

Institute for Advanced Studies in Artificial Intelligence

2024.12

IASAI News

中京大学 人工知能高等研究所
ニュース No.49

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 豊田市貝津町床立101
Tel 0565-46-1280 Fax 0565-46-1296
<https://www.iasai.chukyo-u.ac.jp/>



<表紙作品について>

「情報学絵とき読本」(福村晃夫, 1996) の原画案と思われる一枚です。情報化以前、自分の身体を中心に、自分の知覚や運動を利用して、自分に大事な情報を記録(整理)・保存(配置)・検索(探索)していた様子を、「書斎人の生活」を例に表現されています。SNS や生成 AI を利用し、機械的に大量の外部情報にアクセスする現代の書斎はどんな風景でしょうか。福村(1996) は、身体から離れて遠くなるコンピュータ上の情報を虚構と呼んで、身体(生命)を介した情報解釈の重要性(真正性や信頼性)や情報創生の開放性(本質性)を伝えています。

IASAI News No.49 目次

■ ご挨拶	人工知能高等研究所 所長 青木 公也	1
■ 講座報告		
中京大学開学 70 周年記念 中京大学公開講座		
ソフトサイエンスシリーズ第 45 回 開催報告		
「地震研究・地震防災の現状と将来」	青木 公也	2
■ IASAI 研究トピック		
「電波を用いた呼吸・心拍測定法の研究開発」	上林 眞司	5
「小学校における企業と連携したプログラミング教育・AI 活用の事例報告」	佐野 孝	8
「コンピュータソフトウェアとともに 50 年」	長谷川 明生	11
■ 2023 年度 事業報告書		13
■ 2023 年度 研究・事業プロジェクト実績報告書		
A. 竹炭材料プロジェクト		16
B. 心電時系列異常検知プロジェクト		19
C. 名古屋市科学館連携講座		22
■ 2024 年度 研究プロジェクト一覧		25
■ 2024 年度 研究員一覧		27

●ご挨拶

ご挨拶

人工知能高等研究所 所長
青木 公也



2024 年度 4 月より、人工知能高等研究所が大学附置となった後、第 2 代所長 伊藤秀昭 先生の後任として、第 3 代所長を拝命しました、工学部 機械システム工学科・工学研究科の青木公也と申します。皆様におかれましては、日頃より人工知能高等研究所の活動について、ご理解・ご支援いただき、ありがとうございます。

人工知能高等研究所（IASAI）は、中京大学先端共同研究機構（ACRO）に属する 7 研究所のうちの一つです。その名の通り人工知能研究は基より、工学・理学分野を中心に広く学際的な活動を推進する研究機関です。1990 年に設置された中京大学初の理工系学部である情報科学部の附属研究所として、IASAI は 1991 年に誕生しました。2018 年には他研究所との連携を強化するため、2015 年に発足した ACRO へ移管され、現在に至ります。

2024 年 11 月現在、IASAI には約 50 名の研究員・特任研究員が在籍しています。研究員は本学の教員、特任研究員は学外の研究所、企業、大学からの登録研究員の呼称です。また、萌芽的研究から実応用研究まで、AI、材料、メディア、CG、通信、画像処理、ロボット、宇宙、生体等、多岐の分野にわたる、約 40 件の共同・個人研究プロジェクトが登録されています。

私事ですが、2004 年 4 月に情報科学部 講師として採用していただき、今年で在職 20 年となります。この間、理系学部は情報科学部・生命システム工学部から情報理工学部、現在の工学部へと、時代の変化に合わせて深化・発展してきました。それに対して人工知能高等研究所は、途中に組織の変遷はあれ、研究所設立にご尽力された先生方、歴代の所長の先生方が掲げられた理念と目的が 30 年以上にわたって揺ぎ無く受け継がれ、変化していく理系学部・研究科の進むべき道を指し示してきたと感じています。また、近年は工学部以外の先生方にも加わっていただき、研究所も深化しています。在職 20 年の節目に、この歴史ある人工知能高等研究所 所長に甚だ僭越ながら着任させていただき、また（約） 50 でもあることから、まさに天命を見出す機運を感じています。私自身微力ですが、特に若手の研究者・大学院学生の研究支援をこれまで以上に拡大し、さらには研究員の皆様と、直向きに取り組む学生らの大学における円滑な研究活動のための露払いとなれば幸いです。

今後とも、人工知能高等研究所へのご理解と、ご支援を賜りますよう、何卒よろしくお願い申し上げます。

最後にこの場をお借りしまして、いつも当研究所の円滑な運営を支えていただいている AI 研事務室の戸田 あずさ 様、加藤 明日美 様に心より感謝申し上げます。また、長年にわたって IASAI News の発行をおとりまとめいただいた土屋 孝文 先生に心より感謝申し上げます。

2024 年 10 月 吉日

● 講座報告

中京大学開学 70 周年記念 中京大学公開講座 ソフトサイエンスシリーズ第 45 回 開催報告

日 時：2024 年 10 月 1 日

場 所：名古屋市科学館「サイエンスホール」

講演題目：地震研究・地震防災の現状と未来

講 師：鷺谷 威（さぎや たけし）氏（名古屋大学減災連携研究センター長 教授）

中京大学公開講座 ソフトサイエンスシリーズ第 45 回が、名古屋市科学館さま、中部経済同友会さま、そして当人工知能高等研究所が主催、中日新聞社さまご後援にて、2024 年 10 月 1 日に名古屋市科学館「サイエンスホール」にて開催されました。講師として、名古屋大学減災連携研究センター長の鷺谷威（さぎや たけし）教授をお迎えしました。ご講演のタイトルは「地震研究・地震防災の現状と将来」です。ご講演に先立ち、中京大学 梅村清英学長の挨拶、および筆者による講師紹介がありました。また、本講演の司会は、学生広報スタッフ「ライト」の青山未夢さん（文学部 3 年生）が務めました。本公開講座は、コロナ感染防止のため長らく収録・動画配信での開催でしたが、今回の第 45 回は会場に多数の受講者（152 名）をお迎えすることができました。

1. 講師紹介

鷺谷 威 教授は栃木県のご出身で、東京大学 理学部 地球物理学学科をご卒業され、さらに東京大学大学院 理学系研究科 地球惑星物理学専攻 修士課程をご修了の後、1990 年に旧建設省 国土地理院にご入省されました。この間、1995 年には東京大学にて博士（理学）の学位を取得されています。2003 年から名古屋大学大学院 環境学研究科 助教授、教授を経られまして、2012 年から現職の名古屋大学 減災連携研究センター教授を務められています。また、地殻変動の機構とその精密な監視や、地球温暖化に伴う海面変動の監視をはじめとする地球環境に関する研究を推進する、日本測地学会の会長を務められています。さらに、地球惑星科学分野の論文を扱う国際的な学術誌である Earth, Planets and Space の編集委員長も務められています。



ご講演中の鷺谷 威 教授

2. 講演内容

講演は、未だ復興がままならない能登半島地震（M7.5）の現状について、鷺谷先生ご自身で現地を調査された内容のご紹介から始まりました。1923 年の関東大震災（M7.9）、1944 年の東海地震（M7.9）、1995 年の阪神淡路大震災（M7.3）、2011 年の東北大震災（M9.0）と、日本で発生した地震を取り上げられながら、地震発生のメカニズム、地震規模の表現方法（マグニチュードについて）を解説されました。「震源」「地震波」など、地震報道でよく目にするワードがありますが、地震発生のメカニズムについては、岩盤の破壊、断層運動を調べるのが研究であるとのこと。岩石摩擦の研究は進み、過去に発生した地震を数値シミュレーションすることは可能になったとのこと。だからと言って、やはり地下の岩盤構造は不均質で複雑であるため、これから発生する地震をシミュレーションすることは、まだまだ困難とのことでした。

講演の中盤では、地震の予知と予測について、学会での議論や国や県の行政の関わり方について解説されました。1880年に世界初の地震学会が開催され、1962年がプレートや断層の運動に基づく地震「予知」研究の始まりとのことです。1970年代にはダイラタンシーモデルが提唱され、地震予知の流れが加速しました。そして、1978年に、当時、近い将来発生すると想定されていた東海地震（現在では南海トラフ巨大地震）について、直前予知が可能であるという前提に基づいて「大規模地震対策特別措置法」が制定され、2017年まで運用されました。当時なぜ性急に地震予知に頼ったのかについて、「科学としては予知の目算はなく、国や県としては巨大地震への対策はなく、ただし予知が成功すれば人命を救える・・・」、つまり地震対策が出来るまでの時間稼ぎであったのではと解説されました。そして、この東海地震情報のハレーションのため、「関西には大地震は発生しない」という誤解があったところに阪神淡路大震災が発生したとのことでした。この地震を契機に、予知から防災、仕組みの解明に地震研究の方向性はシフトしました。

