2.【現在までの研究状況】(図表を含めてもよいので、わかりやすく記述してください。様式の変更・追加は不可(以下同様))
① これまでの研究の背景、問題点、解決方策、研究目的、研究方法、特色と独創的な点について当該分野の重要文献を挙げて記述してください。
② 申請者のこれまでの研究経過及び得られた結果について、問題点を含め①で記載したことと関連づけて説明してください。
なお、これまでの研究結果を論文あるいは学会等で発表している場合には、申請者が担当した部分を明らかにして、それらの内容を記述してください。

§ これまでの研究の背景

申請者は計算機を用いて, 可積分系などの数理物理で現れる q-特殊関数の精度保証付き数値計算について研究しており, 特に q-Bessel 関数 $J_\nu(x;q)$ の精度保証付き数値計算に取り組んだ.

q-特殊関数はパラメータ q を加えた特殊関数の拡張版であり, q-微分等を用いる q-解析学に適合するように定義されていて, q-Pochhammer 記号 $(x;q)_\infty$ と q-超幾何関数 ${}_r\phi_s$ を用いて表されている [1]. q-特殊関数は Euler による自然数の分割に関する研究などで初めて現れ, 19 世紀から Jacobi らによって q-解析学の観点から, どのような関数等式を満たすかが研究されるようになった. 現代では q-特殊関数は q-Painlevé 方程式など様々な方程式の特殊解を記述することで知られている他 [2], 確率微分方程式などの統計関連分野でも現れることが分かっている [3, 4].

精度保証付き数値計算とは近似値の計算をすると同時に計算結果の (数学的に) 厳密な誤差評価も行う数値計算のことであり, 計算する際は数を区間に置き換えて計算 (区間演算) し, 真値を含む区間を結果として出力する [5]. Kulisch らは, この区間演算の概念を発展させ, 誤差の入った行列演算などの科学計算に実用レベルで高い精度の保証を与える研究を行ってきた. その結果を利用し, IBM から ACRITH という名で精度保証付き数値計算ライブラリが提供されている. また, Kulisch らの研究に刺激を受け, 精度を保証するという観点から数値計算法を全般を見直す動きが数値計算の各方面で起こっている. 例えば微分方程式の分野では解の存在証明が困難な解析学上の問題に対する数値的アプローチが確立されつつある. 特殊関数の分野も例外ではなく, その値を精度保証付きで求める研究がなされている [6, 7, 8, 9]. 精度保証付き数値計算は現代では Tucker らにより力学系の研究にも応用されており, 有力な道具として注目されている. **q-特殊関数の精度保証付き数値計算により, q-特殊関数に関する研究の前進が期待されている.**

§ 問題点

これまで Bessel 関数など様々な特殊関数の精度保証付き数値計算法が開発されてきたが [6, 7, 8, 9], 可積分系などの数理物理で現れる q-特殊関数の精度保証付き数値計算法はまだない. 特殊関数の精度保証付き数値計算研究に関する現状をまとめると次のようになる.

	交代級数の性質を使用	漸近展開を使用	積分を使用	超幾何関数を使用
gamma 関数	-	[8]	[6]	-
Bessel 関数	[7]	[9]	[6]	[8]
超幾何関数	-	[8]	[6]	-
q-Bessel 関数	申請者による研究	申請者による研究	申請者による研究	-

§ 解決方策

Bessel 関数の精度保証付き数値計算法を手がかりにして, q-Bessel 関数の精度保証付き数値計算法を確立することが考えられる. [6, 7, 8, 9] をヒントに, 申請者は q-Bessel 関数の精度保証付き数値計算を 4 通り実装した.

§ 研究目的

本研究では精度保証付き数値計算により q-特殊関数の性質, 例えば零点, 特異点の分布などがどうなるかの解明を目指す.

§ 研究方法

プログラム実装と数値実験には C++による精度保証付き数値計算ライブラリである kv ライブラリ [6] を使用した. また数式処理ソフトウェア Mathematica 11 に組み込まれている `QPochhammer` ($(x;q)_\infty$ を近似計算するための関数), `QHypergeometricPFQ` (q-超幾何関数を近似計算するための関数) との比較も行った.

