

日本学術会議中部地区会議ニュース

No. 147

(日本学術会議 in 富山 特別号)

2019. 10

I. 日本学術会議 in 富山 (第一部) (於 富山大学 黒田講堂会議室)

「SDGs への重点取り組み状況説明」

渡辺 美代子 (日本学術会議副会長・科学技術振興機構副理事)

「富山大学での SDGs への取り組み説明」

堀田 裕弘 (富山大学大学院理工学研究部教授)

II. 日本学術会議 in 富山 (第二部) (於 富山大学 黒田講堂ホール)

学術講演会「富山から発信する学術研究と SDGs 対応」

第1部 学術研究：脳科学と和漢薬

「記憶の神経科学的実体」

井ノ口 馨 (富山大学大学院医学薬学研究部教授)

「和漢薬を基盤とした神経疾患治療薬開発」

東田 千尋 (富山大学和漢医薬学総合研究所教授)

第2部 学術研究と SDGs

「気候変動と富山の水循環」

張 勁 (日本学術会議連携会員・富山大学大学院理工学研究部教授)

「クリーンエネルギー開発」

椿 範立 (日本学術会議連携会員・富山大学大学院理工学研究部教授)

「富山市の取り組み」

本田 信次 (富山市政策監)

パネルディスカッション

モデレーター 堀田 裕弘 (富山大学大学院理工学研究部教授)

パネラー 張 勁 (日本学術会議連携会員・富山大学大学院理工学研究部教授)

椿 範立 (日本学術会議連携会員・富山大学大学院理工学研究部教授)

山極 壽一 (日本学術会議会長・京都大学総長)

本田 信次 (富山市政策監)

寺西 雅幸 (クラリアント触媒 (株) 取締役テクニカルセンター長)

上口 勇三 (前富山市自治振興会連絡協議会副会長)

III. 日本学術会議中部地区科学者懇談会コーナー

「日本学術会議第178回総会傍聴記」

竹内 章 (科学者懇談会富山県幹事・富山大学名誉教授)

○令和元年度第1回日本学術会議 中部地区会議運営協議会議事次第

開催日時 令和元年6月28日(金)
10:00～11:00

開催場所 富山大学 事務局 5階 大会議室

議 事

1. 中部地区会議運営協議会について
2. 地区会議代表幹事の報告
3. 学術講演会について
4. 地区会議ニュースについて
5. 平成30年度中部地区会議事業実施報告について
6. 次回地区会議の開催について
7. 科学者懇談会各県幹事との打合せ会

「和漢薬を基盤とした神経疾患治療薬開発」

○張 勁 (富山大学大学院理工学研究部教授)

「気候変動と富山の水循環」

○椿 範立 (富山大学大学院理工学研究部教授)

「クリーンエネルギー開発」

○本田 信次 (富山市政策監)
「富山市の取り組み」

パネルディスカッション

来場者 345名

○日本学術会議 in 富山 (第一部)

開催日時 令和元年6月28日(金)
11:10～12:25

開催場所 富山大学 黒田講堂会議室

講 師

- 渡辺美代子 (日本学術会議副会長)
「SDGsへの重点取り組み状況説明」
- 堀田 裕弘 (富山大学大学院理工学研究部教授)
「富山大学でのSDGsへの取り組み説明」

参加者 43名

○日本学術会議 in 富山 (第二部) 学術講演会「富山から発信する 学術研究とSDGs対応」

開催日時 令和元年6月28日(金)
13:00～17:15

開催場所 富山大学 黒田講堂ホール

講 師

- 井ノ口 馨 (富山大学大学院医学薬学研究部 教授)
「記憶の神経科学的実体」
- 東田 千尋 (富山大学大学院理工学研究部教授)

I. 日本学術会議 in 富山(第一部)

SDGs への重点取り組み状況説明

渡辺 美代子
(日本学術会議副会長・
科学技術振興機構副理事)

日本では、政府を中心に民間企業や大学など、多くの機関が SDGs を合い言葉のように掲げていることを皆さんはよくご存知だと思います。17色の SDGs 徽章を胸につけたスーツ姿の方々を目にされることも多いことでしょう。日本の多くの機関と人々が世界中の課題に対する目標である SDGs を真摯に受け止め、それに取り組む姿勢を示すことは、意義深いことと言えます。では、日本以外の世界では同じようなことが起きているでしょうか。私が出張する欧米、アジア、アフリカの国々でこのような光景を目にすることはありません。SDGs が採択された会議場の米国では、徽章どころか、多くの講演の中に「SDGs」という言葉すら出てきません。もちろん SDGs について質問をすればそれなりの答が返ってきますから、私がお会いする方々がそれぞれ考えていることは確かです。これらのことから、立場を超えて多くの人々が SDGs に関心を寄せ、一致団結して取り組みを前面に出しているのは日本だけかもしれないのです。それは素晴らしいことですが、一人ひとりが SDGs を自らの問題と捉えて真剣に取り組むためには、批判の目を持つことも必要ではないでしょうか。

まずここで、SDGs についてごく簡単にご紹介いたします。2015年9月、ニューヨークの国連本部で開催された「国連持続可能な開発サミット」にて、150を超える加盟国の参加のもとその会議の成果文書として、「我々の世界を変革する：持続可能な開発のための2030アジェンダ」が採択され、このアジェンダが「持続可能な開発目標(Sustainable Development Goals website : SDGs)」であることは多くの日本人が知るところとなりました。SDGsの詳細は多くのウェブサイトで紹介されていますのでここでは省きますが、世界に196あると言われている国の多くの合意を得

て、2030年までに達成すべき世界中の共通の課題を17の目標という形でまとめたことはとても意義深いことだと思います。

次に、世界の学術界が SDGs に対してどのような対応をとっているのか、ご紹介します。世界の科学者の代表機関と言われている国際学術会議(International Science Council : ISC)は、前身の International Council for Science (ICSU) が SDGs の採択直後の2015年に SDGs に対する論評を出しています。これについては科学と社会委員会にて沖大幹委員より紹介いただきましたが、その論評では、これまでにない不平等や消費などの重要課題が取り上げられたことを評価しつつ、全体として何を目指しているのかを示す統合目標と説明が必要、目標やターゲット間のトレードオフと相補性を続報で特記すべき、他の国際合意との整合性が必要、目標達成に必要な政府以外の関係者が十分に取り込まれていない、目標が多すぎるなどの問題提起がされています。また、私が海外出張でお会いした各国の学術会議に相当する科学アカデミーとの対話では、米国、ハンガリー、オランダ、ポーランドの科学アカデミーが SDGs には消極的であり、新興国の代表とされる南アフリカでは積極的に取り組んでいるという状況を確認いたしました。

