

道路を取りまく50年後、100年後 の未来に関する調査研究会 講演録

ロボットと歩む共生マネジメント

Jahng, Doosub (ジャン ドゥーソップ)

国立大学法人 九州工業大学大学院 教授

1 はじめに

本日は、今ないしこれからの子供が迎える将来のある日を生きる社会について、今の大人たちが語り合うとの理解でもってこの場におります。よって、これからの話は、ある時点で突然タイムスリップするわけではなく、今日あって明日があるという線上の未来のこととさせていただきます。

私、人間知能システム工学専攻というところにおりまして、最近再び注目を集めるようになったAI（人工知能）やロボットと接する機会が多く、未来とそれまでの私たち人間との関係について考えることが多くあります。また、冒頭で申し上げましたように、今日あっての明日が前提であるならば、過去から学び、今を生き、明日に託してきた私たちの歴史にある、教育という時空間リレーの話は避けられません。内容のトーンとしては、Traditional with Contemporary、すなわち最新でもって伝統、になるかと思いますが、どうぞよろしくお願いいたします。

2 ロボットってなに？

JISの産業用ロボットの定義は、「自動制御によるマニピュレーション機能又は移動機能を持ち、各種の作業をプログラムによって実行できる、産業に使用される

機械」とされています。人間が動かす機械、すなわちモノです。

ロボットという言葉は、1920年に、チェコの作家カレル・チャペックによって描かれたRUR（Rossum's Universal Robots）という劇で初めて用いられました。その後、1950年、アイザック・アシモフによって、「I Robot」というSF小説短編集が刊行され、2004年には映画化されました。また、彼は、ロボット工学三原則を示したことで有名な方ですね。1920年に誕生したロボットという言葉が、1950年にも使われていて、現在の子供たちやJIS規格においても、当時に描かれていたものが引き継がれていることから、100年後というのは、われわれの日々の点の延長線上にあることがうかがえます。

少し過激な話になりますが、最古で最高のロボットは、奴隷だろうと思っています。奴隷は、いちいち命じなくてもお水を持ってきたりします。もちろん命令には何の躊躇もなく、速やかに応えます（させられるようになっている、が正しい表現ですが）。最新の掃除ロボットは、設定した時間に正確に動き出しはしますが、電話がかかってきても何の躊躇もなく動き続けます。この乖離感がロボット技術の現時点なのですね。全く空気が読めていない。しかしどうでしょう。私たち人間は実に複雑で、読む空気をいとも簡単に変えてしまいます。気が利いて上品で一緒にいて、楽しくて楽な人かと思いきや突然都

合のいい人がいいと心変わる。弱くなると群がりたがり、寂しがり屋で、孤独は好きだけれど孤立は怖れる。複雑だからこそ美しい私たち人間と、寿命もなく付き合うことになったロボットが、時に不憫でならないのです。

3 人間のため？

ロボットというと、人間の代わり、人間のためというイメージがあります。人間を助けるという英語は、一般的には Help ですが、Assist、Support、Aid によっては随分意味することが異なってきます。プロサッカーチームのサポーターは、ピッチに立ちません。Emotional な Help となります。ロボットが、人間の代わりにやるのか、人間と一緒にやるのか、人間を見守るのかによってロボットの形状もずいぶん変わってきます。人間の社会でいう「子供のため」とは、子供が必要とするコトモノ、子供に必要であると判断したコトモノのバランス行為です。今日はゲームをしたのだから、明日は勉強だよ、とかです。(二度と来ない) 明日買ってあげる、の交渉(嘘?) つきです。ロボットがこんなことをしたら、今の時代では、まあ「故障」ですね。

昨今のテクノロジーでは、「人間が・人間に必要な」コトモノのバランスを、人間が調べて調整し、人間が作り、人間が売り、人間が買う、要するに「人間が制御する機械」です。「ロボットが人間を Help」ではなく、「人間がロボットを Use」(用いる)が正しい表現になります。ロボットみずから人間を助けるのではなく、そう見せかける、そう感じる人がいるだけなのです。私は、2台の掃除ロボットを持っていますが、一方の掃除ロボットは、休みの日に珈琲を淹れていると、まるで久しぶりに会ったご主人様に懐く犬のように、足をコンコンとつついてきます。接触センサーで壁や家具を認識し、椅子やテーブルの足につくホコリ等をとるために、柱状のものの外周を一周する制御であることくらいは分かっています。でもロボットが私を Help する、と思うのも人間の勝手であるわけですね。もう一方の掃除ロボットは、障害物や段差をカメラで検知するため、私を避けます。優れた機能ですが、何だか冷たい、距離感を覚えてしまうのも、また人間の勝手なのですね。この2台のロボットを同時に動かして眺めていたと言うと、とても空気が

