

Institute for Advanced Studies in Artificial Intelligence

2020.12

# IASAI News

中京大学 人工知能高等研究所  
ニュース No.45

発行人： 中京大学人工知能高等研究所  
運営委員会（発行年1回）  
〒470-0393 豊田市具津町床立101  
Tel 0565-46-1280 Fax 0565-46-1296  
<https://www.iasai.chukyo-u.ac.jp/>



IASAI News No.45 目次

---

■ 講座報告	
2020年度名古屋市科学館連携講座 においを消す不思議な「タマゴ」の作り方	長谷川 明生 2
■ IASAI 研究トピック	
HPCによる原子・分子の電子状態の研究 －原子のHF-limit計算とランタノイド分子の結合様式－	山本 茂義 秦野 甯世 舘脇 洋 4
■ 2019年度 事業報告書	6
■ 2019年度 研究・事業プロジェクト実績報告書	
A. 竹炭プロジェクト	野浪 亨 長谷川 純一 河村 典久 9
B. 暗黙知センシングプロジェクト	青木 公也 橋本 学 14
C. 名古屋市科学館連携講座	長谷川 明生 長谷川 純一 中 貴俊 田口 博久 19
D. IASAI ウェブコンテンツ刷新プロジェクト	磯 直行 上芝 智裕 清水 優 土屋 孝文 鈴木 常彦 21
E. ロボカップ・ジャパンオープン出場プロジェクト	沼田 宗敏 佐藤 俊郎 23
■ 2020年度 研究プロジェクト一覧	26
■ 2020年度 研究員一覧	28

---



## ● 講座報告

### 2020 年度名古屋市科学館連携講座 においを消す不思議な「タマゴ」の作り方

中京大学 工学部 教授  
長谷川 明生

#### 講座について

2013 年から始まった名古屋市科学館・人工知能高等研究所連携講座も 8 回を数え、今年度は機械システム工学科の野浪亨教授を講師に「においを消す不思議な「タマゴ」の作り方」をテーマに実施した。このテーマでの講座は 2014 年度につづき 2 度目である。

本講座は、新型コロナウイルス感染症の拡大防止に細心の注意をはらって、参加者を例年の半分の 8 組として、8 月 29 日土曜日と 9 月 5 日土曜日に名古屋市科学館で開催した。参加者には、両日とも朝の検温結果（初日は緊急時連絡先も）を受付時に提出していただいた。

また、参加者入室時の手指消毒と作業ごとの実験器具等の消毒を実施した。器具類は共用による接触感染を避けるために組ごとにセットで用意し、数が不足するものについては TA によるテーブルでのデモで補った。さらに、参加者・TA の動線が複雑にならないよう進行と着席位置などに工夫し、講師側が一度に入室する人数を減らすため担当を分散し、会場の換気確保など三密をさけることにも努めた。図 1 に入室時の手指消毒の様子を示す。



図 1 参加者入室時手指消毒

#### 第 1 週：特別な粘土で「タマゴ」をつくる

初日は IASAI の長谷川純一所長の挨拶のあと、講師の野浪教授によって「不思議な「タマゴ」」についてビデオを交えた説明が行われた。その後、特殊な粘土を使って中空の卵形を参加者が講師および TA の協力で作成した。

「不思議な「タマゴ」」のもとになるものは陶土を水と混ぜて鑄型に流し込めるようにしたスラリーと呼ばれる特殊な粘土である。スラリーは、TA がバケツにたっぷり準備したものである。参加者はバケツの中のスラリーの感触を確かめた。このスラリーは小分けされて専用ボトルに入れてタマゴの鑄型とともに各テーブルに配られた。参加者は、配られたスラリーボトルとタマゴの鑄型に興味津々だった。その様子を図 2 に示す。

参加者は TA の指導を受けながら、スラリーを鑄型に流し込み、少し待ってから余ったスラリーを捨てた。スラリーが鑄型の中で固まって、タマゴとして取り出せるようになるまで 1 時間かかる。この待ち時間に、サイダー（炭酸水）が歯の成分（アパタイト）を溶かすという虫歯実験を行った。また、TA によって大学の紹介、大学生の日常と各自の研究紹介が実施された。スラリーが固まったのを確認した後に余分な粘土を取りのぞき固まったタマゴを取り出した。そして、タマゴの底の穴を次回の作業のために整形し、特別な布でタマゴをピカピカに磨いた。参加者は、できたタマゴの重さと大きさをキッチンスケールとノギスを使って TA の指導のもと測定・



図 2 スラリーに興味津々

記録した。タマゴをこわさないように磨く参加者の様子を図3に示す。参加者は、次回にタマゴに描く絵の案を考えてくる・体調管理に気をつけて元気に参加するという宿題をもらって時間通りに散会した。

このタマゴは野浪研究室に持ち帰り特別な炉で温度を制御しながら焼成された。なお、TAの科学館への移動回数を減らすため、2014年のように科学館で炉を見学させた上で焼成することを今回は見送った。



図3 タマゴを磨く参加者

## 第2週：不思議な「タマゴ」を完成させる

最初に、2回目の実験について野浪教授から説明が行われ、焼成されたタマゴが参加者の手に戻された。参加者は、TAの指導でタマゴの重さと大きさを測り、焼く前より大幅に軽く、わずかに小さくなったことを確認し、クイズ形式で、その理由を考えた。

その後、不思議なクスリを使ってカレーのにおいを消す実験でカレーのにおいが消えることを確かめた。また、TAが用意したタマゴを水でいっぱいにし、タマゴから水がにじみ出てくることを確かめた。その様子を図4に示す。そして、いよいよ宿題として考えてきた絵をタマゴに描いた。図5は、真剣に絵を描く参加者の様子である。この後、「においや汚れを分解するクスリ（光触媒塗料）」を溶いた液に絵付けのすんだタマゴをつけて（ディッピング）しみこませる。タマゴが乾くまでの間に、タマゴにつめる珪藻土の働きについて野浪教授から説明を聞き、各自タマゴに珪藻土を詰めて完成である。ディッピング作業の様子と乾燥して完成したタマゴを図6に示す。



図4 タマゴから水がにじみ出す



図5 絵付け

最後にTAの用意したケースに各自テープやシールを飾りタマゴを詰めて、2日間の講座を終了した。

本講座の参加者へのアンケートの結果、参加者の評価は高く、新型コロナウイルス感染症対策についても不安なく参加できたようである。TAの補助についても、よい評価が得られた。また、学校への講座募集チラシを見て申し込まれた参加者が多かったことがわかった。

今回の講座の開催にあたり、例年にない感染症対策が必要であり、野浪教授はじめ野浪研究室の学生諸氏の綿密な準備がなければ実施にこぎつけられなかった。また、科学館の堀内学芸員には例年以上に準備段階から安全な実施に対する重要なアドバイスや会場準備でお世話になった。

感染症対策で入構制限されている名古屋キャンパスへの教員や学生の立ち入りに関してご許可いただいた本学事務局のご配慮がなければ講座開催そのものが実現できなかった。

IASAI事務室の戸田さん、加藤さんおよび前任の内藤さんには事務処理のみならずきめ細かいサポートを受けたことを記して感謝する。



図6 ディッピングと完成したタマゴ

## HPC による原子・分子の電子状態の研究 — 原子の HF-limit 計算とランタノイド分子の結合様式 —

中京大学 教養教育研究院 山本 茂義  
中京大学 名誉教授 秦野 甯世  
名古屋市立大学 名誉教授 館脇 洋

我々のグループは、IASAI の計算機資源 (cluster computer システムなど) を利用した高性能計算 (HPC, high-performance computing) によって原子分子の電子状態を研究してきた。本稿では 2 件の研究、(i) ラゲール型基底関数を用いた原子の HF-limit 計算 [1]、(ii) ホルミウムの一硫化物 (HoS) の相対論的第一原理計算 [2] について紹介する。

(i) 水素原子のシュレディンガー方程式の厳密解は多くの量子力学の教科書に書かれている。その動径成分は水素様関数と呼ばれ、ラゲール陪多項式  $L_{n+l}^{2l+1}(2Zr/n)$  を含んだ形になっている。この変種を Hylleraas が He 原子の計算に用いて成功を収めたが、こちらはラムダ関数 (Lambda 関数、 $\Lambda$  関数) と呼ばれている。 $\Lambda$  関数はラゲール (Laguerre) 型基底関数の 1 つで、具体的には次式で表される。ここで  $z_l$  は exponent と称する。

$$R_{nl}(r) = (2z_l)^{3/2} \frac{\sqrt{(n-l-1)!}}{\sqrt{(n+l+1)!}} (2z_l r)^l L_{n-l-1}^{2l+2}(2z_l r) e^{-z_l r}$$

$\Lambda$  関数は束縛状態に対して完全規格直交系を成すため、展開項数 ( $n$  の最大値  $N$ ) を多くすれば真の解 (Hartree-Fock limit, HF-limit) に収束すると考えられ、高精度な結果が期待できる。しかしながら、二電子反発積分の計算コストが高いことや多中心積分が困難であることから、これまでは、もっぱら軽い原子への適用にとどまっていた。どのくらいの項数を使えば HF-limit に近づくかも不詳であった。我々は  $\Lambda$  関数を基底関数として第 18 族原子 (閉殻基底状態) の HF 計算 (非相対論) を行った。