講演の終盤では最新の地震研究について解説されました。1995年の阪神淡路大震災以降、多数の観測点の設置によって、地殻変動の詳細観測や、地下の深部低周波振動が計測できるようになりました。地面の動きが分かると、地震の規模が正確に分かり、地震を過小評価しなくて済みます。それではなぜ2011年の東北大震災は予測できなかったのか？ 実は、2010年には869年に同地域で発生した津波は調べられていていましたが、2011年までに危険予測の評価の修正が間に合わなかったとのことでした。ここに、地震研究における研究と対策評価のサイクルの課題があります。最新の研究成果が対策に活かされるまでにはタイムラグがあります。さらに、講演冒頭で解説された能登半島地震についても、2013年には震源となった断層のモデルが既にありましたが、その研究成果の情報が十分に地域に展開されていなかったとのことでした。8月には、南海トラフ地震臨時情報が気象庁から発表されましたが、問題は一般の皆様が解除後に「これで安全であると誤認識されること」とのことでした。

講演の最後には、「それでは私たちはどの様に地震に備えるべきか」について、まとめられました。地震研究としては、「起きたことについて後から物理的に説明はできるが、前兆現象の特定は困難である」とのことです。大規模な観測網によってデータの蓄積は進んでいますが、それはまだ、ただだか30年分です。それに対して地震が発生する周期は遥かに長く、地震の前兆を観測するには不十分です。一方、耐震等の工学的な対策は進んでいます。避難も含めた総合的な「減災」が重要とのことでした。施策としては、研究機関の情報を正しく受け止め、それを活用することが重要であると、講演は締めくくられました。

(＊講演内容については、筆者が作成した当日の聴講ノートを基に、後日執筆しました。従いまして、間違った記述が含まれているかもしれませんが、ご容赦ください。当日のご講演の雰囲気を感じ取っていただければ幸いです。)



当日の会場の様子

3. 筆者所感

ご講演を拝聴して、まずは地震の恐ろしさを再確認しました。特に筆者は関西出身で、阪神淡路大震災では家族が被災しており、当日を鮮明に思い出したしだいです。地震発生のメカニズムや、その数値シミュレーションについて、大変分かりやすく解説いただきました。特に、地殻変動の大規模な観測結果に従って、地面の移動と地震波の広がりを可視化された動画が強く印象に残っており、測地技術の進歩に感服いたしました。計測技術が発達し、データが蓄積されれば、ご講演にありましたが、そのデータ群に地震の前兆現象が含まれる可能性があります。例えば、膨大な観測データを使って異常検知のAIモデルを学習し、地震を予知できるのかなどと、思いを巡らせました。

当日の受講者の皆様の多くや筆者自身も、「いつ発生してもおかしくない」と言われている東海地震の地域で日々の生活を営んでいます。また、今この報告書に目を通していただいている皆様も、この地震大国である日本にお住いかと存じます。地震を止めることはできませんが、ひとりひとりが備えることは必要です。当日の受講者の皆様や、本報告書を最後まで読んでいただいた読者の皆様は、つまり地震に対して高い意識をお持ちになり、日々の備えをされている方だと思います。重要なことは、残念ながら受講の機会を逃された方々に、本講座の内容を伝えていくことかと存じます。ぜひ、ご家庭・学校・職場・お住いの地域でソフトサイエンスシリーズ第45回「地震研究・地震防災の現状と未来」を話題にいただき、減災の意識を広げていただければ幸いです。

最後にこの場をお借りしまして、ご講演いただいた鷺谷 威 先生に心より感謝申し上げます。また、本学ご在職中に本講演会の道筋を付けていただいた長谷川 明生 先生に心より感謝申し上げます。

報告者：青木公也（工学部 機械システム工学科 教授、人工知能高等研究所 所長）

電波を用いた呼吸・心拍測定法の研究開発

中京大学名誉教授
中京大学人工知能高等研究所名誉研究員
キーコム株式会社チーフエンジニア
上林 真司

背景と目的：

人の心拍の測定は通常、心電計のセンサを身体に接着して行う。自然呼吸の測定は難しく、医師や看護師は、患者に気づかれないように目視で測定するなど工夫している。人体に触れることなく遠隔で自然な状態の呼吸・心拍を高精度で測定できれば、その応用範囲は広い。病院だけでなく、老人ホーム、介護施設などでも、利用者の呼吸・心拍が常時自動測定できれば、職員の負担も軽減し、健康管理の信頼度も格段に向上すると期待できる。呼吸・心拍からは、疲労度、緊張度も予測できるため、運転中のドライバーの緊張度モニター、労働者の疲労度モニター等への応用も可能であろう。

電波を用いて非接触で呼吸・心拍を測定できる可能性があることは古くから指摘されている。電波を人体表皮に照射し、反射波を受信してドップラー効果により表皮の微細な運動を検出することが可能である。しかし、未だに本格的実用化に至っていない。呼吸による表皮の運動の振幅は数 mm から 1cm 程度、心拍による振幅は 1mm 以下であり、人の体動の中から呼吸と心拍の振動を抽出することは極めて難しい。また、周辺の他の人や物の運動が外乱として同時に受信されてしまう問題も大きい。

多くの研究者は、呼吸、心拍の周期性に着目し、周波数分析の手法で呼吸、心拍を測定しようと試みてきた。しかし、呼吸、心拍は思いの外変動しており安定しない。筆者らは、呼吸・心拍のそれぞれの一拍の波形は短時間であれば相関が極めて高いことに着目し、測定波形に基づくテンプレートマッチング法により呼吸・心拍を測定する方法を研究開発してきた。本稿では、その基本的考え方と、測定例を紹介する。

測定原理：

図 1 は、ドップラーセンサを用いた呼吸・心拍測定の原理を示す。マイクロ波からミリ波帯（24GHz、60GHz 帯がよく使われる）の電波 $s(t)$ を、送信アンテナから人体に照射し、人体表皮で反射した電波 $r(t)$ を受信する。

送信波を、

$$s(t) = \sin(2\pi f_c t) \cdots \cdots (1)$$

とすれば、受信波 $r(t)$ は、アンテナから人体までの往復の伝搬時間 τ [s] だけ遅れるので、

$$r(t) = \sin[2\pi f_c (t - \tau)] \cdots \cdots (2)$$

となる。アンテナ - 人体間距離を d [m]、呼吸、心拍による表皮の振動を $x(t)$ とすれば、

$$\tau = 2[d + x(t)]/c \cdots \cdots (3)$$

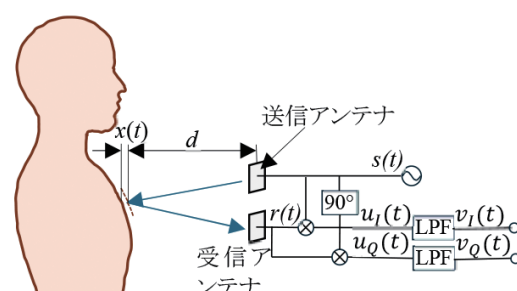


図 1. ドップラーセンサを用いた呼吸・心拍測定の原理

※上林真司氏、長谷川明生氏、宮田義郎氏は 2024 年 7 月より IASAI 名誉研究員としてご就任頂いております。

但し、 c は電波の伝搬速度（光速： $c = 3 \times 10^8 \text{m/s}$ ）である。

ドップラーセンサは、受信波 $r(t)$ に送信波 $s(t)$ 、及び送信波の位相を 90° ずらした信号 $s'(t)$ をかける。即ち、

$$u_I(t) = r(t)s(t) = -1/2 \{ \cos[2\pi f_c(2t-\tau)] - \cos(2\pi f_c \tau) \} \cdots \cdots (4)$$

$$u_Q(t) = r(t)s'(t) = 1/2 \{ \sin[2\pi f_c(2t-\tau)] + \sin(2\pi f_c \tau) \} \cdots \cdots (5)$$

$u_I(t)$ を、低域通過フィルタ（LPF: Low Pass Filter）に通せば、高周波成分の初項はカットされるので、LPF 出力 $v_I(t)$ は、

$$v_I(t) = \cos(2\pi f_c \tau) \cdots \cdots (6)$$

となる。式 (3) と、 $c = f\lambda$ （ λ は電波の波長）の関係を、式 (6) に代入すれば、

$$v_I(t) = \cos\{4\pi[d + x(t)]/\lambda\} \cdots \cdots (7)$$

同様に、

$$v_Q(t) = \sin\{4\pi[d + x(t)]/\lambda\} \cdots \cdots (8)$$

ここで、

$$v_Q(t)/v_I(t) = \tan\{4\pi[d + x(t)]/\lambda\} \cdots \cdots (9)$$

なので、

$$\tan^{-1}[v_Q(t)/v_I(t)] = 4\pi[d + x(t)]/\lambda \cdots \cdots (10)$$

となる。即ち、ドップラーセンサ出力 $v_I(t)$ 、 $v_Q(t)$ から、 $\tan^{-1}[v_Q(t)/v_I(t)]$ を求めれば、人体表皮の運動 $x(t)$ を導出できる。