微妙になったこともありまして…。

掃除ロボットは、床に物が落ちてしているとダメなので、私は部屋を出るときは、ロボット君の動線を妨げないように気を使っています。掃除機で綺麗にはなりますが、意外と私が綺麗にしているかも知れません。誰が誰を使うんだか、分からなくなりますが、心のないモノに心寄せる今日この頃でございます。

4 クルマはロボットか？

人間の操作をなくす自動運転車も掃除機と同じくまだ発展途上ですが、クルマも馬がエンジンに変わったことから、Traditional with Contemporary の一例です。先日、本学の博士前期課程の学生たち17名に、「クルマはロボットか。その理由を述べよ。」と聞きました。17人中12人は、「クルマはロボットではない」と回答し、17人中5人は、「クルマはロボットである」と回答しました。「クルマはロボットではない」と答えた学生たちの主な理由は、1920年のRURで描かれていたロボットであるヒューマノイドに近い概念を抱いていました。人間が動かさなくても、自分で動くものがロボット、との認識です。「クルマはロボットである」と答えた学生たちは、自動ではなく人間の代わり、に重点を置いていました。人間の管理下で人間を代行するのがロボットであり、ロボットにすべてをやらせるのでなく、産業ロボットのように、作業の一部を補うことでいいと考えていました。人間の足の代わり、移動のための道具としてクルマはロボットであるという意見です。それぞれ異なる基準で意見が別れていて興味深かったです。その中で両者とも共通していたのは、移動手段としてのクルマです。自動変速機が装着されていないマニュアル車で、自分の手足のように動かす若者向けのクルマがあります。一方で、すべて理解したうえで動いてくれるクルマもあります。この時代では前者が安く後者が高いですが、未来はその逆かも知れません。しかしながら、私たちはクルマを利用することで、時間を稼ぎ、距離を稼ぎ、楽しみを得ます。近い将来、運転に気を取られることなく外の景色を存分に楽しませてくれるでしょうけれども、運転そのものを楽しむ人も根強く存在する以上、市場の大きさは変わっても存続するだろう、と感じた次第です。

表1 ロボット≠クルマ (12/17)

ある程度の工程なり手順なりを自動的かつ連続的に 行う物をロボット
作業行為の代わり、人間不要で自動
人間に似た動作、作業操作が自動の要件
似た動作、自動、実体があり人間生活の一部
人不要で自立した行動
自律行動、補助ではなく主体的判断
乗り物の認識が根強い、突然言われても
人不要の自動
人間の余裕と喜びをもたらすロボット以上の存在
そのうちロボットになる
全自動ではない
自律ではない

表2 ロボット＝クルマ (5/17)

人間の管理下で補助代行
代わりに行わせる、歩く持ち運ぶ体力
代替りの自立した装置
人間の制御、道具だから
足の代わりにになっている

5 未来のために今やっておくべきことは？

学生たちには、もうひとつ、「これからの50年、100年後のクルマ・ロボット社会の前に、今からやっておくべきことは何か」を質問しました。答えの中には、すべて機械がやってくれるのだから我々は健康でいるべきだ、余暇をどう過ごすかを考えるべきだというRURの問題を認識する学生、クルマが人を殺めてしまった場合の責任問題、今のうちから関連法制度を整えることや予算を確保する必要があるという学生もいました。何でもロボットがやる世界に我々人間が何をしたら良いのかという戸惑い、人間だけがができる付加価値の高い仕事の創出が必要だという意見もありました。ロボット車の専用道路を地下に作り安全や人間との距離を置く必要があるとの意見もありました。ロボットという生き物のように見えるモノと、今後どう付き合うのか、最先端の工学を学んでいる学生たちですら戸惑っているようでした。

