

教育研究業績書

2025年05月07日

所属：社会情報学科

資格：教授

氏名：福井 哲夫

研究分野	研究内容のキーワード
情報工学, 情報数学, 計算物理学	STEM教育支援, ユーザインタフェース, 計算幾何学, 数式処理
学位	最終学歴
理学博士	大阪市立大学大学院 理学研究科 物理学専攻 博士課程 満期退学

教育上の能力に関する事項		
事項	年月日	概要
1 教育方法の実践例		
1. 「情報基礎数学」における統一的な数式入力UIを備えた数学eラーニング活用による教育	2024年9月～現在	数学教育にICTを活用する場合、学生が数式をデジタル入力する煩わしさが、障壁となっていた。この取組では、数学のオンラインテストやデジタル数学レポート作成などを容易にするため、インテリジェントな数式入力UIを統一的に備えた数学eラーニング環境を整備し、授業に導入し、学習者の意欲を引き出す工夫をした。学生からは自宅や自分の好きな時間に演習が可能で、数式の綺麗なレポートが作成できて、楽しく学習できたと好評であった。
2. 「ユーザインタフェース論」におけるアクティブラーニング形式の指導	2016年4月～現在	ユーザにとって使いやすい製品の考え方や評価指標、分析方法を指導した後、知識・技能の定着やスキルアップのために、第1に、実際のユーザインタフェースシステムを評価する演習を行わせる。第2に、受講者全員の評価データをグループワークによって分析させる。第3に、分析結果を分担して発表させるといって、アクティブラーニング形式を取り入れて指導している。
3. 「海外の生活情報研究」におけるヨーロッパ研修の引率指導	2014年4月～2015年3月	情報メディア学科の特色ある提供科目「海外の生活情報研究」において、10日間のヨーロッパ研修を引率した。欧州の世界的アート建築を観察するとともにメディアアートの祭典「アルス・エレクトロニカ」(オーストリアのリンツ市で開催される最新の情報と感性を刺激するシンポジウム)に参加して、教室では学べない現代メディアアートを体験させた。事前研修授業、事後研修授業も含め年間を通して指導した。
4. 大学院：研究題目「学習支援システムにおける数式入力改善に関する研究」の論文指導	2012年4月～2015年3月	武庫川女子大学大学院・生活環境学研究科・情報メディア学の博士課程大学院生に博士論文「学習支援システムにおける数式入力改善に関する研究」に至るまでの研究指導を行った。3年間の指導で、当該院生に3本の査読付き論文、2本の査読なし論文が学術誌等に掲載され、1件の国際会議への口頭発表をさせるなど、成果を上げた。なお、当該院生は2015年3月に博士の学位を取得し、現在大学研究者・教員として活躍している。
5. 自由課題作品の発表形式によるプログラミング演習	2008年4月～現在	情報処理におけるプログラミング能力の向上には、指示された課題をこなすだけでなく、みずから工夫・応用する努力が重要と考え、最終課題に自由作品コンテスト形式の発表会を行い、意欲の向上を図った。
2 作成した教科書、教材		
1. 「情報基礎数学」のための数学eラーニング教材およびそれと連動した教科書プリント教材	2024年9月～現在	「情報基礎数学」は数理統計・データサイエンスを学ぶための礎として必要な微分積分および線形代数入門を学習する内容である。数学eラーニング教材とはICTを活用した数学オンラインテスト27問、数学レポート問題25問や数学計算・実験プログラム集などであり、それを学ぶための教科書プリント(A4, 55ページ)をICT教材と連動させて作成した。学生からは解りやすく新しい知識を学べたと好評であった。
2. 「情報数学」実践的プログラム教材および解説プリント教材	2016年4月～現在	関数曲線やアニメーションおよびパズルゲームなど科目目的にそった独自のプログラミング教材を作成し、ゲームにおける本質的な概念や計算機の誤差・精度を

教育上の能力に関する事項		
事項	年月日	概要
2 作成した教科書、教材		
3. 「CGプログラミング」 サンプルプログラム集および解説プリント教材	2015年4月～2023年3月	<p>実体験できるように工夫した。また、3次元グラフィックスの数理も本学の学生のレベルに合わせた解説プリントを作成し、課題に取り組みさせて理解を向上させる工夫をした。</p> <p>プログラミングはコンピュータによる課題作成訓練が重要である。課題に取り組む意欲を高めるために、グラフィックスを多用した学生の興味を引く題材を工夫した。また、基本のサンプルプログラム集を配布し、動作を確認させ、発展的課題に取り組みさせて、スキルアップを図る工夫をした。</p>
4. 「情報科学への招待Ⅱ」 マルチメディア教材と連動した講義プリント教材	2014年4月～2023年3月	<p>シラバスに沿って、教科書のポイントであるソフトウェア関連の内容を整理してまとめている。特に、要所々々に空欄を作り、ノートを取らせるように工夫した。ICTを活用し、画像・動画や音声だけでなく実際の様々なソフトウェアを実演し、体験させる工夫を行った。具体的に理解できて分かりやすいと好評を得ている。</p>
3 実務の経験を有する者についての特記事項		
4 その他		
1. 西宮共通単位講座・講師	2021年5月19日	西宮市の大学連携共通単位講座「情報・メディア・社会」において「ゲームにみる情報数学」に関する講義を行い、これまで中学・高等学校で学んできた数学がゲームや社会に応用され、いかに役立っているかを紹介した。
2. 附属中高の数学教諭と連携し公開授業を実施	2018年11月15日	武庫川女子大学附属中高の古川明教諭（数学科）が考案した数学ドリル「メモリ暗算」を、情報メディア学科・福井ゼミの学生4人が、私の指導の下スマホやタブレットで使えるアプリにした。それを古川教諭が公開授業で中学1年生に実践し、我々がその授業を協力・サポートした。（学院ニュース参照）
3. 卓球部部长としてクラブ運営・学業両立支援	2017年4月～現在	学友会クラブ組織の一つである「卓球部」の部長として、クラブの運営、関西学生卓球連盟への参加、試合の引率、合宿指導、学業両立相談等の学生支援を行った。特に、現役部員であり学業成績も優秀な学生・団体を表彰する「All-Mukogawa Academic Student-Athlete Award」において、2017年度は4年部員が個人MVPとして表彰され、2018年度は学業成績最優秀団体として卓球部および個人の部でも3年部員が表彰された。
4. 西宮共通単位講座・講師	2012年7月5日	西宮市の大学連携共通単位講座「情報メディア学」において「情報のデジタル化」に関する講義を行い、情報のデジタル化の基本技術とARや3Dなど最新技術を紹介した。
5. 学習支援システムによる授業時間外の指導サポート・課題授受・理解度オンラインテスト	2008年～現在	授業や演習では、内容の指導が一方的にならないように、レポート課題を多く出し、理解を深めさせるように努めた。学習支援システム(LMS, mwu.jp)を使用して授業中の提示資料や理解度オンラインテストを課外で確認できるよう配慮した。
6. クラス担任業務	1994年4月～2025年3月	情報メディア学科のクラス担任として、学生生活・履修指導・教務指導・キャリア支援などの学生支援指導を行った。特に直近では、2012年、2015年、2017年度は1年担任として「初期演習」を担当し、新入生に対し大学導入教育を行った。
職務上の実績に関する事項		
事項	年月日	概要
1 資格、免許		
1. 情報処理技術者試験第一種合格	1988年01月	
2. 高等学校教諭二級普通免許（数学）	1987年07月	
3. 中学校教諭一級普通免許（数学）	1987年07月	

職務上の実績に関する事項		
事項	年月日	概要
1 資格、免許		
4. 高等学校教諭一級普通免許（理科）	1987年07月	
2 特許等		
1. 数式出力コンピュータ、数式出力方法、数式出力プログラム、および数式出力プログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体	2015年6月19日特許5761687号（2011年7月11日出願）	数式をデジタル入力するための入力文字列形式の文法を平易にし、2次元表記の数式を表示しながら、式の記入を容易にし得る数式出力コンピュータ、数式出力方法、数式出力プログラム、および数式出力プログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体に関する発明である。
3 実務の経験を有する者についての特記事項		
4 その他		
1. 幹事教授	2024年4月～現在	社会情報学科の主に教務関連の学科全体に関わる企画・運営を担当した。具体的には、AIデータリテラシー教育の業務委託管理、入学前教育の業務委託管理、ゼミ分属処理、集中講義、卒論審査・卒論発表会等の進行・運営などの業務に当たった。
2. キャリア対策委員	2021年4月～2023年3月	情報メディア学科のキャリア対策委員として、学科全学生への就職支援・キャリア指導に関わる企画・運営を担当した。
3. 教務委員	2019年4月～2021年3月	情報メディア学科の教務委員として、学科全体のカリキュラムに関わる教務処理を担当した。
4. MUKOJOラジオの出演「数式入力インタフェース『MathTOUCH』開発」	2018年8月8日放送	私が2011年に発明した数式入力インタフェース「MathTOUCH」について一般向けにわかりやすく解説した。学校教育の現場でモバイル端末が導入され、教科書などの教材がICT（デジタル）化される中、生徒が学習するための支援ツールとして重要であることを紹介した。
5. 広報協力担当者・学科広報担当者	2017年4月～2019年3月	キャンパスガイド・リビエール等の学科広報の原稿・撮影等の協力
6. コンピュータ利用教育学会（CIEC）2015年度学会賞論文賞 受賞	2015年08月21日	白井詩沙香、福井哲夫 学会誌「コンピュータ&エデュケーション」, Vol.37で発表の論文「数式自動採点システムSTACKにおける数式入力方法の改善」が、数式自動採点システムにおいて課題とされていた数式入力に対し、画期的な数式入力支援ツールMathTOUCHを提案し、その有用性を評価したもので、今後同分野のオンラインテスト普及につながると期待されるため、論文賞を受賞した。
7. 武庫川女子大学情報教育責任者	2015年4月～2019年3月	情報教育の資格・指導の責任を担う。
8. 人権問題推進委員	2015年4月～2018年3月	人権問題に関する情報収集・会議・啓発を委員として推進
9. 学校教育センター委員	2015年4月～2017年3月	情報メディア学科の教職科目「高校情報科」、「高校家庭科」、「中学家庭科」の管理・運営および教職履修者支援、教育実習事前・事後教育の指導。
10. 情報処理学会 情報教育シンポジウム2014 デモ・ポスター賞受賞	2014年08月26日	白井詩沙香、福井哲夫 情報処理学会の情報教育シンポジウムSSS2014で発表した「数式自動採点システムSTACKの行列問題における解答入力方法改善の取り組み」が参加者の深い興味を喚起する優れた発表と評価され、デモ・ポスター賞を受賞。
11. 教育懇談会（地域・本部）の保護者懇談	毎年	担任クラスの学生の保護者やゼミの学生の保護者との面談。
12. オープンキャンパスの情報メディア学科運営分担	毎年	学科企画における学科説明・体験授業講師・設備見学説明・卒業研究作品デモ紹介など（年によって担当は異なる）。

研究業績等に関する事項				
著書、学術論文等の名称	単著・共著書別	発行又は発表の年月	発行所、発表雑誌等又は学会等の名称	概要
1 著書				

研究業績等に関する事項

著書、学術論文等の名称	単著・共著書別	発行又は発表の年月	発行所、発表雑誌等又は学会等の名称	概要
2 学位論文				
1. Energy-Momentum and Angular Momentum in Poincare ['] Gauge Theory of Gravity and Physical Multiplets of Torsion fields-Weak Field Approximation-	単	1989年9月	大阪市立大学大学院 理学研究科	この研究は河合俊治氏が提唱した重力のPoincare ['] ゲージ理論をより現実的なものに近づけるために、弱場近似を使って、物理的に意味のあるエネルギーやスピンを与える粒子の分類を行ったものである。これによって有効な粒子の存在条件が広がった。(全23頁)
3 学術論文				
1. 数式を含む講義動画に対応した字幕表示システムの構築	共	2023年3月	情報処理学会第85回全国大会研究報告 4H-05, pp.1-2	白井詩沙香, 中原敬広, 福井哲夫 (数式入出力機能のページを担当) 本研究は、従来、講義動画の字幕に対応できなかった数式表示を可能とし、容易に数式を含む動画教材の字幕表示システムを開発したものである。
2. 日本語音声認識とGUIによるマルチモーダル数式入力方式の試作	共	2023年3月	情報処理学会第85回全国大会研究報告, 1W-03, pp.1-2	石丸琴海, 妹尾美侑, 白井詩沙香, 福井哲夫 (重複して全ページ) 本研究では、音声認識とGUIタッチ操作などを組み合わせたマルチモーダルな数式入力方式を試作した。数式は複数の英数字・特殊記号で構成されており、音声だけで数式を確定するのは困難である。そこで我々はGUIと併用した修正機能によって補う方式を提案する。試作では中学校レベルを対象としている。
3. MathTOUCH Editor: Rich-text Editor for Math E-learning Using an Intelligent Math Input Interface (査読付)	共	2023年	Journal of Information Processing, Vol. 31, pp.775-785	Shizuka Shirai, Takahiro Nakahara, Tetsuo Fukui (重複して全頁) 本研究は、数学eラーニングを用いた学習における課題であった数式の入力手段に、我々が開発してきたインテリジェントな数式入力インタフェースMathTOUCHを実装して改善を試みた研究である。被験者71人による評価実験の結果、従来エディタより約1.5倍高速に入力できるところが確かめられた。
4. Feature Expansion of the Equation Editor in Mathematics Classroom Collaborator (MC2) for Smartphones (査読付)	共	2023年	2023 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE), pp. 606-609	Shizuka Shirai, Marco Pollanen, Sohee Kang, Tetsuo Fukui (重複して全ページ) トロント大で開発された、教師に対して学生がスマートフォンによって数学的質問ができるチャットシステムMC2の数式入力を改善するために、我々が開発してきたインテリジェントな数式入力インタフェースを実装し、その有効性を示唆した研究である。
5. 音声認識による数式入力UIの開発と課題	共	2023年	数理解析研究所講究録「数学ソフトウェアとその効果的教育利用に関する研究」, Vol. 2273, pp. 22-29	福井哲夫, 白井詩沙香 (全ページの執筆) 本研究では、音声認識辞書を高校数学Iレベルまで拡張し、テスト数式に対して高い精度の認識に成功した。しかし、数式の音声認識は困難な課題が多く、認識精度は十分とは言えない。そこで、MathTOUCHのGUIキーボードツールと併用し、音声のみで100%の精度を目指すのではなく、特に修正機能との併用によるマルチモーダル入力が不可欠であることを提案した。
6. 数学eラーニングのための数式予測変換方式によるリッチテキストエディタの試作と評価 (査読付)	共	2022年3月	第36回教育学習支援情報システム(CLE)研究会 情報処理学会研究報告, Vol. 2022-CLE-36, No.2, pp.1-6	白井詩沙香, 中原敬広, 福井哲夫 (重複して全ページ) 本研究では、理数系教育におけるLMSを活用する上での数式混じりの文書入力時の負担改善を目的に、数式予測変換方式によるシームレスなインタフェースを備えるリッチテキストエディタを試作し、被験者実験評価を行ったものである。
7. Development of Online Support Tools for Creating STEM Educational Materials (査読付)	共	2022年	2022 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for	Tetsuo Fukui, Shizuka Shirai (全ページ) 本研究は、数式入力を容易にするインタフェースを実装したSTEM教育教材作成のためのオンラインサポートツールを開発したもので、特に、グラフ作成機能と数式の音声読み上げ機能により動画教材作成を改善した。

