

ウィキペディア
フリー百科事典

宇宙際タイヒミュラー理論

出典: フリー百科事典『ウィキペディア (Wikipedia)』

宇宙際タイヒミュラー理論（うちゅうさいタイヒミュラーりろん、英語: **Inter-Universal Teichmüller Theory**、略称: **IUT**）は、数学者・望月新一によって開発された、数論におけるさまざまな予想、特にABC予想を解く要件^[1]の考察により、遠アーベル幾何などを拡大した圏の宇宙際 (IU) 幾何を構想した数学理論である^[2]。望月によれば、自身が2000年代に開発した、p進タイヒミュラー理論、楕円曲線のホッジ・アラケロフ理論、および、数論的log Scheme圏論的表示の構成等が続いた、いわば「楕円曲線を備えた数体のタイヒミュラー理論の算術版」であり、「一点抜き楕円曲線付き数体」の「数論的タイヒミュラー変形」を遠アーベル幾何等を用いて「計算」する数論幾何学の理論である。ノッティンガム大学で純粋数学の教授を務めるイヴァン・フェセンコはIU幾何を遠アーベル幾何から派生した新たな類体論に位置付けている^{[3][4]}。

歴史

宇宙際タイヒミュラー理論は、2012年8月30日、京都大学数理解析研究所 (RIMS) の望月新一により、プレプリントとして公表された^[5]。公開後にまもなくイヴァン・フェセンコにより論文が取り上げられた^[6]が、望月の新たな数学的手法と言語により「査読に時間がかかるだろう」と報じられた^[7]。上記のプレプリントは、7年半にわたる査読の審査を経て、2020年2月5日、査読を通過し、2021年3月に、RIMSが編集する論文誌PRIMSの特別号に掲載された^[8]。査読通過の発表後、雑誌ネイチャーは、望月の論文に対するショルツェとスティックスの指摘（後述）は致命的であり、望月の反論にもかかわらず、「数学コミュニティの大勢はこの問題が決着したと考えている」と述べる複数の匿名の専門家のコメントを紹介し、「論文の査読通過によって、この状況が変わることはないだろう」との見方を示した^[9]。

指摘事項

7年余の間に、1000以上となる論文の質問があり、回答^[10]、指摘事項の修正や語句訂正等で100以上となる更新版とその改定内容^[11]が公開された。

2012年10月、ヴェッセリン・ディミトロフ^[12]とアクシェイ・ヴェンカテシュにより「エタール・テータ関数が素数 "2" で分割する悪い場所においては正しく機能しなくなる」障害に基づく数値的な有効性の指摘^[13]があった。望月は改定版^[14]を公開した。この修正で論文中のディオファントス的不等式中の定数の数値は明示されない形に変更されたが、本質的結果は影響されない。その後、2022年7月、楕円曲線の6等分点を用いて、論文中のディオファントス的不等式中の定数の数値を明示したもの（非明示的な「定数」が現れない）に変更した、ヴォイチェフ・ポロウスキ、南出新、星裕一郎、イヴァン・フェセンコ、望月新一らの査読論文が、東京工業大学が編集する数学論文誌Kodai Mathematical Journalに掲載された^{[15][16]}。この結果により、宇宙際タイヒミュラー理論によるフェルマーの最終定理の新たな証明^[17]を得たとされる。

2018年3月、ペーター・ショルツェとジェイコブ・スティックスが京都大学を訪れ、望月と星裕一郎は彼らと5日間議論し^{[18][19]}、双方による議論のレポートの作成につながった。ショルツェとスティックスは、2018年5月および2018年9月に公開した10ページのレポートで、論文IUTT-IIIの系3.12の論理過程で反例があると主張した^[20]。ショルツとスティックスによれば、望月の方法では「エッシャーの階段」（正しくはペンローズの階段あるいはシェパードトーン。いわゆる不思議の環の一つ。）のように「ぐるぐるまわっているのに昇り（あるいは降り）つづける」^[注1]といったことが起き、矛盾がないようにした場合、不等式は無意味になるという^[21]。一方で望月は、

反例でIUT理論の前提にいくつかの簡略化が行われ、それらが誤りであるとして、ショルツェとスティックスが公開したそれぞれのレポートに、彼の理論の誤解を指摘し反論するレポート[22][23]を公開した。また、2021年3月、望月はIUT理論の論理展開について詳しく解説する論文を公開[24]した。同論文で、理論の論理構造が論理的なAND “ \wedge ”であるが、OR “ \vee ”に取り違える簡略化による誤りが生じる、と主張した。

論文に対する反応

2021年7月、ボン大学教授のペーター・ショルツェはZentralblatt Math誌で望月IUT論文に批判的なレビューを寄稿[25]した。内容は2018年に指摘した反例の回答に対する不満足を主張するものである。

2022年4月、エクスター大学教授のモハメド・サイディはMath Reviews誌の書評で、宇宙際タイヒミュラー理論の系3.12に関連した定理3.11を肯定するレビュー[26]を寄稿した。

