

記 録

文書番号	S C J 第 24 期 020918-24030002-080
委員会等名	日本学術会議第三部「科学技術の光と影を生活者との対話から明らかにする」分科会
標 題	第 24 期第三部「科学技術の光と影を生活者との対話から明らかにする」分科会 活動記録
作成日	令和 2 年（2 0 2 0 年）9 月 1 8 日

※ 本資料は、日本学術会議会則第二条に定める意思の表出ではない。掲載されたデータ等には、確認を要するものが含まれる可能性がある。

この記録は、日本学術会議第三部「科学技術の光と影を生活者との対話から明らかにする」分科会におけるアウトリーチ活動として第24期に開催した3回のシンポジウムの内容取りまとめ、記録として公表するものである。

日本学術会議第三部「科学技術の光と影を生活者との対話から明らかにする」分科会

委員長	徳田 英幸	(第三部会員)	国立研究開発法人情報通信研究機構理事長
副委員長	土井美和子	(連携会員)	国立研究開発法人情報通信研究機構監事、奈良先端科学技術大学院大学理事
幹事	高橋 桂子	(第三部会員)	国立研究開発法人海洋研究開発機構経営管理審議役／横浜研究所長
幹事	米田 雅子	(第三部会員)	慶應義塾大学先導研究センター特任教授
	浅見 真理	(第三部会員)	国立保健医療科学院生活環境研究部上席主任研究官
	大西 公平	(第三部会員)	慶應義塾大学 グローバルリサーチインスティテュート 特任教授
	大野 英男	(第三部会員)	東北大学総長
	梶田 隆章	(第三部会員)	東京大学宇宙線研究所・教授
	加藤 昌子	(第三部会員)	北海道大学大学院理学研究院化学部門教授
	坪井 俊	(第三部会員)	東京大学大学院数理科学研究科教授
	藤井 孝藏	(第三部会員)	東京理科大学工学部情報工学科教授
	山口 周	(第三部会員)	東京大学大学院工学系研究科教授
	吉村 忍	(第三部会員)	東京大学副学長、大学院工学系研究科教授
	渡辺美代子	(第三部会員)	国立研究開発法人科学技術振興機構副理事
	喜連川 優	(連携会員)	情報・システム研究機構国立情報学研究所所長、東京大学生産技術研究所教授
	藤井 良一	(連携会員)	大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構長

本記録の作成にあたり、以下の方々に御協力いただいた。

小林 傳司	(第一部会員)	大阪大学名誉教授
片岡 一則	(第三部会員)	公益財団法人川崎市産業振興財団ナノ医療

			イノベーションセンター センター長
田近 英一	(第三部会員)		東京大学大学院理学系研究科 教授
谷口 倫一郎	(第三部会員)		九州大学情報基盤研究開発センター長、九州大学大学院システム情報科学研究所 教授
徳山 豪	(第三部会員)		関西学院大学理工学部 教授
東野 輝夫	(第三部会員)		大阪大学大学院情報科学研究科 教授
玉田 薫	(連携会員)		九州大学先端物質化学研究所 主幹教授・副理事
山本 雅之	(連携会員)		東北大学メディカル・メガバンク機構長
荒瀬 由紀			大阪大学大学院情報科学研究科 准教授
石黒 浩			大阪大学大学院基礎工学研究科教授／大阪大学共生知能システム研究センター長
江間 有沙			東京大学未来ビジョンセンター 特任講師
神谷 真子			東京大学医学系研究科 准教授
久世 和資			日本アイ・ビー・エム株式会社 最高技術責任者
掘田 龍也			東北大学大学院情報科学研究科 教授
丸山 宏			Preferred Networks 社 PFN フェロー
村木 里志			九州大学大学院芸術工学研究院 教授
柳田 敏雄			大阪大学大学院生命機能研究科特任教授／理化学研究所生命システム研究センター長

本記録の作成にあたり、以下の職員が事務を担当した。

事務局 松室 寛治 参事官（審議第二担当）
五十嵐久留美 参事官（審議第二担当）付参事官補佐

1 背景

科学技術の開発と社会への導入の速度が極めて速く、社会の受容が技術開発に追従できない場合が生じている。社会へのインパクトを考慮した技術開発と、導入後のフォローアップが今後一層強く求められる。また、社会へのインパクトをあらかじめ考えておかないと、短絡的な規制が行われる事態を招きかねず、グローバル標準から外れた規制となった場合には適正な経済発展に影響を及ぼす可能性も生じる。このような情勢に鑑み、第三部直轄の第三部「科学技術の光と影を生活者との対話から明らかにする」分科会を23期より継続して設置した。日常生活に関わるマルチステークホルダーとの対話の視点から、公開シンポジウムを通じて、先端科学技術の社会に与える影響、規制が科学技術や社会と経済の発展に及ぼす影響など「光」と「影」を対比させ、その適切なあり方を高校生なども交えて議論した。

2 「科学技術の光と影」に関する3回の公開シンポジウムの概要

第24期に開催されたシンポジウムは、「科学」として近年目覚ましい発展を遂げている情報科学分野を念頭に企画された。将来実現されるであろう Society 5.0 を見据えて、その明るい未来とそこに横たわる課題を多面的に議論する場を提供する公開シンポジウムを企画し、一般の方々や高校生も交えて実施した。

第1回は「AI と IoT が拓く未来の暮らし ―情報化社会の光と影」と題し、東北大学で開催された。Society5.0 で実現される社会において提供される AI (Artificial Intelligence、人工知能) と IoT(Internet of Things、モノのインターネット¹⁾)による社会の変革の「光と影」の側面や学術の貢献について議論が展開された。

第2回は、「AI と人がつくる未来社会」と題し、大阪大学で開催された。AI や IoT の発展によってもたらされるロボットとの共生、脳科学と情報科学の融合、プライバシーやセキュリティの問題について、多角的な議論がなされた。

第3回は、「健康と長生き ―未来社会を拓くヘルステックイノベーション」と題し、九州大学による運営のもと Web 上で開催された。近い将来の高齢社会において健康に暮らすための新しい技術「ヘルステック」が学術的および社会的視点から紹介され、真の価値を生み出す研究の姿が議論された。

いずれのシンポジウムにおいても、300 名を超える参加者があり、第一線で活躍されている登壇者による講演とパネルディスカッションおよび活発な意見交換は、参加者の知的好奇心を大いに刺激した。特に、運営を担当した各大学の尽力のもと、各回ともに高校生の参加を積極的に促した結果、多くの高校生が参加し、高校生による活発な質疑応答が実現し、科学技術に関する彼らの興味的一端をひらくものとなった。

¹ インターネット経由でセンサーと通信機器をもつモノが繋がっていること

以上より、日本学術会議第三部の特性を活かした有意義なシンポジウムを開催することができた。ご協力いただいた関係者各位に厚くお礼を申し上げます。

目 次

1	はじめに	1
2	公開シンポジウムの概要報告	6
	(1) 公開シンポジウム「AI と IoT が拓く未来の暮らしー情報化社会の光と影」	6
	(2) 公開シンポジウム「AI と人がつくる未来社会」	16
	(3) 公開シンポジウム「健康と長生きー未来社会を拓くヘルステックイノベ ーション」	25
3	今後の活動について	34

1 はじめに

日本学術会議第三部「科学技術の光と影を生活者との対話から明らかにする」分科会は、2015年10月30日第三部附置委員会として設置された。第24期（2017年10月1日～2020年9月30日）における第三部「科学技術の光と影を生活者との対話から明らかにする」分科会の設置目的、審議対象項目を下記に記載する。

【設置目的】

科学技術の開発と社会への導入の速度が極めて速く、社会の受容が技術開発に追従できない場合が生じている。社会へのインパクトを考慮した技術開発と、社会へ導入後のフォローアップが今後一層強く求められる。また、社会へのインパクトをあらかじめ考えておかないと、短絡的な規制が行われる事態を招きかねず、グローバル標準から外れた規制となった場合には適正な経済発展に影響を及ぼす可能性も生じる。このような情勢に鑑み、第三部直轄の第三部「科学技術の光と影を生活者との対話から明らかにする」分科会を設置し、日常生活に関わるマルチステークホルダーの視点から、理学および工学分野における科学技術の「光」および「影」とは何か、「影」の克服事例、科学技術の社会に与える影響、規制が科学技術や社会と経済の発展に及ぼす影響などを対比させ、その適切なあり方を提示する。第一部の直轄する第一部科学と社会の在り方を再構築する分科会にて、科学者の信頼回復と巨大リスクに対する政治的決定などを議論している。社会学委員会情報と社会変容分科会では、情報技術の展開による社会システムおよび社会関係資本の変容などを論じている。これに対し、本分科会は日常生活との関わりに注目し、シンポジウムなどによって得られる市民からの意見もあわせて議論する。情報学委員会安全・安心社会と情報技術分科会、総合工学委員会・機械工学委員会合同工学システムに関する安全・安心・リスク検討分科会からも参加を得て連携し、次世代の明るい未来を拓く科学技術の発展をめざす。

【審議事項】

1. 理学および工学分野における解明対象科学技術項目の抽出、「光」、「影」、社会インパクトや導入フォローアップ検討
2. 理学・工学分野における科学・夢ロードマップからの課題
3. 地区協議会などと連携し、共催の公開シンポジウム開催による市民からのフィードバックに係る審議に関すること