研究業績等に関する事項

著書、学術論文等の名称	単著・共著書別	発行又は発表の年月	発行所、発表雑誌等又は学会等の名称	概要
3 学術論文				
8. グラフ作成ツールによる高校数学向け学習教材	共	2022年	Engineering (TALE), pp.730-733 数理解析研究所講究録「数学ソフトウェアとその効果的教育利用に関する研究」, Vol. 2236, pp. 117-126	猪岡柚葉, 宇都宮若菜, 國仙紗也香, 福井哲夫 (重複して全ページ) 本研究は、2018年に開発したグラフ作成ツールを実際に活用するための教育モデルを提示し、そのための具体的な高校数学向け学習教材を作成・公開したものである。
9. 解説動画作成のための数学文書読み上げテキストへの変換	共	2021年12月	京都大学数理解析研究所講究録 RIMS 共同研究(公開型)「数学ソフトウェアとその効果的教育利用に関する研究」, Vol. 2208, pp.1-9	福井哲夫, 長谷川陽和, 原知鈴 (重複して全ページ) 本研究では、開発した数学デジタル文書の音声読み上げツールを活用した数学解説動画作成への応用事例について報告している。その目的は、数学学習者が教材として提示された数学デジタル文書に対話的に読み上げ音声を聴きながら、文書を目で追って意味を理解し、学習することを想定している。システムが教材を音声でも読み上げることにより、学習意欲を維持しやすくなる効果が期待できる。
10. 数学デジタル文書読み上げツールの開発	共	2021年8月	FIT2021 第20回情報科学技術フォーラム予稿集, E-020, pp.1-2	長谷川陽和, 原知鈴, 福井哲夫 (重複して全ページ) 数学文書では、そこに含まれる数式を音声で読み上げることができないのが現状である。そこで本研究では、数学デジタル文書を数式も含め、読み上げられるようにすることを目的とする。結果、ドキュメント解析技術によって、高校数学全般のLaTeXをベースに記述された数学デジタル文書の音声読み上げツールを開発した。これにより、数学を学習する際に、音声でも確認することによって、より理解が深まる可能性がある。
11. Mathematics Classroom Collaborator (MC2) の数式入力機能の拡張	共	2021年3月	情報処理学会第82回全国大会講演論文集, pp.1-2	白井詩沙香, 福井哲夫, 中原敬広, 中村泰之, 吉富賢太郎, 宮崎佳典, 古川雅子, Sohee Kang, Marko Pollanen (重複して全ページ) 数学が苦手な学生やコミュニケーションが苦手な学生は、授業中に教員へ質問をしたり、学生同士での学び合う協調学習への心理的なハードルが高い。Mathematics Classroom Collaborator (MC2) は、こうした学生のエンゲージメントを高めることを目的に開発された数学オンラインコミュニケーションツールである。
12. Developing a math e-learning question specification to facilitate sharing questions between different systems (査読付)	共	2019年9月	MSOR Connections -journals.gre.ac.uk, Vol.17, No.3, pp.49-56 (DOI: https://doi.org/10.21100/msor.v17i3.990)	Mitsuru Kawazoe, Kentaro Yoshitomi, Yasuyuki Nakamura, Tetsuo Fukui, Shizuka Shirai, Takahiro Nakahara, Katsuya Kato, Tetsuya Taniguchi (重複して全ページ) 近年、数学分野のeラーニングシステムにおいて、数式で直接回答・正誤判定できる数学オンラインテストシステムが様々な開発され、注目されてきている。しかし、異なるシステムで作成された数学問題データは互換性がなく、優れた問題教材がなかなか蓄積・共有することができないという課題があった。そこで、我々は、問題の標準仕様を作成登録できるシステムを提案し、問題データを教育者が自分の使用するシステムに合わせて取り出すことができる仕組みを開発した。そのシステムをLMS (Moodle) に実装し、有効性を検証した。本論文はそれらをまとめたものである。
13. 数学オンラインテスト問題の標準規格の提案と利用	共	2019年8月	日本数学教育学会 第101回全国算数・数学教育研究(沖縄)大会要旨集, PP.616	吉富賢太郎, 谷口哲也, 中村泰之, 川添充, 福井哲夫, 白井詩沙香, 加藤克也, 中原敬広 (重複して全ページ) 我々が提案している数学オンラインテスト問題の標準規格の紹介と利用事例の報告である。
14. 数学オンラインテスト問題標準仕様 MeLQS のための基本アルゴリズムの選定	共	2019年8月	2019 PC Conference CIEC研究大会論文集, pp.121-124	谷口哲也, 中村泰之, 川添充, 吉富賢太郎, 福井哲夫, 白井詩沙香, 加藤克也, 中原敬広 (重複して全ページ) 我々が提案している数学オンラインテスト問題の標準仕様を作成登録できるシステムMeLQSのための、正誤判定および学習者へフィードバックを行うために必要な基本アルゴリズムの選定し、それらの有効性を検証したものである。
15. Educational graph creation tool	単	2019年7月	ACA 2019: Booklet of the	本研究は、2018年に提案した、生徒・学生がデジタル端末上で日本語の自然な記述によりグラフを作成できるツールを発展させ、英語

研究業績等に関する事項

著書、学術論文等の名称	単著・共著書別	発行又は発表の年月	発行所、発表雑誌等又は学会等の名称	概要
3 学術論文				
based on the natural mathematical description (査読付)			25th Conference on Applications of Computer Algebra, http://aca2019.etsmtl.ca/program/conference-booklet/ , pp.190-190	にも対応できるようにしたものである。
16. Evaluation of Intelligent Input Interface for Entering Equations on Smartphone (査読付)	共	2019年3月	IUI '19: Proceedings of the 24th International Conference on Intelligent User Interfaces, ACM New York, pp.9-10 (DOI:10.1145/3308557.3308687)	Shizuka Shirai and Tetsuo Fukui (重複して全ページ) スマートフォンを端末として数学e-ラーニングにより学習する際の課題は、問題に対する回答数式の入力に負担が大きいことである。それを改善するため我々は、数式予測変換を応用したスマートフォンのためのインテリジェントな数式入力インタフェースを開発した。本研究では、被験者実験によりその有効性を評価した。その結果、我々の提案インタフェースは、従来の標準的インタフェースに比べ、平均入力時間が約1.3倍速いことが示された。
17. 数学記述によるグラフ作成ツールを使った数学教育モデル	共	2019年3月	情報処理学会第81回全国大会講演論文集, vol.4, pp.591-592	遠藤菜津美, 富永侑里, 福井哲夫 (重複して全ページ) 既存ツールでは関数グラフを定義する数式の入力は、初学者にとって不自然で操作の負担が大きい。そこで我々は、2018年8月にインテリジェントな数式入力インタフェースMathTOUCHを実装した自然な数学記述によるグラフ作成ツールの提案を行った。本研究では、このツールのHTML形式による入出力機能を新たに整備し、グラフによる数学教育のモデルを検討したものである。
18. 自然な数学記述によるグラフ作成ツールの提案	共	2019年3月	数理解析研究所講究録「数学ソフトウェアとその効果的教育利用に関する研究」, Vol. 2105, pp.69-78	富永侑里, 遠藤菜津美, 福井哲夫 (重複して全ページ) 本論文は、2018年8月に数理解析研究所研究集会「数学ソフトウェアとその効果的教育利用に関する研究」にて口頭発表した内容をまとめたものである。
19. 数式曖昧入力変換方式による音声入力機能の開発 (査読付)	共	2019年2月	情報処理学会研究報告 教育学習支援システム(CLE), 2019-CLE-27, vol.19, pp.1-4	白井詩沙香, 福井哲夫 (重複して全ページ) 我々は、数式を普段読むように入力し、表示された変換候補から所望の数式を選択することにより、数式入力ができる数式曖昧入力変換方式による数式入力インタフェースを開発してきた。本研究では、数学e-ラーニングにおける数式入力の煩わしさを軽減するための入力補助・入力手段の選択肢を広げることを目的に、音声入力機能の拡張を行った報告である。
20. Effective Use of Math E-Learning with Questions Specification (査読付)	共	2018年10月	Distance Learning, E-Learning and Blended Learning in Mathematics Education, ICME-13 Monographs, Springer, pp.133-148	Yasuyuki Nakamura, Kentaro Yoshitomi, Mitsuru Kawazoe, Tetsuo Fukui, Shizuka Shirai, Takahiro Nakahara, Katsuya Kato, Tetsuya Taniguchi (重複して全ページ) 本論文は、日本独自に開発された数学e-ラーニング環境とそれらに実装した数式入力インタフェース改善の取り組み、さらには数学問題・教材の開発および実践に関する研究をまとめたものである。
21. 数式曖昧入力変換方式による 数式入力インタフェースのスマートデバイス向けUIの試作	共	2018年09月04日	第43回教育システム情報学会講演論文集, pp.277-278	白井詩沙香, 福井哲夫 (重複して全ページ) 我々は2012年より、数式曖昧入力変換方式による 数式入力インタフェースMathTOUCHを提案している。本研究では、タブレット端末などスマートデバイスが学校等に普及する中、提案方式による数式入力のためのソフトキーボードUIを開発し、報告した。
22. 数式オンラインテストの標準仕様 MeLQS に基づく問題実装	共	2018年09月04日	第43回教育システム情報学会全国大会予稿集, pp.335-336	吉富賢太郎, 川添充, 中原敬広, 中村泰之, 福井哲夫, 白井詩沙香, 加藤克也, 谷口哲也 (重複して全ページ) 2017年に我々が提案した、数学オンラインテストの標準仕様MeLQSに基づいて、スキルの違う複数の教員により問題実装実験をおこなった結果の知見をまとめたものである。

研究業績等に関する事項

著書、学術論文等の名称	単著・共著書別	発行又は発表の年月	発行所、発表雑誌等又は学会等の名称	概要
3 学術論文				
23. Intelligent Editor for Authoring Educational Materials in Mathematics e-Learning Systems (査読付)	共	2018年07月24日	International Congress on Mathematical Software 2018, Lecture Notes in Computer Science, 10931, 431-437	Shizuka Shirai, <u>Tetsuo Fukui</u> , Kentaro Yoshitomi, Mitsuru Kawazoe, Takahiro Nakahara, Yasuyuki Nakamura, Katsuya Kato, Tetsuya Taniguchi (重複して全ページ) これまで、著者の白井と福井は、機械学習による予測アルゴリズムを使った数式入力インタフェースを提案してきた。本研究は、このインタフェースを応用し、インテリジェント化された数学文書エディタを開発し、数学eラーニングに有効であることを提案した。
24. Extension of Output Function in MathTOUCH for the Production of Mathematical Materials	共	2018年01月7日	Proceedings of the International Workshop on Mathematical Education for Non-Mathematics Students Developing Advanced Mathematical Literacy, pp. 115-118	<u>Tetsuo Fukui</u> and Shizuka Shirai (重複して全ページ) 我々は数式のデジタル入力の煩わしさを改善するために、数式を読むような曖昧入力だけで、機械が候補を予測して構築できる、新しい数式入力インタフェースMathTOUCHを提案した。本研究では、数学ノートを記録しやすくするため、MathTOUCHにおける数式出力機能を拡張し、Microsoft Wordの数式行形式に対応した。これにより数学学習において、考えるオフライン学習に活用できるものと期待できる。
25. 数式オンラインテストの標準仕様MeLQSの提案と仕様書作成ツールの試作	共	2017年8月25日	第42回教育システム情報学会全国大会予稿集, pp. 447-448	吉富賢太郎, 川添充, 中原敬広, 中村泰之, 福井哲夫, 白井詩沙香, 加藤克也, 谷口哲也 (重複して全ページ) 本研究は、数学eラーニングコンテンツの異種システム間連携を実現するための標準仕様としてMeLQSについて提案し、問題仕様書の作成とデータベース化のために仕様書作成ツールを開発した。今後、この問題仕様書を数学eラーニングに実装できるように研究を進める予定である。
26. Algorithm for Predicting Mathematical Formulae from Linear Strings for Mathematical Inputs (査読付)	単	2017年7月27日	Applications of Computer Algebra, Springer Proceedings in Mathematics & Statistics, Vol. 198, pp.137-148, 2017. (DOI 10.1007/978-3-319-56932-1_9)	本研究では、数式文字列から候補となる数式を予測するために、構造化パーセプトロンによる機械学習アルゴリズムを導入した。試作システムによって代数学分野の精度評価を行ったところ、ベスト10に入る正答率が96.2%に達し、予測アルゴリズムの有効性を示した。本論文は2015年の国際会議ACA2015で発表した内容をオーガナイザーの推薦によって、本論文として改編し、査読を受けて掲載されたものである。
27. Predictive Algorithm for Converting Linear Strings to General Mathematical Formulae (査読付)	共	2017年7月9日	S. Yamamoto (Ed.): HIMI 2017, Part II, LNCS 10274, pp. 15-28, 2017. (DOI: 10.1007/978-3-319-58524-6_2)	<u>Tetsuo Fukui</u> , Shizuka Shirai 我々が2015年に提案した予測アルゴリズムは、代数学分野の精度実験によって高い精度で候補を算出できることを示したが、一般の数学分野への適用では精度は下がり、課題があった。本研究では、これらの課題を解決し、一般の数学分野でも適用できる予測アルゴリズムを確立した。精度評価の結果、候補がベスト10に入る正答率が85%と、実用レベルに達することを示した。
28. 数式予測アルゴリズムを実装した数式入力インタフェースMathTOUCHの試作と評価 (査読付)	共	2017年03月	情報処理学会 研究会報告集, Vol. 2017-CE-139 No. 7, pp.1-6	白井詩沙香, 仲村裕子, 福井哲夫 本研究では、数式全体を予測し、その候補を提示するための数式予測アルゴリズムを実装したMathTOUCHを試作し、被験者実験によりパフォーマンスを評価した。その結果、実装前のMathTOUCHと比べて数式入力操作にかかる時間が約1.4倍速い傾向にあることを示した。
29. MathTOUCH: Mathematical Input Interface for E-Assessment Systems (査読付)	共	2017年01月	MSOR Connections EAMS special issue, Vol. 15, No. 2, pp.70-75	Shizuka Shirai, <u>Tetsuo Fukui</u> 利用者が入力した数式の線形文字列を対話的に変換しながら2次元形式の数式を構築可能なインタフェースMathTOUCHを、数式自動採点システムの一つであるSTACKに実装し、数学eラーニングの学習時の入力負担軽減を実現した研究である。
30. Evaluation of a	共	2016年10月	Mathematical	Shizuka Shirai, <u>Tetsuo Fukui</u>