二電子積分プログラムは Freund and Hill (*Phys. Rev. A* **30**, 2865 (1984)) の定式化に基づいて新たに開発した。桁落ちを避けるため多倍長演算パッケージ MPfun90 を利用して計算し、4 倍精度浮動小数点数 (重元素では倍精度) に落としてファイルに保存し、SCF プログラム (ATOMCI, atmscf) に渡す。 $N$  を増やしながらか  $z_l$  を最適化し、収束状況を調べた。

He 原子の全エネルギー値として  $-2.86167999561223887877554374002$  au が得られた。有効数字は 30 桁ある。図 1 は、Og 原子 (原子番号 118) の収束値からの全エネルギーの差を  $N$  に対してプロットしたものである。 $N$  に対し単調に収束することが分かる。 $N=125$  で有効数字 13 桁で全エネルギー値 ( $-46324.35581508$  au) が得られている。



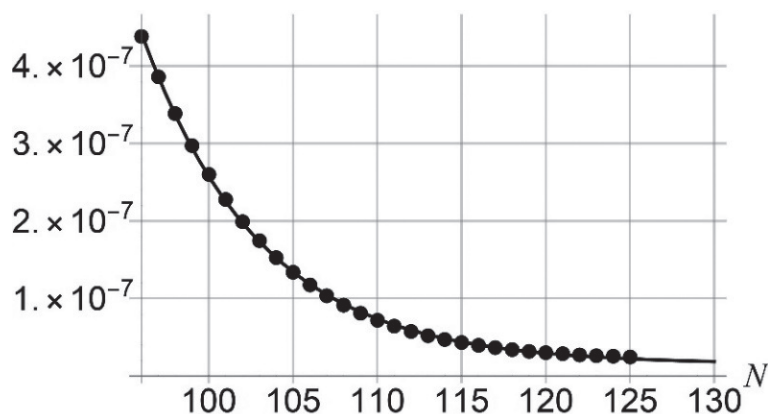


図1  $\Lambda$ 関数によるOg原子のHartree-Fock計算 (au)

(ii) ランタノイドのような重元素では、光速に近い速度で電子が運動するため相対論効果が顕著になる。この場合の基本方程式はディラック方程式となる。ランタノイドの一つであるホルミウムの一硫化物 (HoS) について、4成分の Dirac Hartree-Fock 方程式を解いてスピノル (非相対論での分子軌道に相当) を求め、さらに KR-MCSCF、KRCI 計算を行った。MCSCF の active space は  $(4f, 6s)^{11}$  である。これらの計算は、ガウス型基底関数を使い、DIRAC プログラムによって並列処理した。

基底状態の主配置は  $| (4f_{5/2})^6 (4f_{7/2,7/2})^1 (4f_{7/2,5/2})^1 (4f_{7/2,3/2})^1 (4f_{7/2,1/2})^1 (6s_{1/2,1/2})^1 |$  であった。これは形式荷電  $\text{Ho}^{2+}\text{S}^{2-}$  であり、Ho[4f]、Ho[6s] から各 1 個の電子が S に移動したイオン結合を表している。2 電子が詰まった S(3p) スピノルでは、S の原子スピノル [3p] と Ho[5d\*] の間で混成が起き、S から Ho へ 0.91 個分の電子の移動が起きている。これが共有結合性に寄与し、1 本の  $\sigma$  結合と 2 本の  $\pi$  結合を形成する。ここで、Ho[5d\*] は Ho の分極関数である。Ho<sup>13+</sup>([Xe])S<sup>2-</sup> イオンコアの外側で (4f, 6s) の 11 個の電子が運動している描像が成り立つ。

#### 【謝辞】

IASAI cluster computer システムを管理してくださっている鈴木常彦教授、長谷川明生教授 (中京大学工学部) に感謝申し上げます。

#### 【参考文献】

- [1] Y. Hatano and S. Yamamoto, *J. Phys. Commun.* **4**, 085006 (2020).  
<https://dx.doi.org/10.1088/2399-6528/aba995> .
- [2] S. Yamamoto and H. Tatewaki, *Theor. Chem. Acc.* **139**, 67 (2020).  
<https://dx.doi.org/10.1007/s00214-020-2586-z> .

## ● 2019年度 事業報告書

### 中京大学人工知能高等研究所 2019年度事業報告書

2020年3月31日

#### 1. 総会および運営委員会開催実績

##### 1-1. 研究員総会開催概要

第1回研究員総会（出席者16名）

日時：2019年6月5日（水）15：00～16：00

場所：中京大学名古屋キャンパス0号館9階第6会議室

第2回研究員総会（出席者19名）

日時：2019年11月6日（水）16：00～17：00

場所：中京大学豊田キャンパス人工知能高等研究所1階会議室

##### 1-2. 運営委員会開催概要

第1回運営委員会（出席者15名）

日時：2019年5月8日（水）14：00～15：00

場所：名古屋キャンパス11号館3階共同研究室、豊田キャンパス人工知能高等研究所1階会議室  
（TV会議）

第2回運営委員会（出席者10名）

日時：2019年9月25日（水）14：00～15：00

場所：名古屋キャンパス11号館3階共同研究室、豊田キャンパス人工知能高等研究所1階会議室  
（TV会議）

第3回運営委員会（出席者10名）

日時：2019年11月6日（水）14：00～15：00

場所：豊田キャンパス人工知能高等研究所1階会議室（TV会議）

第4回運営委員会（出席者12名）

日時：2020年2月27日（水）13：00～14：00

場所：名古屋キャンパス11号館3階共同研究室、豊田キャンパス人工知能高等研究所1階会議室  
（TV会議）

#### 2. 学術講演会

##### 中京大学公開講座ソフトサイエンスシリーズ第41回

講演題目：「AIとロボット」

講師：橋本 学 氏（中京大学工学部教授・工学部長）

講師：吉藤 オリイ 氏（株式会社オリイ研究所長・デジタルハリウッド大学大学院特任教授）

講師：尾形 哲也 氏（早稲田大学基幹理工学部教授）

日時：2019年10月19日（土）14：00～16：00



場所：名古屋キャンパス 図書館・学術棟「清明ホール」

参加者：約 500 名

### 3. 定例研究会

#### 第 14 回先端研究交流会（先端共同研究機構主催）

日時：2018 年 9 月 19 日（木）16：00～18：00

場所：名古屋キャンパスセンタービル 8 階 0805 教室

演題：AI による暗黙知のセンシングとデジタル化（橋本先生・青木先生）

### 4. 広報活動

#### 4-1. 研究所のホームページの更新作業

研究所のホームページ更新作業を以下のように行った。

URL <https://www.iasai.chukyo-u.ac.jp/>

##### (1) トップページでのお知らせ

- ・「2019 年度 名古屋市科学館・中京大学人工知能高等研究所連携講座『虹色属結晶を育成しよう』」（2019 年 5 月 募集案内、2019 年 9 月 実施報告）
- ・「研究員募集について」（2020 年 3 月）
- ・「中学生来訪」（2019 年 6 月、9 月、12 月、2020 年 1 月）

##### (2) 各ページの更新

- ・「所長の言葉」（2019 年 7 月）
- ・「第 1 期研究員」（2019 年 12 月）
- ・「IASAI News No.44」（2019 年 12 月）

#### 4-2. IASAI パンフレット発行

研究所の活動を紹介する IASAI パンフレットを発行した。

IASAI パンフレット 2020 年 3 月発行（発行部数：2000 部）

### 5. 出版

#### IASAI News 発行

機関紙 IASAI News を下記のように発行した。

IASAI News No.44, 2019 年 12 月発行（発行部数：700 部）

### 6. 研究プロジェクト

#### 6-1. 竹炭プロジェクト（代表者：野浪亨）

人工知能高等研究所「竹炭プロジェクト」は 2013 年度に発足し、今までに、セシウム、ストロンチウム、ヨウ素の吸着能と竹炭や籾殻炭の構造との関係を検討してきた。その結果、竹の炭化等の処理条件と構造の関係を明らかにし、吸着性能の高い構造の竹炭の製法を世界に先駆けて見出すことができた。今後は竹等の自然由来材料を人工的に炭化処理することで多孔質炭素材料としてさらに高度な吸着選択能を付与する技術の開発が不可欠である。この研究では竹炭とともに籾殻炭等の自然由来多孔質炭素材料について検討を行った。自然由来多孔質炭素材料の海水中等でのセシウム、ストロンチウム、ヨウ素等の吸着能を明らかにした。自然由来多孔質炭素材料の表面官能基等を制御し、低コストかつ高性能な放射能物質吸着材を開発した。さらに、セシウムの回収、竹炭自身の廃棄処理方法についてはゼオライトでは不可能な、焼成による放射性物質を吸着した竹炭の減容化の可能性についても検証した。さらにバイオマス材料としての調査、検討を行った。

#### 6-2. 暗黙知センシングプロジェクト（代表者：青木公也）

本研究では、主として生産工程を想定し、外観検査や組み立て作業を担当する作業者が持っている暗

黙知の技を、画像センシング技術及びAI 技術を利用して自動抽出し、デジタル化し、さらに分析して新たな知見を得ることを目的とする。

具体的には、作業中の手、視線、体、その他の動作状況をカメラやレンジファインダを用いて撮影（2D、3D センシング、及び処理）し、画像処理アルゴリズムによってデジタル化する。また、作業者が言語化できる範囲でのカン・コツをデータ化する。さらに、これらのデータを分析して、これまでビジュアル化されてこなかった作業者に内在する暗黙知に関する知見を得る。

