

# 日中科学技術

No. 188

2024. 3. 20

発行所 一般社団法人 日中科学技術交流協会

〒103-0003 東京都中央区日本橋横山町 3-1 横山町ダイカンプラザ 302 号

E-mail : [jcstea2019@gmail.com](mailto:jcstea2019@gmail.com) / [nagakiya@nifty.com](mailto:nagakiya@nifty.com) URL : <http://jcst.in.coocan.jp/>

電話 : 03 (3666) 6939 携帯 090-7629-6260

Fax : 03 (3666) 6939

## 日本と中国の加速器物理の交流について 当協会理事、元東大原子核研究所、元放射線医学総合研究所 曾我文宣



私が中国の科学者と交流を持った最初は全国国立大学共同施設である東大原子核研究所の教員の時で、1987年であった。

当時、後年、別々に紫授褒章

受章者となった平尾泰男及び上坪宏道の両先生が主催した日中加速器会議が2年ごとに、両国で相互に開かれていた。そこで、中国の研究者、10人くらいを呼んで理化学研究所で開かれた会議に出席したのである。当時は中国は小型の加速器であるバンデグラフしかない時期であった。

その後、東大原子力工学科の同期生である山脇道夫氏（現在の日中協会会長）に誘われて、協会に入り、やがて2013年、中国への加速器代表団を組織して、国立の大学、研究所、東芝、住友重機械工業などの民間会社の人たち10人弱で、加速器施設、上海の放射光施設、粒子線治療施設、甘粛省蘭州の核物理研究所、北京の高エネルギー研究所などで、講演、

また、中国の研究者の発展の報告を聞き、交流を深めた。この時は、長年、中国での勤務経験のあった永崎隆雄氏が引率の労をとられ、大変お世話になった。蘭州の加速器サイクロトロンは、日本の理化学研究所のサイクロトロンをモデルにしたものであり、そこでは核物理研究を進めると同時に、粒子線治療を開始していて、そのリーダーには、かつて放射線医学総合研究所に教育訓練のために、数ヶ月滞在した李強君がなっていたのに久しぶりで会った時は非常に嬉しかったのを覚えている。

この頃は、中国のこの分野の様相は、日本より、20年は遅れていた印象であった。

上海の粒子線治療施設は、ドイツの未完成品を調整据え付け中で、治療は開始されていず、蘭州の治療施設もほんの小さな施設で、まだ本格的とは言い難かったからである。

それに比べて、現在はどうか。2019年日立が徐州で、陽子と炭素の兼用施設を契約し、現在建設中、東芝は国内では、上場中止に追い込まれているが、23年秋には、中国 Ion Nova 社と重粒子建設で業務提携した。たぶん上海で建設が開始され

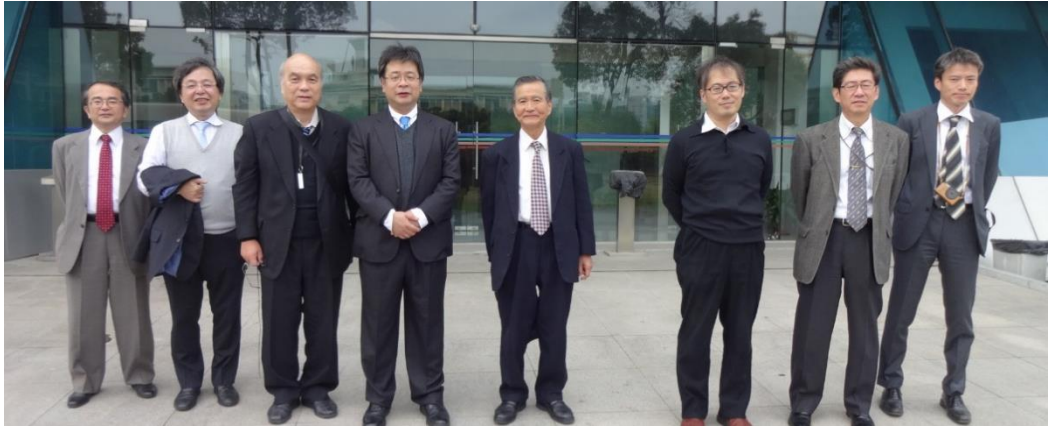
と思われる。このように、政治の世界では、日中は険悪であっても、民生分野では、着実に相互協力が進んでいる。

また、国内では、理化学研究所で仁科研究センターに聞いたところ、理化学研究所の、超伝導サイクロトロンによるRIファクトリーがあるためであろう、23年夏には、中国でスクールがあり、日本人研究者、学生が出席、中国からは、CAS国際部、北京大、清華大などの代表団が来訪し

たとのことである。

このように、原子核物理学のように純粋物理学の分野では、政治に無関係に、日中相互の交流は活発に継続されていると見るべきであろう。

今後とも科学交流を通じて相互理解を推進すべき協会としては、分野にもよるが、引き続き、政治に捉われることなく、どんどん交流を進めていくべきだと考えている。



上海 放射光施設を訪れたとき、日本代表団メンバーと



蘭州、核物理研究所での勉強会



筆者の講演

# 2023 年度中国人留学生研究奨励賞授賞式

2024 年 1 月 22 日 於 学士会館 305 号会議室 選考委員長 岩田修一



2024 年 1 月 22 日 13:10~15:30 学士会館 305 号室に於いて当協会の 2023 年度中国人留学生研究奨励賞授賞式及び受賞者による研究発表会を対面方式と Zoom によるオンライン方式を併用するハイブリッド方式により実施した。まず山脇道夫会長の挨拶と賞の趣旨説明があり、続いて以下の李博氏、張雲程氏、王欣峰氏の 3 名の中国人留学生に奨励賞が授与されました。