サーベイ

2015年、イヴァン・フェセンコによって、望月の宇宙際タイヒミュラー理論のサーベイ論文が発表された[27]。2017年9月1日、RIMSの山下剛から宇宙際タイヒミュラー理論に対するサーベイ論文が発表された[28]。

ワークショップ、研究集会

2015年から、IUTに関するワークショップが順次で開催[29]され、日本国内では2015年3月にRIMSで、国際ワークショップは2015年7月に北京、2015年12月にオックスフォード、2016年7月[30]および2021年9月[31]にRIMS等で開催された。国際ワークショップは100人以上の参加者を集めた。これらのワークショップのプレゼンテーションはオンラインで見ることができる[32][33]。

オックスフォードでのワークショップの参加者のブライアン・コンラッドは「準備論文の理解に大きな進展があったが、本論文の検討にはたどり着けなかった。」と感想を述べている[34]。

2021年8月から9月、将来数学分野のリードと研究者育成を目的とした訪問滞在型国際共同研究[35]として、京都大学数理解析研究所RIMSで「宇宙際タイヒミュラー理論の拡がり」をテーマとした研究集会が開催[36]され、85人以上の国際共同研究者[37]を集めた。これらの研究集会のプレゼンテーションは数学者に向けたリンク[38]からオンラインで見ることができる。

記者会見

2020年4月、PRIMS特別編集委員会の記者会見で共同編集委員長の柏原正樹、玉川安騎男は、記者会見を行い、望月論文の査読受理を発表した[39]。なお、論文の査読者は公表されていない。

柏原正樹のコメント「ABC予想を証明した望月氏の論文が正しいものであると判断した。」[40]

玉川安騎男のコメント「内容に懐疑的な海外の数学者もごく少数いるが、反論は出尽くしており、今後も平行線のままではないか」[41]

特別編集委員会全体のコメント「望月教授自身が反論もしており、（ショルツェ教授からの）再反論もない」[42]

また、論文掲載に際して、玉川安騎男は「今回掲載されたものが未来に残る最終確定のものだ」とコメントした^[43]。

なお、投稿の際、PRIMS編集長の望月が投稿する場合は編集から排除する取り決めにより、玉川安騎男を編集長（その後に柏原正樹が共同編集長で参加）とする特別編集委員会が設置されている^[44]。

テレビ番組

2022年4月、NHK制作のドキュメンタリー番組『NHKスペシャル 数学者は宇宙をつなげるか？ abc予想証明をめぐる数奇な物語』（制作統括：井手真也、春日真人）が放送^{[45][46]}された。放送では、ABC予想を証明するためには「数学の世界に混ざり合うように存在しているたし算とかけ算を分離する」必要が根底にあり、望月のアイデアは「かけ算は成立するけど、たし算が成立しない数学世界を作ること、たし算とかけ算を独立して扱う」手法の理論であると説明された。理論には、望月新一のかつての指導教授であったゲルト・ファルティンクス等の「これまでの数学との違いを分かりやすく説明する言葉を見つけてほしい」等の意見があることが紹介され、一方、望月からは論理展開を詳しく解説するレポート^[24]の公開で対応^[47]していることが紹介された。同放送の評価に関しては、望月が自身のブログで2022年5月2日^[48]と2023年1月1日^[49]の2回に渡り取り上げており、特に番組後半について「著しい誤解・混乱を拡散したことになり(...)極めて遺憾」としている。

また、上記テレビ番組の短縮版とも言える「笑わない数学 #10 abc予想」も、2022年9月14日にNHKで放送され、「理論の出発点に限って、ごく単純化して」IUTの内容が説明された^[50]。

宇宙際幾何学センター(IUGC)の設立と、IUT理論に関する2つの国際的な賞の創設

2023年6月日本財団ドワンゴ学園準備会（理事長：山中伸一）は、ZEN大学（仮称、設置構想中）の研究機関である宇宙際幾何学センター（Inter-Universal Geometry Center; 略称IUGC）を設立し、所長に加藤文元 東京工業大学名誉教授、副所長にイヴァン・フェセンコ ウォーリック大学特任教授・清華大学客員教授が就任することを発表した^{[51][52]}。さらに同年7月IUGCは、IUT理論の普及と発展を促すことを目的に、IUT理論に関する2つの国際的な論文賞「IUT Innovator Prize」「IUT Challenger Prize」を創設すること、及び「第1回IUGCカンファレンス」を2024年4月東京にて開催予定であることを発表した^{[53][54]}。なお「IUT Innovator Prize」は、IUT理論とその関連分野における新しい重要な発展を含む論文を対象とし、2024年から10年間に渡り毎年受賞者1名に賞金2万ドル～10万ドルを贈呈する予定（賞金の額は論文内容の新規性や寄与の重要性に応じて決定）^[55]。「IUT Challenger Prize」はドワンゴ創業者川上量生個人による賞として、IUT理論について理論の本質的な欠陥を示した論文を執筆した最初の数学者に贈られ、賞金100万ドルが授与される予定^{[56][57]}。