## 7. 事業プロジェクト

### 7-1. 名古屋市科学館連携講座（代表者：長谷川明生）

人工知能高等研究所と名古屋市科学館は連携協定を締結しており、契約により毎年度、主として小中学生を対象に、ものづくり講座を、以下に示すようにすでに6回実施した。

2013年度「動く昆虫メカをつくろう！」（機械システム）

2014年度「においを消す不思議な「タマゴを作ろう！」（機械システム）

2015年度「タブレットで風をあやつろう！」（メディア）

2016年度「手作りアンテナで気象衛星写真をキャッチしよう！」（電気電子）

2017年度「動く昆虫メカをつくろう！」（機械システム）

2018年度「光るメッセージをつくろう」（情報工、9月実施）

と実施しており、2019年度は田口博久教授により中学生および高校生を対象に「虹の金属結晶を育成しよう」と題して、金属を溶融しビスマス結晶の育成実験を行った。

### 7-2. IASAI ウェブコンテンツ刷新プロジェクト（代表者：磯直行）

本事業プロジェクトは、工学部附置から大学附置に変更となった人工知能高等研究所の広報等を行うホームページ（ウェブサイト）の刷新を目的として活動した。特に、人工知能高等研究所が産学連携の原動力となるべく、学内外への情報発信を行った。

刷新した人工知能高等研究所ウェブコンテンツは、次のURLからアクセスできる。

<https://www.iasai.chukyo-u.ac.jp/>（2020年6月3日からアクセス可能）

### 7-3. ロボカップ・ジャパンオープン出場プロジェクト（代表者：沼田宗敏）

ロボカップ・ジャパンオープン2019（SSL-H）に中京大学より2チーム（ChukyoRoboStars、Ai-Robots）が出場するため、本事業プロジェクトより、①参加料の全額、②交通費の一部、③会議費の一部を補助し、ロボカップ・ジャパンオープン2019(SSL-H)の優勝を側面支援できた。

なお事業計画提出時、当初ロボカップ・ジャパンオープン2019は5月開催（開催地未定のため浄水一名古屋駅往復で計算）であったが、開催地の選定が難航し開催月も後ろ倒しとなった。結果的に長岡市の支援を得て8月開催（長岡市開催）となった。これに伴い、①参加料予算300千円→332千円（全額）、②交通費予算112千円→126千円（一部）、③会議費予算60千円→42千円（一部）の予算支出となった。

## 8. 講座

名古屋市科学館連携講座

日時：2019年8月31日（土）13：00～16：30

場所：名古屋市科学館第1実験室

題目：「虹色の金属結晶を育成しよう」

講師：田口博久（中京大学工学部教授）

## 9. 図書購入

郡健二郎 著、「科研費 採択される3要素 第2班」、医学書院

以上

# ● 2019年度 研究・事業プロジェクト実績報告書

## 中京大学人工知能高等研究所 2019年度研究・事業プロジェクト実績報告書

2020年3月31日

本報告書は、人工知能高等研究所において予算が講じられている研究プロジェクトおよび事業プロジェクトが実施した活動内容を報告するものである。実施内容だけではなく、予算の収支報告も記載している。

### A. 竹炭プロジェクト

研究代表者 野浪 亨（人工知能高等研究所・工学部教授）

研究分担者 長谷川 純一（人工知能高等研究所・工学部教授）

河村 典久（人工知能高等研究所特任研究員）

#### 1. 研究期間

2019年4月1日～2020年3月31日

#### 2. 研究課題名

竹炭、籾殻炭等の自然由来多孔質炭素材料の構造解析と金属イオン等の吸着能

#### 3. 研究実績の概要

##### 3-1. 研究概要

人工知能高等研究所「竹炭プロジェクト」は2013年度に発足し、今までに、セシウム、ストロンチウム、ヨウ素の吸着能と竹炭や籾殻炭の構造との関係を検討してきた。その結果、竹の炭化等の処理条件と構造の関係を明らかにし、吸着性能の高い構造の竹炭の製法を世界に先駆けて見出すことができた。今後は竹等の自然由来材料を人工的に炭化処理することで多孔質炭素材料としてさらに高度な吸着選択能を付与する技術の開発が不可欠である。この研究では竹炭とともに籾殻炭等の自然由来多孔質炭素材料について検討を行った。自然由来多孔質炭素材料の海水中等でのセシウム、ストロンチウム、ヨウ素等の吸着能を明らかにした。自然由来多孔質炭素材料の表面官能基等を制御し、低コストかつ高性能な放射能物質吸着材を開発した。さらに、セシウムの回収、竹炭自身の廃棄処理方法についてはゼオライトでは不可能な、焼成による放射性物質を吸着した竹炭の減容化の可能性についても検証した。さらにバイオマス材料としての調査、検討を行った。

##### 3-2. 背景及び目的

竹炭プロジェクトは2013年4月、本学の3つの研究所（人工知能高等研究所、社会科学研究所、体育研究所）は、竹炭の製作と利用に関する共同研究プロジェクト（竹炭プロジェクト）をスタートさせた。

2011年の東北の原発事故以来、放射性物質による汚染が大きな社会問題となっている。特に、セシウムやストロンチウムなど半減期の長い放射性物質は、人間生活に与える影響が大きいため、迅速な除染や処分場の確保が急務である。原発事故発生以来、数多くのセシウム、ストロンチウム吸着剤の評価

が進められている。セシウム吸着材としては、ゼオライト、チャバサイト、フェロシアン化鉄などがある。しかしセシウム、ストロンチウムに適した吸着剤は異なるため、除染に用いるには何種類もの吸着剤を使用することが必要である場合もある。そのため、両者を同時に吸着できる材料の研究も行われている。さらに吸着剤の埋蔵量や処理後の廃棄方法など課題が残されている。

放射性物質の吸着には従来からゼオライトなどが利用されているが、我々の研究で、竹を炭化してできる竹炭にも比較的高い吸着性能のあることが分かってきた。鉱物のゼオライトは輸送や製造コストが高いうえ、セシウムなどを吸着させたあともそのままの状態でも保管するしかなく、保管スペースが膨大になる。これに対して、竹炭は後で燃やすことができるため、吸着させた放射性物質だけを濃縮して取り出せるメリットがある。

一方、全国各地に点在する竹林は、所有者の高齢化や木材の資源化の難しさなどから、整備や保全が十分に行われていない。里山環境保全の一環として竹林整備事業やボランティア活動などが行われているものの、いずれも小規模であり竹林の拡大や竹藪化の進行をとどめるまでには至っていない。

その結果、我々は400℃で炭化した竹炭（真竹）にゼオライトの7割程度のセシウム吸着能があり、ヨウ素に関してはゼオライトよりもすぐれた吸着能を有していることを報告している。また、熱分析の結果から竹炭は空気雰囲気では約400℃で燃焼することを示している。セシウムの沸点は670℃であるため、将来専用の焼却炉などが開発できれば、竹炭を400℃程度で燃焼させることで吸着した放射性物質を濃縮し減容化でき、除染後の保管場所を大幅に縮小できる可能性もある。一方、ゼオライトなどの無機化合物はこのような燃焼による減容化は難しい。このように竹炭は炭化方法や利用方法によっては、従来の吸着材料よりも優れた材料として期待できる。

竹炭、籾殻炭などの生物由来炭素化合物は、植物の自己最適モデリングの結果得られた組織構造を継承している。炭素化は植物組織の精妙な構造を簡単な処理で手に入れ、安定的に利用するための有効な手段である。

竹炭プロジェクトでは自然由来の多孔性炭素化合物がもつ自己組織化構造微粒子吸着能を科学的に解明し、それを放射能除染、汚水浄化、水質改善等へ応用することを目的とした共同研究プロジェクトである。本プロジェクトで得られた技術や知見は、環境にやさしい除染材料、経済的な下水浄化システム、植物性廃棄物の新たな利用法などの開発につながるため、人間生活環境の改善にも大きく貢献できる可能性がある。

#### 4. 研究成果

2018年度は竹炭および籾殻炭に対するセシウム、ストロンチウム吸着特性の解明をさらに進めるとともに、竹炭を製造するための技術調査と産学共同実験を行った。これらの研究成果を複数の学会で発表および論文発表を行った。技術調査として2019年2月にコンドーマシナリー（株）と竹炭製造実験についての打ち合わせを行い、チップ状竹炭製造工場にて竹炭の粉碎およびブロック成型実験装置の評価、確認を行った。産学共同実験として竹炭の水冷炭、空冷炭の製造および製造工程のデータ収集のため立花バンブーを訪問。実験用竹炭の製造を行うとともに工程の温度等の評価を行った。

本年度は、2018年度に引き続き、竹炭および籾殻炭に対するセシウム、ストロンチウム吸着特性の解明をさらに進めるとともに、それらをバイオマス材料としての応用するための技術調査を行った。

自然由来多孔質炭素材料の表面官能基等の制御として、400℃程度の低温で炭化処理をおこなうことにより炭の表面官能基量を制御することに成功した。竹炭表面の酸性官能基量は炭化温度が高くなるにつれて徐々に低下した。竹炭の酸性官能基量が多くなるとセシウム吸着率が多くなる傾向があった。その結果、セシウム、ストロンチウムの吸着量が30%以上向上することが分かった。

籾殻炭、竹炭の海水中等でのセシウム、ストロンチウム、ヨウ素等の吸着能を検討しセシウムとストロンチウムに対する吸着率は減少するデータを得た。海水中には様々な共存イオンが存在するためそれらに吸着を阻害されていると考えられる。そのため今後は海水中でも吸着できる炭の改良・開発が必要であることが分かった。



放射性物質を吸着した竹炭や靱殻炭を、炭のみを焼却することによる減容化の可能性について検証し、400℃程度で灰化することで、吸着したセシウムやストロンチウムイオンを揮発することなく灰化することに成功した。除染後の保管場所を大幅に縮小できる可能性もある。