## ・李博 (Li Bo) 1993 年 9 月 10 日生

研究テーマ：「事故耐性燃料開発に向けた Cr/Zr 合金界面の合成と微細組織安定性に関する研究」

東京大学大学院工学系研究科原子力国際専攻博士課程 2023 年 9 月修了

指導教員：阿部弘亨（東京大学大学院工学系研究科原子力国際専攻教授）

推薦者：陳迎（東北大学大学院工学研究科先端材料強度科学研究センター教授）

## ・張雲程 (Zhang Yuncheng) 1991 年 5 月 23 日生

研究テーマ：「高い電力効率の無線送信集積回路の研究」

東京工業大学大学院理工学研究科電子物理工学専攻博士課程 2022 年 9 月修了

現在：東京工業大学工学院特任助教

指導教員：岡田健一（東京工業大学工学院電気電子系教授）

推薦者：余東（株式会社アイピー・フロント代表取締役 CEO）

## ・王欣峰 (Zhang Yuncheng) 1996 年 6 月 24 日生

研究テーマ：「Point-of-Interest (POI) 推薦に関する手法開発」

山梨大学大学院工学専攻博士課程在学中 (D1)

指導教員：福本文代（山梨大学大学院総合研究部工学域教授）

推薦者：山脇道夫（東京大学名誉教授）

当日の授賞式プログラムを以下に示す。

1. 開会の辞 岩田修一 選考委員長
2. 会長挨拶 山脇道夫 会長
3. 賞状授与 山脇道夫 会長
4. 来賓祝辞 中国大使館 祝学華公使参事官
5. 受賞者答辞 李博氏、張雲程氏、王欣峰氏

授賞式終了後に研究発表会が李博氏、張雲程氏、王欣峰氏の順で実施された。それぞれの受賞者の指導教員による研究内容の解説、受賞者の研究発表があり、発表会参加者と発表者との質疑応答があった。

授賞式会場での出席者は当協会の山脇道夫会長、岩田修一選考委員長、副会長、永崎隆雄業務執行理事と受賞者の李博氏、張雲程氏、王欣峰氏、指導教員の阿部弘亨氏の合計 7 名、Zoom 方式による参加は有山正孝顧問、祝学華公使参事官、劉曉燕一等書記官、鄭心舟アタッシュ、数土幸夫理事、福本文代教授、岡田健一教授、欧陽逸会員、DaBo 会員、鈴木基之元理事である。

## (1) 山脇道夫会長のご挨拶

本日ここに日中科学技術交流協会 2023 年度中国人留学生研究奨励賞の授賞式を挙行できますことを悦ばしく思います。

新型コロナウイルス感染症の感染の状況は、以前より改善されたとはいえ、まだ注意を要しますので、今年も zoom 会議とのハイブリッド形式による開催の形をとることといたしました。何卒ご了承ください。

本年の受賞者は 3 名おられます。李博(Li Bo)君、張雲程(Zhang Yuncheng)君、王欣峰(Wan Xinfeng)君です。その 3 名に加え、岩田修一選考委員長、永崎隆雄業務執行理事と会長であります私、山脇道夫、それに受賞者の指導教員であられる東京大学阿部弘亨教授の計 7 名が学士会館に参集して授賞と研究発表を行います。

ご来賓の中華人民共和国駐日本国大使館公使参事官祝学華(Qin Weidong)先生、また受賞者の指導教員であられる東京工業大学岡田健一教授並びに山梨大学福本文代教授にはオンラインでご参加いただいております。

なお多数の協会会員の方々もオンラインで参加されています。

さて、今年度の受賞者 李博君、張雲程君、

王欣峰君、受賞おめでとうございます。貴方は留学生として、母国と異なる環境の中で、しかも最近数年間は新型コロナ感染症のパンデミックという異常事態の下で、良く刻苦勉勵され、優れた研究成果を上げられました。その内容については後程発表していただきますが、今回の受賞を一つの励みとして、今後一層の研鑽を積み、研究者、技術者として大成され国際的に活躍されることを期待しております。

ここで、当協会並びにこの研究奨励賞の由来について詳細をご存知ない方もおられるかと思しますので、少しばかり紹介をさせていただきます。

日中科学技術交流協会が設立されたのは 1977 年 12 月で、一昨年末に設立 45 年目を迎えました。その起源は更に遡って 1950 年代半ばにありました。

ここにおいて、歴史をはるか昔に振り返ってみますと、日本と中国は 2000 年以上の長きに亘って文化交流を続けてきました。日本は遣隋使、遣唐使以来、多くのことを中国から学んで来ました。一方、近代では日本は西欧の科学技術を吸収して急速な近代化に成功したため、中国から留学生を受け入れるようになりました。しかし 20 世紀前半、不幸な戦争のため、留学生の受け入れはもとより、文化交流も途絶えてしまいました。戦争終結後も日中間の国交は長く正常化されませんでした。戦後 10 年を経た 1950 年代の半ば、当時の日本学術会議の会員を中心とする日本の指導的な科学者の一部の方々、ノーベル賞受賞者を含む著名な先生方が、日中間の学術交流の速やかな再開を願って努力を重ね、中国科学院のご協力を得て、国交回復に先立って学術交流の再開に漕ぎつけました。

その活動に関与された先生方が、国交回復後に両国間の科学技術分野での交流の健全な発展を支援することを目的として 1977 年 12 月に当協会を設立されたのです。始めは任意団体として発足しましたが、2006 年 5 月に特定非営利活動法人として法人格を得まして、さらに 2019 年 5 月には一般社団法人に組織替えをして、今日に至っております。