では、日本学術会議は SDGs についてどのような姿勢で取り組むべきか、2018年4月の総会で、各部に議論をお願いいたしました。その結果、積極的に進めるべきという意見と共に、批判的であるという意見もあり、学術会議会員の意見は多様であることがわかりました。積極的に進めるべきという意見の根拠は、「社会との対話」を今期の方針として掲げている学術会議は世界共通の課題に取り組む必要があること、地球規模の課題に取り組む際の共通言語として使用することが有効、研究が社会にとってどういう意味があるかが問われる際その正当化に使うべき、研究者が研究の意義を考え語るための手段と捉えるべきなどのご意見でした。一方批判的であるべきという意見は、SDGs であれば誰も文句を言えなくなるような方向を懸念すべき、政府主導の潮流に単に取り込まれない注意が必要、学術が学術以外のものに縛られるのは問題という懸念によるものでした。また、学術会議の SDGs 取り組みに対する提案もたくさん寄せられました。日本らしいものや日本らしい

やり方を提言できるとよい、芸術やスポーツなど17の目標に該当しない課題を拾うべきではないか、社会実装を目指す研究の場合はSDGsを物差しとして使えば良い、これからの提言だけでなく過去の提言の振り返りをSDGsに関係させて行うことが必要、提言作成時にSDGsとの関係を紐付けることなどの提案がありました。これらの意見をもとに、学術会議としては批判の姿勢を持ちながら推進し、できるだけ日本らしい取り組みを目指すこととなりました。また、学術会議がSDGsに貢献するとともに、SDGsの観点から学術会議の体質改善を図ることも方針として掲げました。

日本らしい提言を考え、学術会議の体質改善も図るために、現在の日本のSDGs取り組みが世界の中でどのような状況にあるか、まずは知ることが必要です。SDSN (Sustainable Development Solutions Network: 持続可能な開発ソリューション・ネットワーク) という非政府組織 (NGO) とドイツのベルテルスマン財団が共同で、2016年より毎年各国の取り組み状況を“SDG Index and Dashboards Report” という形で公表しています。今年のレポート2019年版も既に出されたので、これまで4回報告が出たこととなります。SDGsの17目標に対して、各国の取り組み状況を「達成済み」、「近づきつつある」、「課題多い」、「達成までほど遠い」の4段階で評価しています。日本に対する評価は、4年間を通して若干変化がありますが、大きい変化はありません。

2016年から毎年、日本が「達成済み」とされているのは唯一「目標4:すべての人々への、包摂的かつ公正な質の高い教育を提供し、生涯学習の機会を促進する(教育)」です。最新の2019年度版で、この教育に対する「達成済み」の評価が得られたのは経済協力開発機構(OECD)加盟国36ヶ国の内3ヶ国のみ、カナダとフィンランド、そして日本だけです。つまり、SDGsの観点からすれば、日本の教育は世界に誇るべき素晴らしいものだということです。「達成済み」と評価された要因には、初等中等教育の普及率に加え、高等教育の普及率やOECDによる15歳生徒の学習到達度調査(PISA)結果などがあります。初等教育から高等教育まで、幅広く多くの人々に教育の機会を提供して実際に普及していることは、日本にいと当然のように思われますが、世界の常識ではないことがわかります。私たちは、この日本

の教育をもっと誇りに思ってもよいのではないのでしょうか。

一方、2016年から毎年、日本が「達成にほど遠い」と評価され続けている目標が3つあります。それは「目標5:ジェンダー平等を達成し、すべての女性及び女兒の能力強化を行う(ジェンダー平等)」、「目標13:気候変動及びその影響を軽減するための緊急対策を講じる(気候変動)」、「目標17:持続可能な開発のための実施手段を強化し、グローバル・パートナーシップを活性化する(パートナーシップ)」の3つです。このうち、目標13の気候変動で「達成にほど遠い」となったのは、2019年の対象の36ヶ国中31ヶ国ありました。つまり、気候変動についてはほとんどの対象国ができていないという状況で、この課題の難しさを表す結果となりました。また、目標17のパートナーシップでは同様に過半数の14ヶ国がこの評価となり、こちらも多くの国にとって難しい課題だと言えます。ところが、目標5のジェンダー平等についてはたった5ヶ国のみがこの評価となっています。日本のジェンダー平等がこの評価となった要因には、国会議員の女性の少なさ、男女間賃金格差、家事労働など賃金に換算できない労働への男女間格差が挙げられています。日本でジェンダー平等が進まない状況は国内外の多くの人々が認めるところですが、これはSDGsの観点からも重大の問題とすることができます。

このような状況をもとに、学術会議では今期から第23期の提言を中心にSDGsとの関係づけを行い、その関係を学術会議のホームページで紹介することにしました。目標1から17まで、それぞれの目標に対して学術会議の提言がどのような関係にあるのか、簡単にたどり着けるように表示しています。日本語版は2018年5月28日から、英語版は同じ年の9月4日に公開を始めました。当初は一日に40件程度の閲覧しかありませんでしたが、今年4月から6月には毎日約120件の閲覧がされるようになりました。また、総合工学委員会においては小山田耕二幹事が中心となって、2008年度から2017年度に公開した10年間の提言285件をMIMAサーチというテキストマイニング方式を用い、SDGsとの関係を分析しました。その結果、学術会議のこれらの提言は、目標1から17までにバランスよく関係していることが示されました。SDGsが国連で決議される前から、

学術会議は提言という形で世界の課題に取り組んできたということが出来ます。

学術会議は従来から、提言提出時にはチェックリストで提言に不備がないことを確認してきました。今年からは、このチェックリストにおいて、各提言がどのSDGsと関連しているのか任意で提出することとしました。また、SDGsとの関係を国際的に発信するために、英語タイトルも必須で提出することにいたしました。このように、単に学術会議が提言を通してSDGsに貢献するだけでなく、学術会議が提言を作成する段階においてSDGsとの関係を意識し、世界の課題との関係を考えるという学術会議の体質改善を図る一つの施策となりました。