バイオマスを目的としたヤンマー社製ガス化ユニット装置で作製した炭の構造解析およびセシウム等の吸着能を評価した。この結果は来年度発表を予定している。

技術調査としては、2020年2月に野浪研究員とその指導学生らがヤンマーエネルギーシステム(株) (滋賀県) を訪問し、今年度から稼働中のガス化ユニット装置の現地調査およびバイオマス処理技術の最新動向を調査した。

また、2019年10月に野浪研究員とその指導学生らが島津製作所(京都市) を訪問し竹炭の細孔分布の測定方法についての調査をおこなった。

産学共同実験としては、2019年6月に野浪研究員とその指導学生らがヤンマーエネルギーシステム(株) (滋賀県) を訪問しガス化炉の調査およびガス化炉により作製したくん炭の評価結果の報告、ディスカッションと今後の進めかたの協議を行った。

2019年11月には、野浪研究員が(株)コンドー・マシナリー本社工場(福岡県)にて竹炭の粉碎実験を行った。

本年度の研究成果は、学術雑誌 Journal of Nanotechnology (2019年8月および10月発行) に2件の査読付共著論文として掲載されたほか、第29回日本MRS年次大会(横浜開港記念館、2019年12月)、日本材料学会第5回材料WEEK 若手学生研究発表会、(京都テレサ、2019年10月)などの国内学会で発表された。

8月29～30日に東京ビッグサイトで開催された、イノベーション・ジャパン2019～大学見本市& ビジネスマッチング～で研究成果を発表した。

## 5. 今後の展望および課題

2013年に始まった本プロジェクトは、第Ⅲ期の1年目(通算7年目)を終えた。この間、論文発表、特許出願、実証実験、委託研究などの実績を積み重ねながら、吸着対象や吸着材料の種類を増やすなど、研究の幅も徐々に広がってきた。また、除染だけでなく汚水浄化や水質改善さらには除染処理後の減容化なども視野に入れている。次年度は個々の研究項目をさらに発展させるとともに、次の段階として“自然由来材料による微粒子吸着技術の体系化”へ向けた準備を行う予定である。

竹炭の炭化等の処理条件と構造の関係の知見を元に竹炭等の自然由来材料を人工的に処理し以下に示すような高度な選択的吸着機能・知能を付与する技術を開発することを目的にし以下の項目を検討する。

- 1) ゼオライトでは吸着処理できない原子炉内部の汚染水および周辺で観測されているヨウ素酸イオンを吸着できる自然由来材料の開発を世界に先駆けて行う。ヨウ素酸イオンを吸着できる自然由来多孔質炭素材料の処理方法・構造を見出すことを目的とする。
- 2) 高度な吸着機能、すなわちイオンの選択吸着性と吸着量の大きい自然由来多孔質炭素材料を過熱水蒸気雰囲気下で処理することにより得る。そして現在使用されているゼオライトを凌ぐ放射性物質の吸着性能を持つ竹炭を大量かつ安価に製造するための知見とする。さらに焼成による、放射性物質を吸着した竹炭の減容化の可能性の検証も目的とする。
- 3) 様々なイオンの吸着に適した自然由来多孔質炭素材料を作製することで物質を選択的に吸着できる材料を設計する。廃棄物や海水等からの新たな金属回収法の確立は、資源回収の観点からも重要である。その観点から様々な金属イオン等の共存する溶液から各イオンを分離、選別することも目的とする。
- 4) 竹炭のナノサイズの細孔の三次元微細構造解析を行うことを目的とし、FIB-SEM等により細孔の観察を行う。
- 5) 今までに竹炭の応用を拡大する方法として、以上の結果を元に作製した高度機能を有する自然由来多孔質炭素材料を利用してシート化やブロック化により実際に応用できる製品を開発する。

6. 研究発表（2019年度の研究成果／2020年度の成果発表予定）

6-1. 雑誌論文 計4件／うち査読付論文 計4件

著者名	論文標題				
Soichiro Matsubara, Shingo Hayakawa, Yusuke Sumi, Syo Yamamoto, Norihisa Kawamura, Toru.Nonami	The caesium and strontium adsorption properties of The bamboo charcoal-contained concrete block				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著
Jouranal of Nanotechnology	有	15	2019	721～728	

著者名	論文標題				
Shingo Hayakawa, Soichiro Matsubara, Norihisa Kawamura, Syo Yamamoto, Toru.Nonami	Caesium and strontium adsorption ability of activated bamboo charcoal				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著
Int. Jouranal of Nanotechnology	有	15	2019	683～688	

著者名	論文標題				
Hirofumi Shibata, Katsuki Koyanagi, Shuji Matsuoka, Norihisa, Kawamura, Toru.Nonami	Strontium Adsorption Properties of Rice Hull Charcoal Treated with Inorganic Component Elution				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著
Transactions of the Materials Research Society of Japan	有	44	2019	133～136	

著者名	論文標題				
K. Koyanagi, H. Shibata, N. Kawamura, T. Nonami	Adsorption of Cesium and Strontium Ions by Alkali-Treated Rice Hull Charcoal				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著
Transactions of the Materials Research Society of Japan	有	44	2019	165～169	

6-2. 学会等発表 計5件

発表者名	発表標題	
古田愛音 (院1), 藤田浩城, 野浪亨	セシウム, ストロニウムを吸着した竹炭の減容化	
学会等名	発表年月日	発表場所
第5回材料WEEK 若手学生研究発表会	2019年10月15日	京都市

発表者名	発表標題	
竹内千晴 (3年), 古田愛音, 野浪亨	Characterization of Alkali-Treated Rice Hull Charcoal	
学会等名	発表年月日	発表場所
第28回日本MRS年次大会	2019年11月18日 (火)～12月20日 (木)	神奈川県横浜市



発表者名	発表標題	
河合瞭 (3年), 古田愛音, 野浪亨	Cesium and Strontium Adsorption Characteristics of Alkali-treated Rice Hull Charcoal in Artificial Seawater	
学会等名	発表年月日	発表場所
第28回日本MRS年次大会	2019年11月18日 (火) ~ 12月20日 (木)	神奈川県横浜市

発表者名	発表標題	
高田麻由 (4年), 澤田涼司, 渡邊大成, 野浪亨	Reduction by Combustion of Rice Hull Charcoal Adsorbed Cesium Ion and Strontium Ion in Aqueous Solution	
学会等名	発表年月日	発表場所
第28回日本MRS年次大会	2019年11月18日 (火) ~ 12月20日 (木)	神奈川県横浜市

発表者名	発表標題	
古田愛音 (院1), 澤田涼司, 渡邊大成, 野浪亨	Adsorption Properties of Cesium by Alkali-Treated Bamboo Charcoal	
学会等名	発表年月日	発表場所
第28回日本MRS年次大会	2019年11月18日 (火) ~ 12月20日 (木)	神奈川県横浜市

### 6-3. 研究集会計3件

研究集会名	開催年月日	開催場所
産学共同研究会	2019年12月5日	福岡県；コンドーマシナリー
産学共同研究会	2019年11月15日	本学
産学共同研究会	2020年2月18日	滋賀県；ヤンマーエネルギーシステム

## 7. 収支決算報告

研究経費 1,496,813 円

	合計	費目名			
		物品・消耗品費	旅費	謝金等	その他
実支出額の 使用内訳	1,496,813円	961,813円	153,260円	381,740円	0円
申請書に記載 の研究費の使 用内訳	1,500,000円	972,000円	178,000円	350,000円	0円

## B. 暗黙知センシングプロジェクト

研究代表者 青木 公也 (人工知能高等研究所・工学部教授)

研究分担者 橋本 学 (人工知能高等研究所・工学部教授)

### 1. 研究期間

2019年4月1日～2020年3月31日

### 2. 研究課題名

暗黙知センシングプロジェクト：AIによる暗黙知のセンシングとデジタル化

### 3. 研究実績の概要

本研究では、主として生産工程を想定し、外観検査や組み立て作業を担当する作業者が持っている暗黙知の技を、画像センシング技術及びAI技術を利用して自動抽出し、デジタル化し、さらに分析して新たな知見を得ることを目的とする。

具体的には、作業中の手、視線、体、その他の動作状況をカメラやレンジファインダを用いて撮影(2D、3Dセンシング、及び処理)し、画像処理アルゴリズムによってデジタル化する。また、作業者が言語化できる範囲でのカン・コツをデータ化する。さらに、これらのデータを分析して、これまでビジュアル化されてこなかった作業者に内在する暗黙知に関する知見を得る。

### 4. 背景および目的

わが国の製造現場では、IoTの急速な普及に伴って、ノウハウやコツといった熟練技に関わる優れた財産が流出の危機に瀕している。本研究では、スキルフルな作業者がもつ技術やノウハウを、後世に残すことを最終目標とする。

生産工程を想定し、外観検査や組み立て作業を担当する作業者が持っている暗黙知の技を、画像センシング技術及びAI技術を利用して自動抽出し、デジタル化し、さらに分析して新たな知見を得ることを目的とする。

特に、プロジェクト1年目は、外観検査、組み立て作業の2つの具体的なターゲットを設定し、センシングすべき項目の洗い出し、センシング手法の提案と実証、およびセンシング結果の表現方法を検討して定義づける。