測定波形に基づくテンプレートマッチング法：

図 2 は、 $v_I(t)$ 、 $v_Q(t)$ の測定例を示す。図 3 は、筆者らが開発した弦射影法（Chord Projection）（紙面の都合で詳細は割愛します）により $\tan^{-1}[v_Q(t)/v_I(t)]$ を計算した結果を示す。約 4 秒周期の呼吸波と、約 1 秒周期の心拍波が重畳している様子が確認できる。

この波形を高域通過フィルタ（HPF: High Pass Filter）に通した出力が図 4 である。呼吸成分（低周波成分）が除去され、心拍波形が抽出されているが、同程度の山も多く、測定誤差が大きい。しかし、一拍の波形は似た形状が繰り返されている。

筆者らは、10 秒間の測定波形の各ピークを中心とする約 1 秒間の波形を平均しテンプレート波形として、テンプレート波形と測定波形の相関を取る（テンプレートマッチング）により、心拍のピークを明確にした（図 5）。テンプレートマッチング法により、心拍のピークが明確になり、一拍毎の心拍間隔（RRI: R-R Interval）を高精度で測定可能になる。実際に RRI を評価してみると、心拍間隔は一拍毎にかなり大きく（場合によっては RRI の 10% 以上）変動していることが分かる。

最近、RRI の変動から人の緊張度、疲労度を測定可能という報告がされている。従来の心拍測定法は、一定期間の測定波形を周波数解析して心拍を推定しているため、個々の RRI を測定することができなかった。提案方法は、時間波形の解析で個々の RRI を高精度で測定できるため、RRI の時間変動の評価が可能であり、今後、人の緊張度、疲労度も推定できると期待される。

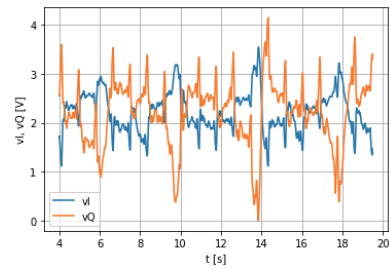


図 2. v_I 、 v_Q 信号の測定例

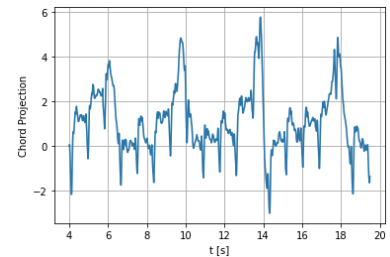


図 3. 弦射影復調波形の測定例

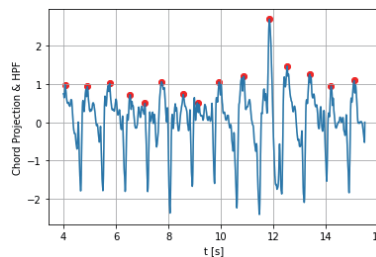


図 4. HPF 出力の測定例

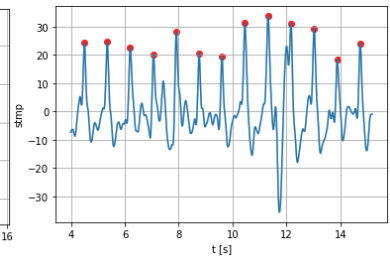


図 5. テンプレートマッチング波形の測定例

おわりに：

遠隔・非接触で呼吸・心拍を測定する方法として、テンプレートマッチング法及び弦射影法を用いた方法を提案した。この測定法により、被験者が安静な状態であれば、高精度（個々の RRI の RMSE(Root Mean Square Error) 5% 以下）の測定が可能である。

電波を使った呼吸・心拍測定は、人の胸部に電波を照射する必要があると思われがちだが、実は、背部の方が安定した測定が可能である。また、頭頂部や足裏は、呼吸の影響を受けずに、きれいな心拍波形が抽出できる。筆者らは、ベッドに寝ている人の呼吸・心拍を、複数のセンサを使い、常時高精度で測定可能な測定系を、名大病院、藤田医科大、豊田地域医療センターと共同で研究開発している。

睡眠時や安静時には高精度の呼吸・心拍測定が可能だが、人が動いているときや、周りに別の人がいるときには、測定精度が劣化する。これを解決し、様々な環境、目的で実用化する方法を現在研究・開発中である。

小学校における企業と連携したプログラミング教育・AI 活用の事例報告

中京大学スポーツ科学部
佐野 孝

1. はじめに

筆者は、2020 年度まで和歌山県の公立小学校の教諭として勤務していた。2020 年度は、COVID-19 の流行と同時に、GIGA スクール構想の実現やプログラミング教育の必修化等、学校の情報教育及び ICT 環境に大きな変革が生じた時期である。小学校のプログラミング教育の手引き¹⁾²⁾³⁾は3年間で3度改訂され、授業を担当する教師をはじめ、学校現場は過渡期の手探りの状態となっていた。そうした混乱の中でも、子どもたちは新たな学習機会に対して非常に前向きであり、これまで学校にはなかった新たな器具や設備に積極的に関わり、操作するスキルを急速に習得していった。本稿では、そうしたプログラミング教育必修化の過渡期における小学校での取り組み事例を紹介する。

2. プログラミング教育必修化の過渡期における企業連携の取り組み

先述のプログラミング教育の手引き³⁾においては、教育の充実のため、企業・団体や地域等との連携（外部の人的・物的資源の活用）の重要性が述べられ、その具体的な内容として、①企業等との連携、②企業等の社会貢献プログラム等の活用、③ICT 支援員等の活用、④市民ボランティア等の活用が挙げられている。①③④はいずれも、プログラミングの専門知識をもつゲストティーチャーに教育活動への参画を依頼するものであり、連携の形が比較的イメージされやすい。一方、②は企業が主催するプログラムに参加するという点で、他の連携の形とは特徴の異なるものである。

筆者が勤務していた自治体では、教育委員会、学校、企業の相互連携により、まさに②の社会貢献プログラムへの参加によって、プログラミング教育の充実を図る取り組みが進められていた。そのプログラムとは、プログラミング教育の導入に伴い、全国の企業に先駆けて実施されていたソフトバンク社主催の「Pepper 社会貢献プログラム」である。プログラムの内容は、希望する自治体の小中学校に人型ロボット Pepper（図 1）を3年間無償で貸与し、それを教材としたプログラミングの学習機会を提供するというものだった。各学校で Pepper を活用したプログラミング教育が実践され、毎年 11 月ごろに自治体で成果発表会が行われた。そこで最優秀賞に選ばれたチームの中から全国で 8 チームが選抜され、東京都のソフトバンク本社において最終プレゼン大会（2 月）に臨むという 1 年間のスケジュールとなっていた。



図 1. 小学校に貸与された Pepper

3. 実際のプログラムに向けた小学校の取り組み事例

プログラムの課題（小学校部門）は、「身の回りで役立つ Pepper」であった。6 年生の児童らは、3-4 人のグループに分かれ、Pepper を活用して身の回りのどのような課題に取り組むかを話し合い、その課題を解決するための Pepper のプログラミングに取り組んだ。なお、児童らは総合的な学習の時間等を活用して、5 年生時に Pepper を動かすための基礎的なプログラミングの方法を学習している。ここでは、最終的に学校の代表に選ばれた 6 年生チームが制作した Pepper を紹介する。

<スランブラリーで楽しく、一日一善！！>

代表のグループは、学校生活で「みんなが頑張ったこと」や「友達の役に立ったこと」、「学校をよりよくするための行動」がもっと増えてほしいという思いのもと、スランブラリーと Pepper の対話性を組み合わせて、全校の児童に「一日一善」を促すためのプログラムを作成した。

図2は、児童が作成したプログラムの内容を示す資料である。プログラミングの基本構造である「順次・分岐・反復」を用いて、個人が善い行動をしてスタンプを貯めていくプログラムが設計されている。使い方は、次のようになる。利用者は、Pepper に「①自分の学年と出席番号を伝える」。すると自分のスタンプカードが胸部の画面に表示されるので、「②自分のした善い行動をタッチする」。スタンプが6ポイント未満なら「③あと何ポイントで完成するかを聞く」、6ポイント貯まると「③スタンプの文字を並び替えて完成する暗号を伝える」。暗号が不正解なら「④もう一度暗号を伝える」、正解なら「④ご褒美のある場所を聞く」。個人のポイントは Pepper に記録され、別の児童が来た場合はその児童のカードが表示される。図3は、Pepper を校内に設置した様子である。