協会設立の初期に活発に活動された方々の中に野上茂吉郎先生という物理学者がいらっしゃいました。東京大学教授で原子核理論の研究者であり、また作家として有名な野上弥生子さんのご子息であられました。この野上先生が亡くなられた際にご遺族から協会に多額のご寄付を頂きました。協会ではそれを有効に活用したいと種々検討した結果、その頃

は中国からの留学生の皆さんが経済的に大変厳しい生活をしておられたので、留学生諸君を励ますための顕彰制度を設けようということになりました。野上先生のご遺族から頂戴した寄付金に加えて更に寄付を募って基金を作り、この研究奨励賞を設けたのです。1987年度から授賞を始めましたので、今年度は37回目になりますが、この間の受賞者の累計は本日受賞される三人を加えると157名に達します。

このように、この賞は日中間の科学技術交流の再興と発展に尽力された先達の先生方の熱意のこもった賞でありますことを、受賞者の皆さんならびに指導教員の皆さまにも知っていただきたいと思います。

協会設立以来およそ半世紀を経て日中間の関係も大きく変化してきました。当協会もこれからの活動の在り方について模索を重ねている処ですが、この研究奨励賞という歴史のある交流事業は今後とも何とか継続してまいりたいと願っております。

受賞者と指導教員の皆さまには、今後、日中間の友好親善ならびに世界平和と人類の幸福の発展のためにご協力いただければ幸いです。

簡単ですが以上をもちまして私からのご挨拶と致します。

## (2) 祝学華公使参事官の祝辞



尊敬する山脇道夫会長、ご来賓の皆様  
こんにちは!

中国大使館科学技術処公使参事官の祝学華でございます。2023年度中国人留学生への研究奨励賞授賞式と研究発表会にご招待頂き、大変光栄に存じます。ここに謹んで中国大使館科学技術処を代表し、受賞者の李博さん、張雲程さん、王欣峰さんにお祝いを申し上げます。丁寧にご指導くださった指導教官の方々、審査員の皆様、並びに主催者である日中科学技術交流協会に心から感謝の意を表します。

中日は一衣帯水で、2000年以上ある交流の歴史の中、遣隋使・遣唐使や近代になって日本に学びにきた多くの中国人留学生をはじめ、両国の相互学習と共同発展の促進において、留学生がかけがえのない重要な役割を果たしてきました。日中科学技術交流協会は1980年代に中国人留学生研究奨励賞を設立し、中国人留学生の日本での科学研究活動を支援し、留学生を架け橋とする中日科学技術交流の推進に積極的な貢献をしてきました。多くの受賞者が今も中日科学技術交流の分野で活躍し、ひいてはリーダーシップを発揮していることを嬉しく存じます。数十年にわたり、たゆまず両国の科学技術交流と協力を推進してきた日中科学技術交流協会の皆様に改めて深く敬意を表します。

科学技術交流は中日平和友好関係の重要な一環です。1980年に政府間の科学技術協力協定を締結して以来、両国の政府部門と科学技術関係者は相互補完、互恵ウィンウィンの精神に基づき、政府間と民間の科学技術交流メカニズムを構築し、研究者の共同研究と学术交流、企業の技術協力を積極的に支援し、実り多い成果を収めてきました。それが両国関係の改善と発展、そして両国人民の友好交流の促進にも重要な役割を果たしました。

現在、われわれは気候変動、エネルギー不足、食料安全保障、生物多様性保護などの共通課題に直面しており、科学技術イノベーションの国際協力、開放と共有がこれまで以上に必要とされています。先ごろ中国が発表した「国際科学技術協力イニシアチブ」では、開放・公平・公正・差別のない理念のもと、科学技術イノベーション協力を通じてグローバル課題の解決策を模索し、共に時代の挑戦に対応し、平和的発展を促進することが提唱されています。中国はこれからも国際科学技術協力の環境を継続的に改善し、政府間と民間の全方位的、多層的且つ広い分野の科学技術交流と協力を深め、日本を含む世界各国に新たな発展のチャンスをもたらしていきます。

両国の科学技術関係者が時代の流れに順応し、チャンスをつかみ、よりハイレベルの互恵・ウィンウィンの交流・協力を展開し、両国乃至世界の人々に福祉をもたらすことを期待します。3名の受賞者が今回の受賞を機に、指導教官の指導のもと研究に励み、成果を得ることができるよう、祖国の発展を思うと共に、よりグローバルな視点に立ち、中国式現代化、中日科学技術交流、世界の持続可能な発展に積極的に貢献することを期待します。中国大使館科学技術処は両国間の科学技術協力

と人文交流を推進する窓口として、日中科学技術交流協会と共に努力し、両国各界の科学技術の互惠協力のために橋渡しをし、科学技術協力を含む中日平和友好関係を新たな段階に引き上げていきたいと考えています。

最後になりますが、改めてご受賞の皆さん、おめでとうございます!そして山協会長をはじめ、ご来賓の皆様のご健勝とご多幸をお祈りし、私の挨拶とさせていただきます。

### (3) 受賞者答辞

#### ・李博 (Li Bo)



尊敬する山協道夫会長、岩田副会長、永崎業務執行理事、Chen Ying 教授、Abe 教授、そして日中科学技術交流協会の皆様、皆さん、こんにちは。李博と申します。本日は、中国人留学生研究奨励賞を受賞し、この場をお借りして心からの感謝の気持ちを述べさせていただきます。

まず初めに、山協道夫会長にはこの素晴らしい賞を設立し、留学生の研究に対して力強く支援していただき、心から感謝いたします。協会のご協力なくして、私たち留学生の成果が認められることはありませんでした。この賞が私たちの励みとなり、より一層の研究に邁進できることを嬉しく思います。

そして、阿部教授には深く感謝の意を表します。先生方のご指導とご支援がなければ、私の研究は成功することはありませんでした。先生方の知識と経験から得たものは、私にとって非常に貴重なものであり、今回の受賞につながりました。