二つの質問を通して、作る側と使う側にまだまだ乖離があり、どこに向かうのかを今一度考える、今日のような機会が必要だと痛感した次第です。製造側が、これから使う消費者や、既に使っている顧客をより深く理解しようとするマーケティング概念は、今よりも大事になってくることでしょう。ただ多く安く良いモノを作れば良いという時代への危機感から生まれたマーケティングの概念が、ロボット産業にも台頭してきたとも言えます。授業後、ある学生から、「ところで先生は？」と聞かれました。「豚に真珠で、豚も真珠も悪くない。渡した人間に問題がある。人間が鍵を握っている。人間をどうするか。」と答えました。

表3 クルマ・ロボット社会の前に今からやっておくべきこと

健康に配慮して長生き
人の運転のリスクを教育
人間とロボットが同意する仕組みと運用
付加価値の高い、人間だけがができる能力
信頼できる完璧な制御システムを開発する
事故の責任を明確にする仕組み
ロボット専用道路を地下に
エネルギーの確保、交通法改正、信頼性確保
事故対策
教養教育
使用者管理の仕組み
有効時間運用
時間の活用
新時代の仕組みや保険制度
新素材の開発
安全なエネルギー確保
法規制と予算の確保

6 自立、自律、自動？

大学の研究発表では、自立、自律、自動という言葉をよく耳にします。語源学のEtymologyは言葉の由来と変貌を探る上で概念の整理には役立ちます。自立と自律は、英語だとIndependenceとAutonomyとなり、二

ュアンスがあります。自立は独り立ちの状態を、自律はその行為の始終・継続の主体が自分にあることから、言葉の使い方としては自律的自立（自発）も、他律的自立（隷属）もあり、です。能率的な動きを表す自動の automatic の語源は autos（自分）matos（動く）、autos（自分）mobile（移動する）のように、自分が主語になります。半自動と全自動になると自分と他人、動く動かない、のどちらかです。今の自動車は、機械自分自身が移動するのではないので、半自動が適切な表現でしょう。動く動かない半自動は、「故障」ですね（笑）。一方、全自動になると、自律・他律的全自動に分かれます。クルマ自身の意志で自分が移動する自律的自動車、それが独立している状態であれば、自律的自動車の自立、となります。とてもややこしく、もう少し概念を整理して使って欲しいといつも思っています。そこに「性」とか「型」とか「的」とかが加わると余計に分からなくなります。日本語は奥深いというか本当に難しい。

私はチームをマネジメントすることを研究していますが、それでは、自律して自分で動き、自立したチームはどうでしょう。一見、理想に見えますがそうでもありません。善悪の基準はいつの時代にも変動していて、ところ変わればテロは聖戦にもなる。チームの自律行動が、組織全体のビジョンと異なった場合、そのチームは組織的にはダメです。これが昨今の多様性の世界ともなると、もはや自律って何だ、となってしまいます。

多様性も多面性も何の感情もなく、私たち人間と共生すること、モノであるがために償いは、リコールか破棄だけで、刑務所はない。自律クルマそのものに、夜中叩き起こされ連れていかれたところで夜明けをみて「確かに美しい。ありがとう。でもね。」と思う人間との共生において、ロボットの自律ってどうかな、と思うのです。昨今の技術的發展により自律的 AI はもうすぐ、と言われるたびに、エネルギーさえあれば死なずで、自律的な同居人が、私の孫にまた何を言い出すのやら…。

モノづくりの工学の世界において、モノを作らせて、売って、買って、使うのは工学者だけでなく、一般人です。彼らが理解できる言葉を吟味し表現する必要があると思います。しかしながら、工学に携わる人は、時として、一般人とは意味を異にした言葉を用いることがあり、「それは、工学の世界では違うモノを意味します。」と、

唐突に説明するだけでは、無責任なのではないかと思うのです。自律、自立、自動もいいが、もう少し一般社会を、我々を見て欲しい。専門家たちは、古典的に使われてきた言葉を吟味しない Contemporary は誤解・混乱を招き、存続できないことを意識する必要があると日頃感じている次第です。

7 共存と共生

今の産業ロボットは高価でかつ危険なので、人間との住み分けができています。私はこの状態を人間ロボット共存状態、と呼んでいます。お互いの境界線や一定以上の距離を置き、衝突を避けています。人間が装着したセンサーをもつモノが危険を感知した場合は、止まるようになっているのがそれです。生物学的な共生の利害関係はそもそも生物と生物の関係ですので、少々拡大解釈する必要があって、共存とは別々にいることに対して、共生は共にいる、すなわち同居、共に暮らすというイメージでよろしいかと思います。