本分科会の運営・推進にあたっては、上記の設置目的を踏まえた活動として、主に第三部夏季部会とあわせてシンポジウム講演会を開催し、科学技術

の「光」および「影」についての理解を深めるアウトリーチ活動を推進した。第 24 期においては、特に高校生の参加を積極的に啓発し、第一線の科学者との対話を通じて、科学技術の「光」および「影」についての理解を深める運営を行った。

本記録は、第 24 期に当該分科会が開催した 3 回のシンポジウムの内容についてまとめたものである。

- 第 24 期に開催した公開シンポジウムのタイトル、開催日時、開催場所、主催者情報と作成されたシンポジウム告知ポスターは、以下のようである。

公開シンポジウム

「AI と IoT が拓く未来の暮らし ―情報化社会の光と影」

開催日時：平成 30 年 8 月 2 日（木）13：00～17：40

開催場所：東北大学 青葉山東キャンパス 工学部中央棟二階 大講義室

日本学術会議第三部、東北地区会議、国立大学法人東北大学 共同主催

公開シンポジウム

「AI と人がつくる未来社会」

開催日時：令和元年 8 月 1 日（木）13：00～17：40

開催場所：大阪大学 豊中キャンパス 大阪大学

日本学術会議第三部、近畿地区会議、国立大学法人大阪大学 共同主催

公開シンポジウム

「健康と長生き ―未来社会を拓くヘルステックイノベーション」

日時：令和 2 年 8 月 6 日（木） 13：00～17：40

開催場所：Web 開催（開催拠点 九州大学）

日本学術会議第三部、九州・沖縄地区会議、国立大学法人九州大学 共同主催

日本学術会議第三部、東北地区会議、国立大学法人東北大学 共同主催

AIとIoTが拓く 未来の暮らし — 情報化社会の光と影 —

日時

平成
30年

8/2

木

13:00-
17:40

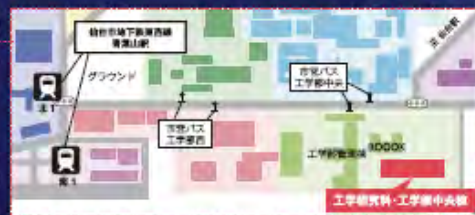
場所

東北大学 青葉山キャンパス
工学部中央棟二階 大講義室

政府科学技術政策であるSociety 5.0で実現を目指す社会では、AI（人工知能）とIoT（Internet of Things）により、必要な情報が必要な時に提供されるようになり、少子高齢化、地方の過疎化、貧富の格差などの課題が克服されると宣言されています。情報化社会の光に関心が集中する一方、AIやIoTによる働き方への影響やセキュリティなどの影も指摘する声もあります。本シンポジウムでは、AIとIoTに代表される情報技術による社会の変革の見通しを論じ、未来社会構築における学術の貢献について議論します。

次第(予定)

主催者挨拶	
13:00-13:10	開会挨拶 大野 英男（日本学術会議第三部 会員・部長、東北大学総長）
講演	
13:10-	「深層機械学習とその意味するもの」 丸山 宏（Preferred Networks社 PPNフェロー）
14:00-	「AIから量子コンピュータまで 先進技術による社会の変革」 久世 和資（日本アイ・ビー・エム株式会社最高技術責任者）
15:10-	「AI/IoT時代の学校教育のあり方」 堀田 龍也（東北大学大学院情報科学研究科教授）
15:40-	「東北メディカル・メガバンク計画の目標と進捗状況— 世界最先端のバイオバンクの構築を目指して」 山本 雅之（日本学術会議連携会員、東北大学メディカル・メガバンク機構長）
総会討論	
16:30-	司 会 徳山 豪（日本学術会議第三部会員、東北大学大学院情報科学研究科教授）
討論者 山極 壽一（日本学術会議会長、京都大学総長）、土井 美和子（日本学術会議連携会員、国立研究開発法人情報通信研究機構理事、奈良先端科学技術大学院大学理事）、丸山 宏、久世 和資、堀田 龍也、山本 雅之	
閉会挨拶	
17:30-17:40	山極 壽一



▶ 仙台市地下鉄東西線
「八木山動物公園」行きに乗車、
「青葉山」駅で下車（乗車時間
9分、料金250円）、徒歩約10分。

▶ 仙台市営バス
青葉山キャンパス経由の路線は
「10系統「青葉台」～「八木山動物
公園」区間」のみとなりますので、
仙台駅よりお越しの方は仙台市
地下鉄東西線をご利用ください。

駐車場のご用意ができませんので、自家用車でのご来場をご遠慮いたします。

参加申込方法

当日参加も可能ですが、参加人数把握のため、下記URL又はQRコードより事前申込をお願いします。
※ 満席の場合は、入場をお断りする事があります。

URL: <http://www.bureau.tohoku.ac.jp/kenkyo/gakujyutsukaigi/form3.html>

お問合せ先

東北大学研究推進課 TEL: 022-217-4840 E-mail: kenkyo@grp.tohoku.ac.jp



入場無料

どなたでも
ご参加できます

後援：一般社団法人情報処理学会 一般社団法人電子情報通信学会 国立研究開発法人情報通信研究機構
大学共同利用機関法人情報・システム研究機構国立情報学研究所、公益財団法人日本学術協力財団、東北大学・飛騨型「科学者の卵養成講座」

AIと人がつくる 未来社会

日本学術会議第三部、近畿地区会議、国立大学法人大阪大学 共同主催

令和
元年 8.1 (木) 13:00 - 17:40
大阪大学 豊中キャンパス 大阪大学会館

入場
無料

AI(人工知能)やIoT(Internet of Things)などの技術の急速な進展に伴い、ロボットと人との共生や、脳科学と情報科学の融合など、新たな技術が数多く創出され、人々の生活や社会システムの中でAIやIoTが様々な形で活用されるようになってきています。一方、社会システムに安易に組み込まれたAIやIoTがもたらすバイアス、プライバシー保護やセキュリティの課題なども問題となってきています。本シンポジウムでは、「AIと人がつくる未来社会」について多角的に論じるとともに、未来社会構築における学術の貢献について議論します。



後援：一般社団法人情報処理学会、一般社団法人電子情報通信学会、国立研究開発法人情報通信研究機構、大学共同利用機関法人情報・システム研究機構国立情報学研究所、文部科学省Society 5.0実現化研究拠点支援事業「ライフデザイン・イノベーション研究拠点」、財団法人日本学術協力財団(予定)

お問い合わせ：大阪大学総務部総務課
Tel.06-6879-7014 Mail: summer-symposium-2019@net.ist.osaka-u.ac.jp

司会

東野 輝夫 (日本学術会議第三部会員、
大阪大学大学院情報科学研究科教授)

次第

- 13:00 主催者挨拶
[開会挨拶]
13:20 西尾 章治郎
大阪大学総長
[日本学術会議第三部・部長挨拶]
大野 英男
日本学術会議第三部会員・部長、
東北大学総長
[関西地区会議代表幹事挨拶]
伊藤 公雄
日本学術会議第一部会員・近畿地区会議
代表幹事、京都産業大学現代社会学部
客員教授
13:20 講演「人と関わる
ロボットの研究開発」
石黒 浩
大阪大学大学院基礎工学研究科教授/
大阪大学共生知能システム研究センター長
14:10 講演「ヒト脳情報研究と
人工脳モデル」
柳田 敏雄
大阪大学大学院生命機能研究科特任教授/
理化学研究所生命システム研究センター長
15:00 休憩
15:20 講演「AI社会の歩き方」
江間 有沙
東京大学未来ビジョン研究センター特任講師
15:50 講演「人とAIを
言葉でつなぐ
～自然言語処理による
言語理解～」
荒瀬 由紀
大阪大学大学院情報科学研究科准教授
16:20 休憩
16:30 総合討論
16:30 「AIと人がつくる未来社会」
司会 徳田 英幸
日本学術会議第三部会員・副部長、
国立研究開発法人情報通信研究機構・
理事長
パネリスト 石黒 浩
柳田 敏雄
江間 有沙
荒瀬 由紀
八木 康史
(大阪大学理事・副学長)
17:30 閉会挨拶
山極 壽一
日本学術会議会長、京都大学総長
17:40 閉会

参加申込方法

参加を希望される方は、下記URL又は
右のコードより事前申込をお願いします。
定員になり次第、事前申込の受
付は終了します。

<http://osku.jp/m0837>



大阪大学
OSAKA UNIVERSITY

公開シンポジウム

参加
無料

Web
開催

健康で長生き

ー未来社会を開くヘルステック・イノベーションー

日本学術会議第三部会、九州・沖縄地区会議、国立大学法人九州大学 共同主催

令和2年 **8.6** (木) 13:00 - 17:40

来るべき高齢社会に、我々が健康に暮らすための新しい技術を生み出す「ヘルステック」は最も期待の高い技術分野である。現在のヘルステックは、データ解析、診断解析などIT技術が中心となっている。今般のコロナ対応の中でも、これら新技術の活用は世界各国で行われたが、個々人の権利への干渉や社会生活にも支障をもたらしかねない問題もはらんでいる。そのような中で、今後、新しい健康情報の取得技術、ヘルステック技術から解明される健康情報をもとに、健康な生活を維持できるための、人に優しい新しい技術が必要とされる。これからの社会を担う新しい価値の創造には、倫理面や幸福論まで踏まえた新しいヘルステック分野の創出が必要であろう。今後、真のイノベーションを生み出していくためには、産業界と学術界がより密接に連携できるような新しい基礎研究の方法論が必要となる。そこで、本シンポジウムでは、独自の研究成果を生み出している研究者や高齢社会を踏まえた価値創出に携わる研究者の講演を通して、これからのヘルステック研究は、何を生み出し、どうあるべきか、真の価値を生み出せる研究のあるべき姿を議論したい。