学術が世界の社会課題にどう向き合うのか、その一つの方策がSDGsの取り組みだと言えます。さらには、2030年の先をどう考えるのか、これは学術会議にとって重要な課題ですが、これについては現在、学術会議の「日本の展望2020検討委員会」で議論しています。この内容をSDGsとの関係で紐解くことが、SDGsに貢献し、SDGsの先を提案する大きな力になり、そして日本学術会議が持続可能な未来を世界の人々に描き示すことにつながると確認いたします。

富山大学でのSDGsへの取り組み説明

堀田 裕弘

(富山大学大学院理工学研究部)

富山市と国立大学法人富山大学は、平成20年10月に「富山市と富山大学との連携協力に関する包括協定」を結び、文化、教育・研究、環境、産業、まちづくり、健康、国際交流等のさまざまな分野において、人的交流及び知的・物的資源の相互活用その他の連携協力を推進することにより、それぞれの活動の充実を図るとともに、地域社会の持続的な発展に資することを目的とし、様々な連携協力を行ってきた。

平成30年6月、富山市は内閣府の「SDGs未来都市モデル事業」に選定されたことにより、持続可能な公共交通網の形成(社会)と自立分散型エネルギーマネジメント(環境)、社会イノベーション(経済)の融合による都市レジリエンスの強化を目指している。これに伴い、富山市が持続可能な付加価値都市として持続発展すべき要件、また、富山大学が知の拠点として提供すべき視点をマッチングすることで連携を推進し、さらに、富山大学の知見を活かしながらSDGsの目標の達成を目指し、富山市の産学官連携先導的モデルとして普及展開に寄与するために、幾つかの取組を行い始めた。具体的には、富山大学で、エネルギーマネジメントについては大学の実証技術の活用、社会イノベーションでは自然資源の持続可能な経済システムの形成、教育環境の充実ではSDGsアプローチを活用したESD(Education for Sustainable Development)の実践・普及展開等を試みている。これにより、大学の知見を活かして富山市と共同で各種調査を実施することで、SDGs未来都市モデル構築の推進に貢献することを目的としている。

2018年度に実施した内容としては、以下を行った。実施した事業について概説する。

- (1) 富山市SDGsモデル事業における都市エネルギーマネジメントに関する調査研究
都市デザイン学部・工学部が主となり実施し

た。学内のA棟とB棟をEMS (Energy Management System) で融通し、管理システムで空調・照明の制御を行うことを最終目的として、そのシステム構築に関連する測定機器の設置を行った。また、公共施設と大学の類似施設、数か所のエネルギー・ポテンシャル診断を行った。

A棟では、利用用途の異なる建物間のエネルギーを融通させ、エリア全体のエネルギー効率化を図り、B棟では空調設備の最適利用、見える化、ダウンサイジング等によりゼロエネルギービル(50%)の構築を目指した。エネルギー使用量の計測は、2018年12月末から行い始め、建物全体の電力使用量としてデータ分析を行う。電力計測については、クランプオンセンサやクランプログ、多回路エネルギーモニタやLAN対応ユニットを分電盤や屋外機に設置し、BluetoothやSDカード等によりデータ収集を行った。大学施設は、一般企業の事務棟とは異なり、不規則な電力使用量がみられ、その変動も大きいことが見える化できた。このことより、電力量の需要予測が非常に難しいことが明らかとなった。さらに、ハロゲン照明とLED照明を有する体育館、講堂、講義棟、実験棟、附属小中学校等のエネルギー使用量を計測した。

これらの測定データを分析することで、EMS導入の可能性として、「個」のデマンドレスポンス(DR: Demand Response)ではなく、「面」としてのDR、地域資源(再生可能エネルギー)を活かした自立・分散型エリアの構築により、平時にはエネルギー削減によるBCPエリアの強化、災害時には頼られる防災拠点となる方向性について示した。

(2) 富山市におけるESG (Environment Social Governance) 投資活用に関するポテンシャル調査

経済学部と極東地域研究センターが主となり実施した。ESG投資としてのグリーンボンドの導入可能性について整理した。企業や地方自治体等が、国内外のグリーンプロジェクトに要する資金を調達するために発行する債券をグリーンボンドと呼ぶが、主な特徴として、資金調達の使途がグリーンプロジェクトに限定される。調達資金が確実に追跡管理される。それらについて発行後のレポートを通じ透明性が確保される。などの特徴がある。

最終的に、富山らしさのあるまちづくりへの投資として、

- ・再エネに限らずに、富山市の豊かな自然資源を最大限に活用
- ・富山湾の漁業にMSC (Marine Stewardship Council、海洋管理協議会) 認証を
- ・富山の森にFSC (Forest Stewardship Council (R)、森林管理協議会) 認証を
- ・コンパクトシティに貢献するマンション建設、住宅ローンの資金に
- ・呉羽山トレイルを整備して、自然保全 + 健康増進へ
- ・ターゲットを絞った奨学金を整備してUJターン

などを提唱した。

(3) 富山市のSDGs達成に向けたESDの推進

都市デザイン学部が主となり実施した。「富山市の課題」解決に向けたESDを中学校で推進するための「富山市SDGs-ESDコンソーシアム(仮称)」の構築を進めた。以下を通して、持続可能な地域の担い手を育み、富山市のSDGs達成に貢献することをコンソーシアムの目的とした。

- ・中学生の富山市の課題に対する理解を深める
- ・中学生の「富山市」と「世界」の関係についての理解を深め、グローバルな視点から「地域の課題」を考える力を育む
- ・中学生の「持続可能な社会の担い手」としての意識を醸成する

まず、教員対象のプレワークショップを平成31年2月2日(土)に開催した。このプレワークショップを開催することで、中学校・高等学校の先生方とのネットワーク構築を行うことができた。講演会「今なぜ「地域」と「探求」が必要なのか? ~新学習指導要領が求める教育~」と題して、浦崎太郎氏(大正大学地域構想研究所・教授)に講演を行って頂いた。次に、公開授業として「都市デザイン学総論」課題成果発表会を行った。富山市内の施設について、グループごとにSDGsの観点から考察し、提案を行うというものである。「富山駅周辺に生活必需品の店を増やす」、「呉羽山公園内の旧8号線に横断歩道やアンダーパスをつくる」などの提案があった。さらに、地域課題発見ワークショップ「呉羽丘陵の自然と文化を学

