

【令和元年度実績】

1. 全国共同利用・共同研究拠点活動および企業利用促進の取り組み

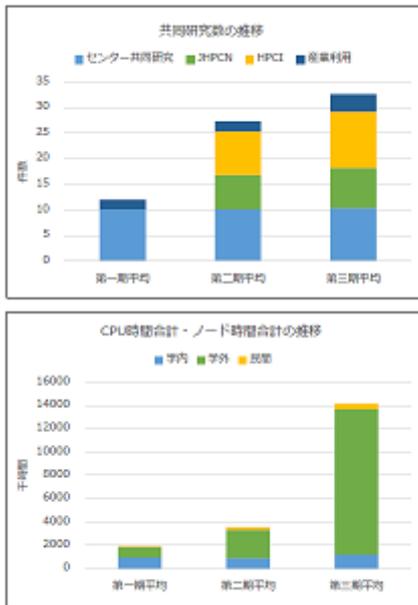
No.33 ②-4 国際共同利用・共同研究拠点及び共同利用・共同研究拠点の機能強化計画

共同利用・共同研究拠点の構成機関として特徴のある大規模科学技術計算システム(いわゆるスーパーコンピュータ)を整備・運用し、その利用者支援を積極的に行ってきた。その結果として、HPCI(ハイ・パフォーマンス・コンピューティング・インフラ)や JHPCN(学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点)において最も盛んに利用されている計算資源提供機関の一つとなり、全国的にも存在感のある計算資源として広く認知されている。令和元年度には、9 件の HPCI 課題(「京」以外計 84 件)及び 7 件(8 拠点計 58 件)の JHPCN 課題が採択され、計算科学研究者との共同研究を積極的に推進している。また、スパコンの企業利用にも積極的に取り組み、東京エレクトロンと NEC との技術的連携を東北大学サイバーサイエンスセンターが仲介する「BUB 連携」を実現した。令和元年度には BUB 連携をさらに強化・促進するために NEC から最新型の計算資源を借りることができたため、その資源も活用して今後はスパコンの企業利用事例をさらに増やせるように積極的に努力していく。

実績報告

本センターのスパコンは稼働してから 2020 年 2 月で 5 年を迎えるが、利用者支援を積極的に行うことで、令和元年度にも HPCI、JHPCN の採択課題をはじめとして多くの計算科学研究者との共同研究を実施し、年間を通じて常に高い利用率を達成できた。これは、単純な演算性能だけではなく利用者支援等も含めた総合力で、最新型のスパコンを整備した他大学のセンターと比較しても遜色のない魅力をもつセンターであることを顕著に示している。令和 2 年度にはシステム更新が控えていることから、さらに競争力を高めるよう継続して努力していく。

また、今年度特に注力した BUB 連携の成果として 2 つの企業との契約を達成することができた。最初に契約が実現した東京エレクトロンとは特に効果的な連携を実施でき、同社内の計算資源の不足を本センター BUB 連携用計算資源で補うことで従来よりも多くのケースを評価し、3 件の特許提案につながったという報告を受けている。また評価結果のデータベースは、同社内でマテリアルインフォマティクスの学習データとして今後も活用され、充実させていくことも決まっていることから、来年度以降も引き続き本センターの利用を希望している。一方、本センターを介して産産連携を行った NEC も、計算化学分野で広く用いられている Quantum Espresso に対してより多くの実データを使って最適化を施すことが可能となり、同社の最新機種である SX-Aurora TSUBASA の適用範囲を広げるための有用な取り組みとして評価しており、今後も継続してこの取り組みに参加していくことが決まっている。令和元年度に参加したすべての企業が令和 2 年度も利用を希望しており、BUB 連携に関しては参加企業から高い評価を得ていることは明らかである。現在、さらに参加企業を増やすことを目指している。



(添付 1-1) 共同研究推移(R1 年度末時点).pdf, (添付 1-1) 共同研究推移(R1 年度末時点).png

2. 安全安心を支える社会基盤としてのスパコン整備

No.33 ②-4 国際共同利用・共同研究拠点及び共同利用・共同研究拠点の機能強化計画

サイバーサイエンスセンターはリアルタイム津波浸水被害推定システムを研究開発してきた。本システムは内閣府の「総合防災情報システム」の一機能として採用され、大規模地震発生時の津波による広域的な被害を迅速に推定することで、災害時における政府の迅速な対応に貢献することが期待されている。本年度は、災害時により多くの情報基盤センターと連携するために、NEC SX-ACEに加えて他のシステムでも津波浸水被害を効率よく推定できるように研究開発を進めている。