この賞を通じて、私はますます研究に情熱を傾け、科学技術の分野において国際的な貢献を果たしていくことを心に誓います。同時に、今回の経験を未来の留学生たちにも繋げていけるよう、後輩たちにも力を貸していきたいと考えています。

最後に、この賞に関わるすべての方々に心より感謝いたします。ありがとうございました。

どうぞよろしく願いいたします。

#### ・張雲程 (Zhang Yuncheng)



この度は、日中科学技術交流協会研究奨励賞を頂戴し、このような表彰式を催していただき、誠に光栄に存じます。この表彰は、私にとっては身に余る榮譽であり、深く感謝しております。この

榮譽は、私ひとりの力のみでなく、日々の研究のご指導を賜りました東京工業大学の岡田教授は電気電子工学の面白さや奥深さをご教授いただきご厚情の賜物のお陰と思っております。また、博士後期課程に入学し、卒業して特任助教として働いて、合計七年間、様々な学問を学んできましたが、このような榮譽ある賞をいただけましたのは、工学院の諸先生の方々の手厚いご指導のおかげであり、厚く御礼申し上げます。

私が従事している研究分野は、無限の可能性と潜在力に満ちていると信じております。電気電子工学に係る研究は、科学の進歩を推進するためのみでなく、人類の生活を改善し、私たちが直面している問題を解決するためでもあります。この過程で、私は責任が重いと感じていますが、同時に期待と情熱に満ちています。ここに立って、私が所属している岡田研の皆様には心からの最大の感謝をしたいと思います。今までの成果には、研究室のメンバーの勤勉な努力と献身が欠かせないと思っています。私たちは、風に乗って波を破る巨大な船のように、誰もがこの船の重要な舵手であり、私たちは共に舵を取り、共に前進しております。

また、このような栄えある賞をいただくことは、私にとって、過去の努力に対する承認だけでなく、将来の探索に対する励みになります。研究の道には、すべてのステップが挑戦と未知に満ちていますが、これらの挑戦と未知こそが、絶えず探索し、前進する勇気を奮い立たせてくれると信じております。

最後に、科学の道は挑戦に満ちているが、心の中に夢があり、手に情熱があれば、私の歩みを阻むものは何もないと言いたいです。この奨励賞は日中科学技術交流協会が私を激励しているものであり、今後の研究のみならず、日常生活においても、中日両国の架け橋になるよう努力します。より一層の努力し、中国留学生の積極的な健全なイメージを広めていきたいと思っています。なお、将来は日本のみでなく、世界的な学者になりたいですが、

その夢を実現するためにも、寄付をしてくださった方々の期待に応えられるように、勉強や研究に励みたいと存じます。

・王欣峰 (Zhang Yuncheng)



日中科学技術交流協会の認定と研究奨励賞の授与に感謝申し上げます。2019年から2022年まで、杭州電子科技大学と山梨大学の修士課程 Dual Degree プログラムに参加させていただきました。

この期間中、私は工学部に所属する福本文代教授と出会いました。福本教授は学問的な指導だけでなく、日常生活でも多くのサポートをしてくださいました。卒業後、私は山梨大学の福本・李研究室で博士論文の研究を続けることを選びました。修士課程から現在博士課程の2年目までの約4年間、研究に従事しております。

日本で修士課程の研究に取り組んだ当初、私は推薦システム、すなわち膨大な情報の中からユーザの好みにあう情報を提供するシステムに関する分野に関する知識がありませんでした。教授は私を忍耐強く指導し、研究の進捗について頻繁に協議しました。レコメンデーションシステムの理解から学術論文の発表まで、私は半年余りという短期間で実施することができました。これは現在の私の大きな励みとなっております。

博士課程が始まって以来、私は情報検索分野でトップの国際会議 (SIGIR) でレコメンデーションシステムに関する論文を発表しました。これは福本教授の忍耐強い指導と論文の丁寧な修正のおかげです。2023年7月、私は会場に向かい、海外から集まった研究者たちを前に発表を行い議論しました。この経験の中で、私は専門分野の理解を深め、さまざまな実験技術と研究態度を身につけることができました。最も重要なことは、情報検索の研究の最前線に立っていることに気づいたことです。研究が認められる喜びを深く感じ、これが私を学術研究に更に邁進させる動機となっております。

近年、インターネットの発展とともに、情報過多の問題を解決する効果的な手段として、推薦システムは人々の生活に欠かせないアプリケーションとなっています。私はこの分野の研究者として、この機会を活かし積極的に

研究を進めています。今後の研究生活においても、推奨システムの発展に寄与し続けるつもりです。

日中交流協力の恩恵を受けて、私は日中友好関係に寄与するため最善を尽くします。最後に、皆様のご健康とご多幸をお祈り申し上げます。

授賞式に引き続き、今回の受賞者の指導教員による研究内容の説明と受賞者による研究報告会が行われました。以下はその概要です。

## 受賞者の研究報告概要

### 事故耐性燃料開発に向けた Cr/Zr 合金界面の合成と微細組織安定性に関する研究 李博 (Li Bo)

ジルコニウム合金は、その優れた耐蝕性、低中性子断面積、および良好な加工性から、長い間核産業でクラディング (被覆) 材料として使用されてきました。しかし、2011年の福島第一原子力発電所の事故は、極限条件下でのジルコニウム合金の性能と安全性の向上の必要性を示しました。これに対応して、事故耐性燃料 (ATF) 概念が提案され、クラディング (被覆) 管のサービス性能を向上させることが目指されました。さまざまなATF候補の中で、クロムコーティング (クロムで被覆) されたZr<sub>4</sub>は、その優れた酸化耐性と短期的技術課題の低さから、非常に有望である。クロムコーティングとZr<sub>4</sub>基板の界面は、クロムコーティングされたZr<sub>4</sub>の全体的な性能を決定するうえで重要な役割を果たし、詳細な調査が必要である。