び・広め・伝えよう」を平成31年3月16日(土)に開催した。参加者は、附属中学校生徒、富山大学都市デザイン学部学生、教員、科学博物館学芸員、立山黒部ジオパーク専門員である。午前はフィールドワークとして、中学生が大学生の案内で呉羽山山頂までの自然やインフラを見学し、各自が知っている情報を積極的に共有し、教員・学芸員・ジオパーク専門員が補足説明を行うことでフィールドワークの有用性を高めた。午後は、ワークショップを行い、中学生と大学生が呉羽丘陵における地域の課題について整理するとともに、対策案を考え、地域の課題・対策案を発表した。これら一連の活動を通して、環境省の地域循環共生圏の創造のコンセプトに合致した、「とやま地域循環共生圏」の創生に向けた「協働プラットフォーム」の構築を行っている。

最後に、「地球科学」「都市交通」「材料開発」を基軸とした「都市デザイン学」を極めることがSDGsの達成に繋がると考えている。また、SDGsのDevelopment Goalsを達成するためのDesignをどう実践するかを都市デザイン学部が富山大学のSDGsの取組を先導して行うことで、富山大学全体におけるSDGsへの関心度を高め、どのように貢献するかを個々や組織で考えるよい機会になったと思っている。

II. 日本学術会議 in 富山(第二部) 学術講演会「富山から発信する学術研究とSDGs対応」

<学術講演会要旨>

記憶の神経科学的実体

井ノ口 馨

(富山大学大学院医学薬学研究部教授)

1. はじめに

記憶は、学習時に活動した特定の神経細胞集団(セルアセンブリ)という形で脳内に残った物理的な痕跡として保存される。この細胞集団(記憶エンGRAM細胞集団)が、記憶痕跡である。学習時に同期活動をした神経細胞同士は強いシナプス結合で結ばれるため、何らかのきっかけで一部の神経細胞が活動すると、このエンGRAM細胞集団全体が活動し、その結果として記憶が想起される。異なる記憶には異なるエンGRAM細胞集団が対応する。

脳が持つダイナミックで柔軟な性質の1つに、異なる記憶同士を連合して新たな意味を持つ記憶を形成する記憶アップデートの能力がある。例えば、「犬のように足が四本で動く生き物は動物」、「カラスのように羽があり空を飛ぶ生き物も動物」といった記憶が関連づけられて、「動物とはこういうものだ」という記憶(知識・概念)が形成される。知識や概念の形成は、異なる経験を通して獲得した記憶を既存の記憶に付け加えていく作業である。すなわち、脳内では個々の記憶同士が相互作用し合うことにより記憶間で新たな連合が生まれ、既存の記憶が更新されていく。このように複数の記憶が連合することで新しい意味を持った記憶が形成されるが、連合のセルアセンブリメカニズムは不明であった。

関連性の弱い記憶同士の不必要な連合や記憶のアイデンティティの喪失は、PTSD(心的外傷後ストレス障害)を始めとする精神疾患や記憶障害を伴う認知症等に密接に関わっていることから、記憶の連合のセルアセンブリメカニズムの解明は医学的な見地からも重要であった。

2. 記憶の連合に関わるセルアセンブリ

マウスを用いて、記憶が連合するセルアセンブリメカニズムを解析した。異なる記憶同士の連合学習系として、味覚嫌悪学習 (CTA) と音恐怖条件付け (AFC) を組み合わせた新たな行動実験系を確立し、それぞれの記憶が関連づけられる仕組みを調べた。いずれも扁桃体を必要とする学習課題である。CTA は条件刺激としてサッカリン水溶液 (甘い水)、無条件刺激として塩化リチウム投与を用いた。塩化リチウム投与は内臓倦怠感を引き起こすため、学習後マウスは元々好物だったサッカリン水溶液を忌避するようになった。一方で AFC は、条件刺激としてブザー音、無条件刺激として足への電気ショックを用いた。学習後、マウスはブザー音を聞くと恐怖反応であるフリージング (すくみ) 反応を示すようになった。

それぞれの記憶を個別に形成させた後、それぞれの条件刺激 (サッカリン水溶液とブザー音) を連続してマウスに与えて両記憶を同時に想起させると、その後マウスはサッカリン水溶液を飲むとフリージング反応を示すようになった。この結果は、独立に形成した CTA 記憶と AFC 記憶が連続した同時想起により相互作用したことを示している。

また、その際に CTA 記憶と AFC 記憶を司る扁桃体領域において、各記憶に応答して活動した記憶痕跡細胞集団を catFISH 法により特定したところ、連続した同時想起を行った群で両記憶を担う記憶痕跡細胞集団のオーバーラップ率の有意な増加が認められた。この結果は、オーバーラップした記憶痕跡細胞集団が両記憶の関連づけを担っていることを示唆している。

CTA 記憶と AFC 記憶の連合が成立した結果生じるサッカリン水溶液の摂取によるフリージング反応と、それぞれの記憶に対し活動する記憶痕跡細胞集団との関係を明らかにするため、オーバーラップした細胞集団のみを ArchT で標識し、その活動を光遺伝学的に操作した。連合記憶の想起時に光照射でオーバーラップ細胞集団の活動を一過的に抑制したところ、連合の結果生じるサッカリン水溶液によるフリージング反応が低減した。一方、オーバーラップ細胞集団の活動抑制は元々の CTA 記憶、AFC 記憶の想起には影響を与えなかった。

以上の結果より、CTA 記憶と AFC 記憶の両記憶間の高次連合は、連続した同調想起により扁桃

体で生じる記憶痕跡細胞集団の重なりによって引き起こされていることが明らかになった。加えて重要な点として、記憶の連合のみに関与し、元々の記憶の想起には必要でない記憶痕跡細胞集団が存在することがわかった。本研究によって、記憶同士をつなぐ特定の記憶痕跡細胞集団の存在とその機能的な役割が初めて明らかになった。

3. 記憶のアイデンティティを保つ仕組み

上述したように、記憶同士が連合するときには、それぞれの記憶に対応するエンGRAM細胞同士が共有化され、その結果として記憶同士が連合する。一方で、それぞれの記憶が相互作用しても元々の記憶のアイデンティティは保たれているが、どのような仕組みによりアイデンティティが保たれているのかは不明のままである。