理論の範囲

宇宙際タイヒミュラー理論は、数論幾何学における望月の2000年代からの研究の続きである。これら理論は、国際的な数学界によって査読され、好評を得ており、遠アーベル幾何学への主要な貢献、および p 進タイヒミュラー理論^[注2]、ホッジ・アラケロフ理論およびフロベニオイド圏の開発を含む。これは、ABC予想および関連する予想をより深く理解することを目的として明示的に参照して開発されたものであり、これら既存の理論の上にIUT理論は成り立って^[58]いる。

幾何学的な設定では、IUTの特定のアイデア^{[1][2]}に類似したものが、幾何学的なスピロ不等式のフョードル・ボゴモロフによる証明に現れる^[59]。

IUTの重要な前提条件は、望月の単遠アーベル幾何学^[注 3]とその強力な再構成結果である。これにより、その基本群または特定のガロア群の知識から、数体上の双曲線に関連するさまざまなスキーム理論オブジェクトを取得できる。IUTは、単遠アーベル幾何学のアルゴリズムの結果を適用して、算術変形を適用した後、関連するスキームを再構築する。主要な役割は、望月のエタルシータ理論で確立された3つの剛性によって演じられる。

大まかに言えば、乗法的情報から加法構造を遠アーベル的な復元^[61]を行い、算術変形は与えられた環の乗算を変更し、タスクは加算が変更された量を測定すること^[62]である。

遠アーベル的な復元、変形手順のインフラストラクチャは、 Θ リンクやlogリンクなど、いわゆるホッジ劇場間の特定のリンクによってデコードされる^[63]。

これらのホッジ劇場は、IUTの2つの主要な対称性を使用する。乗法演算と加法幾何学である。ホッジ劇場は、アデルやイデルなどの古典的オブジェクトをグローバル要素に関連して一般化し、一方で、望月のホッジ・アラケロフ理論に登場する特定の構造を一般化する。劇場間のリンクは、環またはスキーム構造と互換性がなく、従来の数論幾何学の外部で実行される。ただし、それらは特定の群構造と互換性があり、絶対ガロア群や特定のタイプの位相群はIUTで基本的な役割を果たす。関数性の一般化である多重放射性の考慮事項は、3つの穏やかな不確定性を導入する必要があることを意味している^[63]。

数論の結果

IUTは主に、数論におけるさまざまな予想、特にディオファントス問題の解析に適用されるが、次のようなより多くの幾何学的予想に適用される。

最初の進展は、宇宙際タイヒミュラー理論の原論文^[64]の帰結による、弱いABC予想、楕円曲線ではスピロ予想、楕円曲線のFrey予想、曲線ではヴォイタ予想への適用である。これらのオブジェクトの算術情報を、フロベニオイド圏の設定に変換することである。この側の追加の構造により、主張された結果に変換されるステートメントを推測することができると主張されている^[65]。

2つめの進展としては、2022年7月に数学誌Kodai Mathematical Journalに掲載された、ヴォイチェフ・ポロウスキ、南出新、星裕一郎、イヴァン・フェセンコ、望月新一らの査読付き論文^[16]で、IUT理論に登場する不等式を数値的に明示的な形に帰結され、強いABC予想の証明、デュサールの式、およびフェルマーの最終定理の別証明への適用を拡げた。

3つめの進展としては、IUTにおけるテータ関数を、メリン変換によってリーマンのゼータ関数と関係させることができるのではないかと期待しての研究^[66]で、宇宙際タイヒミュラー理論と、リーマンゼータ関数を一般化したDirichlet L関数の零点の間に数学的な関係があったとされ^[67]て、L関数の零点^{[68][69]}で応用が検討されている。

その他の進展としては、高機能暗号への暗号理論的な検討^{[70][71]}などで、応用が検討されている。

脚注

注釈

1. [^] たとえば、対数螺旋の拡大もしくは縮小は、適当な回転によって元の螺旋と一致する。
2. [^] p 進数についてのタイヒミュラー空間の理論（タイヒミュラー理論は、リーマン面についてのモジュライ空間の理論で、タイヒミュラー空間はドイツの数学者オズヴァルト・タイヒミュ

ラーに因む)。

3. ^ 単(mono-)遠アーベル幾何学とは、数体または他のいくつかの体にわたる特定のクラスの双曲的曲線について、その代数的基本群からその曲線を復元するものである。単遠アーベル幾何学の主要な結果は望月の「絶対遠アーベル幾何学」などにある。“「復元」の操作は一種のアルゴリズムであり、コンピュータのソフトウェアに似ています。IUT論文も、「復元」のアルゴリズムとして、ステートメントは長いが証明は自明という定義や命題を積み重ねていくことによって高度に非自明な構造を作り上げています。”^[60]