§ 特色と独創的な点

微分方程式や力学系など様々な分野の問題に応用され, 強力なツールとなっている精度保証付き数値計算を q-特殊関数に応用し, その性質を探索使用という点と, 通常の特殊関数では現れない q-Pochhammer 記号 $(x;q)_\infty$ の精度保証付き数値計算も行う点が本研究の特色である.

	有限	無限	精度保証付き数値計算
Pochhammer 記号	定義できる	定義できない	容易
q-Pochhammer 記号	定義できる	定義できる	無限の場合は容易でない

§ 研究経過及び得られた結果

q-Bessel 関数に対して開発した手法を大きく 5 つに分けて示す. 全て申請者が指導教員の下で行った研究である.

1. 交代級数の性質を用いる方法 ([7] からヒントを得た手法, 学士論文の内容)
   (日本応用数理学会第 13 回研究部会連合発表会で発表し, RIMS 講究録別冊に掲載予定.)
   本手法は x の絶対値がある程度小さい時のみ有効で, $x \in \mathbb{R}, \nu > 0$ という制限もあった. これらの難点を克服するため, 修士 1 年では他の手法による実装に着手した.

申請者登録名　金泉大介

（現在までの研究状況の続き）

2. 数値積分を用いる方法 ([6] からヒントを得た手法)
(**日本応用数理学会 2017 年度年会で発表し, JSIAM Letters に掲載予定.**)
開発には [6] の精度保証付き数値積分パッケージを活用した.

3. q-超幾何関数を用いる方法 ([8] からヒントを得た手法)
(**日本応用数理学会 2017 年度年会で発表し, JSIAM Letters に掲載予定.**)

4. 二重指数関数型積分公式 (DE 公式) を用いる方法
(**平成 29 年度九大応力研共同利用研究集会で発表し, 応用力学研究所研究集会報告に掲載予定.**)

5. 漸近展開を用いる方法 ([9] からヒントを得た手法)
(**平成 29 年度九大応力研共同利用研究集会で発表し, 応用力学研究所研究集会報告に掲載予定.**)

これらの研究成果は**招待講演 (第 1 回精度保証付き数値計算の実問題への応用研究集会)** でも発表した.

参考文献

[1] G. Gasper and M. Rahman (2004): Basic Hypergeometric Series, Cambridge University Press.

[2] K. Kajiwara, T. Masuda, M. Noumi, Y. Ohta and Y. Yamada (2004): Int. Math. Res. Notices, 2004, 2497-2521.

[3] A. Kemp (1997): On Modified q-Bessel Functions and Some Statistical Applications. Advances in Combinatorial Methods and Applications to Probability and Statistics, 451-463. Birkhäuser Boston.

[4] 何健志, 筧三郎, 北根靖史 (2007): 日本応用数理学会論文誌, 17, 463-468.

[5] 大石進一 (2000): 精度保証付き数値計算, コロナ社.

[6] M. Kashiwagi: kv - a C++ Library for Verified Numerical Computation, `http://verifiedby.me/kv/index-e.html`

[7] N. Yamamoto and N. Matsuda (2005): Trans. Jap. Soc. Indust. Appl. Math., 15, 347-359.

[8] F. Johansson (2016): arXiv:1606.06977.

[9] 大石進一 (2008): 電子情報通信学会技術研究報告. NLP, 非線形問題, 108, 55-57.

3.【これからの研究計画】

(1) 研究の背景

2. で述べた研究状況を踏まえ、これからの研究計画の背景、問題点、解決すべき点、着想に至った経緯等について参考文献を挙げて記入してください。

q-Bessel 関数 $J_\nu(x;q)$ の場合, $|\nu| \to \infty$ としたときに計算がうまくいかないという問題に対しては改善の余地が残っている. Bessel 関数で $|\nu| \to \infty$ としたときの数値計算では**Debye 展開**[10] という手法が用いられるので, この手法の q-Bessel 関数に対する類似物を構成することで $|\nu| \to \infty$ としたときの弱点を克服できると見込まれる.

q-Bessel 関数では $|x| \to \infty$ としたときの精度保証付き数値計算を可能にしたが, これは q-超幾何関数の特別な場合に過ぎない. q-特殊関数の精度保証付き数値計算法を確立するには一般の q-超幾何関数 ${}_r\phi_s$ において $|x| \to \infty$ としたときの精度保証付き数値計算を可能にしなければならない. 特に ${}_1\phi_1$ は q-Bessel 関数に限らず様々な q-特殊関数を定義するのに用いられるため, 重点的にやる必要がある.