マウスに、扁桃体を必要とする学習である音恐怖条件付けを行った。5 時間間隔で「7KHz の音 + ショック」、「2KHz の音 + ショック」の 2 つの条件付けを行うと、各記憶に応答して活動した扁桃体のエンGRAM細胞集団は 60 パーセントという非常に高い共有率を示すと同時に、2 つの恐怖記憶の間に相互作用が形成された。その一方で、マウスはそれぞれの記憶を区別しており、記憶のアイデンティティは保たれていることがわかった。これに対して音情報を司る大脳皮質の聴覚野においては、それぞれの音に反応して活動した音のエンGRAM細胞集団は低い共有率 (20 パーセント) を示し、2 つのエンGRAM細胞群は独立していた。

以上から、扁桃体では 2 つの音恐怖記憶が同じエンGRAM細胞群により担われているのに対して、聴覚野では 2 つの音記憶は異なるエンGRAM細胞群が担っていることが分かった。これらの結果から、聴覚野の 2 種類のエンGRAM細胞群は、扁桃体の同一の音恐怖エンGRAM細胞上にシナプスを形成していることが想定された。

扁桃体のエンGRAM細胞上の異なるシナプスが、記憶のアイデンティティを担っている可能性を検討するため、聴覚野のエンGRAM細胞と扁桃体のエンGRAM細胞の間のシナプスに長期抑圧 (LTD) を誘導し、その影響を調べた。2 つの音恐怖条件付けを 5 時間間隔で行うにあたり、最初の 7KHz の音に対して活動した聴覚野エンGRAM細胞を oChIEF で標識し、扁桃体に投射している神経終末の活動を光照射で操作して LTD を誘導

した。その後、マウスは 7KHz の音に対し低いすくみ反応を示し音恐怖記憶の減弱を示したのに対して、2KHz の音恐怖記憶は影響を受けず正常だった。この実験では、聴覚野の 7KHz エングラム細胞と扁桃体の音恐怖エングラム細胞の間のシナプスのみに LTD を誘導していることから、この結果は記憶のアイデンティティはエングラム細胞上に存在する異なるシナプスの可塑性が担っていることを示している。

4. まとめ

以上、記憶の持ついくつかの重要な特徴についてそのメカニズムを明らかにしてきた。記憶の関連付けに関しては、エングラム細胞の共有化が連合を担っていること、また、記憶の連合のみに関与し、それぞれの記憶の保存や想起には関与しない細胞集団が存在することを発見した。一方、記憶のアイデンティティに関しては、他の記憶と関連しつつ個々の記憶のアイデンティティが保持されるメカニズムは、シナプス特異的な可塑性が担っていることを示し、シナプスレベルでの記憶エングラムの存在を明らかにした。

さて、脳神経科学の究極の目標は、人間の精神の営みを理解することである。私たちの精神の営みのおおもとには知識がある。たとえば、私たちが何か考える時、思考のおおもとには過去に獲得した知識があり、それを照合しながら新しい事柄を考えていく。創造性も同じである。過去の知識がベースになっている。もし記憶することができなかつたり、新しいことを覚えても忘れてしまつたりして 知識を形成することができなければ、精神的な営みもできない。そういう意味で、「記憶」は人間の精神の営みの一番おおもとにある。すなわち、記憶のメカニズムを明らかにすることは、精神の営みを解明するための第一歩となる。最近の研究により、記憶の物理化学的メカニズムの理解は大きく進捗したが、それらの知見を精神の営みの理解に繋げるためには、乗り越えなければならない山がまだまだ沢山ある。また、記憶の研究成果を PTSD、あるいは妄想などの陽性症状を伴う統合失調症などの精神疾患、さらには記憶障害を伴う認知症等の疾患の病態の理解に繋げ、それら疾患の予防・治療法の新たな創出に発展させていくこともまた、これから残された大きな課題である。

和漢薬を基盤とした 神経疾患治療薬開発

東田 千尋

(富山大学和漢医薬学総合研究所教授)

1. 認知機能向上作用を示す和漢薬の基礎研究と臨床研究

高齢化が進む現代社会において、こと認知症有病率の将来推計は年々高く推移している。患者の増加を食い止められない理由は、有効な治療薬がないためである。アルツハイマー病治療薬として承認されている薬剤は、そのメカニズムからいって対症療法薬であり、進行性に神経回路網が破綻していくアルツハイマー病に対しての根本治療薬とは言い難い。近年は、病因物質である amyloid β ($A\beta$) に対してその生成抑制や分解を狙った新しいアルツハイマー病治療薬の創薬が盛んであるが、残念ながら $A\beta$ を減少させる薬剤では認知機能の改善につながらないようである。

アルツハイマー病期の 20 - 30 年前にさかのぼる無症状期から、既に脳内の $A\beta$ の蓄積が始まっており、アルツハイマー病の診断が下されたときには、脳内の神経回路網の破綻が進行していると考えてよい。病気の発症原因を減少させることが出来ても、脳機能の回復が達成されない大きな理由はこのためである。そこで私たちは、“神経回路網が破綻した後からの修復を可能にすることがアルツハイマー病の記憶障害改善にとって決定的に重要である”、という考えに基づいて、和漢薬研究を進めてきた。

私たちは、 $A\beta$ によって誘発される神経回路網破綻に対して、それを修復する活性を和漢薬から探索し、diosgenin に強い活性があることを見出した¹⁾。Diosgenin はステロイドサポゲニン化合物であり、滋養強壯を効能として漢方で用いられている山薬 (ヤマノイモ *Dioscorea japonica* またはナガイモ *D. batatas* の根茎) の成分として知られている。培養神経細胞に $A\beta$ を処置し軸索と樹状突起を萎縮させた後から diosgenin を処置すると、突起の再伸展が認められた。そこでアルツハイマー病モデルの 5XFAD マウスを用いて、diosgenin の抗アルツハイマー病作用を *in vivo* で