出典

1. ^ **a b** “数論的log schemeの圏論的表示から見た楕円曲線の数論 (北海道大学 2003年11月) ([https://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~motizuki/Suuronteki%20log%20scheme%20no%20kenrontekihyouji%20kara%20mita%20daen%20kyokusen%20no%20suuron%20\(Hokudai%202003-11\).pdf](https://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~motizuki/Suuronteki%20log%20scheme%20no%20kenrontekihyouji%20kara%20mita%20daen%20kyokusen%20no%20suuron%20(Hokudai%202003-11).pdf))”. 2021年5月30日閲覧。
2. ^ **a b** “宇宙際タイヒミューラー理論への誘 (いざな) い ([https://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~motizuki/Uchuusai%20Taihimyuuraa%20riron%20he%20no%20izanai%20\(2015-02\).pdf](https://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~motizuki/Uchuusai%20Taihimyuuraa%20riron%20he%20no%20izanai%20(2015-02).pdf))”. 2021年5月30日閲覧。
3. ^ “CLASS FIELD THEORY, ITS THREE MAIN GENERALISATIONS, AND APPLICATIONS ;EMS Surveys 8(2021) 107-133 (<https://ivanfesenko.org/wp-content/uploads/2021/11/232.pdf>)”. 2021年11月20日閲覧。
4. ^ “Higher adelic theory (<https://ivanfesenko.org/wp-content/uploads/2021/11/hat.pdf>)”. 2022年1月22日閲覧。
5. ^ “京都大学数理解析研究所 - プレプリント - (https://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/preprint/preprint_y2012.html)”. *www.kurims.kyoto-u.ac.jp*. 2021年4月17日閲覧。
6. ^ “On inter-universal Teichmüller theory of Shinichi Mochizuki (<https://www.maths.nottingham.ac.uk/plp/pmzibf/jltr.pdf>)”. <https://www.maths.nottingham.ac.uk/plp/pmzibf/mp.html>. +2021年5月30日閲覧。
7. ^ Ball, Peter (2012-09-10). “Proof claimed for deep connection between primes” (<https://www.nature.com/news/proof-claimed-for-deep-connection-between-primes-1.11378>). *Nature*. doi:10.1038/nature.2012.11378 (<https://doi.org/10.1038%2Fnature.2012.11378>) 2018年3月19日閲覧。.
8. ^ “EMS Press | Publications of the Research Institute for Mathematical Sciences Vol. 57 No. 1 (<https://ems.press/journals/prims/issues/1507>)” (英語). *ems.press*. 2021年5月30日閲覧。
9. ^ Castelvechi, Davide (2020-04-03). “Mathematical proof that rocked number theory will be published” (<https://media.nature.com/original/magazine-assets/d41586-020-00998-2/d41586-020-00998-2.pdf>) (英語). *Nature* **580** (7802): 177. doi:10.1038/d41586-020-00998-2 (<https://doi.org/10.1038%2Fd41586-020-00998-2>).
10. ^ “ABOUT CERTAIN ASPECTS OF THE STUDY AND DISSEMINATION OF SHINICHI MOCHIZUKI’S IUT THEORY (<https://www.maths.nottingham.ac.uk/plp/pmzibf/rapg.p>

df)". IVAN FESENKO. 2021年7月4日閲覧。

11. ^ Mochizuki, Shinichi (2012a), *Inter-universal Teichmüller Theory I: Construction of Hodge Theaters* (<http://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~motizuki/Inter-universal%20Teichmuller%20Theory%20I.pdf>)
Mochizuki, Shinichi (2012b), *Inter-universal Teichmüller Theory II: Hodge-Arakelov-theoretic Evaluation* (<http://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~motizuki/Inter-universal%20Teichmuller%20Theory%20II.pdf>)
Mochizuki, Shinichi (2012c), *Inter-universal Teichmüller Theory III: Canonical Splittings of the Log-theta-lattice* (<http://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~motizuki/Inter-universal%20Teichmuller%20Theory%20III.pdf>)
Mochizuki, Shinichi (2012d), *Inter-universal Teichmüller Theory IV: Log-volume Computations and Set-theoretic Foundations* (<https://web.archive.org/web/20161228071338/http://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~motizuki/Inter-universal%20Teichmuller%20Theory%20IV.pdf>), オリジナル (<http://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~motizuki/Inter-universal%20Teichmuller%20Theory%20IV.pdf>)の2016-12-28時点におけるアーカイブ。 2012年9月9日閲覧。
12. ^ Dimitrov, Vesselin (2016-01-14). "Effectivity in Mochizuki's work on the abc -conjecture" (<http://arxiv.org/abs/1601.03572>). *arXiv:1601.03572 [math]*.
13. ^ "ag.algebraic geometry - Philosophy behind Mochizuki's work on the ABC conjecture (<https://mathoverflow.net/questions/106560/philosophy-behind-mochizukis-work-on-the-abc-conjecture>)". *MathOverflow*. 2021年6月26日閲覧。
14. ^ "望月新一の最新情報 (<https://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~motizuki/news-japanese.html>)". *www.kurims.kyoto-u.ac.jp*. 2021年6月26日閲覧。
15. ^ "京都大学数理解析研究所 - プレプリント - (https://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/preprint/preprint_y2020.html)". *www.kurims.kyoto-u.ac.jp*. 2021年6月26日閲覧。
16. ^ ^a ^b Mochizuki, Shinichi; Fesenko, Ivan; Hoshi, Yuichiro; Minamide, Arata; Porowski, Wojciech (2022-06). "Explicit estimates in inter-universal Teichmüller theory" (<https://doi.org/10.2996/kmj45201>). *Kodai Mathematical Journal* **45** (2): 175-236. doi:10.2996/kmj45201 (<https://doi.org/10.2996%2Fkmj45201>). ISSN 0386-5991 (<https://www.worldcat.org/search?fq=x0:jrn&q=n2:0386-5991>). (要購読契約)
17. ^ "フェルマーの最終定理「おまけで証明」 IUT理論、京大・望月教授：朝日新聞デジタル (https://www.asahi.com/articles/ASPCR3DRNPCLULBJ008.html?iref=ogimage_rek)". 朝日新聞デジタル. 2022年7月4日閲覧。
18. ^ "REPORT ON DISCUSSIONS (<https://web.archive.org/web/20200512174445/http://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~motizuki/Rpt2018.pdf>)". *www.kurims.kyoto-u.ac.jp*. 京都大学数理解析研究所 (2020年5月12日). 2020年5月17日閲覧。
19. ^ Mochizuki, Shinichi. "March 2018 Discussions on IUTeich (<http://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~motizuki/IUTch-discussions-2018-03.html>)". 2018年10月2日閲覧。Web-page by Mochizuki describing discussions and linking consequent publications (following references), papers by Ivan Fesenko and a video by Fumiharu Kato of Tokyo Institute of Technology