当初、本プロジェクトは3ヵ年を計画し、2年目以降は以下の計画であった。

プロジェクト2年目は、1年目で定義づけしたセンシング結果の表現方法を利用し、作業者が持っている暗黙知の技の形式知化の手法について提案する。

プロジェクト3年目は、本プロジェクトのまとめとして、これまでで提案した一連の要素手法をアセンブルし、暗黙知センシングの方法論を提言する。

ただし、本研究グループにおいては外部資金が獲得できたため(一部はNEDO競争的資金に応募中)、本プロジェクトの内容についても、そちらのテーマに統合することとした。従って、本プロジェクトとしては、外部資金獲得のための事前検討を実施するという当初予定のミッションを完了したと判断し、2019年度で終了とする。

### 5. 研究成果

#### サブテーマ①「組み立て作業におけるセンシング・デジタル化技術開発」

本サブテーマにおける初年度目標は、センシングすべき項目の洗い出し、センシング手法の提案と実証、およびセンシング結果の表現方法の検討、の3項目である。

これに対し、まず、組み立て作業における具体的な動作として、「対象物の把持」「ねじ締め」などを設定した上で、予備実験をおこない、センシングすべき項目として「作業者の両手の3次元位置の時系

列データ」、および「作業者の視線または視線と対象物の交点としての3次元位置の時系列データ」の2項目を設定した。

次に、このセンシング手法に関する検討としては、まず、視線と手の動きの関係を分析するために、利き手と非利き手を区別し、視線と手の位置情報を統合的に扱う特徴量を設計した。この特徴量を用いた分析の結果、初級者の非利き手は、2つの領域に停留し、中級者の非利き手は、5つの領域に移動した。そのため、中級者は、初級者と比べて、非利きを手効率的に動かすことができる。また、中級者の視線は、8つの領域に移動し、熟練者の視線は、4つの領域に移動した。このことから、熟練者の視線は、作業台の中心で留まることを確認した。

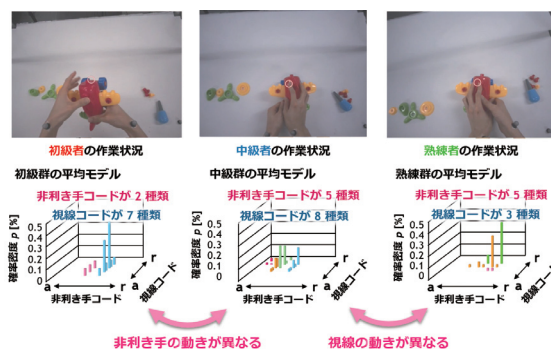


図1. 提案手法による実験結果 (2019年12月発表済)

次に、この結果を受けて、熟練、中級、初心者の3段階のスキルレベルに対して、「初級者か中級者」、「中級者か熟練者」の2クラスのスキルレベルを識別する機械学習ネットワークをベースにした手法についても提案した。具体的には、時系列の視線と手の移動軌跡情報から Multi-Stream LSTM を用いて識別した。このとき、アテンション機構を用いてネットワーク内部を分析する。この手法を用いた事前評価実験として、部品を把持し、その部品を組み付けて、ねじを締めるという一連の作業動作の視線と手の移動軌跡情報からスキルレベルを識別したところ、識別性能は初級・中級識別では F 値が 0.75、中級・熟練識別では F 値が 0.72 であった。また、この時点でそれぞれのネットワークをアテンション機構で分析したところ、初級・中級間では一連の動作の中で部品を把持する動作における手の動きが特徴的に異なり、中級・熟練間では部品を把持する動作における視線の動きが特徴的に異なる傾向にあることを確認した。これら一連の予備的検討は、この分析方法の有効性を示唆しているものと考えている。

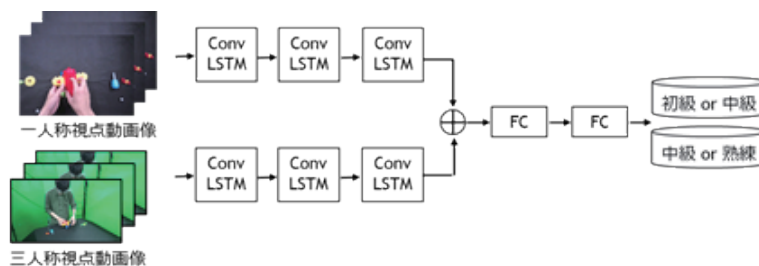


図2. 機械学習ネットワークを利用した構想中の新アルゴリズム

センシング結果の表現方法については、現時点でもまだ検討中であるが、上記の実験からは LSTM ネットワークの内部解析により、「そのスキルレベルであるとシステムが判定した根拠」を画像的なアテンションマップという形式で表示できる可能性があることがわかってきており、これが利用できると見込んでいる。

## サブテーマ②「外観検査作業におけるセンシング・デジタル化技術開発」

製造工程における外観検査は、原材料の選別から最終製品の良否判定に至る検査によって、不良の流

出を防ぎ、製品品質を保証する役割を果たしている。従って、検査の信頼性・効率化の観点から、目視検査に代わって画像処理技術による自動化が進められてきた。また、近年のAI技術の発展から、外観検査の自動化においてもその活用が期待され、既に多くの所謂「外観検査AI」が市販されるに至っている。

当初、所謂AI技術によって、外観検査自動化の阻害要因が容易に解決されることが期待されたが、幾つかの新たな課題が発生している。その課題の一つが、AIの判断プロセスがブラックボックスであることである。このことは、世界的にも重要視されており、総務省が2018年に策定した「AI利活用原則案」においても、「AIサービスプロバイダ及びビジネス利用者は、AIシステム又はAIサービスの入出力の検証可能性及び判断結果の説明可能性に留意する」とある。

外観検査AIにおける説明可能性については、2016年に青木研究室において「検査員の印象表現に基づいた欠陥候補像の良否判定」と題する論文を発表している。この論文では、AIは外観検査の自動化において有効に機能するが、やはり、人がその判別理由を理解できないことを問題としている。ここで提案された手法は、前段の自動検査機で検出された欠陥候補画像について、「浮いた感じがする」、「かすれていて、飛び散った感じ」等と、検査員が日々の業務の中で培った定性的な画像印象表現に基づいて良否判定を行う。外観検査AIを、検査画像に対して検査員がどのように印象表現するかのAI(機械学習モデル)と、印象表現の組み合わせによって良否判定するAI(機械学習モデル)の二段構成とした。

本プロジェクトにおいては、やはり、前段の自動機で検出された欠陥候補画像について、良否判定を行い、かつその判断理由を人が画像から感じる印象ワードを用いて説明する手法の研究開発を実施した。なお、外観検査の具体例としては、(株)ブリヂストンさまの協力を得て(別途、共同研究契約を締結)、タイヤ検査を取り上げた。

具体的な実施内容について、以下にまとめる。まず、タイヤ欠陥候補画像に対して147個の画像特徴と9個の印象表現を設計し、先行研究に基づいて実験を行った。その結果、タイヤ欠陥候補画像についても、印象表現による判別理由を付加した機械学習モデルの構築が可能であることを示した。また、アノテーションの負荷、検証方法、印象表現のシステムティックな設計方法等の課題を抽出した。

次に、以上に基づいて、欠陥候補画像の良否判定に寄与する画像特徴と、任意の印象表現において寄与する画像特徴を、各種次元圧縮・削減方法を用いて抽出し、判別根拠となり得る印象表現を設計する手法を提案した。また、印象表現を学習するには、予め人が多数のサンプルについて印象の程度をラベル付けする必要がある。このことは一般的にアノテーションと呼ばれるが、そのツールを開発した。本プロジェクトにおいて、不良サンプル画像の不足が大きな課題であったが、交差検証に基づくパラメータチューニング、性能検証についても確立した。

以上、各種実験・検証を繰り返し、提案システムの全体像を明確にし、最終的には「外観検査素人に対し、画像印象を用いた説明可能な外観検査システム」の研究開発に至った。提案した外観検査モデルの概略を図3に示す。

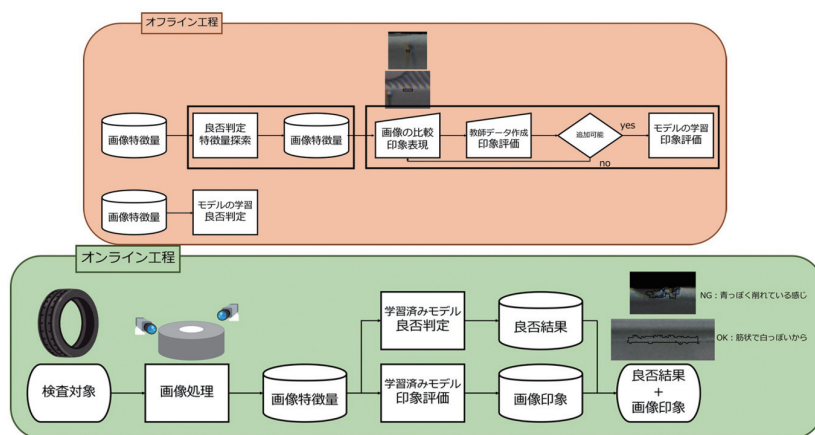


図3. 印象表現による判定説明機能を有する外観検査システム



## 6. 今後の展望および課題

### サブテーマ①「組み立て作業におけるセンシング・デジタル化技術開発」

本サブテーマにおける一連の検討結果をもとに、暗黙知のセンシングと、そのロボットへの応用に関する将来の研究構想をおこなった。この構想における重要ポイントのひとつは、人間とロボットとをつなぐインターフェースの設計とその汎用性の確保である。