検討した。記憶障害が進んだ6-7か月齢の5XFADにdiosgeninを20日間投与したところ、野生型マウスと同程度にまで記憶障害が改善した。また5XFADマウスでは、大脳皮質や海馬に多く沈着するA β プラークと重なる場所に、軸索変性を示す像である軸索終末の球状化と前シナプスの肥大が認められ、また神経原線維変化(tauの過剰リン酸化)も顕著であった。diosgenin投与群ではこれらが有意に減少した。

diosgeninが脳内の軸索を正しく伸展させるのかを確かめるために、記憶形成に関わる脳内回路のひとつである海馬から前頭皮質に投射する軸索に着目した。記憶障害が発症している5XFADマウスの前頭皮質に蛍光逆行性トレーサーを注入し、標識された海馬の神経細胞体数を定量することで海馬から前頭皮質への軸索投射の有無を定量した。野生型マウスと比較すると5XFADマウスでは海馬-前頭皮質間の回路が減少していることが示された。しかし5XFADマウスにdiosgeninの投与を14日間行くと、海馬から前頭皮質への軸索投射が増加することが示された。

Diosgeninは、正常マウスに投与してもその記憶能力を強化する作用があり、その際、前頭皮質と海馬における神経細胞の発火頻度が有意に増加し、その部位での軸索密度も増加していた。Diosgeninはアルツハイマー病時だけでなく、正常な脳に対しても認知機能の亢進作用を有していることが示唆された²⁾。

Diosgeninの直接の標的分子を明らかにするために、drug affinity responsive target stability (DARTS)法を用いて網羅的に解析した結果、diosgeninに結合するタンパク質として、1,25D₃-membrane-associated rapid-response steroid binding protein (1,25D₃-MARRS)が同定された^{1,2)}。1,25D₃-MARRSは、生体内の活性型ビタミンD₃が、核内転写を介さない速い細胞内応答を引き起こす時に結合する受容体として知られていたものであった。1,25D₃-MARRSの神経系での機能は報告されていなかったが、私たちの研究によって初めて、記憶改善に至る新たな経路として1,25D₃-MARRSを介した軸索伸展現象が示された。

さらに、diosgeninによって1,25D₃-MARRSが刺激された後に神経細胞内で起きる変化を検討したところ、heat shock cognate (HSC) 70が減少す

ることを見出した^{3,4)}。

Diosgeninを含有するヤマモエキスによる、健常人の認知機能向上作用を検討する臨床研究を行った⁵⁾。20歳から81歳までの28名の参加で、ランダム化二重盲検クロスオーバー試験により実施し、認知機能をRBANSによって評価した。ヤマモエキスを3カ月間服用すると有意にRBANS総得点が向上し、特に中年以上でその効果が顕著だった。この結果は、diosgeninを含有するヤマモエキスが記憶能力を含む認知機能を活性化させることを示唆する。この結果にもとづき、ヤマモエキスが製品化されている⁶⁾。

2. 筋肉萎縮改善作用・運動機能改善作用を示す和漢薬の基礎研究

脊髄損傷においては、特に受傷後慢性期に至ると治療法の開発は未だ成功例がない。私たちは、慢性期では脊髄損傷部局所での軸索形成のみならず、萎縮した骨格筋に働きかけそれを改善したり、あるいは骨格筋から何らかの神経活性化因子を分泌させるような薬効を見出すことができれば、臨床での有効性をより期待できるアプローチになると考えた。そういった活性を見出すために、初代培養した骨格筋細胞に生薬エキスを処置し、その培養上清を初代培養大脳皮質神経細胞に処置した場合軸索伸展を示す活性をスクリーニングした。125種類の生薬エキスのうち、ニクジュウヨウエキスがその活性を示した。ニクジュウヨウエキスを受傷後慢性期の脊髄損傷マウスに投与すると運動機能と骨格筋萎縮を改善させることを見出した。ニクジュウヨウの主成分として知られているacteoside投与でも同様の効果が見られた⁷⁾。Acteoside投与した脊髄損傷マウスの脊髄では縫線脊髄路の伸展が認められるとともに、運動神経に投射する前シナプス密度の増加も示された。Acteoside処置により骨格筋から分泌される因子を探索した結果、pyruvate kinase M2 (PKM2)を同定した。細胞外PKM2は軸索伸展活性と骨格筋増殖促進活性を併せ持つことが初めて明らかになり、PKM2が新しいmyokineであること、PKM2を介して慢性期脊髄損傷の機能回復が起きていることを示唆する知見を得た。

現在私たちは、ニクジュウヨウエキスでの臨床研究を進めている。

3. 成果をヒトに届ける

食薬区分によってレギュレーションを受けている和漢薬において、単味エキスとしてその機能性を活用する選択肢としては、現在、機能性表示食品、特定保健用食品および一般用医薬品としての開発がある。将来的には医療用医薬品としての開発に向けた制度も整備されることが期待される。確かな効果があり、何がどのように作用するかも明確で、かつ安全性の高い医薬品が、和漢薬研究から生み出される可能性が大いにある。

気候変動と富山の水循環

張 勁

(日本学術会議連携会員・
富山大学大学院理工学研究部教授)

はじめに—寒ブリの断

“雷鳴響けど「からブリ”、“不漁・・県産ブリ恋し”。2016年1月、富山のメディアはこの話題で持ち切りであった。「富山湾の王者」である寒ブリの水揚げ量は、例年の1割まで落ち込んだ。1割の減少ではなく、9割減だ。理由として、イワシなどのブリの餌が不漁だったことと、水温や塩分など海洋環境の異常が指摘された。2016年1月には、前年のエルニーニョの影響でブリが好む水温15～17℃の海水が富山湾内に流れ込んでなかったことが一因とされた。今後、日々進行する地球温暖化は、このエルニーニョと同様に、海水温上昇が恒常化して海流の変化を引き起こし、海洋の重要な基礎生産者である植物プランクトンから、食物網の上位にある大型魚類にまで影響を及ぼす可能性が高い。分かりやすく言うと、富山の食卓を飾る魚たちの顔が変わる日はそんなに遠くないのである。

ベルトコンベア、地球の“エアコン”