また本センターでは、「熱中症リスク評価システム」を研究開発してきた。本システムでは太陽光と外気温などの複数の物理現象と、発汗や血流の変化などの生理応答をSX-ACEを用いて計算することにより、年齢や性別など個人特性を考慮した熱中症リスクを評価可能にしている。これらの成果は、日本気象協会のホームページで公開されており、平成30年で約25万件のアクセスを記録するなど、新たな熱中症発症リスク指標として期待されている。本年度は、訪日外国人に対するリスク評価や熱中症搬送者数予測など、本システムの高度化に取り組んでいる。

実績報告

今年度は、NEC-SX-ACEを念頭に最適化および高速化を行ってきた津波浸水被害シミュレーションを、他のシステムにおいても効率よく実行できるように最適化を行った。まず、Intel Xeon Goldにおいてループラインモデルによる性能解析を行い、B/F値から算出される理論性能に達していないことを明らかにした。そして、その原因分析を行い、論理演算が性能のボトルネックになっていること突き止め、論理演算を削減した津波浸水被害シミュレーションモデルの開発を行った。

た。その結果、Xeon Gold において 1.2 倍の性能向上を達成した。次に、Intel Xeon Phi KNL や Nvidia Tesla V100 向けの実装を行い、それぞれのプロセッサの性能を引き出すための最適化およびチューニング手法の研究開発を行った。これらの最適化およびチューニング手法により、津波浸水被害シミュレーションを KNL で 1.3 倍、V100 では 1.2 倍の性能向上を達成できることを明らかにし、自動チューニングに関する国際ワークショップ iWAPT2019 や高性能計算に関する国際会議 ISC'19 ポスターで成果報告を行っている。

また、当初計画通りに訪日外国人に対するリスク評価と熱中症搬送者予測に取り組んだ。訪日外国人の熱中症発症リスク評価に関しては、温帯生育者と熱帯生育者の温度上昇の相違を推定可能な長期暑熱順化モデルを提案し、一連の評価を通して、その妥当性を明らかにしている。また、熱中症搬送者予測に関しては、東京都、大阪府、愛知県を対象として、気象データと計算シミュレーション技術を融合することにより、一日当たりの高齢者の熱中症搬送者数を予測可能なモデルを提案し、その有用性を明らかにしている。本モデルは、気象情報を入力データとし、詳細な人体モデルを対象として大規模シミュレーションにより計算された発汗量、体温上昇をもとに、熱中症搬送者数を都市ごとに予測可能にしている。これまでも、熱中症発症リスクは、当日の気温の高さに加えて連続した暑熱によっても影響があると考えられてきたが、高齢者では当日のみでなく前 2 日間の気象条件が影響すること、また、成人では当日の暑さが直接的な要因となることを明らかにした。これらの成果は、国際共著論文として Building and Environment(IF:4.8)、Environment International(IF:7.9)において成果報告を行うなど学術的にも高い評価を得ている。

3. 学内情報基盤の最適化・高度化並びに成果の全国展開と地域貢献

No.79 ①-1 多様な教育研究活動等を支える情報基盤の活用充実と高度化計画

・全学の情報化推進整備計画(第 3 期、平成 30 年度～令和 4 年度)に基づき、情報シナジー機構における全学共通情報基盤の整備と運用の中核的組織として取り組んでいる。

・セキュアウェブサービス: 令和元年度からこの試行を開始し、部局等のウェブページにおいて CMS を学内向けサーバで使用して安全にページ作成し、グローバルの公開用サーバに転送し公開する機能を提供しており、高機能化、業務最適化とセキュリティ強化に効果的な先進の取組みである。

【資料: (添付 3-1)セキュアウェブサービス(概要)】

セキュアウェブサービス(試行)

目次

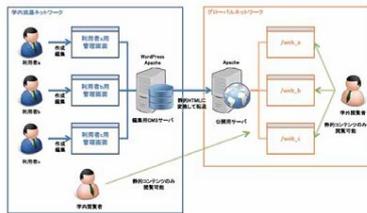
1. 概要
2. サービス詳細
3. 利用開始日
4. 申請
5. マニュアル等
6. 利用指針
7. 注意事項