13:00 主催者挨拶

開会挨拶

久保 千春

九州大学総長

日本学術会議第三部会・部長挨拶

大野 英男

日本学術会議第三部会会員・部長、東北大学総長

世話人挨拶

谷口 倫一郎

日本学術会議第三部会会員・九州・沖縄地区会議副代表幹事、九州大学大学院システム情報科学研究所教授

16:20 総合討論

科学技術と社会、倫理：ポストコロナ時代を乗り越えるヘルステックの迅速な社会実装に向けた「共創」について考える

司会

若塚 信夫

日本学術会議第三部会会員、九州・沖縄地区会議代表幹事、九州大学大学院工学研究院主幹教授

話題提供
「社会の中の科学・
社会のための科学」

小林 傳司

日本学術会議第一部会会員、大阪大学名誉教授

コメンテーター

片岡 一則

玉田 薫

神谷 真子

村木 里志

小林 傳司

17:30 閉会挨拶

山極 壽一

日本学術会議第二部会会員・会長、京都大学総長

17:40 閉会

13:20 公開 講演

「ナノメディシンが拓く
ヘルスイノベーション」

片岡 一則

日本学術会議第三部会会員、
公益財団法人川崎市産業振興財団
ナノ医療イノベーションセンターセンター長

14:10 公開 講演

「ナノの力で光を操る
バイオイメージング」

玉田 薫

日本学術会議連携会員・九州・沖縄地区会議
九州大学先端物質化学研究所主幹教授・副理事

14:50 15:10

休憩

15:10 公開 講演

「化学プローブを精密にデザインして
癌を光らせる！」

神谷 真子

東京大学大学院医学系研究科准教授

15:40 公開 講演

「人間のテクノロジーに対する
適応能力からみたヘルステック
イノベーションのあるべき姿」

村木 里志

九州大学大学院芸術工学研究院教授

16:10 16:20

休憩

参加申込方法

参加を希望される方は、7/31(金)までに下記URL

または右のコードより事前申込をお願いします。

定員になり次第、事前申込みの受付は終了します。

<https://bit.ly/2Y0hEJi>



後 援：福岡県、福岡市、公益社団法人 高分子学会、公益社団法人 日本化学会九州支部、
日本ODS学会、日本バイオマテリアル学会、公益財団法人日本学術協力財団

お問合せ：九州大学 研究・産学官連携推進部 研究企画課 研究総務係

電話番号：092-802-2193

メールアドレス：kissomu[at]jimu.kyushu-u.ac.jp



2 公開シンポジウムの概要報告

(1) 公開シンポジウム「AI と IoT が拓く未来の暮らしー情報化社会の光と影」

開催日時：平成 30 年 8 月 2 日（木）13：00～17：40

開催場所：東北大学 青葉山東キャンパス 工学部中央棟二階 大講義室

日本学術会議第三部、東北地区会議、国立大学法人東北大学 共同主催

公開シンポジウムは、東北大学青葉山東キャンパス工学部中央棟二階大講義室で開催され、計 316 名（内高校生 97 名）が参加した。

・ 講演 1 「深層機械学習とその意味するもの」

丸山 宏（Preferred Networks 社 PFN フェロー）

（要約）

AI という語に混乱が生じている。今日の講演で正しく理解してもらえようになってほしい。現在話題になっている深層学習や AI（Artificial Intelligence、人工知能）は、コンピュータ科学分野の研究テーマを指しているが、その実質的内容は時とともに変遷している。AI が擬人化されて使われているときは、今の技術の話ではなく、SF やポエムの話であるので注意してほしい。深層学習とは何か、ということと端的には関数である。関数をコンピュータ上で作るには、まずどのようなものを作りたいか（出力）ということを決めて、入力から出力が得られるモデルを作り、入出力関係を表すこのモデルを作り、そしてモデルを表すアルゴリズムを作る。一方、深層学習では、例題をまねできる入出力関係だけを作ることを意味しており、モデルは知らなくてよく、作らなくてよい。この技術は自動運転やロボットの応用開発に用いられている。

深層学習の限界を知ることは大事である。機械学習は統計学を基本としている。それは、過去と未来が同じであるということを前提としており、これは重要な前提である。機械学習に用いられる訓練データは、過去の有限データである。訓練データに近い事象については予測ができる。しかし訓練データに近くない事象に対しては、予測できない。このため、訓練データの少ない非常時に対応する予測器は作れない。もう一つの限界は、データのランダムサンプリングの問題である。ランダムサンプリングで訓練データを作るので、システムの動作について 100%の正しさを保証できない。したがって 100%正確なシステムは原理的に作れない。一方、通常のプログラミングにおいても、プログラムの 1000 行に 1 個ぐらいのバグがあることが知られている。したがって、一定以上の複雑さを持つプログラムでは、100%の正確さを期待するこ

とはそもそも難しい。深層学習によるプログラミングでは、どれくらいのエラーが出るのが定量的に評価でき、そこが長所といえる。

深層学習はブラックボックス性があり、計算結果を得られた理由を説明できない、という指摘があるが、説明とは何か？を再考する必要がある。今のところほとんどの深層学習はデジタル計算機の上で実装されていて、その挙動をビット単位にトレースは原理的に可能である。しかし、これはほとんどの人間には複雑すぎて理解不能だろう。複雑な問題を扱えば、説明も複雑となるし、制御も複雑になるのではないのか。その複雑さを許容することが必要ではないか。

もう 1 点、深層学習のようなブラックボックス性を持つ技術として、強化学習に代表されるブラックボックス最適化の技術がある。この場合、最適化の目的関数（効用関数）をどう定義するかが問題である。安全性や公平性など、人が普段「常識」と考えるような制約を目的関数の中に明示的に書き下さねばならないからである。このように、深層学習を代表とする新しいプログラミング・パラダイムにおいても可能性と限界、課題がある。

質問 1：統計学が基盤になるという話であるが、母集団の大きさは開発する人やプロジェクトが決めるのか？

回答：訓練データの大きさは常に尋ねられる問題である。訓練データには、シグナルとノイズが入っている。したがって、一概にデータの大きさについて規定できない。ノイズの大きさを評価して、ノイズが大きければより多くの訓練データを必要とする。

質問 2：ブラックボックスの点について、システムによっては致命的な状況になるので、中身が段階的にわかるとか、一部がわかるとか、そのような解決策はあるか？

回答：どのような説明をすれば納得が得られるかということを定量化できれば、そのような説明はできる。

質問 3：現場で、それを定量化しなければならないということか？

回答：そうである。そのような問題がつけつけられていると思う。

質問 4（高校生）：Chainer（チェイナ、日本の企業である Preferred Networks 社が開発し公開している機械学習に用いるプログラムやそのひな形を含むフレームワークのこと）と TensorFlow（テンソルフロー、Google 社が開発し、公開されている機械学習に用いるソフトウェアライブラリのこと）のどちらを使うか迷っているが、違いを教えてください。

回答：Chainer はネットワークの形を動的に決められる、一方 TensorFlow ははじめからネットワークの形を決めなければならない、というのが一番の違い（講演当時）。いろいろ使ってみて、自分に合うものを見つけてほしい。

- ・ 講演2 「AI から量子コンピュータまで 先端技術による社会の変革」
久世和資（日本アイ・ビー・エム株式会社最高技術責任者）

（要約）

世界の IBM 基礎研究所（14 か所）の研究環境やテーマは非常に多様でユニークである。世界のデータ量は 1 年毎に前年の 2 倍に増えている。データが増えると人だけでそれらのデータ全部を活用できない。IBM ではコグニティブという考えのもとに、コグニティブの中に AI やシステムや人のインテリジェンスがあるというようなトータルシステムとしての考え方を提唱している。その事例として、クイズ番組（Jeopardy!、ジェパディ!、アメリカ合衆国で放送されているクイズ番組）での人とワトソン（IBM が開発した AI）の対戦ビデオから、具体的にワトソンの回答メカニズムを説明する。データの認識、推論エンジン、強化学習におけるロジック強化などが回答率を上げるための開発ポイントである。2014 年にはワトソン事業部が立ち上がり、ワトソンは 45 か国 2000 件の事例で利用されている。適用分野は医療、保健、金融などが挙げられる。医療の活用例では、忙しい医師に替わって最新知識を取り入れて医師の支援をするというシステムが利用されている。ワトソンを白血病の治療に応用した日本の事例をビデオで紹介する。患者の遺伝子と 2500 万件の論文をもとにワトソンが病気の診断名候補を提示し、医師の治療方針の決定を支援した事例である。そのほか、7 万件におよぶ文献から、創薬に結びつく知見を非常に早く見出すことができる事例もある。加えて、油田開発における予期せぬ事態や異常事態への対処、セキュリティ問題への対処、ブドウの品質を向上するためのブドウ栽培地における水の最適散布、パーキンソン病の投薬計画、ハリウッド映画の予告編の作成、など様々な課題にワトソンが活用されている。計算機の大きな問題として電力量の大きさがあり、人間の脳の約 1 万倍の電力が必要であるという視点から、人間の神経細胞の研究が進められている。人間の神経細胞は電力を非常に効率よく使っている処理システムである。また、IBM の量子コンピュータが、8 万 5 千名のユーザーに無料公開されている。サミット（米国のスーパーコンピュータの名称）200Pfllops と比較してどれだけ速いか、計算量を 2 倍するには量子コンピュータでは 1 ビット追加すればよい、など量子コンピュータの新しい技術開発も進められている。