本研究では、異なる温度でのCr/Zr<sub>4</sub>界面の微細構造特性を調査するために、簡便かつ効果的な拡散接合法を採用した。さらに、PLDを用いてZr<sub>4</sub>プレートにCrコーティングを施し、温度を変化させながらCrコーティングとCr/Zr<sub>4</sub>界面の進化を詳細に調査しました。さらに、PLDによって生成されたアモルファスなCrが、Cr/Zr<sub>4</sub>界面と拡散接合に与える影響についても探究しました。CrコーティングされたZr合金の界面安定性は、さまざまな温度でのCr/Zr<sub>4</sub>界面の特性と微細構造の進化によって

います。

深刻な事故条件下でのCr/Zr<sub>4</sub>界面の挙動を明らかにするために、共晶温度(約1573K)での研究が行われました。その調査の結果、Cr側での拡散によりブロック状のZrCr<sub>2</sub>が形成されることが明らかとなりました。Zr<sub>4</sub>マトリックス内では、高温での共晶反応により、ZrCr<sub>2</sub>と $\alpha$ -Zrの共存領域が形成されます。ナノインデンテーション試験(超微小押し込み硬さ試験)では、ZrCr<sub>2</sub>は最大で12 GPaの硬さを示し、Cr/Zr<sub>4</sub>界面のサービス性能を損なう可能性のあるマイクロクラック(微細なヒビやピンホール)の源となる可能性があります。

さらに、CrコーティングとCr/Zr<sub>4</sub>界面の特性を探るために、CrコーティングをPLDを用いてZr<sub>4</sub>プレートに作成しました。微細構造解析の結果、レーザーデポジションされたCrコーティングは、内層が微細で非特異的な形状のナノ結晶で、外層が柱状結晶で主に構成されていることが明らかとなりました。Crコーティングの再結晶は、PLDによって誘発された高いひずみを緩和するために573~673 Kの温度で開始され、673 Kを超える温度で結晶の共生が行われました。アニールにより、Crコーティングの(110)組織は、高いネットワーク密度と低い密閉エネルギーによって徐々に強化されました。さらに、in-situ加熱透過電子顕微鏡(TEM)観察により、Cr/Zr界面に空隙が存在することが明らかになりました。これは、相互拡散やアモルファスから結晶への遷移に起因するものと考えられます。

まとめると、この包括的な調査は、Crコーティングされたジルコニウム合金のCr/Zr<sub>4</sub>界面の微細構造特性と挙動に関する貴重な知見を提供しました。これらの発見は、事故耐性燃料クラディング材料の開発に貢献し、原子炉の安全性と性能を向上させます。

### 高い電力効率の無線送信集積回路の研究 張 雲程 (Zhang Yuncheng)

より良く、よりスマートな生活という目標を動機として、私たちはもっとインテリジェントかつ強力になる人工知能(AI)を最大限に活用する必要があります。

AIを日常生活に応用するには、すべての電

子機器を接続する必要があります。あらゆる電子オブジェクト間で通信するテクノロジーは、モノのインターネット(IoT)と呼ばれます。急速に成長するIoT市場により、無線通信に対する膨大な需要が生じています。ただし、IoTアプリケーション向けの高周波無線送信機集積回路の設計は、多くの要件を同時に満たす必要があるため、困難です。主な要件を以下に示します。

- 1) モバイルデバイスのバッテリー寿命を延ばすには、優れた電力効率が重要です。
- 2) AIがより多くのデータを処理し、さまざまな側面から私たちの生活を改善するには、より高いデータ速度が必要です。
- 3) チップ製造後の校正は好ましくありません。すべての送信機を校正するとコストが大幅に増加し、市場投入までの時間が遅れるためです。

この研究は、高いデータレートを備えたIoTアプリケーション向けに、電力効率が高く、校正不要の送信機を設計することを目的としています。

高いデータレートに対する増え続ける需要を満たすため、情報密度の高い高次直交振幅変調は広く使用されています。高次の変調は1サイクルで複数のビットを送信できるのに対し、低次の変調はサイクルごとに1ビットのみを送信できるため、高次の変調方式では、出力信号の振幅はゼロとピーク振幅の間で連続的に変化します。ただし、電力増幅器は、通常、送信機内で最も電力を消費する構成要素であり、最高の電力効率を示すのはピーク出力時のみです。したがって、高次の変調信号では信号がピークにならないため電力効率が低くなります。

さらに、高次変調方式を実装するには、電力増幅器が複数の出力電圧を生成する必要があります。複数の出力電圧の電力増幅器には非線形性が避けられません。高次変調信号を復調するには非常に低い誤差が必要であるため、電力増幅器の線形性も重要です。した



がって、通常、電力増幅器を線形化するには複雑な校正が必要ですが、これも望ましくありません。

この研究は、上記の設計上の課題を同時に革新的に解決します。本研究では、多値の高次変調信号を 1 ビットに符号化し、電力増幅器をピーク出力で動作させるかオフにすることを提案します。ピーク出力時、電力増幅器の電力効率は最も高く、オフになると電力増幅器は電力を消費しません。したがって、提案された構造は高い電力効率を有する。非線形性が避けられないマルチビット信号とは異なり、出力信号は 1 ビットになります。それは本質的に線形です。したがって、直線性も同時に改善され、コストのかかる校正は不要になります。提案された手法は、3 つの設計課題すべてを同時に解決します。