20. ^ [“Why abc is still a conjecture \(https://ncatlab.org/nlab/files/why_abc_is_still_a_conjecture.pdf\)”](https://ncatlab.org/nlab/files/why_abc_is_still_a_conjecture.pdf). 2018年9月23日閲覧。
21. ^ [Titans of Mathematics Clash Over Epic Proof of ABC Conjecture \[1\] \(https://www.quantamagazine.org/titans-of-mathematics-clash-over-epic-proof-of-abc-conjecture-20180920\)/](https://www.quantamagazine.org/titans-of-mathematics-clash-over-epic-proof-of-abc-conjecture-20180920/)
22. ^ [“COMMENTS ON THE MANUSCRIPT BY SCHOLZE-STIX CONCERNING INTER-UNIVERSAL TEICHMÜLLER THEORY \(IUTCH\) \(https://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~motizuki/Cmt2018-05.pdf\)”](https://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~motizuki/Cmt2018-05.pdf). 2018年7月閲覧。
23. ^ Mochizuki, Shinichi. “Report on Discussions, Held during the Period March 15 - 20, 2018, Concerning Inter-Universal Teichmüller Theory (<http://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~motizuki/Rpt2018.pdf>)” . 2018年10月2日閲覧。 “the ... discussions ... constitute the first detailed, ... substantive discussions concerning negative positions ... IUTch.”
24. ^ [a b “ON THE ESSENTIAL LOGICAL STRUCTURE OF INTER-UNIVERSAL TEICHMÜLLER THEORY IN TERMS OF LOGICAL AND “ \$\wedge\$ ”/LOGICAL OR “ \$\vee\$ ” RELATIONS \(https://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~motizuki/Essential%20Logical%20Structure%20of%20Inter-universal%20Teichmuller%20Theory.pdf\)”](https://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~motizuki/Essential%20Logical%20Structure%20of%20Inter-universal%20Teichmuller%20Theory.pdf). 2022年4月16日閲覧。
25. ^ <https://zbmath.org/07317908> <https://zbmath.org/pdf/07317908.pdf> Mochizuki, Shinichi Inter-universal Teichmüller theory. I: Construction of Hodge theaters. (English) Zbl 07317908 Publ. Res. Inst. Math. Sci. 57, No. 1-2, 3-207 (2021). Reviewer: Peter Scholze (Bonn)
26. ^ “Mochizuki, Shinichi Inter-universal Teichmüller theory IV: Log-volume computations and set-theoretic foundations. Publ. Res. Inst. Math. Sci. 57 (2021), no. [1-2 (<https://mathscinet.ams.org/mathscinet-getitem?mr=4225476>), 627-723.]” . American Mathematical Society. 2022年4月23日閲覧。
27. ^ [“IVAN FESENKO \(https://www.maths.nottingham.ac.uk/plp/pmzibf/notesoniut.pdf\)”](https://www.maths.nottingham.ac.uk/plp/pmzibf/notesoniut.pdf). 2021年6月26日閲覧。
28. ^ [“Go Yamashita, A Proof of abc Conjecture After Mochizuki \(https://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~gokun/DOCUMENTS/abc_ver6.pdf\)”](https://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~gokun/DOCUMENTS/abc_ver6.pdf). 2021年6月26日閲覧。
29. ^ [“Symmetries and correspondences intra-disciplinary developments and applications 2015-2021 Workshops/seminars/meetings \(https://ivanfesenko.org/wp-content/uploads/2021/11/wp.pdf\)”](https://ivanfesenko.org/wp-content/uploads/2021/11/wp.pdf). 2022年7月9日閲覧。
30. ^ [“IUT Summit, RIMS workshop, July 18-27 2016 \(https://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~motizuki/RIMS-workshop-homepages-2016-2021/2016w/kyoto.iut.html\)”](https://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~motizuki/RIMS-workshop-homepages-2016-2021/2016w/kyoto.iut.html). www.kurims.kyoto-u.ac.jp. 2022年7月9日閲覧。
31. ^ [“Inter-universal Teichmüller Theory \(IUT\) Summit 2021 \(RIMS workshop, September 7 - September 10 2021\) \(https://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~motizuki/RIMS-workshop-homepages-2016-2021/w4/iut2.html\)”](https://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~motizuki/RIMS-workshop-homepages-2016-2021/w4/iut2.html). www.kurims.kyoto-u.ac.jp. 2022年7月9日閲覧。
32. ^ [“Oxford Workshop on IUT Theory of Shinichi Mochizuki, December 7–11 2015 \(https://www.maths.nottingham.ac.uk/personal/ibf/files/symcor.iut.html\)”](https://www.maths.nottingham.ac.uk/personal/ibf/files/symcor.iut.html). *University of Nottingham*. 2018年3月19日閲覧。