概要

セキュアウェブサービス(以下「本サービス」といいます)は、情報シナジー機構(以下「機構」といいます。)が運用する CMS(Content Management System) を使用し、利用者のウェブサイトを公開するサービスです。ウェブページ作成用の CMS を学内流通ネットワーク上に配置することで学外からの不正アクセスを防止し、安全に CMS によるウェブページ作成を行うことができます。CMS で作成したウェブページは静的コンテンツ(HTML)に変換した上でグローバルネットワーク上の公開用サーバに転送し公開します。

公開用サーバでは「https://w3.tohoku.ac.jp/XXXX/」(XXXXは任意の文字列)というURLでウェブページを公開します。公開するコンテンツを静的ページに限定することで脆弱性の入り込む余地を最小化しています。したがって、本サービスでは動的ページを公開することはできません。

2019年3月～2019年9月を本サービスの試行期間とし、試行期間中は無料でご利用いただけます。



・eduroam: 学術無線 LAN ローミング eduroam の設計・構築、及び日本国内の高等教育機関への展開は、本センターの後藤英昭准教授が先導してきたものであり、平成 29 年度より NII で事業化した。NII との密な連携により、引き続き中心メンバーとして国内高等教育機関への普及・展開、最新技術の調査と研究開発、利用 範囲拡大に向けた取り組み等、継続的に活動を行う。平成 31 年 3 月時点で、国内 250 機関が参加している。

この貢献に対し、同准教授が「平成 31 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰・科学技術賞(開発部門)」において、「大学間連携のための学術認証フェデレーションの開発」(代表:岡部寿男・京都大学教授)を受賞した。

【資料:(添付 3-2)文部科学大臣表彰プレスリリース(NII・京大・東北大など共同)】

・東北学術研究インターネットコミュニティ(TOPIC):東北地区の大学等が参加する TOPIC への支援を事務局・幹事として行い、講習会や研修会及び技術的支援や人材育成を通じて、東北地区における学術研究・教育活動を支援して地域貢献している貴重な活動である。

【資料:(添付 3-3)平成31年度 TOPC 講演会等プログラム】

実績報告

・全学の情報化推進整備計画(第 3 期、平成 30 年度～令和 4 年度)に基づき、情報シナジー機構における全学共通情報基盤の整備と運用の中核的組織として、大学の情報基盤環境に関する先導的研究に取り組み、その成果普及により地域の他大学等へ貢献している。(添付 3-4)「情報基盤環境の先導的研究と貢献」は、重点的に取り組んだ情報基盤環境の研究及び貢献の取組である。

【資料:(添付 3-4)情報基盤環境の先導的研究と貢献】

情報基盤環境の先導的研究と貢献

項目	内容
情報セキュリティ関連サンプル規程集の作成と推進	<ul style="list-style-type: none"> ・国立情報学研究所及び主要大学と連携して、「高等教育機関における情報セキュリティポリシー推進部会」において標準的かつ活用可能な情報セキュリティ関連サンプル規程集を作成し発展させるとともに、依頼講演等による普及を推進している。 ・その成果は国公立大学・高専等における規程策定に採用されている。
eduroamの研究と普及啓発	<ul style="list-style-type: none"> ・無線LANローミング基盤eduroamの研究を進展させて、高セキュリティかつ効率的に大学活動を支援できるキャンパス無線LAN環境を実現する集中認証方式を実現し、国内75以上の大学等で運用されている。 ・集中認証方式を会議向けゲストアカウントの発行に利用する枠組みを開発し、84の会議を支援した。 ・eduroamの技術を進展させて、高い安全性と利便性を有する次世代ホットスポット技術を開発し、研究成果を国際会合において提案し国際的研究連携及び標準化を行っている。 ・大震災後の耐災害研究で大規模災害時の避難所に適した無線LANシステム方式の成果も得た。
地域他機関への情報ネットワーク環境への貢献	<ul style="list-style-type: none"> ・東北地区の大学等の学術研究・教育活動を支援するネットワーク環境を発展させるために、各機関内ネットワークの運用と利用に関する情報収集・啓発活動を行う「東北学術研究インターネットコミュニティ(TOPIC)」を運営し、年2回の研修会合や各県の講演会を開催するなどしている。

・セキュアウェブサービス: 部局等のウェブページにおいて CMS を学内向けサーバで使用して安全にページ作成し、グローバルの公開用サーバに転送し公開する機能を今年度から提供しており、高機能化、業務最適化とセキュリティ強化に効果的な先進の取り組みである。