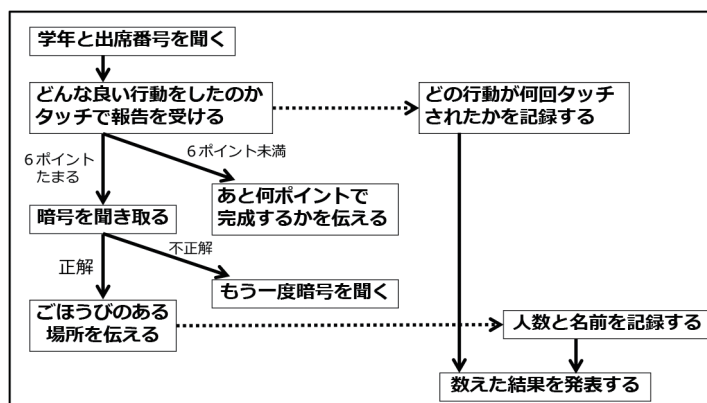


図2. プログラミングのフローチャート図



図3. 校内に設置された Pepper

上記の利用者への対応に加えて、その日にどの行動が何回タッチされたのか、その日に何人がスタンプカードを完成させたのかを集計するプログラムも同時に遂行されるようになっている。そして、その集計結果を Pepper が発表することもでき、終わりの会で校内放送により結果を発表するという使い方も想定されている。プログラムの記述には、ビジュアルプログラミング言語「Scratch」をベースに開発されたプログラミングツールである「Robo Blocks」(図4)が使用された。

この代表チームの制作した Pepper は、自治体の成果発表会にて最優秀賞に選ばれ、その後に東京で行われた最終プレゼン大会にて全国三位(銅賞)となった。^{*} 自分たちの学校生活をより良くしたいという素直な思いから考えられたものであったが、AI の活用により「善い行い」(道徳性や自律性)を育むという視点が、ある意味で斬新なテーマとして評価されたのかもしれない。

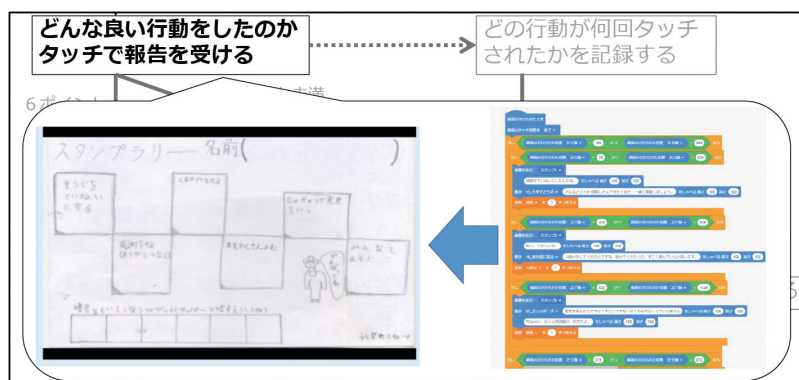


図4. Robo Blocks のプログラミング画面(矢印の右側)

^{*}代表チームのプレゼン映像は、ソフトバンクロボティクス以下のウェブサイトより視聴可能。
<https://www.softbankrobotics.com/jp/product/academy/presentation/>

4. おわりに

ここまで、企業の社会貢献プログラムの活用による小学校での取り組み事例を紹介した。プログラムへの参加を通して、解決したい課題と向き合い、その解決ツールとして Pepper を活用する機会を得ることができた。その体験は、子どもたちの「プログラミング的思考」や「コンピュータ等を活用して身近な問題を解決する態度」を育むというプログラミング教育のねらいに確かに寄与したと考えられる。一方、プログラミングという新規の学習内容に加え、外部のプログラムへの参加は、児童だけでなく、保護者や教師に多くの時間的負担や労力を強いるものであるのも事実である。本事例でも、Pepper の制作時間と教材研究、校内・自治体の成果発表会の準備、東京への遠征、保護者との連絡調整等の負担は少なくなかった。現在、子ども対象のプログラミング大会は、学校や自治体単位ではなく、個人応募で参加するものが大半となり、学校教育のカリキュラムとは離れつつある。そうした状況を鑑みると、プログラミング教育必修化の過渡期の取り組みとして、本事例は、多くの学校への普及・一般化が難しく、持続可能性が低いものであったと捉えることもできる。

プログラミング教育の導入、学校 ICT 環境の全面的整備に続き、次に議論されているのは、生成 AI の学校現場での活用である。生成 AI に関しては、2023 年 7 月に暫定的なガイドライン⁴⁾が発表され、生成 AI パイロット校の指定を受けた中学校及び高等学校で試験的な活用が進められている。今後の正式なガイドラインの策定や学校現場への導入に向けた動向を注視していきたい。

参考文献

- 1) 文部科学省（2018）小学校プログラミング教育の手引（第一版）.
- 2) 文部科学省（2018）小学校プログラミング教育の手引（第二版）.
- 3) 文部科学省（2020）小学校プログラミング教育の手引（第三版）.
- 4) 文部科学省（2023）初等中等教育段階における生成 AI の利用に関する暫定的なガイドライン.

コンピュータソフトウェアとともに 50 年※

中京大学名誉教授
中京大学人工知能高等研究所名誉研究員
長谷川 明生

プログラミング言語

汎用機で標準として導入されていた言語はアセンブラ以外に FORTRAN (FORTRAN66) および COBOL の他に PL/I であった。ALGOL (使える実装はほとんどない) を参考に作られた PL/I は FORTRAN と COBOL を足したような言語で、一部を除いてユーザはつかなかった。FORTRAN はアセンブラに対して、数式の部分を書きやすくし、入出力を簡単にしたような言語であった。COBOL は、銀行等の事務処理向けで、BCD (Binary Coded Decimal) という十進計算のためにあったようなものである。BCD 表記は 4 ビット (ニブル、nibble を単位とすることがある。) で十進一桁を表記する方法で、BCD のまま計算する命令が汎用機には存在した。

そのころに (1977 年) 与えられた仕事のひとつに、汎用機向けに多くのプログラミング言語処理系を集めることがあった。その際に相談したのが、プラズマ研究所 (核融合科学研究所) に在職されていた金田康正先生 (故人) だった。先生は何度も円周率の桁数の世界記録を書き換えられたことで有名であるが、当時は独自の LISP 処理系 HLISP 上に数式処理システム REDUCE を移植されていた。今でも、HLISP を起動した後、トップレベルで 'BPSRESTORE (NIL,REDUCE,T)' とタイプして REDUCE を起動したことを記憶している。それ以外にも PASCAL8000 やら BCPL をコピーさせていただいた。

PASCAL については、LISP とともに、個人的に APPLE II で (1982 年頃) 触ったりしていたが、入出力機能等の実用に必要な部分が不十分で、汎用機でもあまり普及しなかった。しかし、構造化プログラミングという概念とともに、ダイクストラ先生の論文 "Go To Statement Considered Harmful" (原著論文は 1968 年) をきっかけに "Go To Statement Considered Harmful is Harmful" といった反論があり百家争鳴の状態になったことを覚えている。日本では、ダイクストラ先生の本の訳本「構造化プログラミング」が、1975 年にサイエンス社より出版された。多くの論争の結果、以後に開発されたプログラミング言語で GO TO 命令を while や for と複合文 (ブロック) で隠すことになった。また、特殊なキーボードがないと使えない IBM 発の言語 APL (A Programming Language) もテクトロニクス の専用端末とともに記憶している。言語処理系は今でも入手可能らしいが、たぶんキーボードにシールを貼らないと使えないし、可読性は低い。

FORTRAN について、よく使った言語は LISP かもしれない。LISP は FORTRAN や COBOL と同等に古い言語で、ジョン・マッカーシーのアイデアがもとになっている。記号処理向きで、人工知能研究のもととなった。C 言語に手を染めたのは、カーネギーメロン大学で開発された OPS5 と呼ばれるエキスパート・システム記述のためのシステムを移植するためである。OPS5 を動作させるプラットフォームとして C 言語で書かれた KCL (Kyoto Common LISP, 1984 年、湯浅太一 & 萩谷昌己) を汎用機アーキテクチャベースのスーパーミニコン上の UTS (System V 系 UNIX) で動かす必要があった。

※ IASAI News No.48 (2023) IASAI 研究トピック : コンピュータとともに 50 年とあわせてお読みください。

URL : https://www.iasai.chukyo-u.ac.jp/pdf/iasai_news48.pdf#page=18

※長谷川明生氏、上林眞司氏、宮田義郎氏は 2024 年 7 月より IASAI 名誉研究員としてご就任頂いております。

KCLの一部にはCのasm命令も使われており、現在のCでは許されないスタック実行が行われていた。KCLの移植にはC言語の勉強からはじめて半年以上かかった。その後にOPS5のコードを読みながらCommon LISPで書き換えることができ、なんとか使えるエキスパート・システムを作ることができた。人工知能がらみではProlog言語も話題になった。こったことをしなければPrologは文字列置き換え機能があれば比較的簡単に実装できる。

オブジェクト・オリエンテッド言語はゼロックスPARCで開発されたSmalltalk-80のテキスト“SMALLTALK-80:THE LANGUAGE AND ITS IMPLEMENTATION”(1983年発行)の輪読からはじまった。オレゴン州立大学のBudd氏が開発した“Little Smalltalk”のテキストの翻訳(ASCII出版、Little Smalltalk入門、1989、今Amazonで調べたら価格が1万5千円超、研究室整理の際に処分したことを後悔中)とパソコンへの移植を実施した。