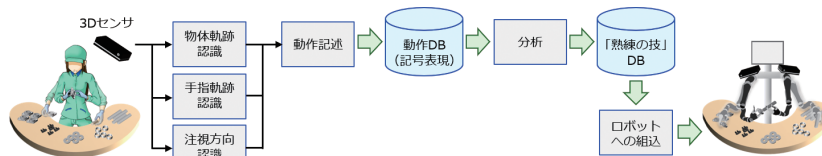


図4.「熟練の技」抽出・ロボット転移システムの構想

現時点では、この構想に関連する競争的資金プロジェクトに応募するための予備検討が完了した（一部は応募中）であるため、AI研プロジェクトとしてはいったん完了し、次ステップに進む予定である。

### サブテーマ②「外観検査作業におけるセンシング・デジタル化技術開発」

本サブテーマでは外観検査 AI における説明可能性について言及し、その一手法を提案した。ただし、判別に寄与する印象表現の設計については、2019 年度末において十分な実験検証には至っていない。今後は、引き続き実験を行い、システム全体をブラッシュアップして研究論文としてまとめる予定である。

説明可能 AI を考える際、重要なことは「説明されてうれしいか」ということである。つまり、「いつ」、「だれが」、「だれに」、「どのように」、「なんのために」説明するかが明確である必要がある。外観検査においては、例えば、畳み込み層を基本とする深層学習を用いた場合、「画像中のどこ」に注目してどのように判定したかを示す、所謂アテンション技術がまず考えられる。ただし、このことが説明可能 AI となるかは、状況による。また、本プロジェクトで具体例として取り上げたタイヤ欠陥候補画像は、より官能的な検査に近く、定性的な画像印象による説明というアプローチをとった。

以上は、「絵をそのように判定した理由」であり、外観検査において判定したいのは、あくまで「リアルのワーク」であることに留意する必要がある。外観検査における本質的な説明について、品質保証・原因究明の観点からは、「なぜ発生したか」を説明することが考えられる。対象ワークはある撮像条件によって画像化されるが、それは光学的な物理現象である。そこから、リアルの対象ワークにおいて「何が起きているか」、さらには、「製造ラインにおいて、それはなぜ起こったか」を説明することができれば、説明可能外観検査 AI の価値は高いと考えられる。

## 7. 研究発表（2019 年度の研究成果／2020 年度の成果発表予定）

〔学会等発表〕

計 2 件／うち招待講演 計 0 件／うち国際学会 計 0 件

発表者名	発表タイトル		
廣部祐也, 青木公也	印象表現による判定説明機能を有する外観検査モデルの検討		
学会等名	発表年月日	発表場所	
ビジョン技術の実利用ワークショップ (ViEW2020)	2020年12月 予定	横浜	

発表者名	発表タイトル		
川瀬陽平, 橋本学	組立作業における利き手・非利き手に着目した熟練度合い向上プロセスの視線と手の統合的分析		
学会等名	発表年月日	発表場所	
ビジョン技術の実利用ワークショップ (ViEW2019)	2019年12月6日	横浜市パシフィコ横浜	

## 8. 収支決算報告

研究経費 1,000,000 円

	合計	費目名			
		物品・消耗品費	旅費	謝金等	その他
実支出額の 使用内訳	442,973円	419,013円	23,960円	0円	0円
申請書に記載 の研究費の使 用内訳	1,000,000円	428,000円	140,000円	432,000円	0円



### C. 名古屋市科学館連携講座

事業代表者 長谷川 明生（人工知能高等研究所・工学部教授）  
事業分担者 長谷川 純一（人工知能高等研究所・工学部教授）  
中 貴俊（人工知能高等研究所・工学部准教授）  
田口 博久（人工知能高等研究所・工学部教授）

#### 1. 事業期間

2019年4月1日～2020年3月31日

#### 2. 事業名

人工知能高等研究所・名古屋市科学館連携プロジェクト

#### 3. 事業実績の概要

人工知能高等研究所と名古屋市科学館は連携協定を締結しており、契約により毎年度、主として小中学生を対象に、ものづくり講座を、以下に示すようにすでに6回実施した。

- 2013年度 「動く昆虫メカをつくろう！」（機械システム）
- 2014年度 「においを消す不思議な「タマゴ」を作ろう！」（機械システム）
- 2015年度 「タブレットで風をあやつろう！」（メディア）
- 2016年度 「手作りアンテナで気象衛星写真をキャッチしよう！」（電気電子）
- 2017年度 「動く昆虫メカをつくろう！」（機械システム）
- 2018年度 「光るメッセージをつくろう」（情報工、9月実施）

と実施しており、2019年度は田口博久教授により中学生および高校生を対象に「虹色の金属結晶を育成しよう」と題して、金属を溶融しビスマス結晶の育成実験を行った。

#### 4. 背景および目的

名古屋市科学館と本学は平成3年より公開講座ソフトサイエンスシリーズを共催してきている。日常的に合同ゼミや研究協力が実施されており、昨年度にはプラネタリウムを用いたアートとサイエンスのイベント「プラネタリウム特別連携事業 アートピア The Edge of Infinity」が開催され、人気を呼んだ。

2013年には、本研究所と名古屋市科学館の間で、ソフトサイエンス講座および市民向け教室の継続実施を目的として連携協定が締結されており、毎年度小学生とその家族を対象として、講座を実施してきている。小学生向け講座は人気で毎回定員の数倍から10倍の申し込みがある。

これらの事業は名古屋市民に浸透してきており、本学の認知度向上に役立っている。

今年度は、実験内容が高度なために講座受講者を中学生・高校生として実施した。

#### 5. 事業成果

今年度は「虹色の金属結晶を育成しよう」をテーマに電気電子工学科の田口博久教授を講師に、8月31日土曜日に名古屋市科学館で開催した。過去6回は、対象を小学生としていたが、今回は、融点が300度を超える金属ビスマスを溶融し、その結晶を引上げ法で作成するという高度かつ危険度の高い実験のために、中高年生を対象とし、中学生には安全のために保護者の同伴を求めて講座を実施した。

講座は人気で16組の公募に対して110組の応募があり、そのなかから抽選で16組を当選とした。当日1組の欠席があったが、問題なく講座は実施された。

講師の懇切丁寧な指導と、TAの補助により写真のようなビスマス結晶とビスマスカップ作りに全組成功した。

また、ガリウムを使用したアルミ鍋の腐食実験のデモと各自アルミホイルの腐食実験を実施し、不思議な金属の性質について学んだ。

ほぼ時間通りに講座は終了し、受講者は金属の不思議を体感し、満足そうな顔で完成した結晶とピスマスクップを手に帰宅の途についた。

講座を通じ、本学および人工知能高等研究所について参加者に強い印象を与えた。



## 6. 今後の展望及び課題

本事業は科学館との契約により毎年実施することとしており、2020年度に向けての準備会合を開き、その結果をうけて8月29日と9月5日の2日間で野浪享教授を講師に実施する予定で準備中である。

## 7. 収支決済報告

事業経費 268,358円

### 費目別収支決算表

	合計	費目名			
		物品・消耗品費	旅費	謝金等	その他
実支出額の 使用内訳	268,358円	206,234円	0円	0円	62,124円
申請書に記載 の研究費の 使用内訳	275,800円	223,300円	0円	0円	52,500円

## D. IASAI ウェブコンテンツ刷新プロジェクト

事業代表者 磯 直行（人工知能高等研究所・工学部教授）  
事業分担者 上芝 智裕（人工知能高等研究所・工学部准教授）  
清水 優（人工知能高等研究所・工学部教授）  
土屋 孝文（人工知能高等研究所・工学部准教授）  
鈴木 常彦（人工知能高等研究所・工学部教授）

### 1. 事業期間

2019年4月1日～2020年3月31日

### 2. 事業名

IASAI ウェブコンテンツ刷新プロジェクト

産学連携の原動力とするべく大学附置となった IASAI のウェブコンテンツを刷新する

### 3. 事業実績の概要

本事業プロジェクトは、工学部附置から大学附置に変更となった人工知能高等研究所の広報等を行うホームページ（ウェブサイト）の刷新を目的として活動した。特に、人工知能高等研究所が産学連携の原動力となるべく、学内外への情報発信を行った。

刷新した人工知能高等研究所ウェブコンテンツは、次の URL からアクセスできる。

<https://www.iasai.chukyo-u.ac.jp/>（2020年6月3日からアクセス可能）

### 4. 背景および目的

人工知能高等研究所ウェブサイトの直近のリニューアルは2003年であった。その後は軽微な年次更新を行いながら維持していた。しかし、このウェブサイトのコンテンツに使用されていた文字コードが「Shift-JIS」であることや、コンテンツのファイル名の拡張子が「.htm」であること等、かなり古い標準仕様に従って作成されていた。

また、昨今の情勢から情報発信におけるセキュリティ対策も必要とされており、SSL 通信非対応の状態での運用が続いていた。このため、利用者の端末によっては「通信が保護されていない」と表示される等コンテンツに対する信用性・信頼性についても注意が必要となっていた。

さらに、これらのウェブサイトにはアクセスする利用者の端末についても、パソコンからスマートフォンやタブレット等の携帯端末へも拡大しており、多くのマルチデバイスに対応したコンテンツに刷新する必要もあった。

一方、人工知能高等研究所が学部附置から大学附置に変更となったことから、所属メンバーの名称が「所員」から「研究員」に変わる等、ウェブサイトの多くのコンテンツについても内容の刷新が必要となっていた。