	$\lvert x\rvert \to \infty$	$\lvert\nu\rvert \to \infty$
Bessel 関数	[9]	Debye 展開 [10]
q-Bessel 関数	申請者による研究	今後の課題
q-超幾何関数	今後の課題	-

また, 現在までの研究状況で述べた研究内容は, 変数とパラメータを決めた際に q-特殊関数がどのような値をとるかを求めるというものが中心である. q-特殊関数がどこに零点, 特異点を持つかについては研究の余地が残っている.

特殊関数の零点を精度保証付き数値計算で探索することは非線型方程式を精度保証付き数値計算で解くという問題に帰着される. 非線型方程式を精度保証付き数値計算で解くのに有力な反復法として**区間 Newton 法**と**Krawczyk 法**の 2 つが知られている [5]. 区間 Newton 法は収束は速いが (区間演算した際の) 区間幅の増大が大きい. Krawczyk 法は簡易 Newton 法に対して, (区間演算した際の) 区間幅の増大を抑える技術である平均値形式を適用することで構築される. Krawczyk 法では (区間演算した際の) 区間幅の増大は少ないが, 収束は遅いため Newton 法と組み合わせて使われる. どちらも一長一短だが, この 2 つは零点の一意性まで保証できる手法である. また零点の非存在を示すのにも使われる.

性質	Newton 法	区間 Newton 法	Krawczyk 法
収束の速さ	速い	速い	遅い
零点の一意性	示せない	示せる	示せる
区間幅の増大	大きい	大きい	小さい

これらの手法を q-特殊関数向けに作り直した**"q-Krawczyk 法"**, **"q-区間 Newton 法"**を構成することで q-特殊関数の零点が探せるようになると期待できる.

参考文献

[10] F. Olver and L. Maximon (2010): NIST Handbook of Mathematical Functions, U.S. Dept. Commerce, 215-286.

申請者登録名　金泉大介

(2) 研究目的・内容 (図表を含めてもよいので、わかりやすく記述してください。)

① 研究目的、研究方法、研究内容について記述してください。
② どのような計画で、何を、どこまで明らかにしようとするのか、具体的に記入してください。
③ 所属研究室の研究との関連において、申請者が担当する部分を明らかにしてください。
④ 研究計画の期間中に異なった研究機関（外国の研究機関等を含む。）において研究に従事することを予定している場合はその旨を記載してください。

§ 研究目的

本研究では q-特殊関数の性質を深く理解していくため, (1) 精度保証付き数値計算に適した q-特殊関数の解析的表示を導出すること, そして(2) q-特殊関数の零点を精度保証付き数値計算で求めることを目指す. そして (2) を遂行するために(3) q-Newton 法, (4) q-微分に関する詳細な研究を行う. また (2) の応用として, q-Bessel 関数の零点を分点に持つ数値積分公式, 与えられた領域内の零点をすべて探索する手法について検討・実装を行う.

§ 研究方法と内容

(1) 精度保証付き数値計算に適した q-特殊関数の解析的表示

特殊関数の中には数値計算に適した解析的表示を持つものがある. 例えば gamma 関数は Spouge 近似, Lanczos 近似とよばれる解析的表示を持つが, q-gamma 関数においてはこのような公式の類似物は知られていない. このような公式が得られるかどうか考察することは q-特殊関数の精度保証付き数値計算法を確立するうえでは欠かせない点である.

(2)q-特殊関数の零点

研究の背景で述べた Krawczyk 法は簡易 Newton 法に対して, 区間幅の増大を抑える技術である平均値形式を適用することで構築される. したがって, **q-Krawczyk 法**を構成するには q-簡易 Newton 法と q-平均値形式が必要になる. まず, **q-簡易 Newton 法**の収束定理を示す . これを示すには, 簡易 Newton 法の収束定理での議論を参考にする. q-Krawczyk 法を構成できたら, 零点が一意性を持つための条件などについて調べる. さらに上記と同時並行して, 研究の背景で言及した**q-区間 Newton 法**について, 収束の速さなどの性質を調べていく.

