

数理解析研究所講究録 1169

数学解析の理論的展開の
計算機上での遂行可能性

京都大学数理解析研究所

2000年9月

京都大学数理解析研究所・研究集会（特別計画）

数学解析の理論的展開の計算機上での遂行可能性

Relevance and Feasibility of Mathematical Analysis on the Computer

代表者： 吉川 敦（九州大学大学院数理学研究科）

Organized by Atsushi Yoshikawa (Kyushu University)

まず、標記研究集会の意図を説明するため、提案趣旨を再録する：

記号代数・数式処理は今日の我が国における数学研究の広い範囲で不可欠な道具になっている。他方、昨今の計算機技術の進展や情報科学等の発達を考えると、原理的な困難があるはずの実数概念の計算機上の何らかの処理が、例えば、数学解析の理論的方面を含めて可能になる、あるいは、相当に重要な計算機支援が期待できるような方向に動いていくであろうことは、誰でもが当然予想できることであろう。したがって、そのような素朴な予想に具体的な形を与えられるかどうかは重要な課題である。事実、そのような研究を示唆する研究は世界各地にあるようであるが、まだ具体的な方向や思想が固まりつつあるとは言えないようである。

数式処理の重要性は今や明らかであるが、計算機上での展開がさまざまな問題を提起し、数学固有の研究課題も豊かになった。概念処理を主眼とするはずの数学解析の計算機支援は、はるかに複雑な問題を提起するであろう。しかし、理論解析を数値化したり、数値解析や近似解析を理論解析で保証する上では、計算機という共通の体系に議論を集約させることは望ましいことに違いない。また、数学文書の自動読み取りからの数学概念の起動の可能性も研究に値する。より素朴なところでは、数学解析の体系に取り敢えず情報科学的な相互参照の網を被せることも重要であろう。しかしながら、これらは問題として必ずしも十分に熟しておらず、基本的に長丁場の課題である。

この特別計画の提案では、理論的な数学解析と計算機のかかわりについて、どのような可能性があるか、現状はどうか、数学基礎論的アプローチはどうか、といったことを検討し、この方面の研究に「知的資源」が積極的に投入されるべきであるという信念を補強することを目指すものである。

以上の趣旨に基づき、平成12年3月21日22日の二日間、京都大学数理解析研究所に関連研究者が会して、次に掲げる研究討論¹を行った：

1. 吉川 敦（九大・数理） なぜ、この集会を提唱したか
2. 山本哲朗（愛媛大・理） 連続と離散の調和について
3. 中尾充宏（九大・数理） 数値計算の観点から見た計算機支援証明の現状と動向
4. 日比孝之（阪大・理） 大杉英史（阪大・理） 可換代数におけるグレブナー基底の果たす役割*
5. BRATTKA Vasco（Fern Universitat Hagen） Realistic models of computability on the real numbers
6. 石原 哉（北陸先端科技大・情報） Feasibly constructive analysis
7. 八杉満利子（京産大・理） 不連続関数の計算可能性
8. 金堀利洋（九大・数理） A recognition method of matrices by combination matching of variable block pattern elements generating rectangle*
9. 岡村博文（九大・数理） 金堀利洋（九大・数理） 叢偉（福教大） Handwriting interface for computer algebra system*
10. 林晋（神戸大・工） 数学の定理証明、証明検査とその関連領域について
11. 参加者一同 討論

なお、最後の討論では、講演者の他、芦野隆一（大阪教育大）、鈴木昌和（九大数理）、櫻井幸一（九大システム情報）、高橋宝来正子（東工大情報）、西浦廉政（北大電子研）、西沢清子（城西大理）、立木秀樹（京大総合人間）から意見が述べられた。

講演の英文標題は次の通りである：

1. YOSHIKAWA, Atsushi (Kyushu University, Math.) Why this meeting, its purpose and scope ?
2. YAMAMOTO, Tetsuro (Ehime University, Sci., Math.) Harmonic relations between Green's functions and Green's matrices for boundary value problems

¹講演題名に*の付いたものは邦文である。

3. NAKAO, Mitsuhiro T. (Kyushu University, Math.) Numerical verification methods for solutions of ordinary and partial differential equations
4. HIBI, Takayuki & OSUGI, Hidefumi (Osaka University, Sci., Math.) Role of Groebner basis in Commutative Algebras*
5. BRATTKA, Vasco (Fern Universitaet Hagen) Realistic models of computability on the real numbers
6. ISHIHARA, Hajime (JAIST, Inf.) Feasibly constructive analysis
7. YASUGI, Mariko (Kyoto Sangyo University, Sci., Inf.) How to understand the computability aspects of step functions
8. KANAHORI, Toshihiro (Kyushu University, Math.) A recognition method of matrices by combination matching of variable block pattern elements generating rectangle
9. OKAMURA, Hirofumi, KANAHORI, Toshihiro (Kyushu University, math.) & SOU, I (Fukuoka University of Education) Handwriting interface for computer algebra system
10. HAYASHI, Susumu (Kobe University, Engg., Inf. Engg.) Formalized mathematics, proof animation, and limit computable mathematics
11. PARTICIPANTS Discussions

数学解析の理論的展開の計算機上での遂行可能性
 Relevance and Feasibility of Mathematical Analysis on the Computer
 研究集会報告集

2000年 3月21日～3月22日
 研究代表者 吉川 敦(Atsushi Yoshikawa)

目次

1.	Why such a meeting? -----	1
	九大・数理学	吉川 敦(Atsushi Yoshikawa)
2.	Harmonic Relations between Green's Functions and Green's Matrices for Boundary Value Problems -----	15
	愛媛大・理	山本 哲朗(Tetsuro Yamamoto)
3.	Numerical Verification Methods for Solutions of Ordinary and Partial Differential Equations -----	27
	九大・数理学	中尾 充宏(Mitsuhiro T. Nakao)
4.	可換代数におけるグレブナー基底の果たす役割 -----	57
	阪大・理	大杉 英史(Hidefumi Ohsugi)
	阪大・理	日比 孝之(Takayuki Hibi)
5.	Realistic models of computability on the real numbers -----	62
	Fern Univ. Hagen	Vasco Brattka
6.	Feasibly constructive analysis -----	76
	北陸先端科技大・情報	石原 哉(Hajime Ishihara)
7.	How to understand the computability aspects of step functions -----	84
	京産大・理	八杉 満利子(Mariko Yasugi)
8.	A Recognition Method of Matrices by Combination Matching of Variable Block Pattern Elements Generating Rectangle—矩形領域を生成する 可変ブロックパターン要素の組み合わせマッチングによる行列認識手法— -----	92
	九大・数理学	金堀 利洋(Toshihiro Kanahori)
9.	Handwriting Interface for Computer Algebra System —数式処理システムの手書き入力インターフェイス— -----	97
	九大・数理学	岡村 博文(Hirofumi Okamura)
	九大・数理学	金堀 利洋(Toshihiro Kanahori)
	福岡教育大・教育	叢 偉 (I Sou)
10.	Formalized Mathematics, Proof Animation, and Limit Computable Mathematics -----	102
	神戸大・工	林 晋(Susumu Hayashi)