提案された手法を実装する最初の試みでは、デルタシグマ変調器を使用してマルチビット入力信号を 1 ビットにアップサンプリングします。ただし、マルチビット信号を 1 ビットにエンコードすると、雑音が発生します。雑音も電力を消費し、電力効率を悪化させます。この作業では、マルチビット入力信号を 1 ビット信号にエンコードする代わりに、マルチビット入力を 2 つの 1 ビット信号にエンコードします。したがって、雑音電力が半減し、電力効率が向上する。

この設計は、校正なしで 12Mb/s のデータレートと 23.7% の電力効率を達成し、次 2 つの出版物を生成します。この作品は 2021 年第 26 回アジア南太平洋設計自動化会議 (ASP-DAC) デザイン・コンテトの最優秀デザイン賞も受賞しています。

2 番目の設計では、最初の設計のデータ速度と電力効率の向上に重点を置きます。最初の設計では、2 つの 1 ビット信号間に不一致が存在し、直線性が低下します。また、デルタシグマ変調器はアップサンプリングを使用します。したがって、出力周波数は高くなります。高速信号におけるクロック スキューの問題は深刻になり、直線性が低下します。この設計では、本質的に線形であるため 1 ビット出力信号を使用し、オンチップ フィルタの慎重な設計により雑音が抑制され、電力効

率が向上します。また、より高いデータ速度の線形性を改善するためのスキューフリー回路も提案します。したがって、この研究では、校正なしで 100Mb/s のデータ レートと 24.1% の電力効率を達成します。

3 番目の設計では、電力効率と直線性の改善を試みました。この設計では FIR フィルタを使用して、電力効率を高めるために 1 ビット出力の雑音を抑制します。これは、FIR フィルタが不一致の影響を受けにくく、前の 2 つの設計よりも雑音抑制が優れているためです。2 番目の設計で提案されたスキューフリー回路も採用され、高い直線性が得られます。この設計は、前の 2 つの設計よりもはるかに優れたパフォーマンスを実現します。この設計は、校正なしで 240Mb/s のデータ速度と 26.4% の電力効率を達成します。

この研究の有効性をさらに証明するために、最先端の校正不要の無線送信機または電力増幅器と性能が比較されます。X 軸は電力効率、Y 軸はデータ速度です。電力効率とデータ速度が高いほど好ましいため、右上の点の方がパフォーマンスが高くなります。この研究は最先端のものよりも優れたパフォーマンスを達成していることがわかります。

結論として、この研究は無線送信機設計の 3 つの主要な課題を解決します。無線送信機の電力効率とデータ速度を同時に向上させ、コストのかかる校正も必要ありません。従来技術よりも大幅に高いデータ速度と電力効率を実現します。

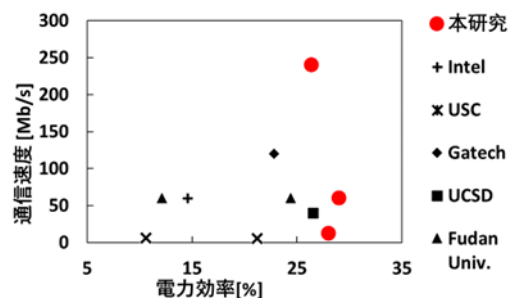


図 1 最先端の校正不要の送信機またはパワーアンプとの性能比較

## ユーザーへの観光地 (POI) 推薦 王欣峰 (Wang Xinfeng)

モバイルインターネットの進展により、観光地 (POI, Point-of-Interest) の推薦は人々の生活に欠かせないアプリケーションとなっている。ユーザーへの観光地推薦は、訪問者に特定の地域や場所ので興味を引く観光地や活動を提案することを指す。しかし、現行の推薦システムにはまだ多くの課題が存在している。

ユーザーへの観光地推薦は、ユーザーが過去に訪問した場所からユーザーの好みを推定し、ユーザーが興味がありそうな訪問地を推薦するという手法が多くとられている。しかし、ユーザーが過去に訪問した場所が必ずしもユーザーの好みを反映しているような場所であるとは限らないという問題である。すなわち、ユーザーの行動には偽陰性サンプル

(Negative Sample) が含まれている。これを Exposure バイアス (Exposure Bias) と呼び、これにより、推薦モデルがユーザーの好みを誤って推定する可能性がある。

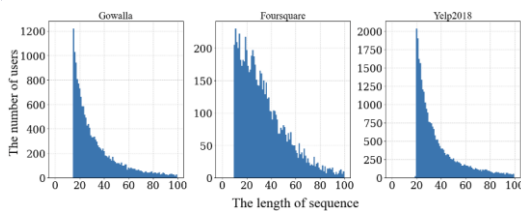


図 1 ユーザーのアクティブ度とユーザー数の関係

もう一つの問題はコールドスタートユーザー (Cold-start) の問題、すなわち、ユーザーの過去の訪問履歴が十分に存在しないため、ユーザーの好みが推定できないという問題である。これらのユーザーを無視すると、推奨モデルの予測精度の低下につながる。図 1 は 3 種類のデータにおけるユーザーのアクティブ

度、すなわちユーザーの訪問回数とユーザー数を示す。図 1 において、x 軸はユーザーのアクティブ度を示し、y 軸はユーザー数を示す。図 1 よりユーザーの訪問回数が増加するにつれ、ユーザー数が大幅に減少していることがみてとれる。これは、多くのユーザーが非アクティブ、すなわち多数の訪問地を訪問していないということを示している。