質問 1（高校生）：将棋や囲碁などについても事業化することを考えているのか？

回答：最新の技術を事業化することが大事。技術の限界を示すために人との競争をさせているが、実際には人と一緒になって問題解決をしてゆく、とい

うことが大事である。

質問 2（高校生）：データの学習の際に、テキストと音声、動画などの学習の速度の違い、どのように学習するのかについて教えてほしい。

回答：画像については深層学習が主流であるが、深層学習以外の学習の仕方、例えば理由を示すようなことも必要になるので、学習の仕方や、学習の時間も技術と対象とする問題ごとに違うので、どのように技術を組み合わせて使うかが大事になる。

・ 講演 3 「AI/IoT 時代の学校教育のあり方」

掘田龍也（東北大学大学院情報科学研究科教授）

（要約）

教育工学、2020 年に学習指導要領が変わる教育施策の様子、AI がある時代に生きるための教育とは、という 3 つのテーマについてお話する。研究活動として、キーボード入力のための教育ツールの開発、ツールを使った生徒の記録などとも紐づいていて、学校の学習と家庭の学習が紐づいている、学年ごとに学習の進度などがわかるようになっている。ツールの開発には、タイピングが上手な人のノウハウを入れるようにしてツールが開発したことなどが説明され、教育工学の一端が紹介された。小中高の教育をどう変革してゆくか、というのは非常に重要で難しい問題である。

オンラインでの学習は、どのような生徒に有効か、などについての解析も実行した。学習のコンテンツがオンラインで配信されれば便利であるが、きちんと学習できる生徒は一部に限られる。子供用のデジタル教科書、カメラをつかった実験学習などを開発することによって、アクティブラーニングがしやすくなる。世界と比較しても日本の学校ではコンピュータが十分に導入されておらず、導入されていてもあまり使われておらず、コンピュータを使わなくても学力が高くても良いよね、という風潮があり、問題視されている。僻地の小学校の良さを生かしながら IT 技術を使って学習効果を上げている事例があり、小学校で導入されるプログラミング授業に向けた先生方も準備を進めており、中高のプログラミング授業においても IT 技術は必要不可欠である。教育を語るときには、どのレベルの教育であるかを限定して議論することが大事であり、基盤となる技術の周辺にある社会実装について、様々な視点からの教育が重要である。

質問 1：現場では、デジタルコンテンツがダウンロードに時間がかかる、年度が変わると使用できない、など様々な具体的課題がある。これらは、今後解決がされるのだろうか？

回答：佐賀県の解決の取り組み事例を紹介、しかしながらネットワークの法改

正など時間がかかる。

質問2：学校の先生方がITに非協力的という側面もあり、社会と隔絶した日本の学校の姿がある。行政としてそれを認識されているのかどうか。

回答：非協力的な人は大学にもある。世の中で使われている技術が学校では使われていないという認識はある。IT技術を学校のマネジメントに入れていこう、働き方改革としても大事、という考え方はある。

・ 講演4 「東北メディカル・メガバンク計画の目標と進捗状況―世界最先端のバイオバンクの構築を目指して」

山本雅之（日本学術会議連携会員、東北大学メディカル・メガバンク機構長）
（要約）

東北メディカル・メガバンクは2011年から未来型医療の実現を目指して開始された。ひとりひとりに合った医療や予防医療を実現するためには、遺伝子に基づいた医療が必要であり、それが未来型の医療である。地域住民コホート(cohort)（計84,000人参加）と3世代コホート（計73,000人参加）に対するコホート研究を実施しており、各コホートに対して34ccの血液採取、手厚いアンケート調査など様々な検査と追跡調査を実施している。3世代コホート研究は、米、英では失敗に終わっている。宮城県内35市町村及び岩手県の一部自治体の方々の参加と協力を得られたことによってコホートとバイオバンクを作ったこと、また新しい薬を作るにはバイオバンクを作りゲノム解析をすることは未来型医療に必須である。その結果、日本人に特有なゲノム情報も見い出された。病気の人のゲノム解析は進んでいるが、一般健常人のゲノム情報はきわめて少ない。健常人のゲノム情報と病気の人のゲノム化情報とを比較解析することで、予防に必要な情報を見出すことが可能になる。今後は、産業界との連携やゲノム解析についての知識の普及にも力を注ぎたい。

質問1：コホートは約15万人、そのうち全ゲノム解析を行った人は3,000人というお話だった。それはどういうことなのか？

回答：約15万人の東北メディカル・メガバンク参加者に関していうと、ゲノム解析のうちアレイ解析と呼ばれるものは今年度でほぼ終了する予定であるが、より規模の大きい全ゲノム解析は予算の関係で時間がかかっている。

質問2（高校生）：個人のゲノム解析の普及率はどれくらいか？

回答：我が国における普及率は0である。がんの診断・治療に関係してようやく保険承認されたゲノム解析があるが、まだまだ普及はされていない。しっかり勉強して東北大医学部に入って一緒に研究をやりましょう。

- ・ 総合討論

司会：徳山 豪（日本学術会議第三部会員、東北大学大学院情報科学研究科教授）

討論者：山極寿一（日本学術会議会長、京都大学総長）、土井美和子（日本学術会議連携会員、国立研究開発法人情報通信研究機構監事、丸山 宏、久世和資、堀田龍也、山本雅之

- ・ AI や IoT についての光と陰について焦点をあてて議論を深めたい。

- ・ 話題提供（土井美和子）：

「つながること」をキーワードに光と影を考えてみたい。セキュリティに焦点をあてると、IoT に対する攻撃が攻撃の過半数になって急増している。AI が人の職業に代替され、その割合は日本では 49% という研究がなされている。就職面接も Agent がするのが一般になりつつある。光は 2 点あると思っており、まず集約された知識やデータが利用できる、共有できるということ。もう一つは、人と人・情報と情報のつながりができるということ、例えば保険金額の設定もその場その場の状況に対しての保険を設定できる。法律や、システムや、環境など、これまであった「境界」を破るコミュニケーションが今後重要になってくる。

以下、討論者からの意見：

- ・ 機械は人が与えた価値観に基づいて学習するので、どういう価値観を与えるかを言えること、が大事である。
- ・ 機械は仕事を効率化するためのサポートに使うもの。新しい仕事について、どう使っていくか、ということを考えることも大事。
- ・ これからのキャリア教育は、未知の仕事に就いて活躍するためにはどのような能力をつけないといけないか、が重要である。人がやらなければならない仕事の内容を見極めるためにも、AI についての知識をリテラシーとして持っていることが必要である。
- ・ 診断、治療の決断は医師の仕事。機械はあくまでもサポート。AI に質の高い情報を作り出すために、AI をどう学習させるかという社会構造を考えている。
- ・ 人類の進化から見ると、ヒトは多くの人と交わる方向に進化してきた。その助けとなったのが言葉であり、通信技術である。繋がり方は違ってきてもえり、情報でつながるようになっている。情報によって繋がり方が決められてしまわないか、制約されてしまわないか、価値の一元化になっていないか、ということに危惧している。自ら生きる意味を見つけて、情報を使いながら生きていくことが重要だと考えている。
- ・ 情報が広がっていくデメリットもある。そこも考えておかななくてはならな

い。

- ・ “データを持っている”ということは、非常に重要である。データとデータを関連付け、新たな情報を作り上げていくことが大事であると考えている。分野間で使えるデータ環境を作ることは、日本が生き残っていくためには重要であると思う。
- ・ “人間の強み”が大事である。
- ・ エコーチェンバー (echo chamber) 現象が危惧されている。しかし、そこに日本のチャンスがあるように思う。欧州の GDPR (General Data Protection Regulation、EU 一般データ保護規則)、中国のグレート・ファイアウォールと反対に日本は非常に自由であり、海外から見ると非常に魅力ある国になっているように思う。この自由が持つ意義と価値を考えて生き方を決めていってほしい。

会場からの質問 1：人間とは何かという講義はない。人間ということが分からない限り、機械を使うことの意義も見出しにくい。

討論者からの回答：体験を通じた教育の重要性は変わらないが、体験を機械が代替することはどういうことなのかを体験させることも重要であると考えている。人間とは何かを今一度教育の文化の中に入れていくことは重要であると考えます。

以下、討論者からの意見：

- ・ 遺伝子の約 0.3% が個性、多様性を作り上げている。一方、AI は最適解を見出すように設計されている。人間は多様性を維持する方向に向いていることを忘れてはならない。研究も個性の発露の一環である。
- ・ 現在、人間とは何かという解が揺らいでいる。人間とは分割不可能なものだと考えられてきたが、学術によって分割可能であるということになってきた。社会的にも、法的にも、個人を中心とする主義は価値の一元化の側面を持つ。それが、人間は分割可能で、作り変えることができるんだという可能性が出てきた。事例として遺伝子組み換えがある。人間が作り替えた動物が世界にあふれかえっている。人間が作ったもので覆いつくそうとしている、そういった事態をもう一度考えてみなければならない。人間は他人と分かち合うことができないことを分かち合おうと努力をして社会を作ってきた。しかし、その社会は工学的な技術によって作り変えられ、人間自体の定義も変えることになるかもしれない。人間というものを勉強することに繋がることだと思う。
- ・ 個性は DNA から生じるものではないと思う。経験して学ぶことから生まれることの自由度に比べたら、DNA の自由度はきわめて小さいので。