・情報セキュリティ関連サンプル規程集の策定と推進: 国立情報学研究所「高等教育機関における情報セキュリティポリシー推進部会」におけるこの策定は、本センターの曾根秀昭教授が平成18年度から主査として先導して策定と普及推進に取り組んでおり、国内各大学等における情報セキュリティ規程策定で参照されている。令和2年2月にクラウドでの機密情報取り扱い等の新しい情勢に対応した「高等教育機関の情報セキュリティ対策のためのサンプル規程集(2019年度版)」をリリースした。この取組により本学と国内多くの大学の情報セキュリティ水準の向上に貢献する優れた水準の成果を収めている。

【資料: (添付 3-5)NII_newsrelease_20200212】

・eduroam: 学術無線 LAN ローミング eduroam の設計・構築、及び日本国内の高等教育機関への展開は、本センターの後藤英昭准教授が先導してきたものであり、平成29年度よりNIIで事業化した。NIIとの密な連携により、引き続き中心メンバーとして国内高等教育機関への普及・展開、最新技術の調査と研究開発、利用範囲拡大に向けた取り組み等、継続的に活動を行う。国内267機関(令和元年11月)が参加している。この貢献に対し、同准教授が「平成31年度科学技術分野の文部科学大臣表彰・科学技術賞(開発部門)」において、「大学間連携のための学術認証フェデレーションの開発」(代表: 岡部寿男・京都大学教授)を受賞した。

・東北学術研究インターネットコミュニティ(TOPIC): 東北地区の大学等が参加する TOPIC への支援を事務局・幹事として行い、講習会や研修会及び技術的支援や人材育成を通じて、東北地区における学術研究・教育活動を支援して地域貢献している貴重な活動である。

 (添付 3-2) 文部科学大臣表彰プレスリリース(NII・京大・東北大など共同).pdf,  (添付 3-3) 平成31年度 TOPIC 講演会等プログラム.pdf,  (添付 3-1) セキュアウェブサービス(概要).pdf,  (添付 3-1) セキュアウェブサービス(概要).png,  (添付 3-4) 情報基盤環境の先導的研究と貢献.pdf,  (添付 3-4) 情報基盤環境の先導的研究と貢献.jpg,  (添付 3-5) NII_newsrelease_20200212.pdf

4. 情報環境のセキュリティ強化と教育

No.79 ①-1 多様な教育研究活動等を支える情報基盤の活用充実と高度化

No.77 ①-3 内部統制システムの構築・運用

計画

本学の情報環境と構成員の情報セキュリティ対策を推進し教育を実施するとともに、情報セキュリティ関連の研究成果を展開して学部・大学院・社会人向けの実践的情報セキュリティ人材育成に大学間・産学連携により取り組んでいる。

・**情報セキュリティの教材**: 本学の教職員と学生を対象とする「コンピュータネットワーク安全倫理に関するガイドライン」を平成31年度から「東北大学情報セキュリティガイドブック」の別名を付けて大改訂し、新入生や新規採用者にも親しみやすく要点を把握しやすい構成の教材に改めたところ、講習会では印象に残りやすくなったなど高評価である。

【資料: (添付 4-1) 東北大学情報セキュリティガイドブック(表紙)】



・**情報セキュリティに関する教育啓発**: eラーニング教育の効果向上と受講者の負担軽減を意図して、コンプライアンス教育(個人情報保護)との連携を図り、一本化して実施するとともに、動画のスキップなどの改良を加えて実施する。

・**大学間連携の実践的セキュリティ人材育成**: 文部科学省「成長分野を支える情報技術人材の育成拠点の形成(enPiT2、平成28～令和2年度)」事業において、本センターの曾根秀昭教授らの教員が主要な役割を担ってセキュリティ分野 Basic SecCap コースを推進している。具体的には、同教授が 14 大学全体の事業責任者としてとりまとめるほか、本センターの教員が情報科学研究科の実践的情報教育推進室長、室員、及び講義担当としてこの事業を実施し、他大学及び産業界との企画調整及びセキュリティ総論 A やネットワークセキュリティ基礎演習を担当している。平成31年度(前期開始時)は本学で36名、分野全体で324名のコース履修登録学生、38の連携校・参加校(令和1年8月現在)がある。また、大学院の SecCap コース(平成24~28年度の補助事業の後に自主継続)のセキュリティ分野に5大学院の一つとして本学情報科学研究科が参加して、幅広い産業分野において求められている「実践的なセキュリティ技術を習得した人材(実