33. ^ “Inter-universal Teichmüller Theory Summit 2016 (RIMS workshop, July 18-27 2016) (<https://www.maths.nottingham.ac.uk/personal/ibf/files/kyoto.iut.html>)”. *University of Nottingham*. 2018年3月19日閲覧。
34. ^ Revell, Timothy (2017年12月18日). “Mathematician set to publish ABC proof almost no one understands (<https://www.newscientist.com/article/2156623-mathematician-set-to-publish-abc-proof-almost-no-one-understands/>)”. *New Scientist*. 2018年4月14日閲覧。
35. ^ “訪問滞在型研究 (https://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/kyoten/en/call_for_proposals.html)”. *www.kurims.kyoto-u.ac.jp*. 2022年7月4日閲覧。
36. ^ “Past RIMS Research Projects | RIMS (<https://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/kyoten/en/past.html>)”. *www.kurims.kyoto-u.ac.jp*. 2022年7月4日閲覧。
37. ^ “宇宙際タイヒミューラー理論の拡がり_ウェブページ (<https://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~motizuki/project-2021-english.html>)”. 2022年7月閲覧。
38. ^ “数学者に向けた宇宙際タイヒミューラー理論関連集会のビデオ閲覧の招待状 (<https://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~motizuki/Invitation%20to%20view%20IUT%20workshop%20videos.pdf>)”. 2022年7月10日閲覧。
39. ^ “現代数学の難問「ABC予想」を証明、論文掲載へ 京大・望月教授、8年越しで専門誌に | 文化・ライフ | 地域のニュース | 京都新聞 (<https://www.kyoto-np.co.jp/articles/-/209411>)”. 京都新聞. 2021年5月30日閲覧。
40. ^ INC, SANKEI DIGITAL (2020年4月3日). “数学の難問「ABC予想」証明 望月京大教授の論文、学術誌に掲載 (<https://www.sankei.com/article/20200403-EWYJ3VHDZFJ5JIDWRK46ACZ5Z4/>)”. 産経ニュース. 2021年5月30日閲覧。
41. ^ “難問「ABC予想」論文が掲載 京都大の望月教授が証明（共同通信） (<https://web.archive.org/web/20210305065058/https://news.yahoo.co.jp/articles/a077adc8b708393b6b968c0a4993eaa8ab27f371>)”. *Yahoo!ニュース*. 2021年3月5日時点のオリジナル (<https://news.yahoo.co.jp/articles/a077adc8b708393b6b968c0a4993eaa8ab27f371>)よりアーカイブ。2021年5月30日閲覧。
42. ^ “望月教授「ABC予想」証明 斬新理論で数学界に「革命」 京大数理研「完全な論文」 (<https://mainichi.jp/articles/20200403/k00/00m/040/295000c>)”. 毎日新聞. 2021年6月26日閲覧。
43. ^ “「数学史に刻まれる」偉業、難問「ABC予想」証明成功の論文掲載…京大教授：科学・IT：ニュース (<https://www.yomiuri.co.jp/science/20210307-OYT1T50142/>)”. 読売新聞オンライン (2021年3月7日). 2021年5月30日閲覧。
44. ^ “Preface to the Special Issue” (<https://ems.press/journals/prims/articles/201530>) (英語). *Publications of the Research Institute for Mathematical Sciences* **57** (1): 1. (2021-03-04). doi:10.4171/prims/57-1-0 (<https://doi.org/10.4171%2Fprims%2F57-1-0>). ISSN 0034-5318 (<https://www.worldcat.org/search?fq=x0:jrn1&q=n2:0034-5318>).
45. ^ “数学者は宇宙をつなげるか？ abc 予想証明をめぐる数奇な物語（前編） (<https://www.nhk.jp/p/special/ts/2NY2QQLPM3/blog/bl/pneAjJR3gn/bp/pzwyDRbMwp/>)”. 2022年4月16日閲覧。