今年の2月、世界海洋大循環ベルトコンベアの提唱者ウォーレス・ブロッカー (Wallace Smith Broecker) 先生が逝去された。ブロッカー先生は、世界の3つの大洋は、1本のベルトコンベア (熱塩循環) でつながっているという大胆な説を唱えられた。メキシコ湾流で北上した高塩分海水が、冬季の冷却により密度を増し、北大西洋北部のグリーンランド沖で深層へと沈み込む。沈み込んだ海水は、次第に変質し、周りの海水と混合しながら大西洋を南下し (北大西洋深層水)、インド洋と太平洋で上昇し、表層を経て再び大西洋へと帰ってゆく。その循環時間は放射性炭素¹⁴Cから1000年以上と推測された。これは、70年代に米国主導で実施されたGEOSECS (Geochemical Ocean Sections Study: 地球化学的大洋縦断研究) 計画という地球化学的手法による海洋の物質循環研究の画期的な成果であった。このダイナミック

文献

- ¹⁾ Tohda C et al. Sci Rep 2012;2:535.
- ²⁾ Tohda C et al. Sci Rep 2013;3:3395.
- ³⁾ Yang X et al. Sci Rep 2018;8:11707.
- ⁴⁾ Yang X et al. Front Pharmacol 2018;9:48.
- ⁵⁾ Tohda C et al. Nutrients 2017;9:E1160.
- ⁶⁾ <https://resilio.co.jp/>
- ⁷⁾ Kodani A et al. J Neurotrauma 2019;36:1935-1948.

な海洋循環系が地球の気候そのものを支配し、いわば地球の“エアコン”的な存在であるとの見方が強い。もし、ノーベル賞に海洋環境枠があれば最有力候補といえる方であった。

海の 3D 診断：全ての海を 1 枚の写真に

ガガーリンの“地球が青かった”の一声で有名な地球全体を写した 1 枚の写真を、今は誰でも“目にする”ことができる。一方、海洋の“懐”の流れを目で見えるように把握することは依然として難しい。海洋や気候のバランスが崩れ始めている今、海洋の実態の把握は一刻も争う緊急事態である。化学元素をインクのように駆使して海洋循環を捉えた GEOSECS 計画から 30 年が経ち、GEOSECS の第 2 フェーズとして、GEOTRACES (微量元素・同位体による海洋生物地球化学研究) 計画が考案されはじめたのは 2000 年代の初頭であった。この間の観測・分析・データ解析・シミュレーション技術の進展は著しく、周期律表をまるごと使い、複数の化学元素やその同位体を“指紋”として海水の“出身と履歴”を追えるようになっていた。2004 年に GEOTRACES のサイエンスプランを策定し、翌 2005 年に承認され、全球レベルでの観測・分析方法の校正を経て、ようやく 2010 年より真の“化学海洋学大航海時代”の幕開けとなった。現在は 40 カ国以上が参画して、“全ての海を 1 枚の写真に！”を目標として、精力的に「海の 3D 診断」を行っている。

既に、6 大陸 17 カ国により 40 以上の断面観測を完遂し、太平洋・大西洋・インド洋・極域を網羅する、海水・粒状物質・堆積物・生物・エアロゾル・雨などのデータを公表している。その象徴的な微量元素・汚染物質・放射性核種・安定同位体など、500 以上のパラメータと用途を下記に挙げる。

- Hydrography データ：ポテンシャル水温、CTD 塩分、塩分、CFC (11, 12, 13)、SF6、He、Ne
- 生物地球化学データ：溶存酸素 (Winkler or CTD)、リン、シリカ、硝酸 (NO₃、または NO₂+NO₃)、亜硝酸、アルカリニティ、溶存無機炭素、溶存有機炭素、PH、全窒素
- 栄養塩と水の同位体
- その他、GEOTRACES プログラムの象徴的な

微量元素、汚染物質、放射性核種、安定同位体等パラメータ等

- 海洋の生産性と生態系を制御する微量栄養塩：例えば、Fe、Zn、Cd、Cu、Ni、Co、Mn
- 海洋のプロセスをトレース：例えば、Al、REEs ; Ra、Th、³He、¹⁵N、Nd 同位体
- 海洋における汚染物質：例えば、Pb、Hg
- 古海洋・古気候復元のプロキシ：例えば、Cd、²³¹Pa、²³⁰Th、¹⁵N、³⁰Si、Ba、εNd 同位体

日本の大河—対馬暖流とその上流の東シナ海

歴史的に大河が文明を育んできた。日本に大河は流れていないが、対馬暖流が“日本海の大河”と言えるのではないか!! 亜熱帯に起源を持つ黒潮の 1 つの枝分かれとして、対馬海峡から日本海に入り、風下の日本列島に温暖な気候とモイスターをもたらす。古海洋の最新研究成果によると、対馬暖流が親潮に変わって日本海を流れ始めたのはおおよそ 6000 年前で、周辺域の平均気温を 4℃も上昇させた。これは古墳の記録からすると、ちょうど縄文人が日本海沿岸に定住した時期と合うらしい。

日本海に流れる込む海水の 9 割以上が東シナ海からで、まさに大河の上流である。古くから東シナ海には豊かな漁場が形成されており、周辺国にとって重要な漁場であると同時に、日本海や本州南岸へ回遊する水産生物の繁殖場としても重要である。しかし近年、過剰漁獲による資源減少に加えて、温暖化の影響も懸念されている。

温暖化の影響把握が強く求められているが、将来予測するための海洋における現場観測や調査は極めて難しい。それは、地球上の海はつながっているのだが、そこには見えない海の“境界”がある。大学の授業でも、どこかでのアウトリーチ講話でも、“日本の○○○面積は世界 No.6 を知っている？”と問いかけると、間違いなくその場がシーンとなる。その極みは、海事関係の実習生相手の講座だった。無理もない。排他的経済水域 (Exclusive Economic Zone : EEZ) に関しては、理解するフォロワーがあまりも少ない。

EEZ の交錯した海域における観測実施の重要性を理解して現場の苦境を打破するために、2017 年に政府間海洋学委員会傘下の「西太平洋に関する政府間地域小委員会 IOC/WESTPAC (以下

WESTPAC)」において、9カ国（現在12カ国加盟）が参画する「北西太平洋の縁辺海域における国際共同研究」の枠組みを構築するワーキンググループ（WG06：著者が議長）が発足した。「西部太平洋縁辺海における共同研究の枠組み：大陸と外洋間のエネルギーと物質交換」（A framework for cooperative studies in the Western Pacific Marginal Seas: Energy and materials exchange between land and open ocean）と題し、国際的な協力コミュニティを活性化して、学際的共同研究航海の計画・実施を目的としている。現在、北西太平洋に隣接する南シナ海・東シナ海・日本海・オホーツク海の4つの縁辺海域における共同観測調査を進める計画が検討され、本格的に国際的共同作業を始動している。特に東シナ海では、済州島南西海域の韓国の排他的経済水域（EEZ）を中心としたモニタリング海域としてPEACE（Program for East Asian Cooperative Experiments、2000年以後非公式の研究集会の名称を継承）を設定して、現在、関係国で協力しながら日・中・韓で共同観測を推進している。