特殊関数の零点には様々な応用がある. 例えば直交多項式の零点を分点とする数値積分公式の一群は Gauss 型積分公式と総称される. また, Ogata-Sugihara 等によって Bessel 関数の零点を分点とする数値積分法が研究されている. 申請者は q-特殊関数の零点に関する研究を応用して, q-Bessel 関数の零点を分点に持つ数値積分公式の開発を目指している. 具体的には, q-Bessel 関数の零点を分点とした際に適した補間手法の開発を行っていく.

q-Bessel 関数の零点を分点に持つ数値積分公式の開発を行なうには, 積分区間内にある q-Bessel 関数の零点をすべて探索する必要がある. 与えられた領域内で関数の零点をすべて探索する実装は [6, 8] にあるので, これらを q-Bessel 関数向けに改良できないか検討を行う.

(3)q-Newton 法

研究の背景で述べた Krawczyk 法は収束が遅いゆえに, Newton 法と組み合わせて使われる. そのため q-Krawczyk 法の運用には q-Newton 法が必要になりうる. これまで Newton 法は様々な観点から研究されてきたが, q-Newton 法に関する研究は少ない. 以下, 両手法の研究状況をまとめた表を示す.

	Newton 法	q-Newton 法
$\mathbb{R}$ での収束の速さ	既知	Rajković-Stanković-Marinković (2002)
$\mathbb{C}$ での収束の速さ	cf: Henrici (1974)	未知 (本研究で解明を目指す)
複素力学系の観点からの研究	多数	なし (本研究で行う予定)
収束を加速させるための研究	Gerlach (1994) など	なし (本研究で行う予定)
ゼロ除算を回避するための研究	なし	なし (本研究で行う予定)

Newton 法では複素力学系の観点からの研究により, 零点を見つけるために必要な初期値の個数や計算回数の評価が導出された. よって q-Newton 法でも複素力学系の観点からの研究により, 零点を見つけるために必要な初期値の個数や計算回数の評価ができるようになると期待できる.

(4)q-微分

q-Newton 法, q-区間 Newton 法, q-Krawczyk 法は Newton 法, 区間 Newton 法, Krawczyk 法に含まれる微分を q-微分に置き換えることで作ることができる. q-解析学の中で標準的に使われている q-微分が Jackson 微分である [1]. Jackson 微分以外にも様々な q-微分があり, それらの研究状況をまとめた表を示す.

	Jackson 微分以外の q-微分	Jackson 微分
q-解析学の観点からの研究	多数	[1] を参照
数値計算への応用	なし (本研究で行う予定)	Rajković-Stanković-Marinković (2002)
精度保証付き数値計算への応用	なし (本研究で行う予定)	なし (本研究で行う予定)

Jackson 微分以外の q-微分を使って q-Newton 法, q-区間 Newton 法, q-Krawczyk 法を構成して, Jackson 微分を使った場合と比べて区間幅がどうなるか, 収束の速さがどうなるかの比較を行う.

§ 所属研究室の研究との関連において申請者が担当する部分

申請者の所属研究室においては, 数理物理学, 非線型微分・差分方程式, 非線形波動 (ソリトン等), 力学系, 流体力学, 数値計算法に関する話題を扱っており, 申請者は数値計算法に関する部分を担当している.

申請者登録名　金泉大介

(3) 研究の特色・独創的な点

次の項目について記載してください。
① これまでの先行研究等があれば、それらと比較して、本研究の特色、着眼点、独創的な点
② 国内外の関連する研究の中での当該研究の位置づけ、意義
③ 本研究が完成したとき予想されるインパクト及び将来の見通し

§ 特色, 着眼点, 独創的な点

微分方程式や力学系など様々な分野の問題に応用され, 強力なツールとなっている精度保証付き数値計算を q-特殊関数に応用し, その性質を探索しようというのが本研究の着眼点である.

§ 当該研究の位置づけ, 意義

特殊関数の精度保証付き数値計算研究はこれまで他分野への応用と既存手法の改良を念頭に行なわれてきたが, 申請者による研究とは異なり, 関数の性質を探索しようという目的はなかった.