46. ^ “数学者は宇宙をつなげるか？ a b c 予想証明をめぐる数奇な物語（後編） (<https://www.nhk.jp/p/special/ts/2NY2QQLPM3/blog/bl/pneAjJR3gn/bp/pBg9n63J4m/>)”. 日本放送協会. 2022年4月16日閲覧。
47. ^ “望月新一の最新情報 _ IUT理論の論理展開論文の更新記録 (<https://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~motizuki/news-japanese.html>)”. www.kurims.kyoto-u.ac.jp. 2022年7月9日閲覧。
48. ^ 2022年4月のNHKスペシャルに対する「合格発表」：前半はぎりぎり合格、後半は不合格 (<https://plaza.rakuten.co.jp/shinichi0329/diary/202205020000/>)
49. ^ 年頭所感 2023：組織的整備の進展とポアンカレの有名な格言、それから欧米の「心の貧困」 (<https://plaza.rakuten.co.jp/shinichi0329/diary/202301010000/>)
50. ^ 日本放送協会『「abc予想」 - 笑わない数学 (<https://www.nhk.jp/p/ts/Y5R676NK92/episode/te/2452P715YN/>)』。2023年7月7日閲覧。
51. ^ “現代数学の新たな可能性を追求する宇宙際幾何学センター（IUGC）設立 (<https://zen-univ.jp/project/iugc>)”. 研究プロジェクト. ZEN大学 (2023年6月6日). 2023年7月8日閲覧。
52. ^ “【世界で2番目のIUT理論研究拠点誕生】新しいオンライン大学「ZEN大学」設立に関する発表会 | IUGC 宇宙際幾何学センター (<https://www.youtube.com/watch?v=0VaEAVbTwHW>)”. YouTube (2023年6月6日). 2023年7月8日閲覧。
53. ^ “IUT理論に関する国際的な賞の創設および「第1回IUGCカンファレンス」を2024年開催 (<https://zen-univ.jp/iugc/topics/iikq1z8brpw>)”. TOPICS. Inter-Universal Geometry Center (2023年7月8日). 2023年7月8日閲覧。
54. ^ “研究集会 第1回IUGCカンファレンス (<https://zen-univ.jp/iugc/activities/events>)”. ACTIVITIES EVENTS. Inter-Universal Geometry Center (2023年7月7日). 2023年7月8日閲覧。
55. ^ “Prize (<https://zen-univ.jp/iugc/activities/prize>)”. ACTIVITIES. Inter-Universal Geometry Center (2023年7月7日). 2023年7月8日閲覧。
56. ^ “IUT Challenger Prizeの紹介 (<https://zen-univ.jp/iugc/activities/prize/challenger>)”. ACTIVITIES. Inter-Universal Geometry Center (2023年7月7日). 2023年7月8日閲覧。
57. ^ “「A B C予想」の証明理論、欠陥見つけたら賞金100万ドル…ドワンゴ創業者の私費で” (<https://www.yomiuri.co.jp/science/20230707-OYT1T50195/>). 読売新聞オンライン. (2023年7月7日) 2023年7月8日閲覧。
58. ^ “望月新一を指導教員に志望する学生・受験生諸君へ (<https://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~motizuki/students-japanese.html>)”. www.kurims.kyoto-u.ac.jp. 2022年7月9日閲覧。
59. ^ Mochizuki, Shinichi (2016), *Bogomolov's proof of the geometric version of the Szpiro conjecture from the point of view of inter-universal Teichmüller theory*, *Res. Math. Sci.* 3(2016), 3:6
60. ^ “PRIMS特別編集委員会、公開資料〔写真11/13〕 (<https://mainichi.jp/graphs/20200403/mpj/00m/040/003000f/11>)”. 毎日新聞. 2022年2月20日閲覧。
61. ^ “乗法的情報による加法構造の復元 (<https://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~yuichiro/talk20140804.pdf>)”. 星 裕一郎 (京都大学 数理解析研究所). 2020年4月16日閲覧。