研究業績等に関する事項

著書、学術論文等の名称	単著・共著書別	発行又は発表の年月	発行所、発表雑誌等又は学会等の名称	概要
3 学術論文				
Predictive Algorithm for Converting Linear Strings to Mathematical Formulae for an Input Method (査読付)			Aspects of Computer and Information Sciences (MACIS 2015, Springer), LNCS 9582, pp. 421-425	2011年に福井が提案したデジタルデバイスの数式入力方法である数式曖昧表記変換方式を実装した数式入力インタフェースをインテリジェント化するために、提案された数式予測アルゴリズムを改良し、評価した結果を報告した。
31. 多種ある数式自動採点システムの統一的理解入力方法の提案 (査読付)	共	2016年08月	2016 PC Conference CIEC 研究大会論文集, pp.11-12	白井詩沙香, 福井哲夫 主に大学の数学教育で導入されている多種ある数式自動採点システムの数式解答入力方法が異なると、学習者を混乱させる恐れがある。本研究では、その統一的理解入力インタフェースとしてMathTOUCHを提案した。それを実現するために、MathTOUCHに改良を加え、現状の多種ある数式自動採点システムいずれにも出力可能にした。
32. 機械学習による数式予測アルゴリズムを実装したMathTOUCHの試作	共	2015年12月	京都大学数理解析研究所講義録「数学ソフトウェアとその効果的教育利用に関する研究」, Vol.1978, pp.212-214	白井詩沙香, 福井哲夫 我々は、2013年に数式自動採点システムにおける数式入力方法として新たに数式曖昧表記変換方式を導入した数式入力インタフェースを開発した。本研究は、その開発システムに、2015年6月に福井が提案した機械学習による数式予測アルゴリズムを実装し、試作システムを開発したものである。
33. Predictive Algorithm from Linear String to Mathematical Formulae for Math Input Method (査読付)	共	2015年07月20日	Booklet of Abstracts of the 21st conference on Applications of Computer Algebra (ACA2015, Kalamata, Greece), pp.17-22	Tetsuo Fukui, Shizuka Shirai 本研究は、2011年に提案した数式入力方式の操作効率を向上させるために、自然言語処理で応用されている機械学習技術を数式変換の予測アルゴリズムに導入し、プロトタイプシステムを開発した。700個の訓練データを使い、精度評価を行った結果、ベスト10まで含めた予測の精度が96.2%に達し、予測アルゴリズムの有効性を示した。
34. 数式曖昧表記変換型数式入力の機械学習による数式予測と精度	単	2015年06月13日	ARG Web インテリジェンスとインタラクション研究会第6回研究会予稿集 pp.67-74	本研究は、テキストベースに近い文字列変換型の数式入力インタフェースに自然言語処理技術を応用し、インテリジェント化を試みたものである。2つの予測アルゴリズムを提案し、一つはベスト1予測の精度が79.1%で、もう一つのアルゴリズムはベスト10まで含めた予測の精度が95.0%とほぼ実用レベルに近づく結果を得た。
35. 数式自動採点システムSTACKの行列問題における解答入力方法改善の取り組み (査読付)	共	2015年06月	情報処理学会論文誌「教育とコンピュータ」, Vol. 1, 3号, pp.22-29	白井詩沙香, 福井哲夫 本研究では、大学数学で扱われる「行列」に着目し、数式を普段読むように曖昧表記で入力し、仮名漢字変換のように変換することで数式を入力できる数式入力インタフェースMathTOUCHによって、数式自動採点システムの1つであるSTACKにおける行列入力方法の改善ができるかを評価した。その結果、従来の数式入力インタフェースより有意に速く行列を入力できることを確認した。一方、行列入力のユーザビリティに関する主観満足度の調査では、従来方式との有意差は見られなかった。
36. 数式自動採点システムにおける数式入力インタフェースの提案と評価 (査読付)	共	2015年06月	情報処理学会論文誌「教育とコンピュータ」, Vol. 1, 3号, pp.11-21	白井詩沙香, 仲村裕子, 福井哲夫 数学系オンラインテストなどで、数式による解答を評価できる数式自動採点システムは、数式入力方法の改善が課題となっている。本研究では、数式入力インタフェースMathTOUCHの数式変換エンジンを使い、数式自動採点システム向けに最適化したインタフェースを新たに開発し、提案した。提案インタフェースの評価のために数式自動採点システムSTACKに実装し、高等学校生および大学生に数式入力パフォーマンス実験を行った。その結果、数式の平均入力時間は従来方式と比べて1.2~1.6倍速く、インタフェースの操作性に関する主観満足度においても有意に高い評価を得た。
37. 数式入力UI「MathTOUCH」の	共	2015年01月	数式処理, Vol. 21, No. 1, pp.15-	白井 詩沙香, 仲村 裕子, 福井 哲夫 (重複して全ページ) 本研究は、数式入力UI「MathTOUCH」を数学eラーニングのために仕

研究業績等に関する事項

著書、学術論文等の名称	単著・共著書別	発行又は発表の年月	発行所、発表雑誌等又は学会等の名称	概要
3 学術論文				
Maxima形式出力機能の拡張と数学eラーニングへの応用			16	様を見直したもので、特に、Maxima形式出力機能の拡張を行い、STACKシステムへの実装を実現した。
38. 数式自動採点システムSTACKにおける数式入力方法の改善（査読付）	共	2014年12月1日	コンピュータ&エデュケーション, Vol.37, pp.85-90	白井 詩沙香, 福井 哲夫（重複して全ページ） 本研究では、数学学習支援で定評のある数式自動採点システムSTACKに、独自の数式入力インタフェースを提案・実装し、大学2年生を対象に8週間にわたる数学学習実験を実施して評価した。その結果、従来方式と変わらぬ習熟率で学習が進み、記憶のしやすさの主観満足が有意に高いことを示した。これによりSTACKにおける数式入力方法の選択の幅が広がった。
39. 数式入力インタフェースMathTOUCHを応用したドリル型数学学習システムの開発	共	2014年11月	京都大学数理解析研究所講義録「数学ソフトウェアとその効果的教育利用に関する研究」, 1909号, pp.27-35	白井 詩沙香, 仲村 裕子, 福井 哲夫 本研究は、数式入力インタフェースMathTOUCHを応用した数式を採点できるドリル型数学学習システムを開発し、教育実践を行い数学初学者の受容度を検証した。その結果、操作性に関する満足度が平均以上で、70%の生徒がまた本学習システムを使ってみたくて回答し、受容度の高さを示した。
40. 数式自動採点システムSTACKの行列問題における解答入力方法改善の取り組み（査読付）	共	2014年08月24日	情報処理学会 情報教育シンポジウム論文集, Vol.2014, 2号, pp.207-212	白井 詩沙香, 福井 哲夫 本研究の目的は、eラーニングのオンラインテストにおいて数式そのものを解答形式として扱える数式自動採点システムにおける行列の入力方法を改善することである。数式入力インタフェースMathTOUCHの行列入力機能を改良し、従来のインタフェースと比較実験を行った。その結果、入力時間の効率を向上させることができることが示された。しかし、主観満足度については従来との有意差は見られなかった。
41. Development and Evaluation of a Web-Based Drill System to Master Basic Math Formulae Using a New Interactive Math Input Method（査読付）	共	2014年08月05日	International Congress on Mathematical Software 2014, Lecture Notes in Computer Science 8592, Springer, pp.621-628	Shizuka Shirai, Tetsuo Fukui（重複して全ページ） 本研究では、新しいインタラクティブな数式入力方式を使った、数学公式をマスターするための数学学習者を支援するWebベースドリル学習システムを開発し、その評価を行った。この数式入力方式は、数式の曖昧表記をWYSIWYGで変換し入力することができるものである。高等学校生20名による本システムのフィールド実験を実施した結果、85%の生徒が紙の問題集による学習よりも楽しく学習できることが示された。
42. STACKによる数学eラーニングシステムにおける数式入力方法改善の試み	共	2014年02月09日	情報処理学会研究報告, Vol.2014-CE-123 No.14, pp.1-7	白井 詩沙香, 仲村 裕子, 福井 哲夫（重複して全ページ） 本研究では、数式解答評価システムSTACKに、我々が提案している数式入力インタフェース「MathTOUCH」を実装し、入力方法の改善を試みた。2013年10月に大学2年生へ数学eラーニングを実践した結果、従来の数式入力方式と変わらない解答時間で正常に学習することができ、ユーザビリティに関する満足度を改善できることを実証した。
43. インテリジェントな対話型数式デジタル化技術による数式エディタの開発	単	2013年11月	京都大学数理解析研究所講義録「数学ソフトウェアと教育」, 1865号, pp.10-17	本研究は、これまでに提案してきたインテリジェントな対話型数式デジタル化技術を応用した実装システムである数式エディタの開発について述べたものである。これによって数式入力時の負担が従来技術より軽くなることが期待され、教育支援への利用可能性を示唆することができた。
44. キーボードを利用した数学ソフトウェアにおける注意点	共	2013年11月	京都大学数理解析研究所講義録「数学ソフトウェアと教育」, 1865号, pp.1-9	白井 詩沙香, 仲村 裕子, 福井 哲夫 本研究は、数学ソフトウェアに必要な特殊記号の打鍵タスクに対するユーザの行動特性を調査したものである。その結果、キーボードにおける使い易さ、トレーニングのし易さの観点から注意すべきキーを分類し、報告した。
45. 数式入力容易なドリル型数学学習システム「DigitalWork」の開発と評価	共	2013年10月13日	情報処理学会研究報告, Vol.2013-CE-121 No.14, pp.1-8	白井 詩沙香, 仲村 裕子, 福井 哲夫（重複して全ページ） 基礎的な数学公式を繰り返し学習できるドリル型eラーニングシステム「DigitalWork」を開発した。本論文は、開発したドリル型eラーニングシステムを教育実践によって評価したものである。中学3年生を対象とした補習授業で実践を行った結果、85%の生徒が紙の問題集と比べて本学習の方が楽しいと回答した。
46. 対話型数式入力インタフェースMathTouchにおける数	単	2013年07月	数理解析研究所講義録—数学ソフトウェアと教育—	eラーニングによる数学ワークドリルにおいて、数式を直接入力できるシステムが必要とされている。しかし、学習者が回答入力した数式の正誤判定を行うためには、数式内部表現の正確性（一意に定ま

研究業績等に関する事項

著書、学術論文等の名称	単著・共著書別	発行又は発表の年月	発行所、発表雑誌等又は学会等の名称	概要
3 学術論文				
式表記表現の代数的ルールによる正準化の方法			(京都大学数理解析研究所), 1843号 PP.119-130	ること)を保証する必要がある。本研究では、代数的ルールによる正準化の方法について考案し、実装システムによりその有効性を示した。
47. 類似による知覚ミスが起きやすいASCIIコードにおける特殊記号の分類	共	2013年03月	情報処理学会第75回全国大会論文集 学生セッション52C-9, 4号, PP.321-322	仲村裕子, 白井詩沙香, 福井哲夫 本研究は、2012年に発表した、類似による知覚ミスが起きやすい特殊記号の分類研究のその後の成果を報告した論文である。
48. インテリジェントな数式ユーザインタフェース (Webアプリケーション版数式エディタの開発)	単	2013年02月	情報処理学会シンポジウム「インタラクティブ2013」論文集 インタラクティブ発表2EXB-50, pp.1-4	仮名漢字変換の気軽さで数式のデジタル入力を平易にする, 主に標準のキーボードをユーザインタフェースとする技術を平成23年に提案した。本研究では提案技術を応用し, Webアプリケーション版数式エディタ(MathTouchWeb)を開発し, 当該シンポジウムでデモ発表を行った。その内容を論文にまとめたものである。
49. 類似による知覚ミスが起きやすい特殊記号の分類	共	2012年12月	武庫川女子大学情報教育研究センター年報 2011, 20号, pp.26~31	仲村裕子, 白井詩沙香, 福井哲夫 本研究の目的は, 打鍵における知覚過程に焦点をあて, 先行研究で行った打鍵テストで苦手と分類された幾つかのキーのうち, 知覚に影響を与えるような類似記号が存在しているかどうかを調査することである。その結果, 21種類の特殊記号においてその類似記号を含む場合とそうでない場合の知覚テストの結果に有意差があることを確かめた。すなわち, この21種類の打鍵ミスの主な原因は類似記号による知覚ミスであることを検証した。
50. 数式のインテリジェントな線形入力方式と評価	単	2012年03月	数式処理 18巻2号 (日本数式処理学会), pp. 47~50	本研究は, 2011年8月に提案した, 数式のデジタル入力を平易にするための方式が従来方式より効率的であることの一例を被験者によるパフォーマンステストによって示した。その結果, GUIテンプレートを使った数式エディタに比べて1.75倍効率が良いことが示された。
51. キーボードにおける特殊記号の打鍵に関する特性分析	共	2012年03月	数式処理 18巻2号 (日本数式処理学会), pp.17~20	白井詩沙香, 福井哲夫 本研究では, キーボードにおける特殊記号の打鍵に関する特性調査の研究で, 打鍵トレーニングにおける被験者の習熟状態に着目し, 習熟モデルの分析を行った。
52. 線形文字列変換による機械学習型数式入力インタフェースと編集機能の設計	単	2012年03月	情報処理学会第74回全国大会論文集, pp.4-1~4-2	2011年8月に, 数式入力ユーザインタフェースとして, 入力された線形文字列から機械学習型辞書を使って, ノードが数式候補であるような決定木を算出し, ユーザとの相互作用によって所望する数式を構築する新方式を提案した。本研究は, 提案方式による数式入力ユーザインタフェースのユーザビリティを向上させるための編集機能の設計について報告したものである。
53. 線形文字列変換による対話型数式入力方式の効果	単	2012年03月	京都大学数理解析研究所講義録 - Computer Algebra -, 1785号, pp.32~44	本研究は, 2011年8月に提案した, 数式のデジタル入力方式のアルゴリズムの定式化とその効果 (タスクが達成できるか) について議論したものである。その結果, 仮名漢字変換と類似の操作性をもつが, アルゴリズムは全く異なっており, 確実に数式入力が達成できることが示された。
54. 数式のインテリジェントな線形入力方式	単	2012年03月	京都大学数理解析研究所講義録-数学ソフトウェアと教育-, 1780号, pp.160~171	本研究は数式情報をデジタル化するための数式入力ユーザインタフェースに関するものである。本研究では, 入力された線形文字列から機械学習型辞書を使って, ノードが数式候補であるような決定木を算出し, ユーザとの相互作用によって所望する数式を構築する新方式を提案した。
55. キーボードにおける特殊記号の打鍵に関する特性調査	共	2012年03月	京都大学数理解析研究所講義録-数学ソフトウェアと教育-, 1780号, pp.1~12	白井詩沙香, 福井哲夫 本研究では, 「特殊記号」を入力するためのインタフェースとしてキーボードにおける注意すべき点や特性, すなわち, 使い易いあるいは使いづらい特殊記号は何なのか, また, トレーニングし易いあるいはしづらい特殊記号は何なのか, 知見を与えることを目的に調査を行った。さらに, 使い易さ, 使いづらさに影響を与える要因の一部を明らかにした。
56. ブレンド型eラーニングにおける学習動機	共	2011年12月	武庫川女子大学情報教育研究セン	小花和Wright尚子, 中野彰, 福井哲夫, 松浦寿喜, 黒田幸弘 武庫川女子大学では1年生約2600名を対象にブレンド型のeラーニン