この 2 つの問題を解決するために、本研究は EEDN<sup>1</sup> と呼ばれる新しい推薦手法を提案する。EEDN は、情報推薦の研究でよく用いられているグラフ畳み込み技術を利用し、ユーザーと観光地の間の関連性を学習する。まず、ユーザーと観光地をグラフにおける頂点と定義し、その間の関係をグラフ上の辺と定義する。次にグラフ畳み込みを用い、頂点間の情報を相互に伝達することによりそれらの関連性を学習する。しかし、ユーザーのほとんどはコールドスタートユーザーであるため、ユーザーは通常、十分な履歴行動がなく、その嗜好を捉えることが困難である。嗜好を抽出するためにこれらコールドスタートユーザーの情報を他のユーザー頂点に伝達すると、すべての頂点が平均化され、モデルの推薦性能が低下することが明らかになった。そこで我々は新たにハイパーグラフと呼ばれる構造を用い、各コールドスタートユーザー間の情報伝播を制限し、嗜好を捉えるために必要となる有益な関連性が存在するもののみ情報を伝搬する手法を提案した。ハイパーグラフ構造において、各頂点は観光地、グラフの各辺はユーザーを示し、この辺は 2 つ以上の頂点を接続することが可能である。したがってユーザーと複数の観光地との関連性を同時に捉えることができるため、ユーザーに十分な履歴がない場合にもこれを補うことができる。

一方、ユーザーの行動が真の嗜好とは必ずしも一致しないという問題を緩和するために、EEDN は行列因子分解 (Matrix

<sup>1</sup><https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3539618.35>

Factorization, 推奨システム分野で一般的に用いられる方法) を利用しユーザーと観光地のマッチング度合いを計算すると同時に、グラフおよび系列に基づく (Sequential) パターンを用いる。グラフのパターンは、ユーザーの潜在的な候補

をより効果的に検出することができる。一方、系列パターンは、例えば、美術館を訪れたユーザーは、併設されているミュージアムショップを訪れる可能性が高いことから連続したパターンが効率よく検出できる。

Model	Metric	MF-based		SA-based		GCN-based		CF-based	G&CL-based			Ours	Improv.
		CPIR	ENMF	SAE	NAD	StA	TRL	LightGCN	SEPT	DirectAU	SGL		
Gowalla	Recall@5	0.0490	0.0452	0.0470	0.0517	0.0508	0.0480	0.0457	0.0524	0.0535	0.0541	<b>0.0602</b>	+11.3%
	NDCG@5	0.0785	0.0787	0.0699	0.0840	0.0846	0.0804	0.0733	0.0882	<u>0.0890</u>	0.0885	<b>0.0996</b>	+11.9%
	Recall@10	0.0718	0.0686	0.0731	0.0803	0.0781	0.0752	0.0729	0.0824	<u>0.0849</u>	0.0835	<b>0.0947</b>	+11.5%
	NDCG@10	0.0745	0.0789	0.0596	0.0876	0.0875	0.0842	0.0781	0.0919	<u>0.0938</u>	0.0924	<b>0.1040</b>	+10.9%
	Recall@20	0.1024	0.1037	0.1120	0.1230	0.1196	0.1160	0.1132	0.1255	<u>0.1304</u>	0.1298	<b>0.1423</b>	+9.1%
	NDCG@20	0.0907	0.0905	0.0495	0.1018	0.1021	0.0987	0.0928	0.1068	<u>0.1099</u>	0.1090	<b>0.1203</b>	+9.5%
Foursquare	Recall@5	0.0380	0.0461	0.0372	0.0472	0.0480	0.0450	0.0482	0.0471	<u>0.0511</u>	0.0464	<b>0.0554</b>	+8.4%
	NDCG@5	0.0623	0.0748	0.0603	0.0763	0.0784	0.0722	0.0649	0.0753	<u>0.0834</u>	0.0725	<b>0.0867</b>	+4.0%
	Recall@10	0.0675	0.0703	0.0557	0.0735	0.0725	0.0705	0.0714	0.0728	<u>0.0788</u>	0.0732	<b>0.0843</b>	+7.0%
	NDCG@10	0.0688	0.0756	0.0496	0.0778	0.0795	0.0751	0.0696	0.0772	<u>0.0854</u>	0.0764	<b>0.0882</b>	+3.3%
	Recall@20	0.1024	0.1025	0.0798	0.1106	0.1094	0.1108	0.1091	0.1102	<u>0.1206</u>	0.1146	<b>0.1268</b>	+5.1%
	NDCG@20	0.0823	0.0875	0.0396	0.0916	0.0934	0.0920	0.0848	0.0914	<u>0.1012</u>	0.0923	<b>0.1043</b>	+3.1%
Yelp2018	Recall@5	0.0192	0.0191	0.0190	0.0215	0.0191	0.0190	0.0238	0.0220	0.0223	<u>0.0242</u>	<b>0.0267</b>	+10.3%
	NDCG@5	0.0368	0.0368	0.0341	0.0415	0.0371	0.0360	0.0458	0.0421	0.0428	<u>0.0461</u>	<b>0.0508</b>	+10.2%
	Recall@10	0.0342	0.0333	0.0323	0.0372	0.0341	0.0332	0.0413	0.0384	0.0390	<u>0.0426</u>	<b>0.0457</b>	+7.3%
	NDCG@10	0.0395	0.0389	0.0311	0.0420	0.0397	0.0385	0.0482	0.0447	0.0456	<u>0.0493</u>	<b>0.0531</b>	+7.7%
	Recall@20	0.0548	0.0562	0.0522	0.0662	0.0582	0.0574	0.0705	0.0659	0.0665	<u>0.0721</u>	<b>0.0760</b>	+5.4%
	NDCG@20	0.0458	0.0469	0.0277	0.0501	0.0484	0.0476	0.0589	0.0549	0.0558	<u>0.0601</u>	<b>0.0639</b>	+6.3%

