシリーズ『数学の研究をはじめよう』の6冊目である。

今回は本書だけで理解できるように書くことにし副題を『素数からはじめる数学研究』とした。

以前の巻を読み理解している方は今回のVI巻を読むことでより深い理解ができるであろう。

1.1 スーパー双子素数に関する面白い話

Riebenboim [10] p196 に書かれている双子素数の一般化として与えられたスーパー双子素数の条件と高橋洋翔の与えた条件とは少し異なる。 $a + b$ が奇数になるという条件が抜け落ちている。これは数学者ならすぐにわかるケアレスミスに近いことであり、もちろん高橋洋翔の条件の方が正しい。

このことは双子素数の一般化はいろいろあるが、スーパー双子素数が数学の世界でまともにも扱われなかったことを意味する。スーパー双子素数と真剣に取り組みその個数の定積分による評価式を与えた高橋洋翔の功績はまことに大きいものがある。

彼が小学2年生のころ、夏休みの自由研究で(書泉でのわたくしの講義を聞いてよく知るよく)完全数について研究をまとめたいと考えていた。わたくしは間接的に彼の考えを聞いて面白い自由研究ができることを期待した。ところが先生に相談したところ「自由研究というのは、朝顔を育てて観察日記をつけたりしてまとめるものなの」とのことだったそう。

4年生になると彼のスーパー双子素数についての研究が進んだ。そして、彼は5年生の夏休みの自由研究でガウスによる素数の研究をテーマにした。ところでガウスによる素数分布の確率論的研究は15歳(1792年)の頃行われたそうである。

高橋君はガウスの次にハーディとリトルウッドの双子素数の個数を定積分で与える研究をインターネットで学んだ。その考えを自分なりに理解してスーパー双子素数の個数の定積分評価式を作り結果をわたくし宛にipadで送付してきた。これには驚かされた。その内容は驚異的な結果といってよい。

100万以下の素数についてスーパー双子素数の個数と彼の評価式の与えた個数評価の値は1万分の1しか違わない。きわめて精度の高いものだった。

これは著しい成果であり、日本数学会の年会で研究成果を発表する価値が十分あると考えた。

私は日本数学会で小学生がこの結果を発表したらその反響がどうなるか、頭のなかでシミュレーションしてみた。

講演は大成功に終わり、プレスを含めて質疑応答の時間になったとしてみよう。

大新聞の科学担当の記者ならこんな質問をするだろう。

「小学生のあげた数学の結果が素晴らしいと先生がいうので、そうだろうと思いますが小学生のやったことが本当に正しいか本当に確かめたのですか」

私はこの想念にとりつかれた。そこで何とかしないといけないと思った。100万以下の素数については高橋君がしているので、時間はかかるが200万以下の素数について検証作業をして結果を確認した。

最終的にはパソコンで1日かけて計算を行い1000万以下の素数について彼の評価式が精度の高い結果を与えることを確認した。

2019年3月19日東京工業大学を会場に日本数学会年会が開かれ、私は高橋君と共同で研究発表した。数学会には会員以外は登壇できない決まりがあり、会員の私が最初に発表した。司会者が講演を聴いた数学会の会員の要望を受けて小学生の高橋洋翔に講演をするように促し、彼は臆することなくスーパー双子素数の個数と評価式について説明した。そのあとで質問がありそれに答えて発表は終わった。

ガウスの素数分布の研究から100年以上たった1896年ようやく素数定理が証明された。スーパー双子素数についての素数定理が正確に定式化されその証明が得られる日がいつかは来るだろう。

ところでわたくしは高橋君に対して研究上の指導はできない、と考えている。実際「スーパー双子素数の個数を定積分で評価したら」などと示唆したことはない。

定年後の私には数学にさける時間が十分ある。このようなとき数学の天分に恵まれた小学生2人にめぐりあうことができた。果報者と人はいうであろう。

1942年8月11日 都立多摩図書館にて

飯高茂

2 著者紹介

1942 年 千葉県生まれ, 県立千葉高校, 東京大学理科 1 類, 理学部数学科進学

1961 年 東京大学理学部数学科卒

1967 年 東京大学大学院 数物系修士課程 数学専攻 修了

1985 年 学習院大学理学部教授

2013 年 学習院大学名誉教授

その間 1971-72 米国 プリンストン高等研究所 (I.A.S.) 研究員

理学博士 (学位論文名 代数多様体の D 次元について)

日本数学会 理事, 理事長 (学会長にあたる), 監査, 日本数学教育学会 理事を歴任

3 オビ

数学好き小学生 2 人 (孫正義育英財団 3 期生) と喜寿を迎えた数学者による数学共同研究
本書のような数学研究の本は本邦初であるが日本以外でもおそらくは無いであろう。

本書ではいろいろな箇所小学生の研究やアイデアが紹介されそれを元に新しい数学が
展開される。

高校生の定義した新しい完全数 (桐山の完全数) も登場する一方熟年世代もまた数学研
究にあつく燃えている。