モノとの共存は昔から存在していますが、基本的には静的な存在でした。しかし動的存在であるモノとなる、ペットロボット、ホームロボットの市場が構築されると、一変して共生となります。先ほどの我が家の掃除ロボットの場合、私はロボットの動線を確保してあげて、ロボットは私の部屋を綺麗にすることが一例になるかと思います。距離で言えば、現在は、道路から相当離れたところに建つ別荘にいれば、クルマの音とは無縁ですが、将来は山奥の別荘で寝ていた人に空からクルマが落ちてきて、交通事故で亡くなるというニュースが流れるなど、これまでと距離感が異なってきます。こういった場合、人間社会の自律には権利と義務があり責任が伴いますが、自律的自動車はどうなるのでしょうか。余談ですが、車が飛ぶようになったら、今の車道はどうなるのでしょうかね。トンネルを開けてしまった山々のことも気になるところです。

8 共生のためのロボットの開発について

私の所属する専攻には4つの講座ありますが、どの講座の名称にも人間という言葉が付いていて、人間との関係を強く意識しています。その中の石井和男教授とは、近未来のロボットのあり方について多くの議論を交わしています。石井教授の研究は多岐に渡り、深海のサンプリングや船底清掃ロボット、ロボット群が動くサッカーロボット、トマト採集ロボット、ドローンなど近い将来あるいは既に活躍しているロボットと関連した研究を精力的に進めています。その中で、RoboCup サッカー中型リーグで世界的に好成績を出している Musashi という名のロボットチームがありまして、スイッチを入れるとすべてのロボットが有機的に動き出し、5台のロボットが一斉にサッカーをし始めます。今のところ、ロボットチーム間の対戦ですが、世界大会の目標は2050年までにサッカーワールド大会に優勝した人間チームに勝つ、という目標を掲げています。Traditional だと思う瞬間で、要は牛同士の闘牛や力士同士の相撲と変わらない。クレーンと人間が重量挙げを競うことはないし、高年俵の人間選手とぶつかり怪我でもさせたら大変だと心配です。共生を思えば、人間ロボット混合チーム、そのチームによる競技から得られる知見がはるかに多いような気がしてなりません。水中ロボットは、人間が行けない場所に潜り、水産資源を把握することができたりしますが、テロリストによって爆弾が積まれる危険性もある。トマトロボットには、ロボットが採集しやすいトマトの栽培方法など、ロボットと人間が両方歩み寄るのが欲しいと思っています。Coding は人間が学ぶ、機械の国の言語ですし、手袋のセンサーでスマートフォンに指示することができます。人間を理解し人間により近くなる努力、ロボットを理解し正しく使う努力があって、すなわち両方の歩み寄りが真の共生の始まりとなるのではないかと思うのです。決して、よき仲間である石井教授をいじめているのではないことを念のために申し添えます。共生を見据えての新しい大会の開催や共同研究について先日もちぎ投合したところです。

9 システムとマネジメント

「我が家にロボットが来た」という世界で、私たちはどのようなロボットを作り、どのようにして動くモノと同じ屋根の下で暮らすのか。その答えを私はマネジメントで使われている PDCA サイクルから見つけることができると考えています。そこには、コトモノを人間が努力して使いこなす循環行動が示されています。マネジメントとは、目標を達成するための手段の選択と集中の過程において、共通目標を共有する責任ある集団であるチームが、精度の高い情報共有を図りながら行う、一連の可視化された行為であると考えています。長い険しい道のりですが、ルールや企画書というシステムでもって人間を動かす過程がマネジメントです。マネジメントを考えるうえで必ず出てくるのは、PDCA サイクルです。PDCA サイクルは、モノと人間が交代に循環します。企画書の Plan、その通りに動く・動かす人間 Do、評価項目と基準の Check、評価の結果を次なる P に反映する Act (adjust) がそれです。Check は Plan の段階で定めた評価項目と基準との比較というシステムですが、その結果を踏まえて調整することは、人間が人間に対して行います。どんなに優れた企画書であり評価項目であっても人間の活動が欠かせません。そしてトライアンドエラーの循環（サイクル）でもって発展していくことを、私たちは古くから身をもって学び伝えてきたわけです。