§ 予想されるインパクト及び将来の見通し

q-特殊関数の精度保証付き数値計算により, グラフを描くことが可能になり, 先行研究で気づくことができなかった q-特殊関数の性質に気づくきっかけになりうる.

また, 本研究の完成により q-特殊関数の性質に対する理解が深まることで, q-特殊関数によって記述される確率微分方程式[3, 4] などに対する理解も進むと見込まれる.

可積分系などの分野では, q-特殊関数の拡張である楕円特殊関数が現れる [1]. 本研究の完成は楕円特殊関数の精度保証付き数値計算につながる可能性がある.

(4) 年次計画

申請時点から採用までの準備状況を踏まえ、DC1 申請者は１～３年目、DC2 申請者は１～２年目について、年次毎に記載してください。元の枠に収まっていれば、年次毎の配分は変更して構いません。

（申請時点から採用までの準備）

q-Bessel 関数 $J_\nu(x;q)$ の精度保証付き数値計算法について, 数値実験を繰り返しながらその有効範囲を検証し, 研究成果をまとめて論文投稿を行うとともに研究成果及び今後の展望をまとめ修士論文とする.

（１年目）

q-特殊関数の零点探索について研究を行う. 具体的には Jackson 微分を用いて, q-特殊関数向けに Krawczyk 法, 区間 Newton 法を改良した q-Krawczyk 法, q-区間 Newton 法を構成して, その性質を調べる. これが完了次第, Jackson 微分以外の q-微分を用いて q-Krawczyk 法, q-区間 Newton 法を構成して, Jackson 微分を用いた場合との比較を行う. また, q-簡易 Newton 法の収束定理を示す. 簡易 Newton 法の収束定理からは様々な系が得られるということが知られているのでその類似物が得られるかについても調べる. ここまで述べた手法は全て初期値をとる必要のあるものなので, 初期値のとり方についても研究をする.

また, **与えられた区間内の零点をすべて探索できるプログラムの開発**も行う. 与えられた区間内で関数の零点をすべて探索する実装は [6, 8] にあるので, これらを q-特殊関数向けに改良できないか検討を行う.

さらに Jackson 微分を用いた q-Newton 法, q-Krawczyk 法, q-区間 Newton 法において**ゼロ除算を回避**して反復を続けるための研究を行う. これができたら Jackson 微分以外の q-微分を用いる場合に移行する.

（２年目）

前年に続いて **q-特殊関数の零点探索**について研究を行う. Airy 関数, Bessel 関数の $\mathbb{C}$ 上における零点の探索については Gil-Segura (2014), Segura (2013) 等の先行研究があるので, これを q-Airy 関数, q-Bessel 関数向けに再構築できないか検討する. これができたら与えられた複素領域内の零点をすべて探索できるプログラムの開発も行う.

申請者登録名　金泉大介

（年次計画の続き）

また $|\nu| \to \infty$ としたときの q-Bessel 関数の解析的表示を導き, q-Bessel 関数の精度保証付き数値計算についてさらなる改良を図る.

さらに, q-Newton 法を複素力学系の観点から見た研究を開始する. 具体的には q-Newton 法が収束する初期値の集合, q-Newton 法が収束しない初期値の集合について研究を行う.

(３年目）(DC ２は記入しないでください。)

q-Bessel 関数の零点を分点に持つ数値積分公式の開発を行なう. 具体的には, q-Bessel 関数の零点を分点とした際に適した補間手法の開発を行い, 誤差評価を得る. そして開発した数値積分公式がどのような関数の積分に適しているかについても研究する.

さらに, 前年の q-Newton に関する研究の応用として, q-Newton 法で根を見つけるために必要な初期値の個数や計算回数の評価を導く. また, ここまでの研究において興味深い結果を得ることができたら積極的に論文投稿を行う. そして研究成果を博士論文にまとめる.