践セキュリティ人材)の育成」を実施し、また、社会人向けの enPiT-Pro(平成 29～令和 3 年度)で ProSec セキュリティマインドコースを実施している。

・学内の情報基盤の情報セキュリティ:学内の企画・運用において、CSIRTの主要メンバーとして本センターの教員が関わるなど、学内の教職員のサイバーセキュリティに関する意識や知識・技術の向上にも努めている。

実績報告

本学の情報環境と構成員の情報セキュリティ対策を推進し教育を実施するとともに、情報セキュリティ関連の研究成果を展開して学部・大学院・社会人向けの実践的情報セキュリティ人材育成に大学間・産学連携により取り組んでいる。

・情報セキュリティの教材:本学の教職員と学生を対象とする「コンピュータネットワーク安全倫理に関するガイドライン」を平成31年度から「東北大学情報セキュリティガイドブック」の別名を付けて大改訂し、新入生等に配布した。親しみやすく要点を把握しやすい構成の教材に改めたので、講習会では印象に残りやすくなったなど高評価である。

・情報セキュリティに関する教育啓発:e ラーニング教育の効果向上と受講者の負担軽減を意図して、コンプライアンス教育(個人情報保護)との連携を図り、「情報セキュリティ・個人情報保護教育」に一本化して日本語版・英語版で実施するとともに、動画のスキップなどの改良を加えて実施した。受講対象者役職員等 9,943 名のうち 9,769 名(98.3%)が受講修了し、アンケート結果では 77.2%が「有効」及び「やや有効」となり本教育は有効であった。

・大学間連携の実践的セキュリティ人材育成:文部科学省「成長分野を支える情報技術人材の育成拠点の形成(enPiT2、平成 28～令和 2 年度)」事業において、本センターの曾根秀昭教授らの教員がセキュリティ分野 Basic SecCap コースを推進している。具体的には、同教授が 14 大学全体の事業責任者としてとりまとめるほか、本センターの教員が情報科学研究科の実践的情報教育推進室長、室員、及び講義担当としてこの事業を実施し、他大学及び産業界との企画調整及びセキュリティ総論 A やネットワークセキュリティ基礎演習などの講義・演習を担当している。この統一カリキュラムに今年度は(令和 2 年 1 月現在)本学で 36 名、分野全体で 427 名の登録学生、40 の連携校・参加校があり、学生からの関心が高い。また、大学院の SecCap コース(平成 24~28 年度の補助事業の後に自主継続)のセキュリティ分野に 5 大学院の一つとして本学情報科学研究科が参加して、幅広い産業分野において求められている「実践的なセキュリティ技術を習得した人材(実践セキュリティ人材)の育成」を実施し、また、社会人向けの enPiT-Pro(平成 29～令和 3 年度)で ProSec セキュリティマインドコースに社会人 1 名を受け入れて実施している。

【資料:(添付 4-2)enPiT2 セキュリティ分野 BasicSecCap コース】

enPiT セキュリティ分野 BasicSecCap コース

【Basic SecCapコース】

- ・学際分野を軸としたenPiT2分野の選抜的立ち上げの基盤（サイバーの拡大）
- ・様々な産業・職業・研究に深く関与し、多様な学生に基礎知識と技能を育める
- ・参加拡大のため、専門科目及び演習科目のみの受講も受け入れ
- ・14講義科目が遠隔講義の導入（遠隔）を前提とする前向きな共有体制構築・運営
- ・専門科目の履修と履修進捗は重点奨励奨励が前提とし、大学間でオンライン教育
- ・各講義科目が同時の手段となっており、企業大学の参加促進
- ・幅のある演習（実践的な設計・実演・運用管理・診断・非常時対応などを体験）
- ・分野横断的・横断的統合的な多様な学びの場により多様な価値観の両立を促せる人材
- ・先進企業社目により高度なレベルと内容の人材育成
- ・7年制の7年制に立上る学生を主とした産学連携の教育提供と導入
- ・産学交流協定締結、参加専攻等により、他大学の履修・演習も選択できる
- ・参加登録一前期/後期科目・夏期/冬学期中演習→12月了了認定

【提供科目】

専攻卒業に必須し、演習科目、先進演習科目を前年度から3科目追加（すべて正課）

- ・基礎科目：各大学で指定
- ・専門科目（卒業要件の履修単位A～E）：多様な地上授業化（2単位・5科目）
- ・演習科目（B, 演習）：専攻情報から特種的な内容（1～2単位・10科目）
- ・先進演習科目（先進20%）：最先端のITと企業イノベーション（2単位・10科目）
- ・先進演習科目（大学院インターンシップ）：1～2単位・8科目