それ以外の言語で、よく使ったのはPerlとPythonである。

ちなみにプログラミング言語習得の早道は必要に迫られること、そして人に教えることである。

デバッグのはなし

プログラムにバグはつきものである。著者は長い間プログラム相談という仕事をやっていた。なので、他人の書いたプログラムを大量にみてきた。変数の初期化忘れや配列の添え字間違いが原因のことが多い。厄介なバグの場合には、メモリのダンプを調べることもあった。学生のなかには、プログラムのミスがわからずコンパイラのミスを疑うものもいるが、過度の最適化によるトラブルを除くと、コンパイラの誤りによるものは25年の間に1件だけであった。

現在のGoといった言語では、入力データと期待される結果を与えておいて、プログラムをテストする機能まで備えている。

が、FORTRAN66は古い言語なので、予約語がなく、プログラム中の空白は無視される。なので、唯一のループ機能であるDO文は、“DO 10 I = 1, 10”と書いても、“DO 10 I = 1, 10”と書いても同じである。ここで1文字間違えて“DO 10 I = 1.10”と書くと、この文は変数DO10Iに1.1を代入することになる。このようなミスでNASAのロケットが落ちたという話もある。以下で紹介するバグは(1980年頃?)、そのような仕様のFORTRANでのことである。

問題のプログラムを実行すると、本来10回実行されるループの実行回数が変わるとともに、計算結果も予想と大きく異なる結果となった。いろいろと調べると、あるサブルーチンが実行されるときだけ誤作動することがわかった。また、そのサブルーチンを実行した後に定数1をプリントすると出力が1ではない。サブルーチンの実引数に変数ではなく定数1を与えると、その現象が発生する。サブルーチンの中では、問題の引数を書き換えていた。それが原因の一つであるが、使っていたコンパイラでは実引数として定数1を渡すのではなく、定数1を記録したアドレスのラベルを渡すことが判明した。当然のことながら、FORTRANの引数は参照渡しなので、サブルーチンが呼ばれると定数のはずのものが書き換えられる。そのことにより以降の計算がデタラメになっていた。C言語のような値渡しの言語では発生しないFORTRANらしいトラブルであった。

ある意味で、デバッグにはパズルを解くような楽しみがないわけではないが、バグとはなじみになりたくないものである。

Happy Hacking!

● 2023 年度 事業報告書

中京大学人工知能高等研究所

2023 年度事業報告書

2024 年 3 月 31 日

1. 研究員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

開催日時：2023 年 6 月 7 日（水）15：00～16：00

会議方法：リアルタイムオンライン（Zoom）

第 2 回 研究員総会

日時：2023 年 10 月 25 日（水）16：00～17：00

会議方法：リアルタイムオンライン（Zoom）

第 3 回 研究員総会

開催日時：2024 年 3 月 6 日（水）16：00～17：00

会議方法：リアルタイムオンライン（Zoom）

1-2. 臨時研究員総会開催概要

日時：2023 年 4 月 26 日（水）16：30～4 月 28 日（火）14：00

会議方式：メール会議

日時：2023 年 6 月 26 日（水）10：30～6 月 28 日（火）15：00

会議方式：メール会議

日時：2023 年 10 月 9 日（月）8：00～10 月 11 日（水）14：00

会議方式：メール会議

日時：2023 年 11 月 15 日（水）10：00～11 月 20 日（月）17：00

会議方式：メール会議

日時：2024 年 3 月 12 日（水）10：00～3 月 14 日（木）17：00

会議方式：メール会議

1-3. 運営委員会開催概要

第 1 回 運営委員会

開催日時：2023 年 4 月 26 日（水）15：00～16：00

会議方法：リアルタイムオンライン（Zoom）

第2回運営委員会

開催日時：2023年9月20日（水）15：00～16：00

会議方法：リアルタイムオンライン（Zoom）

第3回運営委員会

開催日時：2023年10月25日（水）15：00～16：00

会議方法：リアルタイムオンライン（Zoom）

第4回運営委員会

開催日時：2022年 3月6日（水）15：00～16：00

会議方法：リアルタイムオンライン（Zoom）

1-4. 臨時運営委員会

日時：2023年8月24日（木）10：00～11：00

会議方式：オンライン（Zoom）

日時：2023年10月3日（火）18：30～19：15

会議方法：リアルタイムオンライン（Zoom）

2. 定例研究会

第20回先端研究交流会（先端共同研究機構主催）

日時：2023年9月19日（木）13時30分～16時35分

会場：名古屋キャンパス0号館第6会議室 / ZOOM ライブ配信

演題：名古屋市科学館連携講座の十年（長谷川 明生）

3. 広報活動

研究所のホームページの更新作業を下記のように行った。

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

(1) トップページでのお知らせ

- ・2023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「電気いらずのトコトコロ ボットを作ろう！－重力の不思議－」ページ公開（2023年5月）
- ・第3期2024年度研究員・特任研究員募集について（2023年12月）

(2) 各ページの更新

- ・「研究・事業」・「研究員」更新（2023年4月）
- ・「所長の挨拶」更新（2023年5月）
- ・「IASAI News No.48」掲載（2023年12月）

4. 出版

機関紙 IASAI News を下記のように発行した。

IASAI News No.48 2023年12月発行（発行部数：700部）

5. 研究プロジェクト

竹炭材料プロジェクト（代表者：野浪亨）

竹炭、粉殻炭などの自然由来の多孔質炭素化合物の炭化などの処理条件と構造の知見を元に竹炭などの自然由来材料を人工的に処理し、SDGs や二酸化炭素削減、炭素固定化に寄与すべく、

高度な機能を付与する技術を開発することを目的とし、今年度は主に 1) 内部微細構造の観察、2) 金属イオン吸着能検討、について行った。

1) では自然由来の多孔質炭素化合物の内部微細構造を観察し 3 次元解析の可能性を検討した。2) では炭化材料の複合化による吸着・分解能の検討を行いいずれも学会で発表した。

心電時系列異常検知プロジェクト（代表者：藤田実沙）

心血管疾患は全世界での死亡原因のトップに位置し、その早期発見と治療のためには心電図の異常を迅速かつ正確に診断することが極めて重要である。しかし、心電図は個人差が大きいため、Deep Learning や Support Vector Machine といったビッグデータに基づいた異常検知手法を用いると、「その患者にとっては正常」な波形を「異常」と誤検出してしまうという課題がある。そこで本研究では、Reservoir Computing を用いて患者ごとに正常なデータを高速に学習し、個別最適化された心電図異常検知を実現する手法を開発している。

2023 年度は 2 年計画の 1 年目に該当し、①心電図異常検知アルゴリズムの実装と②パラメータ特性の調査の 2 つの研究項目を遂行した。これらの成果は既に 1 件の国際会議で発表しており、現在は学術雑誌への投稿を準備している。

6. 事業プロジェクト

名古屋市科学館連携プロジェクト（代表者：中貴俊）

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 10 回実施し、2023 年度は 11 回目を実施となる。

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)

2019 年度 「虹色の金属結晶を育成しよう」(電気電子)

2020 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）

2021 年度 「電子イライラ迷路にチャレンジ！」（メディア）

2022 年度 「虹色の金属結晶を育成しよう」(電気電子)

2023 年度は木野仁教授により重力だけで斜面を歩く「電気いらずのトコロボットを作ろう！－重力の不思議－」を実施した。

7. 講座

名古屋市科学館連携講座

日時：2023 年 8 月 26 日（土）

場所：名古屋市科学館第 1 実験室

題目：「電気いらずのトコロボットを作ろう！－重力の不思議－」

講師：木野 仁（中京大学大学院工学研究科教授）

ソフトサイエンスシリーズ Vol.44

日時：2023 年 10 月 16 日～2023 年 3 月末

場所：中京大学ホームページ（オンライン）

(<https://www.chukyo-u.ac.jp/koukaikouza05/>)

題目：ウェアラブルによる生活革命

講師：塚本 昌彦 氏（神戸大学大学院 工学研究科教授）

● 2023 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 2023 年度研究・事業プロジェクト実績報告書

2024 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。また、実施内容だけではなく予算の収支報告も併せて記載している。

A) 竹炭材料プロジェクト

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 目加田 慶人（人工知能高等研究所・工学部教授）
長谷川 純一（人工知能高等研究所特任研究員）
河村 典久（人工知能高等研究所特任研究員）
寺岡 啓（産業技術総合研究所主任研究員・人工知能高等研究所特任研究員）
研究協力者 大野 竜慎（中京大学大学院工学研究科機械システム工学専攻）
米田 伊吹（中京大学大学院工学研究科機械システム工学専攻）

1. 研究期間

2023 年 4 月 1 日～2024 年 3 月 31 日

2. 研究課題名

SDGs に寄与する自然由来の多孔質炭素化合物の合成と分析

3. 研究実績の概要

竹炭、籾殻炭などの自然由来の多孔質炭素化合物の炭化などの処理条件と構造の関係の知見を元に竹炭などの自然由来材料を人工的に処理し、SDGs や二酸化炭素削減、炭素固定化に寄与すべく、高度な機能を付与する技術を開発することを目的とし、今年度は主に 1) 内部微細構造の観察、2) 金属イオン吸着能検討、について行った。