研究業績等に関する事項

著書、学術論文等の名称	単著・共著書別	発行又は発表の年月	発行所、発表雑誌等又は学会等の名称	概要
3 学術論文				
づけが課題取り組みと学習効果へ及ぼす影響			ター年報 2010, 19号, pp.8~11	グによる情報リテラシー科目を実施している。本研究では、その学習動機づけが学生の自主的な課題への取り組みを通じて学習目標の達成度に与える影響を検討した。その結果、eラーニングに対する肯定的態度と課題から見いだされる本質的価値が学習効果へ影響することが示された。
57. 各種教材資料における特殊記号の出現頻度	共	2011年12月	武庫川女子大学 情報教育研究センター年報 2010, 19号, pp.15~19	白井詩沙香, 仲村裕子, 福井哲夫 教育の情報化が推進される中、デジタル教科書の時代が来ようとしており、理数系の分野で必要な数式など特殊記号の取り扱いが増加しようとしている。本研究では、学生が目にする新聞記事や情報系テキストなど、各種教材資料における特殊記号の出現頻度を調査し、現代学生の特殊記号に対する不慣れな実態を明らかにした。
58. 数式処理を用いた教育を想定したタイピング能力の調査	共	2011年03月	京都大学数理解析 研究所講義録 一 数式処理と教育 一, 1735号, pp. 73~84	白井詩沙香, 福井哲夫 本研究では、タイピングテストによるユーザ行動を調査し、一般ユーザが英数字よりも特殊記号の打鍵は2倍以上時間がかかり、苦手であることを示した。また、打鍵しにくい特殊記号の主な原因として、無知・経験不足や知覚ミスが影響していることを示唆した。
59. 学習動機づけと学習方略がブレンド型eラーニングによる学習効果に及ぼす影響	共	2010年12月	武庫川女子大学 情報教育研究センター年報 2009, 18号, pp.10~14	小花和Wright尚子, 中野彰, 福井哲夫, 松浦寿喜, 黒田幸弘 武庫川女子大学では1年生約2600名を対象にブレンド型のeラーニングによる情報リテラシー科目を実施している。本研究では、そのeラーニングによる学習への動機づけおよび学習方略と情報リテラシーの学習効果との関連を検討した。その結果、知識獲得領域では学習方略の影響が強いことが示され、学習者に学習方略の指針を示すことは重要であることが判った。
60. CMSによるタイピング能力測定の精度	共	2010年12月	武庫川女子大学 情報教育研究センター年報 2009, 18号, pp.18~23	白井詩沙香, 福井哲夫 本研究では、タイピング能力の測定精度を調べるため、CMSによる測定と直接測定を行い、比較分析した。その結果、両者の平均打鍵時間の間には強い相関があり、打鍵文字に関する偏り知見を得る場合には、CMSを用いた測定でも有効であることを示した。しかし、個々の絶対的タイピング能力やミス率を測定するためには、CMSは向かないことが示された。
61. eラーニングによる授業への印象と情報リテラシーの関連	共	2009年12月	武庫川女子大学 情報教育研究センター年報 2008, 17号, pp.10-13	小花和Wright尚子, 中野彰, 福井哲夫, 松浦寿喜, 三井正也 武庫川女子大学では1年生約2600名を対象にブレンド型のeラーニングによる情報リテラシー科目を実施している。本研究では、そのeラーニングから受けた印象を調査した。その結果、学生が授業から受ける理解や満足に対する印象はeラーニングによる授業を通じた情報リテラシーの向上と関連していることが示された。
62. ある双方向授業の私語に関する調査報告	単	2009年12月	武庫川女子大学 情報教育研究センター年報 2008, 17号, pp.27~31	本稿は、2009年前期担当科目「ソフトウェア論」における私語に関する取り組みと調査を分析し、結果をまとめた報告です。
63. Java3Dによる3次元グラフィックスその4	単	2008年12月	武庫川女子大学 情報教育研究センター年報 2007, 16号, pp.30~46	本論文は、Java3Dによる3次元グラフィックス教育のための解説4回目である。今回は、立体視および立体映像のための情報処理教育とその応用についてまとめている。
64. Java3Dによる3次元グラフィックスその3	単	2007年12月	武庫川女子大学 情報教育研究センター年報 2006, 15号, pp.17~27	本論文は、前年度に続く、Java3Dによる3次元グラフィックス教育のための解説である。特に、アニメーション手法など動きのある視覚化のための情報処理教育とその応用についてまとめている。
65. A relation between the Weyl group $W(E_8)$ and eight-line arrangement on a real projective plane (査読付)	共	2007年12月	Serdica Journal of Computing, vol.1 No.4, pp.403~424	Tetsuo Fukui, Jiro Sekiguchi 7本まではよく知られている直線アレンジメントも、8本以上では解明されていない。我々は8直線配置空間がワイル群 $W(E_8)$ の作用するある種のルート系集合と同型であると予想を立てた。本研究の成果として、その集合全体から8直線配置空間全体への $W(E_8)$ -同変写像が単射であることを証明した。
66. E8型ルート系による実射影平面上8直線配置と組合せ幾何学への応用	共	2007年12月	数式処理 14巻2号 (日本数式処理学会), pp.50~53	福井哲夫, 関口次郎 我々のこれまでの研究によって、ある種のE8型ルート系集合と実射影平面上8直線配置空間とが密接な関係にあることを示してきた。本研究では、この成果の応用として、8直線アレンジメントを組合

研究業績等に関する事項

著書、学術論文等の名称	単著・共著書別	発行又は発表の年月	発行所、発表雑誌等又は学会等の名称	概要
3 学術論文				
67. Java3Dによる3次元グラフィックスその2	単	2006年12月	武庫川女子大学情報教育研究センター年報 2005, 14号, 11~19	せ幾何学の同値関係に基づいて分類した。また、その成果を国際会議13th Applications of Computer Algebra (ACA2007)にて発表した。 平成17年度にJava3Dによる3次元グラフィックス教育の提案を行い、実際に18名の学生に教育実践を試みた。その結果、学生は興味を持って取り組むことができ、基本図形を素材としたプログラムを自由に作れるようになった。本論では特に、任形状の質感表現の指導方法についてまとめている。
68. 8直線配置と関係するE8型Weyl群のルート系集合の分類と応用	共	2006年12月	数式処理 13巻1号 (日本数式処理学会), pp.58~61	福井哲夫, 関口次郎 数式処理を応用して、8直線配置のE8型ルート系による2160個のS8軌道を全て計算し、それらの幾何学的特徴を観測した。成果を国際会議12th Applications of Computer Algebra (ACA2006)にて発表した。
69. Java3Dによる3次元グラフィックス教育の提案	単	2005年12月	武庫川女子大学情報教育研究センター年報 2004, 13号, pp.20~28	本論文では、中級段階のプログラミング教育として、3次元グラフィックスの本学学生向け教育プログラムを提案している。特徴としては、基本プログラム構造を統一して、すぐに興味のある題材に取り組めるように配慮した。
70. 8直線配置と関係するE8型Weyl群のルート系集合	共	2005年12月	数式処理 12巻2号 (日本数式処理学会), pp.24~27	福井哲夫, 関口次郎 8直線配置空間の連結成分に対応するE_8型Weyl群のルート系集合全体が2160種のS_8-軌道に分類されることを示し、それらの代表元を数式処理システムを使って計算した。
71. A quick computation of all kinds of transversals for dissections of an arrangement	共	2005年11月	京都大学数理解析研究所講義録 1456号, pp.70~76	福井哲夫, 関口次郎 与えられたアレンジメントを分割する可能な全ての横断線を探索するための高速なアルゴリズムを提案した。このアルゴリズムは、実射影平面上n直線アレンジメントの分類問題を解くために開発された。このアルゴリズムによって、n直線配置に対する計算時間はnの4乗のオーダーで行えるようになり、総当たり法 (nのn乗) に比べて高速であることを示した。
72. A remarkable simple eight-line arrangement on a real projective plane (査読付)	共	2005年08月	International Journal of Computational and Numerical Analysis and Applications, pp.361~386	Tetsuo Fukui, Jiro Sekiguchi 我々は、8直線配置空間の連結成分をE_8型Weyl群のルート系のことで表現できると予想を立て、両者の対応がWeyl群W(E_8)-同変写像であることを証明した。残る全単射性を証明できれば、8直線配置は完全に分類できることになる。
73. アレンジメントを分割する横断線探索アルゴリズム	共	2005年03月	武庫川女子大学紀要 (自然科学), 52巻, pp.33~40	福井哲夫, 関口次郎 一連の研究におけるアレンジメントの生成実験に必要な、アレンジメントを分割する横断線探索アルゴリズムについてまとめたものである。
74. Javaアプレットによるプログラミング教育の取り組み	共	2004年12月	武庫川女子大学情報教育研究センター年報 2003, 12号, pp.20~28	福井哲夫, 高松芽生, 和泉志穂, 西田幸加 本論文では、武庫川女子大学・情報メディア学科のJavaプログラミング教育について、指導の有効性と学生の興味やつまづきやすい点を調査し、考察を与えた。
75. 実射影平面上8直線アレンジメントの観測による幾何学的性質	共	2004年10月	京都大学数理解析研究所講義録 1395号, pp.150~156	福井哲夫, 関口次郎 8直線アレンジメントの生成実験において、交点の対称性が高いサンプルの場合に、横断線の存在の仕方が異なることを発見した。
76. Experimental computation of eight-line arrangements generated by all possible transversals on real projective plane for image production (査読付)	共	2004年09月	Kansei Engineering International (015), 4巻3号, pp.1~10	T. Fukui, J. Sekiguchi, K. Ohta 数学的に未知であった8直線配置の分類パターンを明らかにし、一部重要な数学的アルゴリズムの証明を与えた。
77. 貫通直線探索法によ	共	2004年04月	代数学と計算	福井哲夫・関口次郎

研究業績等に関する事項

著書、学術論文等の名称	単著・共著書別	発行又は発表の年月	発行所、発表雑誌等又は学会等の名称	概要
3 学術論文				
る実射影平面上8直線アレンジメントの生成実験			2003 講究録 http://tnt.math.metro-u.ac.jp/ac/2003/	貫通直線探索法を応用し、アレンジメントの異なる14通りの7直線配置サンプルから、可能なすべての辺の組み合わせによる貫通直線を実験的に探索し、8直線アレンジメントの生成実験を行った。その結果、(1) サンプルのどのタイプからも141通りの貫通直線が存在した。(2) 生成された8直線アレンジメントデータを多角形の関係で分類したところ135種類観測した。結果(1)は予想外であり、新しい問題提起となった。担当(pp. 1~7)
78. LEGOロボットを使った実験と情報処理教育 -平成14年度卒業研究から-	単	2003年12月	情報教育研究センター年報2002 11号, pp. 33~36	コンピュータがものを動かし制御できることを体験させることは、情報化社会における隠れたコンピュータの活躍を理解する上で意義深い。本研究はLEGOロボットが情報処理教育のためにどの程度の性能を持ち、実践に活用できるかを、学生の卒業研究の中で実験し、その教育的意義を考察したものである。
79. ワンクリック調査法によるブランドファッションの需要予測	共	2003年10月	感性工学会, pp. 82~82	太田健一・福井哲夫 本研究は、消費者の購買結果から感性情報をつかむため、ある商品の販売前と後における消費者調査を行い、データマイニングを試みた。その結果、注意の配分時間と売上数量との間に高い相関があったことを確認した。
80. 貫通直線構成による実射影平面上アレンジメントの生成とその分類	共	2003年09月	数式処理 10巻 2号, pp. 26~27	福井哲夫・関口次郎 本研究は、計算幾何学で知られている貫通直線探索法を応用し、7直線配置の異なる14通りのアレンジメントから、可能な全ての辺の組み合わせによる貫通直線を厳密に構成し、生成された8直線の観測を行うためのアルゴリズムを示したものである。
81. Javaネットワークツールによる遠隔対戦型ゲームの開発	共	2003年03月	教育システム情報学会 第17回学生によるコンピュータ利用研究会予稿集, pp. 33~34	駒井良江・福井哲夫 プログラミング言語Javaはネットワークを使ったソフトウェア開発に有効な言語である。本研究はネットワーク技術やプログラミング手法を調べたものである。実際に離れたコンピュータ同士でゲームを行うソフトウェアの開発に成功した。本論文は平成14年度卒業生1名との共同研究である。これによって、ゲームのみならず教育利用におけるネットワークプログラミングの可能性が広がった。
82. LEGOロボットによるエスカレーターの動きに合わせた自立移動実験	共	2003年03月	教育システム情報学会 第17回学生によるコンピュータ利用研究会予稿集, pp. 21~22	佐野祐子・中田亜希子・福井哲夫 本論文は、難しいとされるロボット製作にLEGOという入門者にも取り付きやすい部品を使うことによって、教育や実目的のためにどの程度有効であるかを調べたものである。本テーマは平成14年度卒業生2名との共同研究である。まず、ロボットの特性測定を行い、そのデータを元に、エスカレーターの動きに合わせて自立移動できるロボットを作ること成功した。これによって、情報処理教育に大変有効であることを示した。
83. Javaによるプログラミング教育の実践 --C言語からの移行--	共	2002年03月	生活情報学研究 第2号, pp. 22-29	福井哲夫, 小西久美子, 村田紀子 本論文では、情報処理教育のためのプログラミング言語にJavaを取り入れた場合の利点と欠点を調査し、試験的な教育実践を通して、その有効性を示したものである。
84. ホームページを利用した汎用アンケートシステムの可能性 「平成10年度卒業研究から」	単	2002年03月	情報教育研究センター年報2000 第9号, pp. 35~41	アンケート調査を行う手段として、インターネットのホームページが使えると便利である。本研究では、アンケート入力フォームのためのホームページを作成するだけで、自動的に回収および集計ができる汎用アンケートシステムを開発し、システムの使い方と内容を報告している。最後に、ITを活用した情報教育への可能性を議論している。
85. Wave propagation in linear electrodynamics (査読付)	共	2000年07月	Physical Review D, Vol. 62/ 044050, pp. 1-5	Y. N. Obukhov, T. Fukui, G. F. Rubilar 一般に、電磁気学は時空の構造に影響される。この構造を決める成分は構造行列と呼ばれる。Y. N. ObukhovとF. W. Hehlはこの構造行列に閉じた数学的条件を課すことによって、重力を決定する計量テンソルを導くことを示した。本研究は、この数学的条件が、「真空中において、電磁波が唯一の光の速度で伝播する」という物理的条件に十分であること、さらに特殊な場合には必要条件でもあることを示した。
86. Propagation condition in metric-free electrodynamics	単	2000年03月	Verhandlungen der Deutschen physikalischen gesellschaft,	一般に、電磁気学は時空の構造に影響される。この構造を決める成分は構造行列と呼ばれる。Y. ObukhovとF. W. Hehlはこの構造行列の閉じた条件が、重力を決定する計量テンソルを導くことを示した。本研究は、この数学的条件が、「真空中において、電磁波が唯