そこで、本プロジェクトでは、産学連携の原動力とするべく、人工知能高等研究所のウェブコンテンツを刷新する活動を行った。

### 5. 事業成果

本プロジェクトでは、人工知能高等研究所のウェブコンテンツを刷新した。刷新されたウェブサイトは次の URL からアクセスできる。

<https://www.iasai.chukyo-u.ac.jp/>（2020年6月3日からアクセス可能）

（<https://www.iasai.sist.chukyo-u.ac.jp/> へのアクセスは自動的にリダイレクトされる）

このウェブコンテンツ刷新にあたり、技術的に次の改修を行った。

・使用する文字コードに「UTF-8」を採用

- ・コンテンツの形式は「HTML5」に従う
- ・SSL サーバ証明書を取得しウェブサーバをSSL化しHTTPS通信に対応
- ・パソコンだけでなくスマートフォンやタブレット等のマルチデバイスに対応

また、ウェブコンテンツについては、レガシーとして従来のウェブサイトの情報も残しつつ、ページ構成をトップページ1ページ、下層ページ10ページの合計11ページとし大きく刷新した。刷新したページ構成は次の通りである。

- ・トップページ
  - ・人工知能高等研究所
- ・下層ページ(10頁)
  - ・新着情報・イベント案内
  - ・研究所概要(研究所の目的・特色、所長の挨拶、施設)
  - ・研究・事業(共同研究プロジェクト、個人研究プロジェクト、事業一覧)
  - ・研究員(研究員、特任研究員、運営役員、歴代所長)
  - ・機関紙(IASAI News)
  - ・アクセス(交通案内、学内地図)
  - ・サイトポリシー
  - ・個人情報保護方針
  - ・サイトマップ
  - ・お問い合わせ

## 6. 今後の展望および課題

本プロジェクトの活動により、人工知能高等研究所の広報媒体の一つとしてのウェブサイトのコンテンツが刷新された。次の日程でウェブコンテンツの公開を予定し、人工知能高等研究所が産学連携の原動力となることに期待する。

2020年5月13日 人工知能高等研究所 運営委員会 準備完了報告

2020年6月3日 人工知能高等研究所 総会 リニューアル公開

今後行われる科学館連携講座の広報媒体等にURL等を掲載し、特に学外の方にリニューアル刷新されたウェブサイトへアクセスしていただく予定である。

ウェブコンテンツは、更新が継続されることによってアクセス数を維持できることから、今後も引き続きサーバの管理・維持及びウェブコンテンツの情報更新を行う予定である。

## 7. 収支決済報告

事業経費 500,000円

費目別修正決算表

	合計	費目名			
		物品・消耗品費	旅費	謝金等	その他
実支出額の 使用内訳	500,000円	0円	0円	0円	500,000円
申請書に記載の 事業費の使用内訳	500,000円	0円	0円	0円	500,000円

## E. ロボカップ・ジャパンオープン出場プロジェクト

事業代表者 沼田 宗敏（人工知能高等研究所・工学部教授）

事業分担者 佐藤 俊郎（人工知能高等研究所・工学部教授）

### 1. 研究期間

2019年4月1日～2020年3月31日

### 2. 事業名

ロボカップ・ジャパンオープン出場プロジェクト

### 3. 事業実績の概要

ロボカップ・ジャパンオープン2019（SSL-H）に中京大学より2チーム（Chukyo RoboStars、Ai-Robots）が出場するため、本事業プロジェクトより、

①参加料の全額、②交通費の一部、③会議費の一部を補助し、

ロボカップ・ジャパンオープン2019（SSL-H）の優勝を側面支援できた。

なお事業計画提出時、当初ロボカップ・ジャパンオープン2019は5月開催（開催地未定のため浄水-名古屋駅往復で計算）であったが、開催地の選定が難航し開催月も後ろ倒しとなった。結果的に長岡市の支援を得て、8月開催（長岡市開催）となった。これに伴い、

①参加料 予算 300千円→332千円（全額）

②交通費 予算 112千円→126千円（一部）

③会議費 予算 60千円→42千円（一部）

の予算支出となった。

### 4. 背景および目的

#### ■背景

ロボカップは完全自律型のロボットによるサッカー競技であり、ジャパンオープンで優勝することで中京大学の技術力を大きくアピールできる。近年では下記の主なマスコミ等で放映・掲載され、中京大学のAI・ロボット技術を広く知らしめている。

- ・「ミライハソコマデ とやま AI 最前線」、KNB テレビ、(2018.1.28) 約15分間放映
- ・「ロボットの世界（広告）」、AERA、p42、2015.6.29号、(本出場チームの写真・記事掲載)
- ・「特集：進化し続けるロボット最前線」、CBC テレビ、イッポウ（2015.6.12）約10分間放映
- ・「河合塾：栄冠めざして」、2014、Vol.3、裏表紙全面広告（本出場チームの写真掲載）

このようにロボカップ・ジャパンオープンへの出場は大きな宣伝効果があるが、それは出場できてはじめてなされるわけで、出場自体に毎年約800千円の経費が不可欠である。このための経済的支援を行い、数年に1度の優勝により中京大学の知名度向上に大きく寄与する。

#### ■目的

ロボカップ・ジャパンオープン（SSL-H リーグ）に出場する2チーム（Chukyo RoboStars、Ai-Robots）の出場費用の一部を補助することにより、ロボカップ・ジャパンオープン優勝を側面から支援する。具体的には、①参加料（300千円、これまで4年間はAI研・MVR予算の次元付プロジェクトから拠出）、②交通費（学生分のみ約200千円、これまで個人負担）、③宿泊費（学生分のみ約300千円、これまで個人負担）、④飲食費のうち、①参加料を全額補助、②④の一部を補助することにより、ロボカップ・ジャパンオープン優勝を側面から支援する。





河合塾進学情報誌「栄冠めざして」

裏表紙全面広告



AERA (2015. 6. 29号)



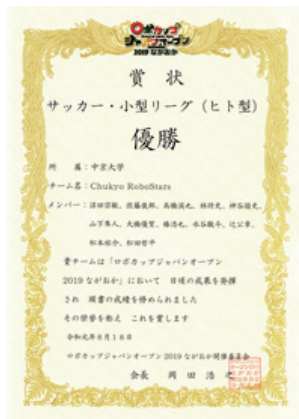
KNB テレビ放映 (2018年1月)  
「ミライハソコマデ とやま AI 最前線」



CBC テレビ放映 (2015年6月)  
「特集：進化し続けるロボット最前線」

5. 事業成果

ロボカップ・ジャパンオープン 2019 (SSL-H) に中京大学より2チーム (Chukyo RoboStars, Ai-Robots) が出場し、チーム Chukyo RoboStars が優勝 (2018年度に続き2連覇) を果たした (写真①)。この成果は中京大学ホームページ (2019年8月) および中京大学学報 (「真剣味」195号) に掲載され (写真③)、中京大学の技術力をアピールできた。またこの優勝を受けて、2020年秋に Aichi Sky Expo (愛知県国際展示場) で開催予定のロボカップ・アジアパシフィック大会の開催委員会事務局 (愛知県経済産業局ロボット国際大会推進室) から要請があり、イオンモール常滑で開催のイベント (大村秀章知事、SKE48、アイシン精機・豊田通商・ジェイテクトなど5企業、本学・愛知工業大学など3教育機関が参加・出展) で本学のロボット・AI技術を紹介した (10月、写真②)。



① 賞状 (優勝)



② ロボカップ国際大会イベントの特設ステージで



**④工学部学生選抜チームChukyo RoboStarsが  
ロボカップジャパンオープン2連覇  
サッカー小型リーグ(ヒト型)で、予選は無失点**




ロボカップジャパンオープンがおか2019が8月16～18日、新潟県長岡市のアール長岡で開催された。中京大学工学部学生選抜チームChukyo RoboStarsがサッカー小型リーグ(ヒト型(SSL-Hリーグ))で優勝し、2連覇を果たした。中京大学としては45回目の優勝となった。

ロボカップは、自分で考えて動く自律移動型ロボットによる競技会。2050年までにサッカーの世界チャンピオンチームに勝てる、自律移動のロボットのチームを作るという夢に向かって行われている。人工知能やロボット工学などの研究を推進し、さまざまな分野の基礎技術として波及させることを目的としている。

ロボカップジャパンオープンは、ロボカップサッカー・ロボカップレスキュー・ロボカップ@ホームの3部門から構成され、ロボカップサッカー部門には5リーグ・24チーム、

155人の選手が出場した。このうちSSL-Hリーグには、工学部学生選抜チームChukyo RoboStarsなど5チームが出場した。

本リーグでは天井近くに設けられたテレビカメラからの画像信号を用いて、全自動の2足歩行ロボット3台からなるチーム同士が「見る」「考える」「動く」ことによりサッカーを行う。試合中は、コンピュータやロボットはもちろん、リモコンで触ることができない。

チームChukyo RoboStarsは、深層学習プログラムを搭載したBGM(豊田高等OBチーム)を退けるなど、全試合無失点で予選を通過。準決勝では17年度チャンピオンODENS(大阪電通大)と対戦し、本戦および延長戦でも決着がつかずPK戦に突入した。ここ数年でPK戦負け知らずのChukyo RoboStarsはペナルティキック(PK)を5本とも決めた。ODENSは1本目のPKを外し、Chukyo RoboStarsはPK戦を5-0で制した。

決勝戦は昨年準優勝の強豪Ai-Robotsとの対戦となったが、Chukyo RoboStarsは前半戦で1点を先取して後半戦でこれを守り、昨年に続く優勝を飾った。