(5) 人権の保護及び法令等の遵守への対応

本欄には、研究計画を遂行するにあたって、相手方の同意・協力を必要とする研究、個人情報の取り扱いの配慮を必要とする研究、生命倫理・安全対策に対する取組を必要とする研究など法令等に基づく手続きが必要な研究が含まれている場合に、どのような対策と措置を講じるのか記述してください。**例えば、個人情報を伴うアンケート調査・インタビュー調査、国内外の文化遺産の調査等、提供を受けた試料の使用、侵襲性を伴う研究、ヒト遺伝子解析研究、遺伝子組換え実験、動物実験など**、研究機関内外の情報委員会や倫理委員会等における承認手続きが必要となる調査・研究・実験などが対象となりますので手続きの状況も具体的に記述してください。

なお、該当しない場合には、その旨記述してください。

本研究は該当しない.

申請者登録名　金泉大介

ＤＣ

4. 【研究成果等】（下記の項目について申請者が中心的な役割を果たしたもののみ項目に区分して記載してください。その際、通し番号を付すこととし、該当がない項目は「なし」と記載してください。申請者にアンダーラインを付してください。論文数・学会発表等の回数が多くて記載しきれない場合には、主要なものを抜粋し、各項目の最後に「他○報」等と記載してください。査読中・投稿中のものは除く）

(1) **学術雑誌等（紀要・論文集等も含む）に発表した論文、著書**（査読の有無を区分して記載してください。査読のある場合、印刷済及び採録決定済のものに限ります。）
著者（申請者を含む全員の氏名（最大 20 名程度）を、論文と同一の順番で記載してください。）、題名、掲載誌名、発行所、巻号、pp 開始頁－最終頁、発行年をこの順で記入してください。

(2) **学術雑誌等又は商業誌における解説、総説**

(3) **国際会議における発表**（口頭・ポスターの別、査読の有無を区分して記載してください。）
著者（申請者を含む全員の氏名（最大 20 名程度）を、論文等と同一の順番で記載してください。）、題名、発表した学会名、論文等の番号、場所、月・年を記載してください。発表者に○印を付してください。（発表予定のものは除く。ただし、発表申し込みが受理されたものは記載しても構いません。）

(4) **国内学会・シンポジウム等における発表**
⑶と同様に記載してください。

(5) **特許等**（申請中、公開中、取得を明記してください。ただし、申請中のもので詳細を記述できない場合は概要のみの記述で構いません。）

(6) **その他**（受賞歴等）

(1) 学術雑誌 (紀要・論文集等も含む) に発表した論文、著書

(査読有り)

(査読なし)

(2) 学術雑誌等又は商業誌における解説・総説
該当なし
(3) 国際会議における発表
該当なし
(4) 国内学会・シンポジウムにおける発表

1. ∘ 金泉大介, 丸野健一, q-Bessel 関数の精度保証付き数値計算, 日本応用数理学会若手の会主催第 2 回学生研究発表会, 東京大学工学部, 2017 年 3 月 5 日.
2. ∘ 金泉大介, 丸野健一, q-Bessel 関数の精度保証付き数値計算, 日本応用数理学会第 13 回研究部会連合発表会, 電気通信大学, 2017 年 3 月 6 日-7 日.
3. ∘ 金泉大介, 丸野健一, q-Bessel 関数と q-Airy 関数の精度保証付き数値計算, 第 46 回数値解析シンポジウム, 滋賀県グリーンパーク想い出の森, 2017 年 6 月 28 日-6 月 30 日.
4. ∘ 金泉大介, 丸野健一, q-Bessel 関数の積分表示と q-超幾何関数を用いる精度保証付き数値計算法, 日本応用数理学会 2017 年度年会, 武蔵野大学有明キャンパス, 2017 年 9 月 6 日-8 日.
5. ∘ 金泉大介, 丸野健一, Jackson の第 2 種 q-Bessel 関数の精度保証付き数値計算, 平成 29 年度九大応力研共同利用研究集会"非線形波動研究の新潮流 -理論とその応用-", 九州大学筑紫地区筑紫ホール, 2017 年 11 月 9 日-11 日.
6. ∘ 金泉大介, 丸野健一, Jackson の第 2 種 q-Bessel 関数の精度保証付き数値計算, 第 1 回 精度保証付き数値計算の実問題への応用研究集会, 北九州国際会議場, 2017 年 12 月 9-10 日.
7. ∘ 金泉大介, 丸野健一, 乗積公式と積分による q-gamma 関数の精度保証付き数値計算, 2017 年度応用数学合同研究集会, 龍谷大学瀬田キャンパス, 2017 年 12 月 14-16 日.