会場からの質問 2：つながることによって得られる状況は、果たして幸せなのだろうか？時間に追いたてられ、幸せを感じられなくなっている。その不安をどう感じておられるか？

討論者からの回答：同調がキーワード。地域などに物理的なものによる同じさ、が安心感を得てきた。情報によって繋がることによって安心感を得ている、与えているという面がある。情報に追い立てられている面もある。

- ・ 情報に追い立てられるか、うまく使うか、は個人によるところ。
（高校生への質問）スマホがあったほうがよいか、ないほうがよいか？
（高校生からの回答）ないほうが良い人も結構いる。
- ・ しかし、最先端技術は使ったほうがよいだろう。

以上にて、総合討論は終了し、シンポジウムは閉会した。

以上。

＜参考：公開シンポジウム会場の様子＞



〔公開シンポジウム会場の様子〕



〔第三部大野英男部長による挨拶〕



〔東北地区会議厨川常元代表幹事による挨拶〕



〔丸山宏氏による講演〕



〔久世和資氏による講演〕



〔堀田龍也氏による講演〕



[パネルセッションの様子]

(2) 公開シンポジウム「AI と人がつくる未来社会」

開催日時：令和元年 8 月 1 日（木）13：00～17：40

開催場所：大阪大学 豊中キャンパス 大阪大学会館

日本学術会議第三部、近畿地区会議、国立大学法人大阪大学 共同主催

公開シンポジウムは、大阪大学豊中キャンパス大阪大学会館にて開催され、計 340 名（内高校生 170 名）が参加した。

・ 講演 1 「人と関わるロボットの研究開発」

石黒 浩（大阪大学大学院基礎工学研究科教授／大阪大学共生知能システム研究センター長）

（要約）

まず研究室での研究を紹介し、それから未来の話をしよう。2007 年に自分のコピーを作った。そのコピーが実際に講演をして、質疑応答は遠隔からする、という実践を通して、アンドロイドの研究開発をしている。ロボットは人間を映し出す鏡であり、ロボットを通してより深く人間について考察をするということが、ロボット研究の本質である。ヒューマン・ロボットインターアクションという新しい研究分野を立ち上げ、約 20 年が経過した。この分野には、心理学など文系の研究者も加わって、総合的に人間とロボットを研究している。さらに、ロボットの構築を介して人間の記憶や知能や感情というものを解明し、それらの知見をさらにロボットにフィードバックすることが大事である。多数のモダリティ（五感や感覚、姿形、動き、声など）を利用したロボットの対話性能を評価するマルチモーダルチューリングテスト（人間に操作された（遠隔）ロボットと、コンピュータに制御された（自律）ロボットとを比較して、全体的な人間らしさと社会の一員として受け入れられることを評価するテスト）による評価がある。対話型ロボットの出現はそんなに先の話ではない。アンドロイドを対象とした最前線の研究計画や実証実験の様子などを動画で紹介する。10 万年後の人間の進化を考えると、人間の適応は多様性を確保することが最重要になることから、人間の一部に機械を取り込むことも選択肢の一つになりえるだろう。それが生物としての人間を放棄することにはならない。このような人間をどう考えるか、枠を作らずに議論をすることが大事である。未来に向け未知の問題や未解決の問題を考える未来思考学会を立ち上げた。興味がある人は連絡してほしい。

質問 1：ロボットが物理的な物体として存在する意義とは何か？

回答：バーチャルな世界が今後充実してくれば、物理的なロボットとしての存在は無くてもよくなるかもしれない。しかし、今、現実には私たちは物理的な世界を生きているので、そこで人間らしい存在感があるロボットというのは存在意義があると思う。インターネットの世界は、まだ閉じている感がある。その意味でも、物理的な存在としての意味がある。

質問2：心理学とも関連するが、ロボットを使ってもっと人を動かすということが考えられるか？

回答：ロボットの人間らしくない弱い存在感、というものは人の心を動かす部分があり、親近感をもたらす部分がある。

・ 講演2 「ヒト脳情報研究人工脳モデル」

柳田敏雄（大阪大学大学院生命機能研究科特任教授／理化学研究所生命システム研究センター長）

（要約）

最近のAI研究の発展は、深層学習という手法と計算機パワーに拠るものであり、考え方自体は新しいものではない。深層学習のオリジナルな考え方は日本人発。AIにおいて克服しなければならない問題が3つある。一つは、消費電力の問題である。脳の消費電力は、ものを一生懸命考えているときでも考えていないときでも、20Wで省エネである。2つ目の問題は、膨大なデータを学習させなくてはならないし、それに膨大なエネルギーを使うということである。最も深刻な問題として、今のAIは汎用化ができていないという3つ目の問題がある。人間が対処する多様で複雑な問題に対応する知能に関しては、AIはまだ無力である。このような問題を解決し次世代のAIを開発するために、NICT（国立研究開発法人情報通信研究機構）、大阪大学、ATR（国際電気通信基礎技術研究所）が協力してCiNET（脳情報通信融合研究センター）を組織して研究開発を進めている。事例研究として、MRIを活用して脳の活動データをとらえ、データから視覚情報を取り出す研究がある。また、AIと脳をハイブリット結合した情報処理の研究開発も行っている。この研究によって、個人個人の世界観を取り込んだAI構築の可能性がある。さらに、サッカー界で世界的に有名なネイマール選手の素晴らしいプレーの無意識下での脳の状態を表現できれば、他の人にも伝えることができるのではないか、という着想のもとに研究が進めている。様々な情報を脳に入力して、それらの情報が脳の中でどのように処理され、どのようなルールで活動しているかを調べることにより、自発的に情報が入ったときの脳の活動ルールを推定することができる。この研究を発展させて、30年後をめどに目標としていることは、全脳をモデル化することである。脳をモデル化できるということになると、人間

を再生することになる。このようなことが実現できれば、上記の 3 つの問題も解決できる。

質問 1：スポーツ選手の脳を解析する話があったが、その解析したデータを他の人の脳に移植することは可能か？

回答：ニューロフィードバックという“読み取った情報を脳に戻す”という手法がある。例えば、恐怖を体験させるとそれに特徴的な脳活動が出てくる。その脳活動が自発的に出てきたときに、それは恐怖ではないということを脳に教えることができる、無意識下で教えることが可能である。そのような手法を使えば、ネイマール選手の脳情報を他の人の脳情報に教えることができるかもしれない。

質問 2：侵襲型の脳情報の獲得についてはどうか？

回答：外科の先生方とも協力をして現在進めている。

・ 講演 3 「AI 社会の歩き方」

江間有沙（東京大学未来ビジョンセンター特任講師）

（要約）

AI の第 3 次ブームでどのような問題が起きているのか、事例をもとに紹介する。例えば、機械翻訳では医者 の 代名詞を his と自動的に翻訳する傾向がある。医者は男性が多数を占めるという社会のありようをデータから学習しているからである。そのほか、写真をアップロードすると自動認識し、写っている情報をタグ付けするサービスがあり、以前アフリカ系の男女をゴリラとタグをつけた事例がある。また AI を使った採用判定で、男性優位な会社が過去のデータをもとにシステムを作った場合、女性をはじくような結果を出すようになり、開発が断念された事例もある。性別という属性をなくしても、「工学系院卒」の人を採用したいという条件では、そもそもそのコミュニティに女性が少ないという現実社会がある。このように性別や人種などに関する現代社会の差別や偏見が、そのまま機械学習の結果に表れてしまうことに対し、公平性、説明責任/答責性、透明性 (Fairness, Accountability, Transparency : FAT) に関する研究が着目されている。公平性をめぐる問題のほか、医療などでは機械が出した答えがどのように導かれたのかがわからないという説明性をめぐる問題もある。説明可能 AI の研究では、判断の根拠となる部位などをハイライトするなどの技術的な対応が可能だが、ユーザーとしては説明があれば良いというのではなく、何か問題があったときに保証をしてくれるのが問題になる場合がある。これは技術だけでは解決できず、保険など制度的な仕組みの構築も同時に必要になってくる。AI は人権や生命にかかわる分野にも応用されているため、研究者がこのような AI をめぐ

る問題について考えることも重要となる。現在、世界各国で、AI の開発や利活用に関するガイドラインや原則が制定されている。そして、今後どのような社会に私たちは住みたいのかという問いに対して、技術者だけではなく、人文・社会科学や実務家、政策関係者や私たち一般市民も含めて考えていくことが重要である。