62. ^ Fesenko, Ivan (2016), *Fukugen, Inference: International Review of Science, 2016* (<http://inference-review.com/article/fukugen>)
63. ^ ^a ^b Mochizuki, Shinichi (2016), *The mathematics of mutually alien copies: from Gaussian integrals to inter-universal Teichmüller theory* (<http://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~motizuki/Alien%20Copies,%20Gaussians,%20and%20Inter-universal%20Teichmuller%20Theory.pdf>)
64. ^ “宇宙際タイヒミュラー理論IV (<https://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~motizuki/Inter-universal%20Teichmuller%20Theory%20IV.pdf>)”. 2021年6月27日閲覧。
65. ^ Conrad, Brian (2015年12月15日). “Notes on the Oxford IUT workshop by Brian Conrad (<https://mathbabe.org/2015/12/15/notes-on-the-oxford-iut-workshop-by-brian-conrad/>)”. 2018年3月18日閲覧。
66. ^ “山下 剛 | 京都大学数理解析研究所 (<https://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/ja/list/yamashita.html>)”. *www.kurims.kyoto-u.ac.jp*. 2021年6月26日閲覧。
67. ^ “宇宙際幾何学のさらなる展開 (<https://kaken.nii.ac.jp/ja/file/KAKENHI-PROJECT-15K04781/15K04781seika.pdf>)”. 2021年6月27日閲覧。
68. ^ “From ABC to L: On singular moduli and Siegel zeroes Speaker: Christian T ´afula Santos (<https://www.maths.nottingham.ac.uk/plp/pmzibf/files/schedule4.pdf>)”. 2021年9月17日閲覧。
69. ^ “From ABC to L: On singular moduli and Siegel zeros ([https://dms.umontreal.ca/~tafula/hndt/absiegel_\(Sep21\).pdf](https://dms.umontreal.ca/~tafula/hndt/absiegel_(Sep21).pdf))”. 2021年9月17日閲覧。
70. ^ “New maths funds could improve everything from credit cards to weather forecasts (<https://inews.co.uk/opinion/maths-funding-boris-johnson-60m-391024>)” (英語). *inews.co.uk* (2020年1月28日). 2021年6月26日閲覧。
71. ^ “高機能な秘密計算暗号に向けた研究 (<https://kaken.nii.ac.jp/ja/grant/KAKENHI-PROJECT-19H01804/>)”. 2021年6月26日閲覧。

関連項目

- [遠アーベル幾何学](#)
- [類体論](#)

外部リンク

- Shinichi Mochizuki (1995-2018), *Papers of Shinichi Mochizuki* (<http://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~motizuki/papers-english.html>)
- Shinichi Mochizuki (2014), *A panoramic overview of inter-universal Teichmüller theory* (<http://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/%7Emotizuki/Panoramic%20Overview%20of%20Inter-universal%20Teichmuller%20Theory.pdf>)
- Yuichiro Hoshi; Go Yamashita (2015), *RIMS Joint Research Workshop: On the verification and further development of inter-universal Teichmüller theory* (<http://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~motizuki/Workshop%20on%20Verification%20and%20Further%20Development%20of%20Inter-universal%20Teichmuller%20Theory.pdf>)

[w.kurims.kyoto-u.ac.jp/~motizuki/2015-03%20IUTeich%20Program%20\(English\).pdf](http://w.kurims.kyoto-u.ac.jp/~motizuki/2015-03%20IUTeich%20Program%20(English).pdf)

- Ivan Fesenko (2015), [Arithmetic deformation theory via arithmetic fundamental groups and nonarchimedean theta functions, notes on the work of Shinichi Mochizuki](https://www.maths.nottingham.ac.uk/personal/ibf/notesoniut.pdf) (<https://www.maths.nottingham.ac.uk/personal/ibf/notesoniut.pdf>).
- Yuichiro Hoshi (2015) [Introduction to inter-universal Teichmüller theory, a survey in Japanese](http://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~yuichiro/intro_iut.pdf) (http://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~yuichiro/intro_iut.pdf)
- Ivan Fesenko (2015), [Oxford Workshop on IUT Theory of Shinichi Mochizuki](https://www.maths.nottingham.ac.uk/personal/ibf/files/symcor.iut.html) (<https://www.maths.nottingham.ac.uk/personal/ibf/files/symcor.iut.html>)
- Shinichi Mochizuki (2016), [The mathematics of mutually alien copies: from Gaussian integrals to inter-universal Teichmüller theory](http://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~motizuki/Alien%20Copies,%20Gaussians,%20and%20Inter-universal%20Teichmuller%20Theory.pdf) (<http://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~motizuki/Alien%20Copies,%20Gaussians,%20and%20Inter-universal%20Teichmuller%20Theory.pdf>)
- Ivan Fesenko; Shinichi Mochizuki; Yuichiro Taguchi (2016), [Inter-universal Teichmüller Theory Summit, RIMS workshop](https://www.maths.nottingham.ac.uk/personal/ibf/files/kyoto.iut.html) (<https://www.maths.nottingham.ac.uk/personal/ibf/files/kyoto.iut.html>)
- 星裕一郎:「宇宙際Teichmüller 理論入門 (2015年11月) (https://web.archive.org/web/20151124031705/http://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~yuichiro/intro_iut.pdf) (PDF)
- 星裕一郎:「続・宇宙際 Teichmüller 理論入門 (2018年9月) (http://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~yuichiro/introduction_to_inter-universal_teichmuller_theory_continued.pdf) (PDF)
- 京大数理研で行なわれたIUTeichに関する議論を纏めた報告書 (2019年2月現在) (<http://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~motizuki/Rpt2018.pdf>) (PDF)

関連書籍

- 加藤文元「宇宙と宇宙をつなぐ数学 IUT理論の衝撃」KADOKAWA, ISBN 978-4044004170 (2019年4月25日)。

「<https://ja.wikipedia.org/w/index.php?title=宇宙際タイヒミュラー理論&oldid=95927203>」から取得

■