研究業績等に関する事項

著書、学術論文等の名称	単著・共著書別	発行又は発表の年月	発行所、発表雑誌等又は学会等の名称	概要
3 学術論文				
with linear constitutive law (査読付)			Physik-Verlag, p.189 (ドイツ物理学会大会論文集)	一の光の速度で伝播する」という物理的条件に十分であることを示した。 (※本論文は短い、ドイツ物理学会の審査を受け受理された内容である。)
87. Experimental computation on configurations of eight lines on the real projective plane (査読付)	共	1998年12月	Reports of Faculty of Science, Himeji Inst. Tech. Vol. 9, pp.1-11	T. Fukui, J. Sekiguchi 本論文は、実射影平面上の8直線アレンジメントに関して、数式処理を使った計算機実験によって得られたデータを分析し、131通りの分類が存在することを示した。さらに、我々が発見した数学的性質から予想される結果との関係を議論した。
88. 実射影平面上8直線アレンジメントII	共	1998年12月	数式処理 7巻1号, pp.36-38	福井哲夫, 関口次郎 本稿は、平成9年から平成10年発表の実射影平面上の8直線アレンジメントに関する我々が発見した数学的予想を実証するため、数式処理による計算機実験を行った結果と分析をまとめたものである。
89. 実射影平面上8直線アレンジメントI	共	1998年12月	数式処理 7巻1号, pp.33-35	関口次郎, 福井哲夫 本稿は、平成9年から平成10年発表の実射影平面上の8直線アレンジメントに関する我々が発見した数学的性質をまとめたものである。
90. Eight lines arrangements on the real projective plane and the root system of type E ₈ (査読付)	共	1998年08月	Proceedings of the Third Asian Technology Conference in Mathematics, Springer, pp.377-388	T. Fukui, J. Sekiguchi 本論文は実射影平面上の8直線アレンジメントの数学的考察を1998年4月に発表したセル多角形分析アルゴリズムを応用して、計算機実験を行った結果を発表し、数学的予想を与えた。
91. 数式処理の実射影平面上N本直線配置問題への応用事例	共	1998年04月	京都大学数理解析研究所講義録, 1038号, pp.62-74	福井哲夫, 関口次郎 本論文では、実射影平面上のN本直線配置に関する分類について議論する。数式処理システムMathematicaを使い実射影平面上のN本配置のセル多角形をカウントするアルゴリズムを提案し、特に7本配置の場合の任意の配置を14タイプへ完全に分類するアルゴリズムを示した。
92. 生活情報学科の情報教育・研究環境	共	1998年02月	生活情報学研究 第1号, pp.25-40	長町美穂, 青木暁子, 平塚由花子, 福井哲夫 本論文では、生活情報学科のカリキュラムを例に、情報教育・研究にあるべき環境を議論し、授業の展開や管理運営上の問題点などを考察したものである。
93. A Remark on Labelled 8 Lines on the Real Projective Plane (査読付)	共	1997年11月	姫路工業大学研究報告 8号, pp.1~11	T. Fukui · J. Sekiguchi 本論文では実射影平面上の8直線による単純2次元アレンジメントの分類問題を扱う。我々は実射影平面上の番号づけられた8直線からタイプE ₈ のルート系に対するある種の集合の組が定義できることを見いだした。タイプE ₈ のルート系からなるその集合の直交関係を図示したダイアグラムは一定で、8LCダイアグラムと呼ぶ。我々は番号づけられた8直線と8LCダイアグラムで表された集合との関係を議論する。
94. 近似代数を用いた代数曲面の描画方法	単	1997年04月	数理解析研究所講義録 986号, pp.22~30	本論文では浮動小数係数を持つ3変数多項式のゼロ点がつくる代数曲面を扱う。数値計算によって特異点の近傍の代数曲線を描画するのは難しい。一方、数式処理によって正確な代数曲線を描くのは効率が悪い。我々は近似代数を応用した等高線の繰り返し描画による新しいアプローチを紹介する。本アルゴリズムは、解像度が大きくなっても計算ステップがほとんど変化しないという特徴を持つ。その安定な近似パラメータ条件を考察した。
95. C言語プログラミング教育を支援するグラフィックライブラリーの効果	共	1996年03月	武庫川女子大学紀要 自然科学編 第44巻, pp.75~80	平塚由花子・福井哲夫 C言語プログラミング教育を支援するグラフィックライブラリーを開発し、平成7年教育システム情報学会第20回大会にて発表した。その教育効果について調査・分析したのが本研究である。結果、 ・本ライブラリーはC言語の入門者に負担を与えず簡易であり、 ・視覚的に結果が見えるため理解を助け、 ・グラフィック例題は学習意欲を高め、 ・異なる機種でも同じグラフィックをスムーズに指導することが出来るなど成果が得られた。

研究業績等に関する事項

著書、学術論文等の名称	単著・共著書別	発行又は発表の年月	発行所、発表雑誌等又は学会等の名称	概要
3 学術論文				
96. Gravity Coupled Vector Coulomb Fields	共	1996年	Proceedings of the Seventh Marcel Grossmann Meeting on General Relativity Part A, pp. 491~492	S. Nakariki・K. Fukuma・T. Fukui・M. Mizouchi・T. Ohtani 我々は独立9個のパラメータを持つPoincare [] ゲージ理論を扱う。ある種の条件によって、ゲージ場の方程式が複素Einstein-Yang-Mills方程式の形に整理できる。このときの解である“複素ベクトルクロン場”によって生じる重力場について考察する。その結果、我々は“Yang-Mills場”のゲージチャージとそのパートナーである、2つの実ベクトルチャージによって分類される場を見いだした。
97. デザイン系コンピュータグラフィックス基礎としてのC言語教育事例	単	1995年10月	私情協ジャーナル 4巻2号, pp. 24~25	プログラミング教育に題材としてグラフィックスを導入すると効果的である。しかし、C言語教育の場合、多くの準備知識を必要とし、機種に依存しない命令系になっていない等の問題がある。これを解決すべく、多くの機種で同じソースプログラムが動作するグラフィックライブラリーを試作し、実践授業を通して教育効果を調べ、その有効性を示した。
98. 近似代数算法を用いた代数曲線の描画	共	1994年10月	数理解析研究所講究録・	福間、福井 本研究は、近似代数算法を用いた代数曲線の効率的な描画アルゴリズムを提案し、実装システムによってその有効性を示した。
99. 代数曲線の描画システム	共	1993年12月	詫間電波工業高専研究紀要21号, pp. 24~25	福間・福井 代数曲線を描画する上で問題となるのが、特異点及び特異点の近傍の処理である。本研究では数式処理の援用によって、計算量が軽減でき、かつ精度も保証されるような新しい描画システムを提案した。その結果、いくつかの例題によってその有効性と問題点を明らかにした。
100. 教育・研究用簡易2次元グラフィックスパッケージ〈コア・システム〉	単	1993年12月	詫間電波工業高専研究紀要21号, pp. 75~86	ここで著者が開発したグラフィックスパッケージとは2次元の数学的なグラフや図形を作図するために用意されたC言語およびC++用の基本関数群であって、GSPC79標準案コア・システムにほぼ準拠しているものである。さらに現代的利用法の考察からいくつかの機能拡張を提案し、実際の応用プログラムによってその有用性を示した。
101. C++数式処理のCAIへの応用	単	1993年10月	数式処理2巻、2号, pp. 44~47	オブジェクト指向言語であるC++による数式処理用のクラスライブラリーが筆者によって平成4年11月に開発された。このC++数式処理の特徴の有効性を調べる目的で、CAIに題材を採り、実際に応用プログラムを試作した。その結果、①数式が必要なCAIについては開発効率が良いこと、②木目の細かいグラフィック演出が容易なことなどの利点を示した。
102. 近似代数計算のためのC++による数式処理クラスライブラリーの開発	単	1993年09月	数理解析研究所講究録848号, pp. 162~176	本研究では数値計算と数式の融合処理を一つの処理系で行うための試みとして、オブジェクト指向言語であるC++に着目し、数式処理用のクラスライブラリーを開発した。その結果、具体例によって、①数値・数式融合処理が容易であること、②実行コードがコンパクトであること、③C(++)言語による他のライブラリーとのリンクが容易であることを確認した。
103. FWT変換の行列の固有値への応用	共	1991年11月	詫間電波工業高専研究紀要19号, pp. 71~77	福井・野田 この論文は、新しく提案した数式処理にも有効な固有値問題の解法について調べた一連の研究についてまとめたものである。そこでは例題をもとに、ある種の行列に対しては非常に収束が良いことが報告されている。
104. FWT変換の行列の固有値への応用	共	1991年10月	数式処理通信7巻、2号, pp. 52~58	福井・野田 これは平成3年5月数理解析研究所講究録発表のハイブリッド計算に適した固有値問題の解法の続編である。ここではこの方法の数式処理システムへのインプリメントは容易であること、現在、数式処理で用いられる固有値問題の解法は固有方程式を解くダニレフスキーの解法などに限定されているが、本方法はそれとは大きく異なっていること等が報告されている。
105. ハイブリッド計算に適した固有値問題の解法	共	1991年05月	数理解析研究所講究録753号, pp. 11~17	福井・野田 この論文では固有値問題を解くための今までとは異なった視点からのアプローチについて報告している。ここで提案する方法は、物理学の分野で定着している変換技法の一つを一般の固有値問題の解法として見直そうとするものである。
106. グラスマン代数の数式処理	単	1990年11月	詫間電波工業高専研究紀要18号,	反可換な性質をもった数学にグラスマン代数がある。これは電子や陽子などのフェルミ粒子と呼ばれる性質を表現するのに使われ、統

研究業績等に関する事項

著書、学術論文等の名称	単著・共著書別	発行又は発表の年月	発行所、発表雑誌等又は学会等の名称	概要
3 学術論文				
107. Energy-Momentum and Angular Momentum in Poincare [] Gauge Theory of Gravity and Physical Multiplets of Torsion fields— Weak Field Approximation— (査読付)	単	1989年07月	pp.107~114 Progress of Theoretical Physics 82巻、1号、pp.183~206	計力学にも重要である。この研究ではそのグラスマン代数の複雑な計算を計算機で扱うためのアルゴリズムとその応用について述べられている。あわせて数式処理システムREDUCE用のパッケージプログラムが紹介されている。 この研究は河合俊治氏が提唱した重力のPoincare [] ゲージ理論をより現実的なものに近づけるために、弱場近似を使って、物理的に意味のあるエネルギーやスピンを与える粒子の分類を行ったものである。これによって有効な粒子の存在条件が広がった。
108. 重力のゲージ理論とREDUCEによる伝播関数	単	1988年06月	数式処理通信 Vol. 5, No. 3, pp.17~26	これは研究論文Prog. Theor. Phys. Vol.78 No.6 に発表した仕事の中で、情報处理的側面に主眼を置いてまとめた研究論文である。その中では理論からくる水素原子スペクトルへの影響を計算するために、伝播関数を使って運動方程式を解く必要があった。その伝播関数を求める計算が膨大であるため、それらを計算機で処理するアルゴリズムを開発したのが本論文の内容である。この処理には現在関心の高まりつつある数式処理が応用されており、数式処理システムREDUCEのプログラムも併せて紹介している。
109. Special Relativistic Limit of Poincare [] Gauge Theory of Gravity (査読付)	共	1988年06月	Progress of Theoretical Physics Vol. 79, No. 6, pp. 1420~1430	Tetsuo Fukui, Toshiharu Kawai, Hirofumi Saitoh 重力によるミクロの世界の振る舞いを調べるには、現在の重力理論を見直す必要がある。その候補の一つに河合俊治氏が提唱した、Poincare [] 群を内部対称性とする重力のゲージ理論がある。この研究はその有効性を見る一歩として特殊相対論的極限の振る舞いを調べたものである。これによって新しい現象を示唆する部分が含まれているものの、古典的には十分有効であることが確かめられた。
110. Level Shift of Hyperfine Structure due to the Lorentz Gauge Field (査読付)	共	1987年12月	Progress of Theoretical Physics Vol. 78, No. 6, pp. 1470~1486	Tetsuo Fukui, Kazumi Fukuma, Shikao Miyamoto, Tadao Nakano, Teruya Ohtani, Yoshinobu Tamura 重力を(力を理解するために有力とされている)ゲージ理論としてとらえた場合、ローレンツ変換の対称性からくる粒子の存在が予言される。我々はその粒子が水素原子スペクトルの超微細構造にどのような影響を与えるかを調べ、現在の実験値と比較することによって、ローレンツゲージ粒子の質量と結合定数の上限を決定した。
111. Fierz identities and invariance of 11-dimensional supergravity action (査読付)	共	1986年07月	Physical Review D Vol. 34, No. 2, pp. 536~552	Seichi Naito, Kazuo Osada, Tetsuo Fukui 重力を含む統一理論の有力候補として高次元超重力理論が挙げられる。しかし実際の現象と照らし合わせるには非常に複雑な計算をともしない、ほとんど手がつけられない状態にある。我々はそれを解決する手がかりとしてFierz恒等式に目を付け、それらの組織的整理方法を確立した。そして実際に11次元超重力理論に適用することによってその有用性を確かめた。 分担：福井(ポイントとなる公式の導出、計算機を利用して主題である実用的なテーブルを導出)
112. (修士論文) Kaluza-Klein型 Supergravity	単	1985年03月	大阪市立大学, pp.1~97	万物の物理現象を支配する力は、突き詰めて考えると、重力、電磁気力、弱い力、強い力の4つにまとめられることが解ってきている。これらすべての力を統一的に扱うことのできる興味深い理論の一つにKaluza-Klein型Supergravityが知られている。この修士論文はKaluza-Klein型Supergravityに関する再調査をまとめたものである。
その他				
1. 学会ゲストスピーカー				
1. 数式を含む文書作成エディタの開発と応用事例	共	2023年8月29日	第48回教育システム情報学会プレカンファレンス	白井詩沙香, 中原敬広, 福井哲夫 本講演は、2022年から2023年にかけて開発・拡張をつづけてきた数式を含む文書作成エディタとその応用事例をまとめた、招待講演である。