質問 1 : AI 技術の急速な発展に、人間はついていけるのだろうか？

- ・ 回答 : ついてゆけるし、ついていけるように協力していくべきだと考えている。問題が出現する前に想像力を持って議論していくことが大事である。

質問 2 : 社会の不平等が AI に反映されているときに、どのように対処すればよいのか？

回答 : 人間社会全体で対応してゆかなければならないが、なぜそのような不平等がでてきてしまうのか AI を社会の鏡、反面教師として使うことが大事である。

・ 講演 4 「人と AI を言葉でつなぐ～自然言語処理による言語理解～」

荒瀬由紀（大阪大学大学院情報科学研究科准教授）

（要約）

人間が書いた文章を機械で処理して知識を収集する、文に書いてある内容を理解する技術：自然言語処理の研究を進めている。言葉を理解する AI は古くからあり、銀行の ATM がその初期の事例で、決まりきった手続きをするという単純なものから始まり、最近では複雑な処理が求められるようになってきている。チャットボット（文字や音声から会話を自動的にこなすプログラム）でカスタマーサポートをするなどが最近の事例である。雑談そのものが AI のサービスにもなっている、マイクロソフトの「りんな」がその例。雑談での会話は、内容が予測できない部分が多いので、会話の高い能力が必要であり、最近研究が盛んな分野である。この分野の研究を現在精力的に進めている。言語理解について、何をもって言語を理解できたとするか、哲学的な問題であるが、現時点では自動質問応答や意味関係の推定など、様々な部分問題に分割し解くことで、言語処理技術の性能を評価している。文章をベクトルで表現し、言語処理を計算として処理している。

質問 1 : 皮肉はどのように扱われているのか？

回答 : 比喩や皮肉など、書かれていることとは違う意味を表す処理は大変難しく、現在研究が進んでいる分野である。

質問 2 : 苦手と嫌いなど対象によって意味が違うような場合は、どのように扱うのか？

回答：非言語的な意図や意味を推定するのは非常に難しく、将来的に研究の進展が期待される技術である。

- ・ 総合討論

司会：徳田英幸（日本学術会議第三部・副部長、国立研究開発法人情報通信研究機構・理事長）

討論者：石黒 浩、柳田敏雄、江間有沙、荒瀬由紀、八木康史（大阪大学理事・副学長）

司会の徳田英幸先生より、下記の通り進行内容が示された。

- ・ 「光と影」をキーワードに議論を進める。まず光と影の事例を示し、八木先生に大阪大学ライフデザイン・イノベーション研究拠点の紹介、その後、ラウンド1ではAIに最も期待するところと最も危惧しているところ、ラウンド2では影の部分を解決するアイデア、人とAIが共生するために必要なこと、その後質疑応答、クロージングステートメントをお願いすることにした。
- ・ 光と影の事例として、AIの民主化（皆がAIを利用している社会になること）が進んだ時、AIは人と共存できるのか、できないのか、自動運転の事故、AIの攻撃（データに対しての攻撃）などが問題になってきている。

八木康史より、下記の通り大阪大学ライフデザイン・イノベーション研究拠点が紹介された。

- ・ ライフデザイン・イノベーション研究拠点では、パーソナルデータを実際の社会の中でどのように使うか、ということを大学の中で実証試験する拠点である。ここで指すデータとは、人のありとあらゆるデータ、健康、教育、エンターテインメントのデータなどを指し、それらを大学という場を使ってイノベーションを起こす実証をすることを目的とする拠点である。事例として、妊婦さんの1000日見守り支援プロジェクト、スポーツ選手の怪我防止支援プロジェクト、個人データを収集することのインセンティブを上げるための仕組みの研究が進められている。

（ラウンド1を開始）

- ・ 人間は技術とともに進化するので、どんどん進化するところが光。データの不具合については30年前からわかっていること、騒ぎすぎ。現在のAIの流れについては米国、米国にかなわないことは明らか、日本独自の路線を見出せていないところが影。
- ・ 自由時間が増えるところは光。時間が増えても意外と人間は遊び方をしらないし、幸せにはなれないんじゃないかというところが影。
- ・ AIのブラックボックスがわかるようになることで人間のことが分かってくるのではないかという点は光、AIが出来上がることで社会が画一化し

てしまうのではないか、AI を疑ったり他の道を探すようなことをやっておかないといけない、新しいことをどうやって見出してゆくか、ということを考えておかなくてはならない、というところが課題である。

- ・ 本当に言葉の壁がなくなるという期待が光、現在の機械翻訳は非常に流暢であるので、機械が作ったフェイクニュースや論文を区別することができない、ということになるのが影の部分になる。
- ・ AI 技術が健康寿命を長くすることが光、個人情報やプライバシーの問題、データ収集における寡占的な実現場に対する施策を考えなければならないというところが影。
- ・ 影を解決するためのアイデアおよび AI との共存についてのコメントをお願いしたい。
- ・ GDPR などデータを勝手に使えない仕組みが作られてきている。欧米に追従するだけでなく、日本からデータの使い方を提唱できれば、影の部分を逆に強みにできるだろう。
- ・ AI の説明可能性、透明性が技術には必要で重要である。疑ってみる、という姿勢を忘れない、反対の意見を常に意識する、ということが重要である。
- ・ 翻訳の世界では 4 か月ごとに新しい結果が出てきており、更新されている。研究者はどのような動機で競争しているのか？
- ・ arXiv(フリーアクセスできる学術論文のアーカイブ)を常に見ながら、非常に厳しい、あわただしい研究競争を繰り広げている。
- ・ 問題は技術の問題ではなく、社会の問題が顕在化してきているのであり、私たちが無意識のバイアスに気づいていないこと自体が問題である。気づくことは難しい、無意識だから。どうやって気付くのかという仕組みを作ることが大事だと考えている。安心して炎上できる場があればよい。違う価値観、考え方を知る場を大学につくればよいと考えている。
- ・ AI により仕事が奪われる、という指摘についてはどう思うか？
- ・ 対人関係や、おもてなしなど絶対に人が必要な仕事は残るので、今まで以上に対人については重要になると思う。
- ・ 意識に上がったデータというのは、すでに言葉になっていて、既にバイアスがかかっていることが多い。それらのデータによって作られた AI は画一的な部分が極めて多くなる。子供の自我形成や教育には大きく悪い影響があると言われている。人間の本質に関わる部分は無意識下にあるので、そのようなデータを AI に学習させないといけないのではないか、と思う。
- ・ 無意識、自分も知らない何かが出てくる、というのは怖くはないか？
- ・ そのような部分もあるが、本音というものがデータとして必要だと考えている。
- ・ 一番大事なのは、技術に光と影があること。それによって人間は進化する。

その進化の途中で人間は人間そのもののことを考える。それが人間だと思う。

質問 1（高校生）：人間は技術革新のなかで進化するというが、AI に替わる将来の新しい技術は何か？

回答：技術を作るのは我々の仕事なので、どんな技術が出てくるかというより、何をつくりますか？という質問だろう。ロボットを作ります。

質問 2（高校生）：AI を恐れている人にも AI の良さについて議論をする土俵を作るにはどのようなことが大切か？

回答：今の AI は何ができて、何ができていないか、ということを議論する場が大事だと思う。AI を研究、開発する側が伝えてこなかったことは何かを検討する必要もある。対話とは双方の側が変わる可能性があることを意味しているので、社会が変わればよいというのは一方向的な見方である。対話がしやすくなってきているという環境を生かして対話を作ることが大事である。

（ラウンド 2 を開始）

- ・ 産業革命以後、労働者たちが機械を破壊するという社会不安が起こった。過去にそのような事例もあるので、技術の良い面、悪い面も含めて公開シンポジウムや、科学ジャーナリズムを介して、相互理解をする必要があるだろう。
- ・ 野村総研から将来無くなる仕事についてのレポートが出ているが、本来は、絶対にやらなくてはならない仕事や新しく生まれる仕事についての議論もすべきである。
- ・ 仕事をしなくても人間は人間、仕事をしなくてもよい時間に何をやるかが問題である。稼いだところが富を分配して社会が成り立つのであればそれはそれでよい。
- ・ AI が浸透してきた時に、どういう社会を作るのが大事である。政治家などがしっかりしていないと楽しい社会にならない。仕事をしていないと幸せでないというところもあるのかもしれない。
- ・ 誰の目線で AI 技術を作ってゆくのか、というところも課題である。技術者が作ると傲慢な面もあり、ユーザー目線で作ることが大事であり、そういう作り方をしないと社会に浸透しない。

質問 3：講演内容と SDGs との関係を教えてほしい。

回答：健康に関連する AI 技術については、SDGs との関係は明らかで大きく関わっており、社会を支える技術になっている。

質問 4（大学生）：第 3 次ブームはいつ終わるのか、終わらないのか？

回答：ブームはだいぶ落ち着いてきて、深層学習技術のできることと限界もわかってきており、このままいくとブームは終わると思う。第4次はいつ来るのかはわからない。

以上、活発な意見交換が行われ、時間切れで閉会した。

以上。

＜参考：公開シンポジウム会場の様子＞



〔オープニングセッションの様子〕



〔公開シンポジウム会場の様子〕



〔近畿地区会議伊藤公雄代表幹事の挨拶〕



〔パネルセッションの様子〕



〔参加高校生との質疑応答の様子〕

(3) 公開シンポジウム「健康と長生きー未来社会を拓くヘルステックイノベーション」

開催日時：令和2年8月6日（木） 13：00～17：40

開催場所：Web 開催

日本学術会議第三部、九州・沖縄地区会議、国立大学法人九州大学 共同主催

公開シンポジウムは、新型コロナウイルス感染症各防止のため当初予定された九州大学伊都地区椎木講堂から Web 開催に変更され、インターネット経由で計 305 名（内高校生（高専生を含む） 80 名）が参加した。