(5) 特許等
該当なし
(6) その他
該当なし

申請者登録名　金泉大介

5.【研究者を志望する動機、目指す研究者像、自己の長所等】

日本学術振興会特別研究員制度は、我が国の学術研究の将来を担う創造性に富んだ研究者の養成・確保に資することを目的としています。この目的に鑑み、申請者本人の研究者としての資質、研究計画遂行能力を評価するために以下の事項をそれぞれ記入してください。

① 研究者を志望する動機、目指す研究者像、自己の長所等

② その他、研究者としての資質、研究計画遂行能力を審査員が評価する上で、特に重要と思われる事項（特に優れた学業成績，受賞歴，飛び級入学，留学経験，特色ある学外活動など）

1. 研究職を志望する動機、目指す研究者像、自己の長所等

§ 研究職を志望する動機

申請者は研究者を自らのあるべき姿として, 科学を" 夢を与えるもの" として捉えながら育った. 中高生時代に囲碁教室に通っていた際は, 定石の研究討論に打ち込む上級生たちの姿を通して人と議論することの大切さを学んだ. 高校時代の数学担当教員は大学教員でもあり, その方からは大学受験を目的とした数学的知識のみならず, 数学が物理や経済などの実問題でどのように役立つか, そして学問に取り組む姿勢を学んだ.

子供たちや若者にとってゆるぎない規範と夢が存在することは優秀な人材の育成につながり, 社会全体を良い方向に導くと確信している. これゆえ, 科学への貢献を通して夢を与え, 自学自習と自治自律を体現することで学生たちにとって規範となりうる研究職を申請者は志望している.

§ 目指す研究者像

申請者は科学に貢献し, 学生たちにとって規範となるだけでなく, 異なる分野の研究者たちを結び付けられるような研究者を目指している. 異なる分野の視点が学術的ブレークスルーを起こした例は数値計算に限らず多々ある. 例えば申請者と指導教員による研究成果は, 可積分系の専門家たち等による q-特殊関数に関する知見と, 精度保証付き数値計算の技術を組み合わせてできたものである. 分野横断的な交流と議論は今後の研究遂行に欠かせない.

精度保証付き数値計算は線形計算から微分方程式の数値計算まで, 多くの分野をカバーし発展を遂げてきた. 今はその技術の普及が求められている. 申請者は積極的な研究発表と後進の育成を通してこのような要請にも応えることを目指している.

§ 自己の長所

申請者の長所は未経験・未習のもの (プログラミング言語や数学公式) でも適切な論文・書籍などの情報（日本語・英語）を自ら探して読んで理解し、その知識をすぐに研究開発に活用できることである. 文献の内容が理解できなければ躊躇することなく国内外の著者に質問することも心掛けている. これらの能力は今までの研究成果を構築するうえでも非常に大きく役立っている.

また学内外の研究会に積極的に参加し, 国内外の研究者や学生, 社会人との議論や交流に努めている.

2. 自己評価をする上で、特に重要と思われる事項

§ 特に優れた学業成績　語学試験の成績と留学経験

申請者は学部在学中に統計検定 2 級 (2015 年), TOEFL ITP 587 点 (677 点満点, 2013 年), TOEFL iBT 77 点 (120 点満点, 2014 年), TOEIC IP 925 点 (990 点満点, 2015 年) を取得した.

申請者は 2014 年 2 月, 米国 NPO 法人"Volunteers in Asia"がサンフランシスコで主催する"Exploring Social Innovation" プログラムに参加した. 帰国後, 当該プログラムの同窓会組織立ち上げに携わり, 渉外, 総務, 広報, 代表を歴任した. また 2014 年 8 月には公益財団法人イオン環境財団が主催するアジア学生環境フォーラムに参加した.

§ 特色ある学外活動　学内における教育活動と社会活動

申請者は理工系の学部生からの数学に関する質問対応に週 1 回従事しただけでなく, 数値計算に関する講義などで TA として従事した. また, 申請者は早稲田大学で開催された並列計算の国際研究集会である SIAM PP 18 において補助員として従事した.

申請者登録名　金泉大介