【Basic SecCapコース修了認定】

- ・Basic SecCap 7：基礎（4単位）/専門（4単位）/演習科目（1単位）以上
- ・Basic SecCap 8/9：上記に加え、先進演習科目1～3単位

【今年度の進捗状況】

- ・両校の分野選抜委員会（委員会・選考）
- ・今年度特許出願した映像脈波に基づく遠隔的・非接触的な血圧推定法に関する研究が、国際会議 41st Ann. Conf. of IEEE Eng. in Med. & Biol. Soc.に採択されて口頭発表を行い高い評価を得た。
- ・今年度登録者のうち専攻卒業生 81名
- ・履修登録・履修のシステム化（登録者数）/各・所属・専攻の履修登録
- ・大学院インターンシップ（大学院履修）を専攻科目へ移動する取組み

年度	専攻学生数		専攻修了者		専攻修了率		履修者数	
	登録	卒業	登録	卒業	登録	卒業	登録	卒業
2017	112	212	70	70	45	45	22	22
2018	125	326	76	216	60	122	35	35
2019	160	318	78	257	73	172	43	43

履修登録・管理システム 情報セキュリティ・倫理教育

講義や演習の様子

・学内の情報基盤の情報セキュリティ: 学内の企画・運用において、CSIRT の主要メンバーとして本センターの教員が関わるなど、学内の教職員のサイバーセキュリティに関する意識や知識・技術の向上にも努めている。

(添付 4-1) 東北大学情報セキュリティガイドブック_表紙.JPG, (添付 4-1) 東北大学情報セキュリティガイドブック(表紙).pdf, (添付 4-2) enPiT2 セキュリティ分野 BasicSecCap コース.jpg, (添付 4-2) enPiT2 セキュリティ分野 BasicSecCap コース.pdf

5. 遠隔・非接触的血行状態モニタリング装置「魔法の鏡」の実用化と高機能化

No.23 ②-2 イノベーション創出を实践する研究の推進計画

独立行政法人科学技術振興機構の革新的イノベーション創出プログラム「さりげないセンシングと日常人間ドックで実現する理想自己と家族の絆が導くモチベーション向上社会創生拠点」の成果として、ビデオカメラさえあれば、何のセンサも身に付けず遠隔的かつ非接触に血圧を推定するための新手法を開発した。従来の方法では、身体の2か所脈波の位相差を計測する方法や、脈波の歪み時間を計測する方法などが提案されているが、いずれの方法でも血圧の絶対値は得られず、相関値が得られるだけであった。これに対して提案法では、映像に含まれる2か所の身体の高差差を利用することにより、人為的な血圧変動に基づく校正なしに血圧の絶対値が推定できる。例えば掌をかざすだけで遠隔・非接触的に血圧が推定できるようになり、幅広い領域での応用可能性が高い。(参考: 特願 2019-104885「血圧推定装置、血圧推定方法及び血圧推定プログラム」, 出願日 2019年6月4日として出願)

【資料: (添付 5-1) P20190006JP_出願書類データ(抜粋)】

実績報告

本年度特許出願した映像脈波に基づく遠隔的・非接触的な血圧推定法に関する研究が、国際会議 41st Ann. Conf. of IEEE Eng. in Med. & Biol. Soc.に採択されて口頭発表を行い高い評価を得た。

【資料: (添付 5-2) 41st Ann Conf of IEEE Eng in Med and Biol Soc】

また、遠隔的・非接触的に末梢血行状態を精度よく推定するための方法に関する研究が、国際会議 IEEE 8th Global Conf. on Consumer Electronics に採択されて口頭発表を行った成果に対して、Bronze Prize of IEEE GCCE 2019 Excellent Paper Award が授与された (<http://www.ieee-gcce.org/2019/awards.html>)。

さらに、赤外光のような単色光に基づいても映像脈波の推定精度が約 44%も向上するという新手法に関する研究が、IEEE J. of Biomedical and Health Informatics (IF: 4.217) に採択された。この成果は自動車や監視カメラ等における広範な応用可能性が高く、画期的なものである。

【資料: (添付 5-3) IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics】

 (添付 5-1) P20190006JP_出願書類データ(抜粋).pdf,  (添付 5-2) 41st Ann Conf of IEEE Eng in Med and Biol Soc.pdf,  (添付 5-3) IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics .pdf