・ 基調講演 「ナノメディシンが開くヘルスイノベーション」

片岡一則（日本学術会議第三部会員、公益財団法人川崎市産業振興財団 ナノ医療イノベーションセンター センター長）

（要約）

“体内病院”を実現して健康を手に入れようという指針を 2045 年頃に実現させようという挑戦をしている。体内に入れるナノマシンの詳細設計、免疫システムとの共生（ステルス機能）、体内で自律的に作動するメカニズムなどについての研究を推進している。このような体内病院が実現されると、癌やアルツハイマー病を克服することができる。それらの克服メカニズムを紹介する。このメカニズムが実際の体内でどのように機能しているのかを把握するためには、基盤技術の開発も重要である。高速走査型共焦点顕微鏡を開発し、生きたまま臓器の中身を見ることができるようになった。その結果、メカニズム解明の知見を活かし、従来の抗がん剤を併用した治療を行い、その効果が示された。これからは核酸医薬の開発が重要である。核酸医薬は、作り方が簡単であり、標的組織（がん細胞）への浸透性が優れているという医薬に求められる特性が実現できる。難治性脳腫瘍に対して、核酸医薬をナノマシンに搭載して投与すると非常に良い効果が得られた。長鎖の核酸医薬 mRNA、抗体医薬を設計する研究が進むにつれて、「体内に薬を送る」から「体内で薬を作る」という最先端研究が、私たちの身近に活かされる時代が来ている。

質問 1：体内病院は、一度入れたら永久に使えるのですか？

回答：一次的か、永久か、は今後考えなければならない。現状では、自然に排出される。将来は、体内情報をとるなどの機能とすればかなり長い

質問 2：mRNA ワクチンの安全性を確保するのは長期間必要なのでは？

回答：原理的には mRNA ワクチンの安全性が保証されるが、未知の作用や副作用

用を考えなければならない。

質問3：運動などで、体内病院を増強できるか？

回答：面白いアイデアだ。運動は筋肉を増強するというが、ワニは動かないのに筋肉はついている。そのようなメカニズムがもっとわかってくると、運動によって体内に物質が作られ、それによって増強される薬剤があるようなことも将来的にはあるかもしれない。

・ 講演1 「ナノの力で光を操るバイオイメーjing」

玉田 薫 （日本学術会議連携会員、九州・沖縄地区会議、九州大学先端物質化学研究所 主幹教授・副理事）

（要約）

「局在表面プラズモン共鳴現象」を社会に役立てたい、ということが研究の動機。金属ナノ粒子を合成し自己組織化により単層シートを作成し、このシート状にすることで表面に光を閉じ込めることができ、強い光の場ができる。この作用を利用して、界面の表面部分のみの、世界最薄の表面の界面を見ることができるようになる。このメカニズムを細胞の界面に応用することにより、細胞にくっついた際の硬さを測ることができる。これらのメカニズムを利用することにより、局在プラズモンシートを使うと細胞のナノ構造や動き（65 nm=1 pixel）が捉えられる。この技術を利用して、「高速」で「高解像度」でなければ見られない現象をとらえ、がんなどの疾病の病態（例えば、がん細胞の運動性）を捉えられる。幹細胞の分化を幹細胞発現期の初期段階で判定や、疾患の特定ができる可能性がある。さらに AI 技術との融合により、鮮明な分子細胞画像が得られれば、細胞の特徴を自動的に抽出することができ、細胞の特性の分類にも応用できる可能性がある。これらの技術を新たなサイエンスイノベーションに繋げ、社会の様々な選択肢を増やすことができる。

質問1：複数のマーカーを準備しなくても画像から病気を識別できる可能性があるということだが、その見通しは？

回答：多種多様のデータを高速で大量に取得・処理することで、マーカーを使わずに疾患を識別するアプローチが近年注目されている。

質問2：プラズモン基板を病理組織にも応用できるか？通常の検出では得られない機能が見つかれば高感度の診断法となるのではないか。

回答：検出の目的での使用も可能である。

質問3：iPS細胞の分化を測定できるか？iPS細胞の不良品を見つけるようなシステムとして応用できないか？

回答：そのような使い方に役立たないかとまさに思っているところ。高分解

の細胞情報をそのような検出に応用できればと思っている。

・ 講演2 「光プローブを精密にデザインしてがんを光らせる」

神谷真子 (東京大学医学系研究科准教授)

(要約)

見たい分子に特異的に結合・反応して蛍光するプローブを開発している。生体分子イメージング、疾患イメージング、超解像イメージングなどに使うプローブを開発している。特に、がんのイメージングを紹介する。がんの外科医療は、以前はがん病変と周辺組織も大きく取り除く指針であったが、予後は必ずしもよくない。現在では、必要最小限取り除くということが必要であるということになっている。そこで、がんの特徴的なバイオマーカーを認識して蛍光シグナルを発する蛍光プローブを設計することが重要である。がんなどの病態により発現量が変化するエキソペプチターゼを標的としたプローブの分子設計について精力的に研究を進めている。実際に、卵巣がんモデル、肺がんモデルに対して迅速にがん検出ができる。乳がん臨床検体に対しても蛍光イメージングを行い、実組織の内部で蛍光シグナルことが上昇することが分かり、実際に、この部分でがん組織に対応していることが明らかになった。他のがん選択的に蛍光されるプローブを開発し、食道がんを選択的に蛍光するプローブを開発した。さらに、カルボキシペプチターゼの発現や活性の変化が種々の疾患と関連することに着目し、対応する蛍光プローブの開発を推進したところ、前立腺がんについて迅速、高感度の蛍光プローブを開発できた。蛍光プローブが術中診断薬として活用を広めてゆくこと、蛍光プローブライブラリーやデータ解析手法を発展させることにより、医師のサポート、個人に合わせた治療薬や治療法や選択、早期発見を含むヘルスチェックに役立てるなどの社会貢献を実現したい。

質問1：実現可能性と問題を教えていただきたい。

回答：食道がんの検出が一番進んでいる。臨床試験が済めば実現する段階に来ている。

質問2：静脈注射で投与したときの、がん組織のプローブの集積率、時間を教えてほしい。

回答：我々は局所的な投与・噴霧によるがん検出を目標としている。局所投与することにより、投与量・毒性を低減できる。

質問3：細胞の中にも入っていった検出しているのか？

回答：局所投与の場合、プローブが浸透できる深さ・範囲でのがん細胞を検出できていると考えている。光を検出原理としている蛍光観察の限界でもある。

・ 講演3 「人間のテクノロジーに対する適応能力からみたヘルステックイノベーションのあるべき姿」

村木 里志 (九州大学大学院芸術工学研究院教授)

(要約)

キーワードは適応能力。現代のテクノロジーの発達速度はきわめて速く、人がテクノロジーに適応しているとは言い難い。テクノロジーが人間を弱くしているという点も指摘されている。将来のテクノロジーは、人類の超人化を目指しており、人間の能力を拡張することを目指しているので、新たな問題が発現する。VR(Virtual Reality、人工現実感や仮想現実のこと)はその例として挙げられる。テクノロジーは人間の能力や環境を強化、改善している。しかし適応しないと弊害が出る。加えて、テクノロジー社会の中で長い高齢期をどのように生きるか、という問題もある。望ましいテクノロジーとは？高齢者に優しいテクノロジーは衰えた心身をサポートする。しかし弊害として、テクノロジーに頼りすぎて心身の健康が害されることも予想される。高齢者が無理なく適応できること、個々の生活や生き方を尊重できるような、テクノロジーが高齢者に寄り添うような社会が求められる。

質問1：高齢者はテクノロジーを受け入れる人と、受け入れない人とがはっきり分かれるということであったが、受け入れられるようになるにはどうすればよいのか？

回答：これまでの人生の経験に拠っているところが多い。テクノロジーに触れる機会が従来よりも増えているので、今後は受け入れない人も変わっている可能性がある。

質問2：アシストに頼りすぎると心身が弱ることに対してそれを防ぐ対策はあるか？

回答：生物は使わない機能は衰えるという原則はある。負担が大きいときは使い、楽をするためには使わない。

質問3：アシストを使うと予想していなかった能力が下がることが考えられるが、それを予測できるか？

回答：テクノロジーの社会における影響を前もって調べる、発信するということは今後大事になる。身体の問題は心にも、社会にも影響があるので、そのインパクトを社会に伝えるべき。