1) では自然由来の多孔質炭素化合物の内部微細構造を観察し 3 次元解析の可能性を検討した。2) では炭化材料の複合化による吸着・分解能の検討としてアパタイトとの複合化についての検討、およびリン吸着材料としての検討、さらに表面官能基の定性評価を行いいずれも学会で発表した。

4. 背景および目的

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）が、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。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、二酸化炭素削減のための炭素固定化技術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。

本研究の目的は、竹炭、籾殻炭などの自然由来の多孔質炭素化合物の炭化などの処理条件と構造の関係の知見を元に、竹炭などの自然由来材料を人工的に処理し、SDGs や二酸化炭素削減、炭素固定化に寄与すべく、高度な機能を付与する技術を開発することを目的にする。

1) 内部微細構造の観察

自然由来の多孔質炭素化合物の内部微細構造を観察し、深層学習を利用した3次元解析の可能性を検討することを目的とする。

2) 金属イオン吸着能検討

他の材料にない炭の金属イオン吸着剤としての有効性を示す。ゼオライトよりも吸着性能が優れるアルカリ処理条件の最適化を行うことを目的とする。

3) 吸着金属の揮発を抑えた減容化条件の検討

炭を用いたのちの回収プロセス、貯蔵場所の低減化としての有効性を示す減容化の可能性を実証することを目的とする。

4) 集積による機能化検討

竹炭を使った微生物によらない土壌の団粒化や、バイオフィルム誘導の可能性を調査、実証する。自然由来の多孔質炭素化合物の様々な可能性を調査することを目的とする。

5. 研究成果

本年度の研究成果は、学会発表として、2023 年度一般社団法人日本材料科学会学術講演大会（2023 年 6 月）にて 1 件の研究発表を行った。

以下、研究会、調査、実験に関する成果を記す。

・研究会

◆第 1 回 2023 年 10 月 19 日（木） 名古屋キャンパス

◆第 2 回 2024 年 2 月 6 日（火） 名古屋キャンパス

・調査

◆第 1 回 2023 年 5 月 8 日（月）

コンドーマシナリー（株）（福岡）

◆第 2 回 2023 年 6 月 26 日（月）、27 日（火）

日本顕微鏡学会第 79 回学術講演会

くにびきメッセ（島根県松江市）

◆第 3 回 2023 年 9 月 7 日（木）～ 8 日（金）

第 21 回日本炭化学会総会ならびに研究発表会

東京たま未来メッセ（東京）、オンライン同時開催

◆第 4 回 2023 年 10 月 5 日（木）、6 日（金）

あいちモノづくりエキスポ 2023

Aichi Sky Expo（愛知県国際展示場）

・実験

＜産学共同実験＞

◆第 1 回 2023 年 5 月 9 日（火）

コンドーマシナリー（株）（福岡）
竹炭の粒度分布確認のための粉碎実験

・研究発表

◆第1回 2023年5月18日（木）、19日（金）

2023年度一般社団法人日本材料科学会学術講演大会にて研究発表

慶應義塾大学 日吉キャンパス来往舎

発表題名；チタンアルコキシドの加水分解反応による鮭骨炭への酸化チタン担持と光触媒活性

6. 今後の展望及び課題

竹、籾殻などの自然由来材料を SDGs や二酸化炭素削減、炭素固定化に寄与する材料としての利用に
つなげることが必要である。そのためには、炭表面および内部の微細構造を解明し、炭の持つ機能との
関係を明らかにし、さらに高度な機能を付与する技術の開発が不可欠である。また土壌や河川などの現
場での応用を考えた基礎的検討が必要である。そこで、本研究プロジェクトでは、自然由来多孔質炭素
化合物の、①内部微細構造の観察、②金属イオン吸着能の検討、③吸着金属の揮発を抑えた減容化条件
の検討、④集積による機能化検討を行う。

成果公表方法

【論文】日本材料学会誌（2024年度1件）

【口頭発表】日本 MRS 年次大会（2024年度1件）、木質炭化学会（2024年度1件）など

7. 研究発表（2023年度の研究成果／2024年度の成果発表予定）

〔学会等発表〕

計（ 1 ）件／うち招待講演 計（ ）件／うち国際学会 計（ ）件

発表者名	発表標題		
米田伊吹、大野竜慎、野浪亨	チタンアルコキシドの加水分解反応による鮭骨炭への酸化チタン担持と光触媒		
学会等名	発表年月日	発表場所	
2023年度一般社団法人日本材料科学会学術講演大会	2023年5月18日（木）、19日（金）	慶應義塾大学 日吉キャンパス来往舎	

8. 収支決済報告

研究経費 2,312,119 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	2,312,119 円	2,256,279 円	55,840 円		
申請書に記載の研究費の使用内訳	2,312,400 円	2,220,400 円	92,000 円		

B) 心電時系列異常検知プロジェクト

研究代表者 藤田 実沙（人工知能高等研究所・工学部助教）

研究分担者 石原 彰人（人工知能高等研究所・工学部教授）

研究協力者 齋東 龍也（中京大学大学院工学研究科機械システム工学専攻工学専攻）

1. 研究期間

2023 年 4 月 1 日～2024 年 3 月 31 日

2. 研究課題名

ReLU Chaotic Neural Network Reservoir による簡便かつ高速な心電時系列異常検知アルゴリズムの開発

3. 研究実績の概要

心血管疾患は全世界での死亡原因のトップに位置し、その早期発見と治療のためには心電図の異常を迅速かつ正確に診断することが極めて重要である。しかし、心電図は個人差が大きいため、Deep Learning や Support Vector Machine といったビッグデータに基づいた異常検知手法を用いると、「その患者にとっては正常」な波形を「異常」と誤検出してしまうという課題がある。そこで本研究では、Reservoir Computing を用いて患者ごとに正常なデータを高速に学習し、個別最適化された心電図異常検知を実現する手法を開発している。

2023 年度は 2 年計画の 1 年目に該当し、①心電図異常検知アルゴリズムの実装と②パラメータ特性の調査の 2 つの研究項目を遂行した。これらの成果は既に 1 件の国際会議で発表しており、現在は学術雑誌への投稿を準備している。

4. 背景および目的

医療現場では、心電図や血圧、脈波などの様々な時系列データが観測され、病気の発見や予防、治療などに活用されている。特に心電図はスマートウォッチなどで手軽に計測可能でありながら、心臓発作や脳卒中といった緊急性の高い心血管疾患を読み取ることができる。そのため、医療従事者の直接的な介入なしに心電図の異常を判定する技術の開発が極めて重要である。

しかし、心電図には個人差が大きいという課題がある。例えば、心臓の血流が多すぎるときや少なすぎるときに観測される「ST 異常」は心筋梗塞の典型的な兆候であるが、健康な若年者や中年女性にも現れることがある。そのため、一般的な異常データに基づいた異常検知手法では、「その患者にとっては正常」の波形を「異常」と誤検出してしまうことがある。「その患者にとっての異常」を正確に検出するためには、一般的な異常データだけでなく、患者特有の正常データも考慮する必要がある。

時系列データの処理には Long Short Term Memory や Auto Encoder が有効であるが、これらには実装が複雑で学習に時間がかかるという課題がある。これに対し、図 1 に示す Reservoir Computing (RC) は、リザーバー層から出力層への結合重みのみを学習させるため、実装が簡便で学習時間を短縮できる。特に、リザーバー層のニューロンを Chaotic Neuron Model (CNM) に置き換えた Chaotic Neural Network Reservoir (CNNR) は、カオス的な振舞いをする時系列を通常の RC よりも少ないニューロン数で学

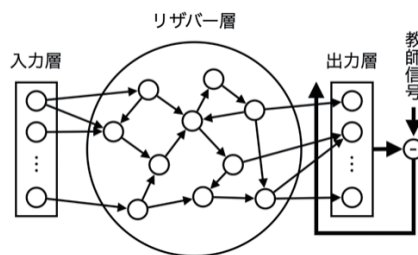


図 1 Reservoir Computing (RC)

習できることが示されている。また、CNNR 中の CNM の発火関数を計算量の少ない ReLU に置き換えた ReLU CNNR は、CNNR の学習精度を維持したまま計算時間を短縮できることが示されている。

本研究の目的は、ReLU CNNR を用いた簡便・高速・高精度な心電図異常検知アルゴリズムを開発することにより、医療の個別最適化の一助となることである。また、心電図の前処理方法やネットワークの初期化方法、ネットワークのトポロジなども検討し、心電図異常検知タスクに対する効率的な ReLU CNNR の実装方法の確立も目指す。

5. 研究成果

本年度は ReLU CNNR を用いた時系列予測に基づく心電時系列異常検知アルゴリズムを提案し、数値実験によりその性能を評価した。

■提案手法の概要

時系列予測に基づく心電時系列異常検知アルゴリズムの流れは次の通りである。

- ①正常データのみからなる訓練データをリッジ回帰で学習する
- ②正常および異常データからなる検証データに対しワンステップ予測を行う（図 2 上）
- ③予測誤差を求め、予測誤差が閾値以上のとき「異常」と判定する（図 2 下）