研究業績等に関する事項

著書、学術論文等の名称	単著・共著書別	発行又は発表の年月	発行所、発表雑誌等又は学会等の名称	概要
1. 学会ゲストスピーカー				
2. 数学を活かす計算機と計算機を活かす数学	単	2017年03月23日	農工大数学セミナー2017, 東京農工大学（東京都・小金井市）	本講演は、1997年から2007年にかけて東京農工大学の関口次郎氏とのE8型Weyl群のルート系の直線配置問題への応用に関する共同研究の報告とそれに関わる計算機の活用事例紹介および2011年から2016年までの数式予測アルゴリズムを応用した数式入力インタフェースの開発研究の報告を行ったものである。
3. Configurations of eight lines on a real projective plane coming from 8LC sets	共	2011年09月6日	Workshop “Topics in the Theory of Weyl Groups and Root Systems” in honor of Professor Jiro Sekiguchi on his 60th birthday	Tetsuo Fukui, Jiro Sekiguchi W(E8)型ワイル群のルート系と関係する実射影平面上の8直線配置に関する一連の研究の報告である。
4. Wave propagation in linear electrodynamics	単	2002年11月	大阪市立大学物理学教室コロキウム	本講演は招待講演であり、平成12年7月Physical Review D Vol. 62に発表の論文を中心にその後の成果を口頭発表したものである。そこでは、電磁気理論を座標や計量によらず定式化して、電磁波が正しく伝播するための時空の構造(計量)がどうあるべきかを議論し、重力のゲージ理論との関係について考察した。
5. Wave propagation in linear electrodynamics	単	2001年01月	第22回「学術フロンティア・シンポジウム」岡山理科大学	本講演は、平成12年7月Physical Review D Vol. 62に発表の論文を中心に口頭発表したものである。そこでは、電磁気理論を座標や計量によらずに定式化して、電磁波が正しく伝播するための時空の構造(計量)がどうあるべきかを議論した。
2. 学会発表				
1. 数式を含む講義動画に対応した字幕表示システムの構築	共	2032年3月	情報処理学会第85回全国大会	白井詩沙香, 中原敬広, 福井哲夫 本発表は、情報処理学会第85回全国大会研究報告 4H-05にて発表の論文の口頭発表である。
2. FEATURE EXPANSION OF RICH-TEXT EDITOR FOR SUPPORTING TO CREATE STEAM EDUCATIONAL MATERIAL	共	2024年7月	The 15th International Congress on Mathematical Education (ICME-15)	Tetsuo Fukui, Shizuka Shirai 本発表は、2023年に発表した数式を含むSTEAM教育教材作成を支援するリッチテキストエディタをグラフ作成ツールと連携して機能拡張を行ったものである。
3. STACK問題タイプの解答データ分析手法の検討	共	2024年2月	日本ムードルムート2024	中村泰之, 樋口三郎, 吉富賢太郎, 宮崎佳典, 中原敬広, 川添充, 福井哲夫, 白井詩沙香 LMSのMoodle上で動作する数学オンラインテストSTACKを使った問題の学習者による解答データを正解からの距離によって可視化して分析する手法を提案した研究である。
4. 数式を含む文書作成のためのリッチテキストエディタプラグインの開発	共	2024年2月	日本ムードルムート2024	Shizuka Shirai, Takahiro Nakahara, Tetsuo Fukui 本発表は、2023年に発表した数式を含む文書作成のためのリッチテキストエディタをLMSのMoodle用プラグインとして開発し、公開したものである。尚、本発表は同大会にてベスト・ムードル・イノベーション賞(準優勝)を受賞した。
5. Feature Expansion of the Equation Editor in Mathematics Classroom Collaborator (MC2) for Smartphones	共	2023年11月	2023 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)	Shizuka Shirai, Marco Pollanen, Sohee Kang, Tetsuo Fukui 本発表は、2023 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)にて発表した同タイトルの論文の口頭発表である。
6. 音声認識による数式入力UIの開発と課題	共	2023年8月	数理解析研究所RIMS 共同研究(公開型)「数学ソフトウェアとその効果的教育利用に関する研究」	福井哲夫, 白井詩沙香 本発表は、数理解析研究所RIMS 講究録Vol. 2273, 共同研究(公開型)「数学ソフトウェアとその効果的教育利用に関する研究」にて発表の論文の口頭発表である。
7. 日本語音声認識と	共	2023年3月	情報処理学会第85	石丸琴海, 妹尾美侑, 白井詩沙香, 福井哲夫

研究業績等に関する事項

著書、学術論文等の名称	単著・共著書別	発行又は発表の年月	発行所、発表雑誌等又は学会等の名称	概要
2. 学会発表				
GUIによるマルチモーダル数式入力方式の試作			回全国大会	本発表は、情報処理学会第85回全国大会研究報告 1W-03にて発表の論文の口頭発表である。
8. Development of Online Support Tools for Creating STEM Educational Materials	共	2022年12月	2022 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)	Tetsuo Fukui, Shizuka Shirai 本発表は、2022 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE) プロシーディングに発表の論文の口頭発表である。
9. グラフ作成ツールによる高校数学向け学習教材	共	2022年8月	数理解析研究所 RIMS 共同研究(公開型)「数学ソフトウェアとその効果的教育利用に関する研究」	猪岡柚葉, 宇都宮若菜, 國仙紗也香, 福井哲夫 本発表は、数理解析研究所講究録「数学ソフトウェアとその効果的教育利用に関する研究」Vol. 2236にて発表の論文に関する口頭発表である。
10. 数式曖昧入力変換方式による 数式入力インタフェースのスマートデバイス向けUIの試作	共	2018年09月5日	第43回教育システム情報学会全国大会(北海道, 札幌)	白井詩沙香, 福井哲夫 本発表は、第43回教育システム情報学会全国大会予稿集で発表した論文「数式曖昧入力変換方式による 数式入力インタフェースのスマートデバイス向けUIの試作」の口頭発表である。
11. 数式オンラインテストの標準仕様 MeLQS に基づく問題実装	共	2018年09月5日	第43回教育システム情報学会全国大会(北海道, 札幌)	吉富賢太郎, 川添充, 中原敬広, 中村泰之, 福井哲夫, 白井詩沙香, 加藤克也, 谷口哲也 本発表は、第43回教育システム情報学会全国大会予稿集で発表した論文「数式オンラインテストの標準仕様 MeLQS に基づく問題実装」の口頭発表である。
12. MeLQS: Mathematics e-Learning Question Specification -- a common base for sharing questions among different systems	共	2018年08月30日	E-Assessment in Mathematical Sciences (EAMS2018), (Newcastle University, UK)	Kentaro Yoshitomi, Mitsuru Kawazoe, Takahiro Nakahara, Tetsuo Fukui, Shizuka Shirai, Katsuya Kato, Yasuyuki Nakamura, Tetsuya Taniguchi 本発表は、2017年に我々が提案した、数学オンラインテストの標準仕様MeLQSに基づいて、数学eラーニングシステムに実装するための仕様書の規格化とそれを記述するための正誤判定アルゴリズムの言語仕様について検討した結果について報告した。
13. 自然な数学記述によるグラフ作成ツールの提案	共	2018年08月28日	京都大学数理解析研究所研究集会「数学ソフトウェアとその効果的教育利用に関する研究」(京都)	富永侑里, 遠藤菜津美, 昇千尋, 福井哲夫 本発表は、生徒・学生がデジタル端末上で手軽にグラフを作成できるツールが必要と考え、関数グラフなどを作成するために必要な数式入力の負担を改善するために福井が開発したMathTOUCHを実装し、自然な数学記述によるグラフ作成ツールを試作し、報告した。
14. Intelligent Editor for Authoring Educational Materials in Mathematics e-Learning Systems	共	2018年07月26日	International Congress on Mathematical Software 2018, (ICMS2018), (USA, South Bend)	Shizuka Shirai, Tetsuo Fukui, Kentaro Yoshitomi, Mitsuru Kawazoe, Takahiro Nakahara, Yasuyuki Nakamura, Katsuya Kato, Tetsuya Taniguchi 本発表は、ICMS 2018, Lecture Notes in Computer Science, 10931で発表した論文「Intelligent Editor for Authoring Educational Materials in Mathematics e-Learning Systems」の口頭発表である。
15. MeLQS: Mathematics e-Learning Questions Specification - a common base for sharing questions among different systems	共	2018年01月8日	International Workshop on Mathematical Education for Non-Mathematics Students Developing Advanced Mathematical Literacy (東京, 新宿)	Mitsuru Kawazoe, Kentaro Yoshitomi, Takahiro Nakahara, Yasuyuki Nakamura, Tetsuo Fukui, Shizuka Shirai, Katsuya Kato, Tetsuya Taniguchi 本発表は、2017年8月に教育システム情報学会で発表した研究のその後の成果を発表したもので、数学eラーニングコンテンツの異種システム間連携を実現するための標準仕様としてMeLQSについて紹介し、開発した問題仕様書作成ツールの改良点について報告した。

研究業績等に関する事項

著書、学術論文等の名称	単著・共著書別	発行又は発表の年月	発行所、発表雑誌等又は学会等の名称	概要
2. 学会発表				
16. Extension of Output Function in MathTOUCH for the Production of Mathematical Materials	共	2018年01月7日	International Workshop on Mathematical Education for Non-Mathematics Students Developing Advanced Mathematical Literacy (東京, 新宿)	Tetsuo Fukui and Shizuka Shirai 本発表は、2018年1月7日に発行の同研究集会のProceedings of the International Workshop on Mathematical Education for Non-Mathematics Students Developing Advanced Mathematical Literacyに掲載された論文の口頭発表である。
17. 数式オンラインテストの標準仕様MeLQSの提案と仕様作成ツールの試作	共	2017年8月24日	教育システム情報学会 第42回全国大会 (福岡県小倉)	吉富賢太郎, 川添充, 中原敬広, 中村泰之, 福井哲夫, 白井詩沙香, 加藤克也, 谷口哲也 近年、数式オンラインテストシステムが多数提案され、利用が広がっている。我々はこれらの異なるシステムで学習問題を利用することができるような、数式オンラインテストの標準仕様書MeLQSの検討を行っている。仕様書は問題そのものの設計である問題仕様書とオンラインテストに実装するための実装仕様書の二段階で構成される。本発表では、仕様の現状と問題仕様書を簡単に記述し、データベース化できるように開発したシステムを紹介した。
18. Predictive Algorithm for Converting Linear Strings to General Mathematical Formulae (査読付)	共	2017年7月13日	HCI International 2017 (Vancouver, Canada)	Tetsuo Fukui, Shizuka Shirai 本発表は、論文誌S. Yamamoto (Ed.): HIMI 2017, Part II, LNCS 10274, pp. 15-28, 2017. (DOI: 10.1007/978-3-319-58524-6_2)に掲載された論文の口頭発表である。
19. 数式予測アルゴリズムを実装した数式入力インタフェースMathTOUCHの試作と評価	共	2017年03月11日	情報処理学会 コンピュータと教育研究会 139回研究発表会, 津田塾大学 (東京都・小平市)	白井詩沙香, 仲村裕子, 福井哲夫 本発表は、情報処理学会研究会報告集, Vol. 2017-CE-139 No. 7にて発表した論文の口頭発表である。
20. MathTOUCH: Mathematical Input Interface for E-Assessment Systems	共	2016年09月13日-14日	The International Conference on E-Assessment in Mathematical Sciences 2016 (EAMS 2016), Newcastle University (Newcastle upon Tyne, United Kingdom)	Shizuka Shirai, Tetsuo Fukui 本発表は、MSOR Connections EAMS special issue, Vol. 15, No. 2にて発表した論文の口頭発表である。
21. 多種ある数式自動採点システムの統一的解答入力の提案	共	2016年08月12日	コンピュータ利用教育学会 2016 PC Conference, 大阪大学 (大阪府・吹田市)	白井詩沙香, 福井哲夫 本発表は、2016年8月にCIEC研究大会論文集にて発表した論文の口頭発表である。
22. MATHTOUCH WEB: ONLINE MATH INPUT EDITOR FOR INTERACTIVELY CONVERTING LINEAR STRINGS	共	2016年07月24日-31日	13TH International Congress on Mathematical Education, Congress Center Hamburg (Hamburg, Germany)	Shizuka Shirai, Tetsuo Fukui 本発表では、数式入力インタフェースMathTOUCHによるWebベースの数式入力支援サービスのマルチデバイス化に向け、JavaScriptによるインタフェースの再構築を行った概要について報告した。
23. STACK PROJECT IN	共	2016年07月	13TH	Yasuyuki Nakamura, Tetsuya Taniguchi, Kentaro Yoshitomi,