チームChukyo RoboStarsは工学部「プロジェクト活動助成」と、人工知能高等研究所「共同事業プロジェクト」の支援を受けている。

キャプテンの神谷諭史さん(工学部4年)は、「卒業研究と就職活動でなかなか時間のとれない4年生メンバーが大半のチームをまとめあげ優勝に導くことができました。今後は研究成果をまとめ、工学部と人工知能高等研究所に報告します」と話した。

③ 中京大学学報「真剣味」195号に掲載

## 6. 今後の展望および課題

### ■今後の展望

ロボカップ・ジャパンオープン 2020 は当初 2020 年春に Aichi Sky Expo (愛知県国際展示場) で開催予定であった。開催委員会事務局 (愛知県経済産業局ロボット国際大会推進室) からの要請で本年 3 月 11 日に中日新聞本社でロボカップ・ジャパンオープン 2020 に向けてインタビューを学生 5 名 (Chukyo RoboStars、Ai-Robots) が受ける予定であったが、新型コロナウイルス感染拡大のためジャパンオープンおよびインタビューが中止となった。このように予測不能な事態はあるものの、ロボカップ・ジャパンオープン (SSL-H リーグ) における優勝が、中京大学の技術力のアピールにとどまらず、愛知県のロボット技術のアピールにも一役買っている。今後も中京大学、愛知県、そして日本のロボット技術のアピールに貢献したい。

### ■今後の課題

本事業代表者沼田と共同事業者佐藤先生の 2 名で本学 2 チーム (Chukyo RoboStars、Ai-Robots) の共同監督を務めてきたが、佐藤先生が 2020 年度をもって定年退職となる。後任の共同監督を決めるか、あるいは出場チーム数を 1 チームに絞って共同事業プロジェクトを縮小するか、検討中である。

## 7. 収支決算報告

事業経費 500,770 円

	合計	費目名			
		物品・消耗品費	旅費	謝金等	その他
実支出額の 使用内訳	500,770円	126,770円	0円	0円	374,000円
申請書に記載 の研究費の 使用内訳	472,000円	0円	112,000円	0円	360,000円

## ● 2020年度 研究プロジェクト一覧

研究期間 (2018年4月1日～2021年3月31日)

### 共同研究プロジェクト

プロジェクト名	研究員	特任研究員
AIによる暗黙知のセンシングとデジタル化	青木 公也, 橋本 学	
大規模数値シミュレーションと HPC に関する研究	鈴木 常彦, 山本 茂義	舘脇 洋, 秦野 甯世
デジタルヒューマニティーズプロジェクト (DHP)	山田 雅之, 目加田 慶人, 長谷川 純一	寺沢 憲吾
竹炭プロジェクト	野浪 亨, 長谷川 純一	河村 典久
五輪史料プロジェクト	長谷川 純一, 伊藤 秀昭, 瀧 剛志	
メディア工学技術の社会応用	中 貴俊, 山田 雅之, 宮崎 慎也, 兼松 篤子	遠藤 守
進化論的学習論によるオーセンティックなモノ造りを通じた視野と志のグローバルな拡張	宮田 義郎, 上芝 智裕	

### 個人研究プロジェクト

プロジェクト名	研究員	特任研究員
名古屋テレビ・AI投資案件	西嶋 頼親	
月面歩行ロボット研究 (@東大先端研)		
工学技術を活用したヘルスプロモーションに関する研究	種田 行男	
ボンドグラフによる人体の動作に関する研究		鈴木 勝也
人型サッカーロボット用モーションの高精度化	佐藤 俊郎	
人型サッカーロボット用モーションの高精度化	沼田 宗敏	
画像処理の産業応用への研究		川田 正之
3次元表面粗さ用ローパスフィルタの開発		近藤 雄基, 吉田 一郎
生物模倣製造プロセスの開発	野浪 亨	寺岡 啓
AIロボット・知的センシング研究	橋本 学	長田 典子
網膜視覚情報処理機能の解明に関する研究	石原 彰人	
人代替の外観検査・目視検査自動化技術の体系化	青木 公也	輿水 大和
KAKEN データベースを用いた研究分野間の類似度調査	加納 政芳	
人と共生するロボットのためのビジョンシステムに関する研究		早瀬 光浩
ロボット技術要素に関する研究・開発	清水 優	加藤 央昌
高速 6DoF 姿勢推定に関する研究	秋月 秀一	
電波を用いた位置推定法の研究	上林 眞司	
科学啓蒙活動実施による地域への科学技術の理解増進	磯 直行	
Internal Representation in Neural Networks	ハルトノ ピトヨ ピーター (Pitoyo Peter Hartono)	

プロジェクト名	研究員	特任研究員
粒子群最適化を分岐解析手法の確立	高坂 拓司	上野 一磨
非線形関数を用いたルータの輻輳制御		
太陽電池を接続したコンバータ回路の解析		
知的情報処理に基づく高能率画像符号化方式の開発	青森 久	
知的情報処理に基づく超解像方式の開発		
網膜型情報処理による画像の圧縮伝送技術の開発		
階層型可逆符号化方式に関する研究	戸田 英治	
高並列計算の教育研究	長谷川 明生	
IoT 技術を用いたサッカープレスキックの研究		
micro:bit を用いた初等プログラミング教育		
知的インターフェース	濱川 礼	
知識データベース開発に関する研究	伊藤 秀昭	
認知科学の拡張型アーカイブ作成	小笠原 秀美	尾関 智恵, 毛利 哲也
ハプティクスインターフェイス開発 および評価方法の検討		
ネットワーク環境における顔画像メディアの実装	鈴木 常彦	輿水 大和
研究室運営支援 ICT 環境に関する研究		鈴木 健志
情報表現の理解・利用・生成の支援に関する認知科学的研究	土屋 孝文	
音楽理論を利用した音楽電子透かし法に関する研究	村田 晴美	
医用画像診断支援プロジェクト	長谷川 純一	柴田 知行
Magic/logic/Music	カール ストーン (Carl Stone)	松崎 淑子
スポーツ競技における個人・集団の特徴的パターン検出に関する研究	瀧 剛志	
持続可能な発展のための ICT を活用した異文化交流活動ラーニングサイクル	宮田 義郎	フセイン・ザナティ・モハメド・ユセフ
1990 年代メディアアート作品の記録と保存	上芝 智裕	
アプリを活用した発達障害青年成人の生活支援	曾我部 哲也	西岡 克昌
3次元地震活動データの可視化に関する研究	中 貴俊	光井 能麻
スポーツによる脳・身体の発達	荒牧 勇	
パラレルワイヤ駆動ロボットの実用化に向けた諸問題の解決	木野 仁	
筋骨格生物における運動生成原理のロボティクスへの転移		
関節の粘弾性を自動調節する受動歩行ロボットの開発		

## ● 2020年度 研究員一覧

第1期 (2018年4月1日～2021年3月31日)

【研究員】 (38名)

◆ 教養教育研究院

山本 茂義

◆ 文学部

西嶋 頼親

◆ 工学部

青木 公也

青森 久

秋月 秀一

石原 彰人

磯 直行

伊藤 秀昭

上芝 智裕

上林 眞司

小笠原 秀美

兼松 篤子

加納 政芳

木野 仁

高坂 拓司

佐藤 俊郎

清水 優

鈴木 常彦

カール ストーン

曾我部 哲也

瀧 剛志

土屋 孝文

戸田 英治

中 貴俊

沼田 宗敏

野浪 亨

橋本 学

長谷川 明生

長谷川 純一

濱川 礼

ハルトノ ピトヨ ピーター

宮崎 慎也

宮田 義郎

村田 晴美

目加田 慶人

山田 雅之

◆ スポーツ科学部

荒牧 勇

種田 行男

【特任研究員】 (23名)

遠藤 守

上野 一磨

尾関 智恵

加藤 央昌

川田 正之

河村 典久

興水 大和

近藤 雄基

柴田 知行

鈴木 勝也

鈴木 健志

舘脇 洋

寺岡 啓

寺沢 憲吾

長田 典子

西岡 克昌

秦野 甯世

早瀬 光浩

フセイン ザナティ モハメド ユセフ

松崎 淑子

光井 能麻

毛利 哲也

吉田 一朗

## ● 2020年度 運営役員

【所長】

長谷川 純一

【副所長】

伊藤 秀昭

長谷川 明生

【主任】

山田 雅之

【運営委員】

青木 公也

磯 直行

上林 眞司

加納 政芳

鈴木 常彦

曾我部 哲也

土屋 孝文

沼田 宗敏

野浪 亨

橋本 学

濱川 礼

ハルトノ ピトヨ ピーター

宮崎 慎也

宮田 義郎

目加田 慶人

編集担当 土屋 孝文 長谷川 純一 山田 雅之 伊藤 秀昭  
橋本 学 ハルトノ ピトヨピーター 曾我部 哲也  
編集実務担当 加藤 明日美

★★★ 人工知能高等研究所のホームページのご案内 ★★★

アドレス <https://www.iasai.chukyo-u.ac.jp/>

※ホームページアドレスが上記のとおり変更となりました

☆☆☆ 中京大学のホームページのご案内 ☆☆☆

アドレス <https://www.chukyo-u.ac.jp/>

---

IASAI NEWS 第45号 2020年12月14日発行

---

- 発行・編集 中京大学 人工知能高等研究所  
〒470-0393 愛知県豊田市貝津町床立101 ☎ (0565) 46-1280 (代表)
  - 印刷 ニッコアイエム株式会社  
〒462-0011 愛知県名古屋市北区五反田町236番地
- 

本誌記事の無断転載を禁じます。

© 2020 中京大学 人工知能高等研究所