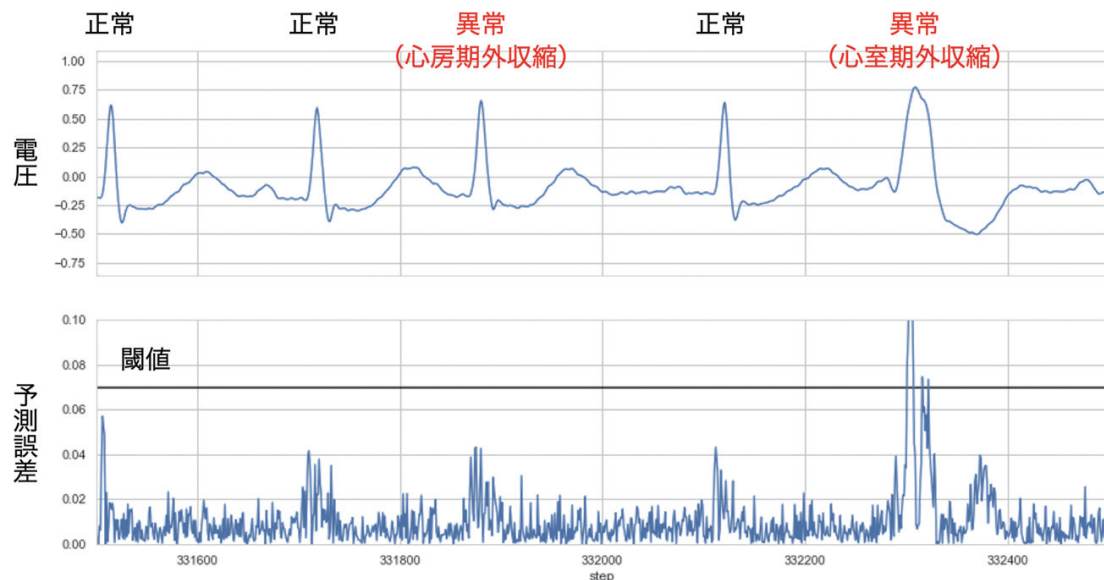


図 2 提案手法の概念図

なお、予測誤差の閾値は ROC (Receiver Operating Characteristic) 曲線に基づいて決定する。ROC 曲線は、横軸に偽陽性率・縦軸に真陽性率を、閾値を媒介変数としてプロットすることにより描かれる曲線である。ROC 曲線の下面積が大きいほど、分類性能が高いことを示す（最大 1）。本研究では、異常を陽性とし、平面左上の点からのユークリッド距離が最も短い閾値を予測誤差の閾値として採用した。また、各パラメータは、採用した閾値で使用する値とした。

■数値実験の概要

MIT-BIH Arrhythmia Database から、心室期外収縮ラベルが付与された 10 患者分の 2 誘導心電図を使用した。各心電図は 650,000 点からなり、前半 300,000 点を学習に、後半 350,000 点を検証に使用した。前処理として、平均が 0、値域が $[-1, 1]$ となるように正規化した。

Echo State Network (ESN)、CNNR、ReLU CNNR で性能を比較した。入力層および出力層のニューロン数は 1、リザーバー層のニューロン数は 100 とした。結果を表 1 に示す。

表 1 提案手法の性能比較 (PVC：心室期外収縮, APC：心房期外収縮)

	分類精度			計算時間 [s]		異常別検出率	
	正解率	感度	特異度	訓練	検証	PVC	APC
ESN	0.907	0.819	0.926	0.849	0.940	0.841	0.203
CNNR	0.924	0.885	0.932	1.983	2.218	0.919	0.172
ReLU CNNR	0.933	0.866	0.947	0.471	0.515	0.894	0.141

表 1 の分類精度および計算時間から、ReLU CNNR は ESN や CNNR と比較して高速かつ高精度に正常・異常を分類できていることが分かる。しかし、表 1 の異常別検出率から、提案手法は心房期外収縮をほとんど検出できていないことが分かる。この理由として、心房期外収縮は振幅方向ではなく時間方向に特徴を持つことが挙げられる。

6. 今後の展望及び課題

提案手法には、振幅方向に特徴をもつ異常は 80% 以上検出できるものの、時間方向に特徴をもつ異常はほとんど検出できないという課題がある。この原因として、予測誤差を振幅方向にしかとっていないことが挙げられる。そこで今後は、予測誤差の時間方向への拡張を検討する。

■成果公表方法

学術雑誌：Discover Artificial Intelligence (2024 年度 1 件)

口頭発表：電子情報通信学会 (2024 年度 1 件) など

7. 研究発表 (2023 年度の研究成果／2024 年度の成果発表予定)

〔学会等発表〕

計 (1) 件／うち招待講演 計 () 件／うち国際学会 計 (1) 件

発 表 者 名	発 表 標 題		
Tatsuya Saito, Misa Fujita	A study on visualizing the effectiveness of the parameter set for forecasting time series using the ReLU chaotic neural network reservoir		
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所	
2023 International Symposium on Nonlinear Theory and Its Applications (NOLTA)	Sep. 28 th , 2023	University of Catania, Catania, Italy	

8. 収支決済報告

研究経費 637,248 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	637,248 円	143,518 円	469,530 円		24,200 円
申請書に記載の研究費の使用内訳	1,150,000 円	200,000 円	600,000 円		350,000 円

C) 名古屋市科学館連携講座

事業代表者 中 貴俊 (人工知能高等研究所・工学部准教授)
事業分担者 木野 仁 (工学部教授)
長谷川 明生 (人工知能高等研究所・工学部教授)
伊藤 秀昭 (人工知能高等研究所・工学部教授)
山田 雅之 (人工知能高等研究所・工学部教授)
加納 政芳 (人工知能高等研究所・工学部教授)
事業協力者 中京大学工学部機械システム工学科 木野研究室
五十嵐 遥人 太田 士温 植木 優仁 田中 将馬 中川 聡

1. 事業期間

2023 年 4 月 1 日～ 2024 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 10 回実施し、2023 年度は 11 回目を実施となる。

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)

2019 年度 「虹色の金属結晶を育成しよう」(電気電子)

2020 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)

2021 年度 「電子イライラ迷路にチャレンジ！」(メディア)

2022 年度 「虹色の金属結晶を育成しよう」(電気電子、2022 年 8 月実施)

2023 年度は、木野仁教授により、重力だけで斜面を歩く「電気いらずのトコトコロボットを作ろう！
- 重力の不思議 -」を実施した。

4. 背景および目的

本事業は、2013 年に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、毎年度小中学生および事業によっては高校生とその家族を対象として、最新の見地からの工学的「ものづくり」を頭で考え、身体を動かして、体験、体感させることを目的として講座を実施してきている。講座は人気で毎回定員の数倍から 10 倍の申し込みがあり、名古屋市市民に浸透していると考えられる。

この事業は人工知能高等研究所研究員がアイデアを出し、名古屋市科学館と慎重に内容を検討し、最新の知見を伝えるように工夫し、実施している。本事業を通して、広く一般に本学工学部の存在を周知し、実体験を通して中京大学ファンを涵養し、近い将来の好奇心、向上心に富んだ中京大学生候補の養成を狙いたい。

5. 事業成果

今年度は「電気いらずのトコトコロボットを作ろう！-重力の不思議-」をテーマに、機械システム工学科の木野仁教授を講師に、8月26日土曜日に名古屋市科学館で開催した。ロボットに関するテーマは本講座の歴史の中でも非常に関心が高いテーマのひとつであり、今年度は8組の募集に対して95組（108名の小学生）が受講を希望され、保護者を含めると216名からの参加希望応募があった。倍率はおおよそ12倍で応募状況は大盛況であり、実施当日は、受講者8組のうち1組の欠席があったが問題なく講座は実施された。

受講者は100円均一ショップなどで手に入れることができる身近な材料を使って、重力によって坂道を歩く、電気を必要としないトコトコロボットの制作に取り組んだ。

木野教授より小学生にもわかりやすい資料と動画によって、大学機関の紹介をはじめとしてロボットの二足歩行研究の最新事情についての説明がなされ、参加者のこどもたちの興味を一気に盛り上げたところで、本題のトコトコロボットの説明へと続く。坂道で高いところから低いところに動く原理からはじまり、作成するトコトコロボットの簡単な仕組みについてまで、完成品を実際に動かしながら説明がなされた。

配布されたトコトコロボット作成マニュアルをもとに、木野教授の説明に沿って工作にとりかかった。木野研究室の学生がTAとして各参加者に付き添い作成のサポートを的確にされていた。作成が容易なように重要な部分にはマーカーが付けられており教材も非常に工夫がなされていた。実際に組み立て終わってみると、ミリ単位での位置調整などで、坂道をまっすぐ降りることができたり、途中で落ちてしまったりと一筋縄ではいかなく、トコトコロボットの微調整の時間が参加者にとって楽しい時間を過ごしているように感じられた。