研究業績等に関する事項

著書、学術論文等の名称	単著・共著書別	発行又は発表の年月	発行所、発表雑誌等又は学会等の名称	概要
2. 学会発表				
JAPAN; ITEM BANK SYSTEM, MATH INPUT INTERFACE AND QUESTION SPECIFICATION		24日-31日	International Congress on Mathematical Education, Congress Center Hamburg (Hamburg, Germany)	Shizuka Shirai, <u>Tetsuo Fukui</u> and Takahiro Nakahara 日本における数式自動採点システムSTACKに関するプロジェクトのレビューと数式自動採点システム間連携の構想について報告した。
24. Evaluation of a Predictive Algorithm for Converting Linear Strings to Mathematical Formulae for an Input Method	共	2015年11月11日	Sixth International Conference on Mathematical Aspects of Computer and Information Sciences (MACIS2015, Berlin, Germany)	Shizuka Shirai, <u>Tetsuo Fukui</u> 2015年7月の国際会議ACA2015（ギリシャ）で発表した数式入力効率を向上させるための予測アルゴリズムには、スコアデータが増大し続ける問題があった。本発表は、予測アルゴリズムを改良し、その問題を解決し、安定した予測ができるようになった結果を報告している。
25. MathTOUCH with Predictive Algorithm from Linear String to Math Formulae	共	2015年09月01日	京都大学数理解析研究所研究集会「数学ソフトウェアとその効果的教育利用に関する研究」	白井詩沙香, 福井哲夫 本発表は、2015年12月発表の論文「機械学習による数式予測アルゴリズムを実装したMathTOUCHの試作」の口頭発表で、白井により英語で発表された。
26. Predictive Algorithm from Linear String to Mathematical Formulae for Math Input Method	共	2015年07月20日	21st Conference on Applications of Computer Algebra (ACA2015, Kalamata, Greece)	<u>Tetsuo Fukui</u> , Shizuka Shirai 本発表は、2015年発表の数式入力のための予測アルゴリズムの提案・評価に関する論文「Predictive Algorithm from Linear String to Mathematical Formulae for Math Input Method」の口頭発表である。
27. 数式曖昧表記変換型数式入力の機械学習による数式予測と精度	単	2015年06月14日	第6回ARG Webインテリジェンスとインタラクション研究会 (ARG SIG-W12)	本研究は、テキストベースに近い文字列変換型の数式入力インタフェースに自然言語処理技術を応用し、インテリジェント化を試みたものである。2つの予測アルゴリズムを提案し、一つはベスト1予測の精度が79.1%で、もう一つのアルゴリズムはベスト10まで含めた予測の精度が95.0%とほぼ実用レベルに近づく結果を得た。
28. 数式自動採点システムSTACKの行列問題における解答入力方法改善の取り組み（査読付）	共	2014年08月25日	情報処理学会情報教育シンポジウムSSS2014	白井 詩沙香, 福井 哲夫 本研究は、2014年 8月26日情報教育シンポジウム論文集SSS2014にて発表の論文「数式自動採点システムSTACKの行列問題における解答入力方法改善の取り組み」の口頭発表である。
29. Development and Evaluation of a Web-Based Drill System to Master Basic Math Formulae Using a New Interactive Math Input Method (査読付)	共	2014年08月08日	International Congress on Mathematical Software 2014 in Seoul, Korea	Shizuka Shirai, <u>Tetsuo Fukui</u> 本研究は、2014年 8月8日International Congress on Mathematical Software 2014, Lecture Notes in Computer Science 8592, Springerにて発表の論文「Development and Evaluation of a Web-Based Drill System to Master Basic Math Formulae Using a New Interactive Math Input Method」の口頭発表である。
30. STACKによる数学eラーニングシステムにおける数式入力方法改善の試み	共	2014年02月08日	123回情報処理学会コンピュータと教育研究会	白井 詩沙香, 仲村 裕子, 福井 哲夫 本研究は、2014年 1月26日日本数式処理学会東北地区合同分科会にて発表の開発システムを実際の数学eラーニングに教育実践した報告論文「STACKによる数学eラーニングシステムにおける数式入力方法改善の試み」の口頭発表である。
31. 数式入力UI「MathTOUCH」のMaxima形式出力機能の拡張と数学eラーニ	共	2014年01月26日	日本数式処理学会東北地区合同分科会	白井 詩沙香, 仲村 裕子, 福井 哲夫 我々は、数学eラーニングで注目されている数式解答評価システムSTACKの入力方法の改善を試みるため、我々が提案している数式入力インタフェース「MathTOUCH」を拡張し、Maxima形式出力機能を追

研究業績等に関する事項

著書、学術論文等の名称	単著・共著書別	発行又は発表の年月	発行所、発表雑誌等又は学会等の名称	概要
2. 学会発表				
ングへの応用				加した。これによりSTACKへMathTOUCHを実装することが可能となり、数学eラーニングへの応用ができるようになった。本研究はその口頭発表である。
32. 数式入力が容易なドリル型数学学習システム「DigitalWork」の開発と評価	共	2013年10月12日	121回情報処理学会コンピュータと教育研究会	白井 詩沙香、仲村 裕子、 <u>福井 哲夫</u> 本発表は、121回情報処理学会コンピュータと教育研究会の研究報告における論文「数式入力が容易なドリル型数学学習システム『DigitalWork』の開発と評価」の口頭発表である。
33. 数式入力インタフェース MathTOUCH を応用したドリル型数学学習システムの開発	共	2013年08月19日	京都大学数理解析研究所研究集会「数学ソフトウェアとその効果的教育利用に関する研究」	白井 詩沙香、仲村 裕子、 <u>福井 哲夫</u> 本研究は、基礎的な数学公式を繰り返し学習できるドリル型eラーニングシステム「DigitalWork」を開発し、その成果を口頭発表したものである。本システムの特徴は、数式入力の負担を軽減する仕組みを導入し、数式を直接解答できる点である。これにより、数学学習の問題タイプの可能性が広がられた。
34. 類似による知覚ミスが起きやすいASCIIコードにおける特殊記号の分類	共	2013年03月06日	情報処理学会第75回全国大会学生セッション5ZC-9	仲村裕子、白井詩沙香、 <u>福井哲夫</u> 2013年3月発表の論文「類似による知覚ミスが起きやすいASCIIコードにおける特殊記号の分類」の口頭発表である。
35. インテリジェントな数式ユーザインタフェース (Webアプリケーション版数式エディタの開発)	単	2013年03月01日	情報処理学会シンポジウム「インタラクティブ発表2EXB-50」	仮名漢字変換の気軽さで数式のデジタル入力を平易にする、主に標準のキーボードをユーザインタフェースとする技術を平成23年に提案した。本研究では提案技術を応用し、Webアプリケーション版数式エディタ(MathTouchWeb)を開発し、当該シンポジウムでデモ発表を行った。
36. 対話型数式入力インタフェース MathTouchにおける数式表記表現の代数的ルールによる正準化の方法	単	2012年12月	京都大学数理解析研究所研究集会「Computer Algebra」	平成24年度8月に提案方式を実装したシステムを開発して、簡単な数式ワークドリルへの応用事例を紹介し、その有効性を示した。しかし、学習者が回答入力した数式の正誤判定を行うためには、数式内部表現の正準性(一意に定まること)を保証する必要がある。本研究では、開発システムで採用した代数的ルールによる正準化の方法について報告した。
37. 単純文字列変換によるインテリジェントな対話型数式デジタル化技術	単	2012年12月	イノベーションフェア関西	ユーザが数式を読むのと同じ、単純な文字を入力すれば、デジタル化された数式を容易に構築できる技術を発明した。 システムが機械学習型辞書を使って候補を算出するので、所望する数式要素を対話的に選択するだけでよく、操作が単純である。
38. キーボードを利用した数学ソフトウェアにおける注意点	共	2012年08月20日	京都大学数理解析研究所研究集会「数学ソフトウェアと教育」	白井詩沙香、仲村裕子、 <u>福井哲夫</u> 本研究は、文字入力インタフェースとしてのキーボードの打鍵タスクによるユーザ行動を特殊記号別に調査したもので、使い易さやトレーニングし易さの観点から打鍵特性を分類した。その結果からキーボードを利用した数学ソフトウェアにおける注意点を報告した。
39. インテリジェントな対話型数式デジタル化技術による数式エディタの開発	単	2012年08月	京都大学数理解析研究所研究集会「数学ソフトウェアと教育」	本研究は、2011年に提案したインテリジェントな対話型数式デジタル化技術を応用し、実用的な実装システムである数式エディタを開発し、数式入力の効率評価について議論した。
40. 線形文字列変換による機械学習型数式入力インタフェースと編集機能の設計	単	2012年03月06日	情報処理学会第74回全国大会	本研究は、2012年3月発表の論文「線形文字列変換による機械学習型数式入力インタフェースと編集機能の設計」の口頭発表である。
41. 線形文字列変換による対話型数式入力方式の効果	単	2011年12月07日	京都大学数理解析研究所研究集会「Computer Algebra」	本研究は、2012年3月発表の論文「線形文字列変換による対話型数式入力方式の効果」の口頭発表である。
42. 数式のインテリジェントな線形入力方式と評価	単	2011年09月09日	日本数式処理学会第20回大会	本研究は、2011年8月に提案した、数式のデジタル入力を平易にするための方式が従来方式より効率的であることの一例を被験者によるパフォーマンステストによって示した。その結果、GUIテンプレートを使った数式エディタに比べて1.75倍効率が良いことが示された。
43. キーボードにおける特殊記号の打鍵に関する特性分析	共	2011年09月09日	日本数式処理学会第20回大会	白井詩沙香、 <u>福井哲夫</u> 本研究では、キーボードにおける特殊記号の打鍵に関する特性調査の研究で、打鍵トレーニングにおける被験者の習熟状態に着目し、

研究業績等に関する事項

著書、学術論文等の名称	単著・共著書別	発行又は発表の年月	発行所、発表雑誌等又は学会等の名称	概要
2. 学会発表				
44. 数式のインテリジェントな線形入力方式	単	2011年08月24日	京都大学数理解析研究所研究集会「数学ソフトウェアと教育」	習熟モデルの分析を行った。 本研究は、2012年3月発表の論文「数式のインテリジェントな線形入力方式」の口頭発表である。
45. キーボードにおける特殊記号の打鍵に関する特性調査	共	2011年08月24日	京都大学数理解析研究所研究集会「数学ソフトウェアと教育」	白井詩沙香, 福井哲夫 本研究は、2012年3月発表の論文「キーボードにおける特殊記号の打鍵に関する特性調査」(白井詩沙香との共同研究)の口頭発表である。
46. 数式処理を用いた教育を想定したタイピング能力の調査	共	2010年08月31日	京都大学数理解析研究所研究集会「数式処理と教育」	白井詩沙香, 福井哲夫 近年、文書処理やWeb情報において数式の必要性が高まりつつある。本研究では、数式の入力が必要となる数・特殊記号に焦点を当て、青年期のタイピング能力の偏りに対する現状調査を行った。その結果、ローマ字に比べて数式の打鍵時間は約2倍近い値となり、数式のタイピングは苦手であることが判った。その主な要因は、特殊記号の存在や打鍵場所が不明であることから来ていることが示された。
47. Classification of eight-line simple 2-arrangements on a real projective plane in terms of root system of type E8	共	2007年07月	13th International Conference on Applications of Computer Algebra in Oakland University	Tetsuo Fukui, Jiro Sekiguchi 我々のこれまでの研究によって、ある種のE8型ルート系集合と実射影平面上8直線配置空間とがほぼ同型であることを示した。本研究では、この成果の応用として、8直線アレンジメントを組合せ幾何学の同値関係に基づいて分類した。その結果、8直線配置は135種類存在し、任意のアレンジメントはそのいずれかに属することを示した。
48. E8型ルート系による実射影平面上8直線配置と組合せ幾何学への応用	共	2007年06月	第16回日本数式処理学会大会	福井哲夫, 関口次郎 これは、論文: 福井・関口、「E8型ルート系による実射影平面上8直線配置と組合せ幾何学への応用」、数式処理(日本数式処理学会)14巻2号で得られた成果の口頭発表である。
49. A Relation between the Weyl Group W(E8) and Eight-line Arrangements on a Real Projective Plane	共	2006年06月	12th International Conference on Applications of Computer Algebra (Institute of Mathematics and Informatics Bulgarian Academy of Sciences)	Tetsuo Fukui, Jiro Sekiguchi 我々は、これまでの論文で、ある種のE8型ルート系集合全体からWeyl群の作用する8直線配置空間の連結成分全体へのW(E8)同変写像が存在することを示した。本発表では、この写像が1対1写像であることを証明した。もし、さらに全射であることが示せれば、2つの集合は同型となり、8直線配置はルート系の言葉で完全に分類できることになる。
50. 8直線配置と関係するE ₈ 型Weyl群のルート系集合の分類と応用	共	2006年06月	第15回日本数式処理学会大会	福井哲夫, 関口次郎 これは、論文: 福井・関口、「8直線配置と関係するE ₈ 型Weyl群のルート系集合の分類と応用」、数式処理(日本数式処理学会)13巻1号で得られた成果の口頭発表である。
51. On certain diagrams related with simple eight-line arrangements on a real projective plane	共	2005年12月	2nd Pacific Workshop on Discrete Mathematics in Hawaii (日本数学会)	Tetsuo Fukui, Jiro Sekiguchi 我々は、2005年6月の発表で、8直線配置空間を符号化するE ₈ 型Weyl群のある種のルート系集合が、2160個存在することを示した。本研究では、10個の三角形を持ち6角形、7角形、8角形を含まないアレンジメントに対するルート系集合Uからすべての元に推移する鏡映変換を全て求めた。その結果、8次対称群の作用を除いて、4世代までの鏡映変換で2160の現全てに推移することを示した。
52. 8直線配置と関係するE8型Weyl群のルート系集合	共	2005年06月	第14回日本数式処理学会大会	福井哲夫, 関口次郎 我々は、8直線配置空間と同型であると予想されるWeyl群のE ₈ 型ルート系のある種の集合に対し、数式処理システムを使い全ての元を計算した。結果2160個の元が存在することを示した。
53. Computational observation of simple	共	2005年03月	日本数学会2005年度年会	Tetsuo Fukui, Jiro Sekiguchi 我々は、8直線配置空間とWeyl群のE ₈ 型ルート系のある種の集合との間に、W(E ₈)-同値写像が存在することを証明し、Weyl群によって

研究業績等に関する事項

著書、学術論文等の名称	単著・共著書別	発行又は発表の年月	発行所、発表雑誌等又は学会等の名称	概要
2. 学会発表				
arrangements of eight lines added by all possible transversals on a real projective plane				8直線が分類できることを示唆した。この予想に対する実験的知見を得るために、計算機を使って実験的観測を行い報告した。
54. A quick computation of all kinds of transversals for dissections of an arrangement	共	2004年12月	京都大学数理解析研究所研究集会”Computer Algebra ? Design of Algorithms, Implementations and Applications”	Tetsuo Fukui, Jiro Sekiguchi 我々は、2004年7月発表の研究によって、単純アレンジメントを分割する横断線の総数の一般公式を導いた。その証明をアルゴリズム化することによって、全横断線の計算量が総当たり方に比べて著しく高速に求められるようになった。
55. 実射影平面上単純直線アレンジメントを分割する横断線の総数	共	2004年07月	京都大学数理解析研究所研究集会”Designs, Codes, Graphs and their Links V” (日本数学会)	福井哲夫, 関口次郎 我々は、単純アレンジメントを分割する横断線の総数の一般公式を導き、証明した。これによって、8直線における観測事実が理論的に正しいことを示した。
56. 実射影平面上8直線アレンジメントの観測による幾何学的性質	共	2003年12月	京都大学数理解析研究所研究集会”Computer Algebra - Design of Algorithms, Implementations and Applications”	福井哲夫・関口次郎 横断線探索法による生成実験のために、新たに2つの異なるサンプルを使いより多くのデータの中から8直線アレンジメントを分類した。分類結果は平成16年4月発表の論文と同じであったが、サンプルの違いによって横断線の存在の仕方が異なることを発見した。さらにその原因が、3つの交点が同一直線上にあるような対称性の高い場合に関係していることを示唆した。
57. Experimental computation of eight lines arrangements generated by all possible transversal lines on the real projective plane	共	2003年11月	The Second East Asian Conference on Algebra and Combinatorics, Kyushu University	J. Sekiguchi・T. Fukui 本発表は、日本数式処理学会誌「数式処理」に掲載された論文「貫通直線構成による実射影平面上アレンジメントの生成とその分類」に関する研究についての口頭発表である。
58. ワンクリック調査法によるブランドファッションの需要予測	共	2003年10月	第5回日本感性工学会大会	太田健一・福井哲夫 本発表は、平成15年10月掲載のProceedings of the 5th Annual Conference of JSKEにおける研究の口頭発表である。
59. 貫通直線探索法による実射影平面上8直線アレンジメントの生成実験	共	2003年10月	第5回「代数学と計算」研究集会 (東京都立大学)	福井哲夫・関口次郎 本発表は、平成15年9月掲載の論文「貫通直線構成による実射影平面上アレンジメントの生成とその分類」に関する研究とその後の成果についての口頭発表である。
60. 貫通直線構成による実射影平面上アレンジメントの生成とその分類	共	2003年06月	日本数式処理学会第12回大会 (九州大学)	福井哲夫・関口次郎 本発表は、平成15年9月掲載の論文「貫通直線構成による実射影平面上アレンジメントの生成とその分類」に関する研究の口頭発表である。
61. Javaネットワークツールによる遠隔対戦型ゲームの開発	共	2003年03月	教育システム情報学会 第17回学生によるコンピュータ利用	駒井良江・福井哲夫 プログラミング言語Javaはネットワークを使ったソフトウェア開発に有効な言語である。本発表はネットワーク技術やプログラミング手法を調べ、実際に離れたコンピュータ同士でゲームを行うソフトウェアの開発に成功した。本研究は平成14年度卒論生1名との共同研究である。これによって、ゲームのみならず教育利用におけるネットワークプログラミングの可能性が広がった。
62. LEGOロボットによるエスカレーターの動きに合わせた自立移	共	2003年03月	教育システム情報学会 第17回学生によるコン	佐野祐子・中田亜希子・福井哲夫 本研究は、難しいとされるロボット製作にLEGOという入門者にも取り付きやすい部品を使うことによって、教育や実的な目的のため