人間のマネジメントの世界では、遅刻病欠があり、それを受け入れて調整します。ところがロボットに対しては許さない。スイッチをいれてから遅く動き出すロボットは欠陥品とします。マネジメントは人間をいかにシステム通りに動かすか、安定させるか、定型化するかを試みますが、工学系では、いかに人間に近づけるかを考えています。人間には誤認があり冤罪があって、誤審は試合の一部といいながら、ロボット判定には100%を要求します。一度でも負けた囲碁プログラムを、人間の判決や診断には使いたくないのが人間です。今から10年前に、医学系から工学系に移って感じたことは、人間集団の傾向を分析し、モデルや理論で帰納し、他の集団への応用を考えてきた（予防策など）私は、ある意味人間をロボット化する分野にいたことに対して、工学系ではいかにして人間に近いモノをつくるかに夢中であるという

ことでした。となりの芝生が青いのかはわかりませんが、両分野を渡り歩いた人間として、何ともアイロニカルささえ感じた次第です。

これまで私は、「専門家という人間が、人間のために、2つのアプローチ、すなわち人間が必要とするコトモノを調べ分析し作り、人間に必要であると判断したコトモノを作ってきました。平和利用も戦争利用も、誰が作り、誰が運び、誰が使うかの歴史とも言えます。人間が常に問題の主役だったのは、これまでの歴史の中で何一つ変わっていない。」と申し上げてまいりました。どのような人間が、このモノを使うのかを議論する際に、教育は欠かせないポイントになります。

10 教育体制の変貌と近未来

教育形態の歴史について触れてみましょう。昔は絶対権力の子供のために、国中の最も優れた教授たちを集めて教える「多 対 1」の体制がありました。特権階級ではさすがにそこまでの権力はないので、優れた教授が子供を教える個人授業、すなわち「1 対 1」の教育が行われました。大量生産時代以降、いわゆるスクール形式である「1 対 多」、ひとりの先生の知識を命綱とする大量生産型の教育体制が生まれたと考えています。ICTの時代が幕開けると、一人の生徒はネットにある多くの知識を多岐にわたるチャンネルで入手できる「多 対 1」に回帰します。国中どころか世界中です。この10年間私は、今のICTは「多 対 多」を具現化できる道具だと考えて研究を進めてきました。世界中の先生をICTで結び、授業で学んだ内容の補足説明を受ける学級はすぐそこまで来ていると感じています。同類の関心事を持つ仲間達による空間的な場としての学び場はSNSの世界ではもはや新しいものではありません。物理的な場である学校は、今後空間的な場となり、既存の知識の伝え方や学び方は大きく変わっていくことでしょう。

珈琲専門店の店員がいたとしましょう。選び抜いたところから仕入れた珈琲の店内の管理にも抜かりはなく、淹れ方も熟知しています。お客様に合う珈琲を勧める際にも丁寧かつ的確で、気さくに質問を受け答えます。お買い上げのあとは、買い物袋にしっかり入っているかを確認して、店の入り口で手渡し、いつも笑顔いっぱい

見送る毎日です。しかし、そのお客様の家まで付いて行き、珈琲を淹れたり一緒に飲んだりはしませんし、できません。

良き知識を確保し、伝え、達するところまで支援するところは、教育機関の保証範囲内です。しかし、学習者の人生におけるその後の活用は、期待・祈りの部分です。前者の伝達活動はかなりの部分、今後ロボット教員で可能になるのではないかとみていますが、後者の教師の役割はロボットにはまず無理だろうと信じています。

現在取り組んでいる研究について、少し触れたいと思います。KWM (Key Words Meeting) という教具ですが、古典的な教育手法とICT技術の融合を開発コンセプトとして導入しています。KWMを用いた科目では、1. 教員は毎回の授業内容をキーワードで整理して事前に登録（事前設置）、2. 実際に授業で伝えた内容を教員が確定（授業実施後の確定）、3. 学生たちは記憶に残ったキーワードの選択、補足の希望、ノート、質問、気づきを報告、4. システムからのキーワード別、個人別記憶状況を参考に教員がフィードバック、5. 学生たちは教員のフィードバックを次の授業までに閲覧、の5過程を学期中に繰り返します。

KWMは、これらの双方向情報の分析支援を、OSと関係なく使えるWebに実装したシステムです。KWMにより、当学級のみならず卒業生や学外の先生も参画できますし、一人の学習者は、個人・チームにおける学習記録を保持するとともに、試験だけではなく、学習過程における学習量によって評価を受けることが可能です。現在は、義務教育機関、大学、社会人研修などで導入されておりますが、将来的にはこれらを統合して生涯の学習過程を支援する予定です。研究の面では、学習過程のデータを用いた効果的キーワードの形状（長さや使い方（助詞の位置など））、3. の最適開始時間・投稿期間な