受講後に受講者および同席した保護者に対しアンケートを行ったところ、全員から満足した、楽しかったという回答が得られている。自由記述においてこどもたちからは、「難しかったけどうまく動かせてうれしかった」、「家でもまた作りたい」など学習意欲の高い回答が多く得られ、保護者からは「大学の教授や学生と触れ合うことの出来た貴重な時間でとても有意義な講座だった」、「スタッフの方も先生も楽しく説明して下さいありがとうございました。工学に興味を持つきっかけになるといいなと思います。」といったような本講座に関して高評価と感じられる回答が多く得られた。





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、2024 年度に向けての準備会合を開き、その結果をうけて 8 月 31 日（土）に中 貴俊准教授を講師に「光で奏でるメロディー」をテーマに小学生対象に実施する予定で準備中である。

また、講座への申込数が定員の数倍から 10 倍の申し込みがあり、名古屋市周辺の市民に認知されてきていることから、名古屋市科学館担当学芸員より受講対象の年齢層を検討してもよいのではないかと意見をいただいている。本事業の狙いに合わせた、中・高校生に向けた講座の展望も期待できる。

7. 収支決済報告

研究経費 359,895 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	359,895 円	77,694 円	9,780 円	234,150 円	38,271 円
申請書に記載の研究費の使用内訳	540,400 円	164,000 円	5,400 円	256,000 円	115,000 円

● 2024 年度 研究プロジェクト一覧

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
竹炭材料プロジェクト	野浪 亨	河村 典久
	目加田 慶人	寺岡 啓
		長谷川 純一
エラーリカバリロボティクスプロジェクト	秋月 秀一	
	橋本 学	
ヒューマン・ロボティクス共進化に関する研究	橋本 学	
	秋月 秀一	
心電時系列異常検知プロジェクト	藤田 実沙	
	石原 彰人	
デジタルヒューマニティーズプロジェクト (DHP)	山田 雅之	寺沢 憲吾
	目加田 慶人	長谷川 純一
メディア工学技術の社会応用	中 貴俊	遠藤 守
	山田 雅之	福安 真奈
	宮崎 慎也	
	兼松 篤子	
瞬間周波数領域でのスタイル転移・編集方法の開発	董 然	
	中 貴俊	
運動観察法と AI 技術を用いた運動動作の評価・フィードバックシステムの開発	國土 将平	
	佐野 孝	

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
生物模倣製造プロセスの開発	野浪 亨	山本 翔
AI ロボット・知的センシング研究	橋本 学	
網膜視覚情報処理機能の解明に関する研究	石原 彰人	
beyond-KIZKI 機構の万能外観検査機の研究	青木 公也	興水 大和
表面粗さ用フィルタの応用研究	青木 公也	沼田 宗敏、 興水 大和、 近藤 雄基、 吉田 一朗
画像処理・AI 技術応用による外観検査の自動化に関する研究	青木 公也	吉村 裕一郎
3次元画像処理による作業動作認識に関する研究	青木 公也	

プロジェクト名	研究員	特任研究員
産業用ロボットのビジョン技術に関する研究	青木 公也	
ファインセラミックスの材料画像解析に関する研究	青木 公也	
物体の 6oF 姿勢推定	秋月 秀一	
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	
ドップラーセンサを用いた呼吸・心拍測定法の研究開発	磯 直行	上林 眞司
宇宙活動の持続可能性をひろげる宇宙機と電気推進放出プラズマとの干渉現象に関する研究	村中 崇信	
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	戸田 英治
網膜型情報処理による画像処理手法の開発	青森 久	
OKQT 理論による画像符号化と画像超階調化の研究	青森 久	興水 大和 藤原 孝幸
カオスニューラルネットワークを用いた組合せ最適化問題の解法の解探索時系列の解析	藤田 実沙	
全二重無線通信における空間ダイバーシティを用いた端末間干渉抑圧に関する研究	竹村 暢康	
五輪史料プロジェクト	伊藤 秀昭	
次世代半導体パッケージ技術の開発	伊藤 秀昭	山中 公博
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	興水 大和
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 秦野 甯世
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	
編曲技法を利用した音楽電子透かし法に関する研究	村田 晴美	
大規模数値計算による宇宙大規模構造の進化の研究	正木 彰伍	
映像技術を用いたアメリカンフットボールのトレーニング手法の開発	瀧 剛志	井上 大海
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	上芝 智裕	宮田 義郎 フセイン・ザナティ
オーセンティック環境でのものづくりの学びによる持続可能社会構築のための理論と実践	上芝 智裕	宮田 義郎 フセイン・ザナティ
メディアアート作品の記録と保存	上芝 智裕	
コンピューテーショナルデザイン研究	上芝 智裕	
地球内部における 3 次元変動データ可視化に関する研究	中 貴俊	光井 能麻
深層学習を用いた周波数空間のモーション認識・生成	董 然	
人形浄瑠璃を用いたロボットインタラクションデザイン	董 然	
ボンドグラフによる人体の動作に関する研究	種田 行男	鈴木 勝也
AI の利活用と知的財産権侵害	高野 慧太	

● 2024 年度 研究員一覧

第3期（2024年4月1日～2027年3月31日）

【研究員】（27名）

◆ 法学部

高野 慧太

◆ 工学部

青木 公也

磯 直行

鈴木 常彦

董 然

藤田 実沙

村中 崇信

青森 久

伊藤 秀昭

瀧 剛志

中 貴俊

正木 彰伍

目加田 慶人

秋月 秀一

上芝 智裕

竹村 暢康

野浪 亨

宮崎 慎也

山田 雅之

石原 彰人

兼松 篤子

土屋 孝文

橋本 学

村田 晴美

◆ スポーツ科学部

種田 行男

國土 将平

佐野 孝

【特任研究員】（23名）

井上 大海

興水 大和

寺沢 憲吾

秦野 甯世

光井 能麻

山本 翔

上林 真司

近藤 雄基

戸田 英治

福安 真奈

宮田 義郎

吉田 一朗

遠藤 守

鈴木 勝也

沼田 宗敏

藤原 孝幸

山中 公博

吉村 裕一郎

河村 典久

寺岡 啓

長谷川 純一

フセイン・ザナティ

山本 茂義

【研究協力者】（3名）

米田 伊吹

齋藤 龍也

大野 竜慎

（石原研）

（野浪研）

【名誉所長】

長谷川 純一

【名誉研究員】

興水 大和

宮田 義郎

沼田 宗敏

上林 真司

長谷川 明生

● 2024 年度 運営役員

【所長】 青木 公也

【副所長】 伊藤 秀昭

山田 雅之

【主任】 中 貴俊

【運営委員】 青森 久

石原 彰人

磯 直行

上芝 智裕

鈴木 常彦

瀧 剛志

土屋 孝文

野浪 亨

橋本 学

宮崎 慎也

目加田 慶人

● 歴代所長

初代 戸田 正直 (1991.4～1999.3)

2代 田村 浩一郎 (1999.4～2010.3)

3代 長谷川 純一 (2010.4～2014.3)

4代 興水 大和 (2014.4～2018.3)

5代 長谷川 純一 (2018.4～2022.3)

6代 伊藤 秀昭 (2022.4～2024.3.31)

7代 青木 公也 (2024.4.1～現在)

＜編集後記＞

2024年8月31日（土）に予定されていた12回目の名古屋市科学館・中京大学人工知能高等研究所連携講座は台風接近のため、残念ながら次年度へ開催延期となっています。毎回多数の参加希望をいただき、会場は子どもたちの笑顔であふれています。次号の報告にご期待ください。

最近、人工知能研究の古くからの泣き所「記号接地（symbol grounding）」を目にします。人工知能のパフォーマンスを人間社会に適応させて向上させていくには、このような根本的問題に対処するための技術を開発できるかどうか大きな鍵となるに違いありません。ヒントは人間の生得的な学習メカニズムと、実社会環境との相互作用を通して獲得される「日常知」の学習過程にありそうです。こちらは認知科学研究の基本主題。少し距離ができたように見える分野は、(IASAIパンフレットとIASAI News No.18の表紙画のように) お互いを意識しあうようになるのでは、と思っています。

本号をもって、編集実務の加藤明日美さんと戸田あずささん、土屋が編集委員会より退任します。様々な話題を提供いただいた執筆者の方々、毎年のイベント企画運営を担当された研究員と事務員の皆さん、そしてIASAI News編集作業をお支えいただいた多くの皆様に、心よりお礼を申し上げます。実務担当のお二人には研究所の運営全般に辣腕を振るって対処いただきました。ありがとうございました。

(土屋)

編集担当	土屋 孝文	中貴 俊	青木 公也	
	伊藤 秀昭	上芝 智裕	橋本 学	山田 雅之
編集実務担当	加藤 明日美	戸田 あずさ		

★★★ 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/>



☆☆☆ 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49号 2024年12月8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
	〒454-0872 名古屋市中川区万町2601 フレキシブルスペース SINs 3F

本誌記事の無断転載を禁じます。

© 2024 中京大学 人工知能高等研究所