研究業績等に関する事項

著書、学術論文等の名称	単著・共著書別	発行又は発表の年月	発行所、発表雑誌等又は学会等の名称	概要
2. 学会発表				
動実験			ピュータ利用	にどの程度有効であるかを調べたものである。本テーマは平成14年度卒論生2名との共同研究である。まず、ロボットの特性測定を行い、そのデータを元に、エスカレーターの動きに合わせて自立移動できるロボットを作ることに成功した。これによって、情報処理教育に大変有効であることを示した。
63. Computational pursuit on eight lines arrangements on the real projective plane	単	2002年03月	The First International Forum on Human Environmental Sciences (in Italy)	本発表は、平成10年Report of Fac. Sci., Himeji Inst. Tech. 9に発表の論文“Experimental computation on configuration of eight lines on the real projective plane”に関するその後の成果を口頭発表したものである。
64. 数理解論に現れる偏微分方程式と数式処理への応用に関する考察	単	2001年03月	ワークショップ「数式処理システムとその応用」Risa Consortium 第9回研究集会	本研究は、平成12年7月 Phys. Rev. Dに発表の論文において現れる偏微分方程式を取り上げ、その解を求めるための数式処理システムによる単純なアプローチの困難さを示した。
65. Propagation condition in metric-free electrodynamics with linear constitutive law	単	2000年03月	Physical Society of Germany (ドイツ物理学会大会)	一般に、電磁気学は時空の構造に影響される。この構造を決める成分は構造行列と呼ばれる。Y. ObukhovとF.W. Hehlはこの構造行列の閉じた条件が、重力を決定する計量テンソルを導くことを示した。本研究は、この数学的条件が、「真空中において、電磁波が唯一の光の速度で伝播する」という物理的条件に十分であることを示した。
66. 数式処理による実射影平面上N直線アレンジメントの構成実験	共	1998年03月	ワークショップ「数式処理システムとその応用」Risa Consortium 第6回研究集会	福井哲夫・関口次郎 本研究は平成9年11月京都大学数理解析研究所「数式処理における理論と応用の研究」研究会にて発表の「数式処理の実射影平面上N本直線配置問題への応用事例」に引き続きその後の成果を発表した。特に、N直線から(N+1)直線アレンジメントを構成するアルゴリズムを提案し、7直線の14タイプから8直線アレンジメントの構成実験を行った。その結果、1629個のアレンジメントを生成し、91個の分類パターンを見いだした。
67. 数式処理の実射影平面上N本直線配置問題への応用事例	共	1997年11月	京都大学数理解析研究所研究集会「数式処理における理論と応用の研究」	福井哲夫・関口次郎 本研究では実射影平面上のN本直線配置に関する分類について議論する。発表者の一人、関口は6本および7本の場合の直線配置がそれぞれタイプE ₆ およびE ₇ のルート系に関係していることを示した。これらの幾何学的分析を行うために数式処理システムを使い、N本配置のセル多角形をカウントするアルゴリズムを提案し、特に7本配置からくる14タイプの幾何学的特徴を分析した。
68. 近似代数を用いた代数曲面の描画方法	単	1996年11月	京都大学数理解析研究所研究集会「数式処理における理論と応用の研究」	本研究は平成9年京都大学数理解析研究所講義録第986号にて発表の論文「近似代数を用いた代数曲面の描画方法」に関する口頭発表である。そこでは浮動小数係数を持つ3変数多項式のゼロ点がつくる代数曲面を扱い、提案したアルゴリズムでは、解像度が大きくなっても計算ステップがほとんど変化しないという特徴を持つことを示した。またその安定な近似パラメータ条件を考察した。
69. C言語プログラミング教育を支援するグラフィックスライブラリーの開発	単	1995年08月	教育システム情報学会 第20回全国大会	これは平成7年10月の私情協ジャーナルに発表の論文「デザイン系コンピュータグラフィックス基礎としてのC言語教育事例」に関する口頭発表である。そこではプログラミング教育へ題材としてグラフィックスを導入した効果を明らかにするために、C言語のためのグラフィックライブラリー教材を試作し、教育効果を調べ報告している。
70. Gravity Coupled to Complex Maxwell Fields	共	1994年08月	7th. Marcel Grossmann Meeting on General Relativity at Stanford University	S. Nakariki, K. Fukuma, T. Fukui, M. Mizouchi, T. Ohtani 重力の理論として電磁気力と定式化が近いポアンカレゲージ理論が知られている。我々はポアンカレゲージ理論がある条件のもとで、よく知られているアインシュタイン・マクスウェル方程式の複素拡張版に整理できることを示した。また、この性質を使って既知の方程式解の複素拡張解を導いた。さらにこの解は未知であるゲージ場の質量や結合定数の大きさに依存して、既知ブラックホール解やその他の解にも成り得ることを示した。
71. 近似代数算法を用い	共	1993年11月	京都大学数理解析	福間一巳, 福井哲夫

研究業績等に関する事項

著書、学術論文等の名称	単著・共著書別	発行又は発表の年月	発行所、発表雑誌等又は学会等の名称	概要
2. 学会発表				
た代数曲線の描画			研究所研究集会 「数式処理における理論と応用の研究」	これは平成6年の数理解析研究所講究録に発表の論文「近似代数算法を用いた代数曲線の描画」に関する口頭発表である。
72. C++数式処理のCAIへの応用	単	1993年06月	日本数式処理学会第2回大会	これは平成5年10月発表の論文「C++数式処理のおCAIへの応用」に関する口頭発表である。
73. 近似代数計算のためのC++による数式処理クラスライブラリーの開発	単	1992年11月	京都大学数理解析研究所研究集会 「数式処理における理論と応用の研究」	これは平成5年9月発表の論文「近似代数計算のためのC++による数式処理クラスライブラリーの開発」に関する口頭発表である。
74. 数式処理に有効な物理学的近似計算	単	1991年03月	愛媛大学ワークショップ「新しい数式処理システムの開発」	これは昭和63年6月、平成2年11月、平成3年10月発表の数式処理に関する論文において数式処理に有効な物理学的近似計算の観点からまとめた報告である。
75. FWT変換の行列の固有値への応用	共	1991年03月	理化学研究所シンポジウム「記号・数式処理と先端的科学技術計算」	福井哲夫・野田松太郎 これは平成3年10月発表の論文「FWT変換の行列の固有値への応用」に関する研究の口頭発表である。
76. グラスマン代数の数式処理	単	1990年12月	第14回素粒子論グループ中国・四国セミナー(香川大学)	これは平成2年11月発表の論文「グラスマン代数の数式処理」に関する研究の口頭発表である。
77. ハイブリッド計算に適した固有値問題の解法	共	1990年11月	京都大学数理解析研究所研究集会 「数式処理と数学研究への応用」	野田松太郎・福井哲夫 これは平成3年5月発表の論文「ハイブリッド計算に適した固有値問題の解法」に関する研究の口頭発表である。
78. ローレンツゲージ場の観測可能性	共	1989年10月	1989年日本物理学会秋の分科会	大谷・福井・宮本・中野 昭和61年10月口頭発表した研究、すなわち、我々の理論が予言する新粒子が第五の力を生み出す可能性についてのその後の成果について報告したものである。
79. 重力のPoincare [´] ゲージ理論の特殊相対論的極限	共	1987年10月	1987年日本物理学会秋の分科会	福井・河合・斉藤 これは1988年6月発表の論文Special Relativistic Limit of Poincare [´] Gauge Theory of Gravity に関する研究の口頭発表である。
80. Lorentzゲージ場の巨視的現象	共	1986年10月	1986年日本物理学会 秋の分科会	福井・福岡・宮本・中野・大谷・田村 第五の力の存在がいくつかの測定事実によって示唆されている。ここでは我々の理論が予言する新粒子がこの力を生み出す可能性について議論した。
81. Lorentzゲージ場の観測可能性	共	1986年08月	原子核三者若手夏の学校素粒子論パート研究会	福井・福岡・宮本・中野・大谷・田村 これは1986年3月口頭発表した内容とその後の成果について報告したものである。
82. Lorentzゲージ場による超微細構造への補正	共	1986年03月	日本物理学会 第41回年会	福井・福岡・宮本・中野・大谷・田村 これは1987年12月発表の論文Level Shift of Hyperfine Structure due to the Lorentz Gauge Fieldに関する研究の口頭発表である。
3. 総説				
1. 巻頭「音声認識で数学を学習できるIT環境をめざして」	共	2024年3月	じっきょう数学資料 No. 88	福井哲夫、白井詩沙香 本数学資料は、音声認識で数学を学習できるIT環境をめざして、数式入力UIの改善の取り組みと音声認識の可能性について、2024年の時点の状況を解説したものである。
2. 数式入力インタフェース研究への誘い	単	2018年1月	数式処理, Vol. 24, No. 1, pp. 1-2	数式入力インタフェースの研究を一つの学問として捉え、数式処理学分野の一部として紹介した、数式処理学会誌「数式処理」の巻頭言である。
3. 単純文字列変換によるインテリジェントな対話型数式デジタル化技術	単	2013年3月1日	月刊ケミカルエンジニアリング (化学工業社) 58巻3号, PP. 47-53	本総説は、科学雑誌「ケミカルエンジニアリング」の特集「安全社会における情報科学の役割」のために出版社(化学工業社)から依頼を受けて執筆したものである。これまでの数式のデジタル化に関するユーザインタフェース技術研究の成果についてまとめている。
4. 芸術(建築模型等含む)・スポーツ分野の業績				

研究業績等に関する事項				
著書、学術論文等の名称	単著・共著書別	発行又は発表の年月	発行所、発表雑誌等又は学会等の名称	概要
4. 芸術（建築模型等含む）・スポーツ分野の業績				
5. 報告発表・翻訳・編集・座談会・討論・発表等				
1. 数式のデジタル化を世界に ー 福井研究室の取組み ー	単	2023年2月26日	「日経SDGsフェスティバル大阪関西」のトークセッション「学びのちから」に登壇、 https://channel.nikkei.co.jp/adgs_osaka2023/	日本経済新聞社の主催する「日経SDGsフェスティバル大阪関西」の座談会に登壇し、教育現場からSDGsの課題を議論したものである。
2. MathTOUCHプロジェクト：数学eラーニングにおける数式入力改善の取組み	共	2016年01月23日	日本数式処理学会合同分科会	白井詩沙香，福井哲夫 本発表は、2011年に我々が提案した文字列変換型の数式入力インタフェースMathTOUCHの一連の取り組みとその発展内容を講演したものである。なお、本講演は日本数式処理学会の教育利用分科会のオーガナイザーによる企画講演として依頼を受けたものである。
3. ユビキタス	単	2003年02月	武庫川女子大学情報教育研究センター年報 2001, 10号（コラム）	次世代ITを担うのはユビキタス・コンピューティングであると言われていている。ユビキタスとは、誰もがどこでも何にでもネットワークを通じて便利なサービスを受けられる技術を指している。本論文ではユビキタスの現状を解説し、特に本学の日下記念マルチメディア館を例にユビキタスの意義を示している。このような実例をふまえ、最後に、ユビキタス・コンピューティングの可能性を考察している。
4. グラスマン代数の数式処理	単	1992年	素粒子論研究 Vol. 83, No. 3	
5. Lorentzゲージ場の観測可能性	共	1992年	素粒子論研究 Vol. 76, No. 1	
6. 研究費の取得状況				
1. 数学eラーニングのためのマルチモーダルな数式入力UIの研究と学習支援環境の構築	共	2023年4月～2027年3月	科学研究費補助金 基盤研究(B) (一般) 課題番号：23K25724	代表
2. マルチモーダルな数式入力UIの研究と数学学習支援環境	単	2020年4月～2023年03月	科学研究費補助金 基盤研究(C) 課題番号：20K12117	代表
3. 数式入力のインテリジェント化と数学eラーニングへの発展的応用に関する研究	単	2017年04月～2020年03月	科学研究費補助金 基盤研究(C) 課題番号：17K00501	代表
4. 数学eラーニングコンテンツの標準化による異種システム間連携とクラウドサービス化	共	2016年04月～2020年03月	科学研究費補助金 基盤研究(B) (一般) 課題番号：16H03067	研究分担者（代表者：日本大学・谷口哲也）
5. 数式入力のインテリジェント化と数学eラーニングに関する研究	単	2014年04月～2017年03月	科学研究費補助金 基盤研究(C) 課題番号：26330413	代表
学会及び社会における活動等				
年月日	事項			
1. 2018年02月17日～18日	情報処理学会「コンピュータと教育(CE)研究会」第143回研究発表会を現地運営委員として武庫川女子大学にて開催			
2. 2016年4月1日～現在	CIEC（コンピュータ利用教育学会）会員			
3. 2005年1月～現在	日本数学会 会員			
4. 1999年4月～現在	日本数式処理学会 会員			
5. 1990年4月～現在	日本物理学会 会員			
6. 1989年4月～現在	情報処理学会 会員			