表4 知識の伝達形態の変貌

多 対 1	絶対権力者の英才教育
1 対 1	特権階級の教育
1 対 多	大量生産型教育
多 対 1	ICTを用いた個人学習
多 対 多	ICTを用いたチーム学習

どを判断する研究を進めています。現在は10カ国版のみですが、将来、翻訳機能が発達していけば、世界中の教員から言語を気にせず参画できるでしょう。学習者は学びの歴史から各自に適合する学習方法や、次なる学びへのヒントをKWMから提案されることを期待しています。しかしながら、KWMはあくまでも教具、すなわちモノです。

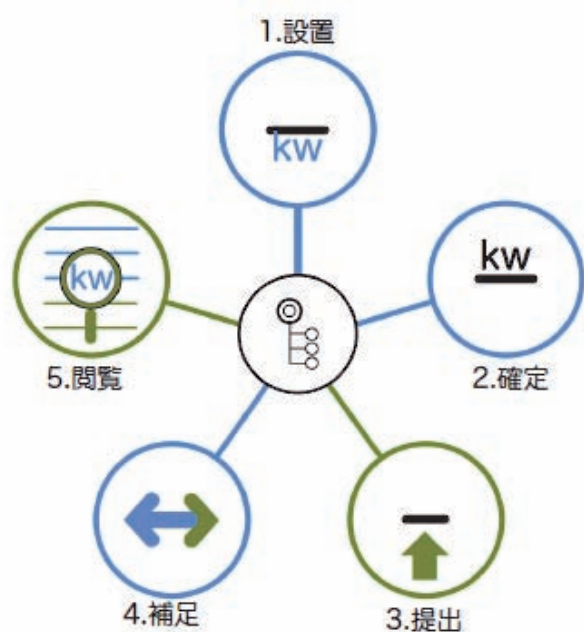


図1 伝達サイクル¹⁾

11 先生とは

先生は、先に生まれた人、先を生む人、先を生きる人です。知識は過去の事実ですので、先に生まれた人は多くの知識を習得することが可能です。しかし教育現場では、次の世代を補う子供が対象であるため、彼らの時代を予測し、それに耐えうる知識を伝える役割を果たします。ある分野の全知見が100だとすると、1学期の16回の授業で伝えられる量は限られ、その時代にあった内容を選別する必要があります。数年間シラバスが変わらない、数年前のスライドの棒読み、教科書の朗読会はロボット先生でもできる仕事です。

一部、人間の先生はいらないという声がありますが、極めて安易な考え方であると感じています。世界トップレベルの選手もコーチは必ずいます。反転教育もその始まりは先生の丹念な授業設計から始まります。学習工学

におけるAIの発展は、今後、知識の伝達を安定して遂行するロボット教員を生み出すでしょう。しかしながら、教え子を思い、期待して祈る教師の体温は、いつの時代においても存続することを信じてやみません。こういった意味では、今の時代に最も必要とされるのは、教師ではないかと思っています。

子供を安全に保護できても九九を教えられない教員。九九ばかりを教える教員も要りません。どちらかではなく、どちらでもなく、人間が用いる道具やモノとの共生は、今の限界や問題点などをいかに伝えるかの教師の考え方と進め方のマネジメントに関わっていると言えましょう。

教師と共に走り続けた時空間の100年リレーの後は、決して恐ろしく変わった世界ではなく、誰もが美しく共生する世界であると信じながら、本日のお話を終わりにしようと思います。ご静聴ありがとうございました。

■参考文献

- 1) Jahng, Doosub. “記憶重視の情報伝達のための実行スキーム DART の提案”. 日本教育工学会第32回全国大会講演論文集. 大阪, 2016-09-17/19. 日本教育工学会, 2016, p.701-702.

■略歴

(韓国ソウル生まれ)

1989 東京大学医学系研究科保健学専攻修士・博士課程修了
(保健学博士)

1993 帝京大学医学部公衆衛生学教室、助手

2006 産業医科大学産業保健経済学研究室、講師・助教授

現在 国立大学法人九州工業大学大学院生命体工学研究科、教授