表 1 異なる推奨モデルの性能比較。太字は最高精度を示し下線は次点で高い精度を示す。

実験では、Gowalla、Foursquare、および Yelp2018 の 3 つのデータセットを用い、10 からなる最先端モデルと本手法との比較を実施した。評価には、Recall@K (R@K) および NDCG@K (N@K) の 2 つの評価指標を使用した。この 2 つの指標の数値が高いほど、推奨モデルの効果が高いことを示している。表 1 には、EEDN と各データセットの最先端モデルとの比較における性能を示す。

コールドスタートユーザーに対しては、表 2 に示すように、EEDN は Gowalla、Foursquare、および Yelp2018 のベースラインに対してそれぞれ 4.1% ~ 11.2%、2.9% ~ 9.3%、1.9% ~ 11.3%の改善を達成していることがわかる。これらの結果は、EEDN がコールドスタートの問題に対しても効果的であることを示している。

	Model	R@5	N@5	R@10	N@10	R@20	N@20
Gowalla	DirectAU	0.0588	0.0617	0.0912	0.0781	0.1392	0.0969
	NCL	0.0693	0.0729	<u>0.1080</u>	<u>0.0925</u>	0.1641	0.1146
	SIMGCL	<u>0.0698</u>	<u>0.0737</u>	0.1069	0.0923	0.1629	0.1145
	Ours	<b>0.0763</b>	<b>0.0802</b>	<b>0.1150</b>	<b>0.0994</b>	<b>0.1688</b>	<b>0.1198</b>
	Foursquare	DirectAU	0.0609	0.0571	0.0935	0.0720	0.1506
NCL	<u>0.0754</u>	<u>0.0726</u>	<u>0.1134</u>	0.0898	0.1714	0.1107	
SIMGCL	0.0708	0.0705	<u>0.1134</u>	<u>0.0902</u>	<u>0.1750</u>	<u>0.1122</u>	
Ours	<b>0.0829</b>	<b>0.0808</b>	<b>0.1239</b>	<b>0.0971</b>	<b>0.1784</b>	<b>0.1154</b>	
Yelp2018	DirectAU	0.0276	0.0293	<u>0.0473</u>	0.0398	0.0797	0.0533
	NCL	<u>0.0277</u>	0.0284	0.0462	0.0385	0.0758	0.0509
	SIMGCL	<u>0.0277</u>	<u>0.0297</u>	0.0472	<u>0.0403</u>	<u>0.0812</u>	<u>0.0543</u>
	Ours	<b>0.0291</b>	<b>0.0320</b>	<b>0.0526</b>	<b>0.0434</b>	<b>0.0845</b>	<b>0.0565</b>

表 2 コールドスタートのパフォーマンス比較。



初期表現



トレーニング完了後の表現

図 2 Yelp2018 データセットでのユーザーの分布

ユーザーに関する表現学習の効果を調査するために、図 2 に示すように、Yelp2018 データセットでのユーザーの分

布を視覚化した。各色は同じ POI を訪れたユーザーを示す。図 2 において、似たようなユーザーは近くに存在することがわかる。学習後に同じ色がグループ化されていることが見て取れる。これは、EEDN が局所的、及び大域的なコンテキストから類似の行動を識別するのに効果的であることを示している。

結論として、ユーザーの行動が真の嗜好とは必ずしも一致しないという問題とコールドスタートユーザーの問題に対して、EEDN を提案し、実験を通じて、EEDN の有効性を実証した。

## 研究奨励賞へのご寄付のお願い

中国人留学生は我が国にあって、勉学に励み、素晴らしい研究を成し遂げ、日中両国に多大の貢献をしてまいりました。当協会としては留学生を鼓舞し、支援すべく、1985 年に研究奨励賞基金を設け、1987 年より本年度までに 157 名の方に奨励賞授与を行い、副賞で 10 万円を授与してまいりました。この基金は一般社団法人設立時 2018 年 3 月 31 日には枯渇しました。以後会費収入と寄付金収入で副賞を賄ってまいりました。最近応募者が増加しており、優秀な応募者が増え、そのため、従来の受賞者数を増加させました。ご寄付のご支援を何卒よろしくお願い申し上げます。

発起人 山脇道夫 岩田修一 永崎隆雄

## 会費とご寄付納付の御礼

2023 年度会費につきましては、2023 年 2 月 23 日から 2024 年 3 月 16 日時点で以下の 30 名と 1 社の方々から 40 万円の納付がありました。また以下の 14 名の方々から 35 万円のご寄付がありました。厚く御礼申し上げます。

### 会費納付された方

山脇様、欧陽様、山田様、福田様、広瀬様、山岡様、余様、近藤様、岡田様、藤田様、坂部様、坂部様 (奥様)、曾我様、DaBo 様、岩田様、中河様、陳迎様、石原様、數土様、田村様、永崎様、坂田様、依田様、有山様、梶谷様、八木様、任様、西村様、巨様、鈴木様

賛助会員：千代田テクノ様 10 万円

### ご寄付された方 (1 口=1 万円)

有山様 7 口、永崎様 5 口、山脇様 3 口、八木様 3 口、欧陽様 3 口、岩田様 2 口、坂部様 2 口、田村様 2 口、山田様 2 口、依田様 2 口、福田様 1 口、余様 1 口、近藤様 1 口、

數土様 1 口

未納の方は 3 月 31 日までにご納入をお願いいたします。

また研究奨励賞基金へのご寄付も引き続きお願いいたします。

正会員会費 年額 1 万円  
振込先 日中科学技術交流協会  
普通預金 みずほ銀行 横山町支店  
店番 040 口座番号 3015881

## 目次

1. 日本と中国の加速器物理の交流について  
当協会理事、曾我文宣 1
2. 2023 年度中国人留学生研究奨励賞授賞式  
選考委員長 岩田修一 3
3. 会費及びご寄付納付の御礼 12