質問4：テクノロジーで高齢者に生きがいは作れるか？

回答：人によって違うのではないかと。こうあったほうがというのはないが、テクノロジーが前面に出るのではなく、縁の下の力持ちのような関係がよいと思う。

- ・ 総合討論 科学技術と社会、倫理：ポストコロナ時代を乗り越えるヘルステックの迅速な社会実装にむけた「共創」について考える

司会：君塚信夫（日本学術会議第三部会員、九州・沖縄地区会議代表幹事、九州大学大学院工学研究院主幹教授）

コメンテーター：片岡一則、玉田 薫、神谷真子、村木里志、小林傳司

話題提供：「社会の中の科学・社会のための科学」

小林傳司（日本学術会議第一部会員、大阪大学名誉教授）

（要約）

自然と人間の関係（：自然を征服する（1968 年ごろから減少）、自然に従う、自然を利用する）の意識が 1968 年と 1973 年の間にある。この年代は、公害、GDP2 位、心臓移植と社会手続きの訴訟、このころから生活にテクノロジーが目に見えて入って来る年代、原発反対運動が始まる年代、アポロ計画の予算削減と国家がん法（1971）、OTA(Office of Technology Assessment、米国議会技術評価局)、ローマクラブの成長の限界（1972）、第 1 次オイルショック、アシロマ会議（1975）などが目をひく。この時代は、科学技術万能時代から懐疑へ（70 年代）と移り変わっていくが、その後ハイテク時代（80 年代）を迎える。さらに冷戦の終了と共に、科学技術政策の本格政策化が世界で始まり、「何のための科学技術か？」ということ問うようになる。社会的に実装可能な科学技術が重視されると共に、その意義についての論争も生じた。そうした中で、21 世紀の科学の在り方について、1999 年のブタペスト会議の「科学と科学知識利用に関する世界宣言」（知識のための科学、平和のための科学、開発のための科学）が発表される。また、ヒトゲノム計画の開始と共に、ELSI (Ethical, Legal and Social Issues)、ELSA((Ethical, Legal and Social Aspects)あるいは RRI(Responsible Research and Innovation)が重視される時代が始まる。ただし、日本では生命科学の問題と狭く理解され、他の科学技術の分野には広まらなかった。ブタペスト会議から 20 年、World Science Forum 2019 にて新たな宣言が発表され、世界の well being に貢献する科学の重要性が強調された。問題は、研究者が良かれと思うことが社会にとって良いとは限らない。科学者が社会の声を聴く必要がある。何のための、誰のための科学技術を考えるか、を考える場所を作る、科学者が自律し、科学者が提案する、ということが重要になってくる。

質問 1：やってはいけないことをあらかじめわかるものか？

回答：科学と倫理という質問であろう。科学技術がやってはいけないことは何なのか、という問題の答えを出すための原理原則を議論せずに日本は来てしまったのではないか。しかし、今世界はどういう原則の下に科学技術を進

めるべきかを議論しているのだ。

質問2：コロナの危機的な状況での危機の乗り越え方についてのアイディアはあるか？

回答：3か月前にウイルス専門家が言っている話と今言っていることは違う。不確実性がある。科学者が示すデータも確かではない。そのようななかで、政治が決断をしてゆく状態に現時点である。政治には、その科学の不完全さを容認しながら、政治的決断をしてゆかなければならない覚悟が必要になる。新しい技術を使うことで成果を創出することは第3部が取り組むべきことではないか。

質問3：一般の人は、年齢とともに新しい技術に適応できなくなっていくのではないか？

回答：多くの人は高齢化とともに新しい技術に適応できなくなっていく、ということは経験則である。まだまだ工夫をして人の高齢化に対応する技術開発をする余地はあるのではないか。

・ 総合討論

司会：君塚信夫（日本学術会議第二部会員、九州・沖縄地区会議代表幹事、九州大学大学院工学研究院主幹教授）

コメンテーター：片岡一則、玉田 薫、神谷真子、村木里志、小林傳司

司会の君塚信夫先生より以下の1)～5)のテーマについての問いかけに、コメンテーターから意見が寄せられた。

- 1) 人に寄り添うテクノロジーとは？個人に合わせて変化してゆくような技術を取り入れていくロボット技術はどの程度可能であるか、また実現できているのか？
 - ・ 会話ロボットを例にとると、現在ではまだ難しい。試行錯誤と問題解決を積み重ねて言うことが今の方針である。しかしながら、寄り添うということは本当にどういうことなのかを考えると、技術的な問題だけでなく、使う人自身がどれほど許容できるかという問題もあり、一筋縄ではいかない。
- 2) 体内病院の話題において、adaptive、つまりで病気になってから効くのではなくて、病気になる前に病気の兆候をとらえて効果を発揮するようなインテリジェンスをもつナノマシンの設計は可能か？
 - ・ 体内病院の最終的な目標は病気を意識しないで健康に生きることであるので、将来はそのようなadaptiveなことも考えることになる。まずは使ってもらい、その後段階的に発展させることになる。
- 3) 「見える化」テクノロジーの重要性と必要性について。例えば動的に減少をとらえることなど、どのような技術開発の要請があるか？

- ・ 実際の体内の化学反応は非常に複雑であり、それをとらえなければならない。捉えられないと体内での薬の効き方がわからなくなり、薬として使えないことになる。したがって、見える化は非常に重要、それも複雑な実環境の中で見える化が必要である。見える化が研究を進める基盤にもなる。
 - ・ なぜ見えないとならないのか？視覚情報は五感の中でも非常に信頼できる情報となっている。見ることによって脳が活性化され、さらに見えないものまで見えてくるといことがある。人が研究をしている限り、見えるということが研究の推進力になる。
- 4) 膨大な試行錯誤が必要な物質設計における AI の応用の可能性についてはいかか？
- ・ AI はまだ使用していないが、これまでは網羅的に検索して設計していたところを、計算科学を使って効率的な検索をしようという試みを開始している。
 - ・ 癌の兆候を示す物質をとらえることができるプローブを設計できる可能性はある。
- 5) 個人の医療情報、と社会と対話、AI との関係について、どういう問題があるか？どう考えるか？
- ・ 科学者が考えている未来の時間設定と、社会が考えている時間とはギャップがある。社会では今すぐにでもできると考えがちである。また、科学者は将来を明るく設定しがちでもある。それらのギャップを対話で埋めてゆくことが重要である。データが蓄積されるのは必然であるが、それによって実現される社会とはどういう社会であるか考える必要がある。単に健康寿命を延ばすことがよいのか、認知症の問題が大きくなれば科学を総動員しなければならない。その際に研究費をどのように配分するのか、優先順位まで考えることが必要になる。社会経済的なことも含めた将来科学の設計についてのコミュニケーションが、本当は要るのではないかと思う。膨大な情報をどう扱うかは世界的に議論がなされており、やらなくてはならない問題ではあるが、おおもとの議論も必要であろう。

(質問) 理系、工学系の研究者が一般の人たちと将来を考えてゆく、協創するというについて、どう考えるか？

- ・ 社会需要が重要であり、社会に受け入れられる研究成果であることが重要である。将来のあるべき姿を研究者自身が自分で考え、対話をしてよいものを作っていくことが大切である。将来社会に新たな法律を作ればそれで解決するというものではない。患者のゲノム情報は、患者さん個人への治療に活かす時代が近づいている。しかしながら、健常者のゲノ

ム情報を活用するということには、社会における議論が必要である。社会からの役立つ科学への要求も受け止めながら進めてゆく必要があるのではないか。

以上、活発な意見が交わされ、終了時間が来て閉会となった。

以上。

＜参考： オンライン公開シンポジウムの様子＞



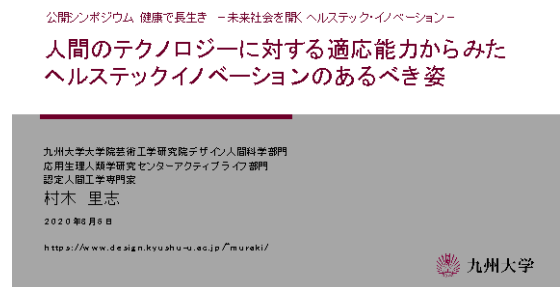
[片岡一則氏による講演]



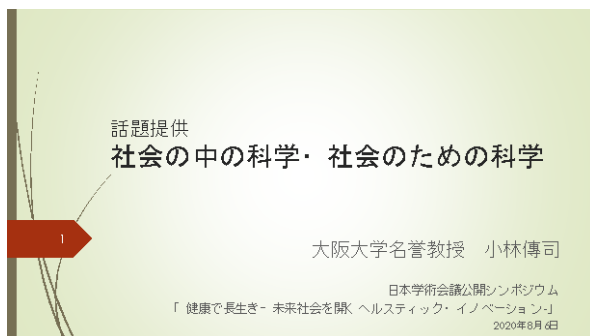
[玉田 薫氏による講演]



[神谷真子氏による講演]



[村木 里志氏による講演]



[小林傳司氏による話題提供]

3 今後の活動について

科学は光だけでなく影もあるのだというテーマは普遍的問題である。第 24 期を振り返ると、開催した 3 回のシンポジウムはいずれも魅力的なテーマを設定することができ、さらに第三部の夏季部会と同時に開催したこともあり、活発な情報交換と意見交換がなされて意義があったと考える。特に、高校生の積極的な参加を促すための勧誘活動や啓発活動は、第三部の特徴にもなっており、科学の様々な知見や側面を若い世代へ伝え、繋げるよい活動ができた。第 24 期第三部「科学技術の光と影を生活者との対話から明らかにする」分科会としては、第 25 期以降においても、このような活動を継続してほしいと考える。

加えて、今後の議論が必要なテーマとして以下の 2 点が考えられる。

- ・産業界では熟練の技術が少なくなってきており、人間だけが持っている様々な能力が機械化され、我々の世界の中においても反発と共感が存在する。そのようなテクノロジーを我々がどう活かして「生き方」に繋げていくのか。そのような課題についても、議論していただきたい。

- ・デジタルツイン社会におけるデータ収集やデータの信頼性についても、今後取り上げる必要がある。加えて、データのオープン戦略についても、これからの大きなテーマとなる。COVID-19 関連においてもデータの正確さやリアルタイム性についての課題もあり、今後のさらなる議論の必要がある。

以上の 2 点を、今後の活動において議論の必要性が求められる点として指摘し、本記録の結びとしたい。