2019年4月にWESTPACの第12回政府間会合がマニラで開催され、SDGsの中でも特にSDG14のゴールを目指した「持続可能な開発のための国連海洋科学の10年」（以下UN10）について様々な取り組みが議論された。WESTPAC地域は人口が多く海洋への影響も大きい。今後は、UN10を視野に入れたより長期的な活動を進め、本計画の枠組みに基づいた国際的な共同研究によるSDGsへの貢献を目指している。

北半球地球環境の縮図～富山の高低差4000mモデル

富山が面する日本3大深海湾の1つである富山湾は水深1000mを超え、背後の陸域には標高3000m級の北アルプス立山連峰が聳えている。僅か数十kmの水平距離で4000m以上の落差をもつ富山は、世界的にも非常にユニークな地形をしている。一般的に中緯度では、山の高さが100m高くなると、北側に緯度1度増した気候とほぼ同じになると言われている。おおよそ北緯37度にある富山県では、3000m級の立山山頂あたりは北緯67度、つまり北極圏（北緯66度33分）と同程度の気候になる。北アルプスの高山地帯はほとんど北極圏周辺や寒帯と同じ気候・植生になっている一方で、富山湾の表層水には熱帯由来の対馬暖

流水が滑り込んでおり、南方の魚介類も運んでくる。日本最南端の沖ノ鳥島（北緯20度25分）から最北端の択捉島（北緯45度33分）まで、日本列島を立てることができれば、富山の高低差4000mと似たような環境になる。富山は、海洋・沿岸・都市・里山・森林・高山などをコンパクトに有し、気候などの環境変化と人間社会との関わりがあり様がリアルに映し出されている。つまり、富山は北半球を網羅する地球環境の縮図モデルとして捉えることが可能なのである。

私が在職する富山大学は、地域に日々顕在化する各種地球環境問題の解決策を見出すことが期待されており、これまでも地方自治体などとさまざまな共同研究を推進している。私は地域の水循環の解明を基軸として、広い視点で近未来における市民一人一人の幸せな生活の持続的発展に資する水利用に関して、行政の指導や施策の根拠付けを目的とする活動を推進してきた。富山の水資源は量的・質的に優れた特性を有しているが、近年加速する気候変動や異常気象によると思われる影響が顕著に現れ始めている。これら陸域の環境変化は、日本列島全域に熱と水蒸気をもたらす日本海の表層海水温上昇に起因するものと考えられる。さらに沿岸海域の生態系も、陸域から輸送される河川水や地下水起源の栄養塩の成分・量の変化に同調して変化が現れ始めた。このように、「陸域—海域」を網羅する水循環システムおよび生態系システムの全貌を把握し、それらの変化をいち早く反映して評価する手法開発の重要性・緊急性が日々増大している。

おわりにかえて

我々人類が住む地球の気候変化の過去45億年にわたる歴史は、地球上の約7割を占める海洋の変化の歴史と同義とも言える。しかし現在、そのバランスが急激に崩れ始めており、この実態を一刻も早く把握して、さらに21世紀の気候変化をより正しく予測することは、これからの海洋環境研究の要である。

今年、大阪で開かれたG20に先立ち、日本学術会議が議長としてG20の科学アカデミー代表がサイエンス20共同声明「海洋生態系への脅威と海洋環境の保全—特に気候変動および海洋プラスチックごみについて—（仮訳）“Threats to Coastal and Marine Ecosystems, and Conservation of

the Ocean Environment? with Special Attention to Climate Change and Marine Plastic Waste”」を採択署名して、3月6日に首相官邸で安倍総理に手渡された。また、9月19日には、地球温暖化に対する日本を含めた世界の取り組みが遅すぎると、日本学術会議会長の山極寿一京都大学総長は「将来世代のための新しい経済・社会システムの早急な変革」などを訴える緊急メッセージを出した。9月23日に米国ニューヨークで各国首脳が温暖化対策などを議論する「国連気候行動サミット」に向けて、近藤智洋・環境省地球環境局長にメッセージは手渡された。

国連が2015年に定めたSDGsの達成目標期限は2030年である。掲げられた17の目標を達成するための大きな環境的な基盤は、海洋が握っている。SDGsの目標達成に向けた各国や企業・団体・個人の行動をサポートするとともに、全球的な海洋研究の推進により、地球環境の健全化を進めていきたいと考えている。

クリーンエネルギー開発

椿 範 立

(日本学術会議連携会員・富山大学大学院
理工学研究部教授)

クリーンエネルギーの開発は広い分野をわたっているが、ここでは化学・化学工学の観点および筆者の専門分野から、低炭素社会を実現するために、バイオマス利用、二酸化炭素の触媒的な転換、メタン（シェールガス、天然ガスの主成分）の化学転換を中心に述べる。太陽光発電、風力・水力・地熱発電および原子力発電を割愛する。

1. バイオマス利用

バイオマス（植物体）が二酸化炭素と水から生成しているので、炭素循環においてはカーボンニュートラルである。でん粉類を含む可食性バイオマスの利用が食料品の奪い合いになるため、禁止されることが多い。バイオマスを燃焼して発電するのも古い方法であり、原料量と発電量共に小規模であるため、採算が合わない。非可食性バイオマスの利用が主に多段階逐次分解して転換する方法（platform分子達を経由する方法）、および一括してガス化してから転換する方法（一酸化炭素と水素を経由するBiomass to Liquid(BTL)方法）に大別される。

多段階逐次分解して転換する方法（platform分子達を経由する方法）は生原料のリグニン、セルロース、ヘミセルロースを糖類、アルコール類、ケトン、カルボン酸、フランなどplatform分子まで分解し、更にこれらを原料にして出口製品まで変換させる方法である。バイオマスがエネルギー生産および化学製造に不利な酸素を過剰に有しているため、高圧水素を用いて、この酸素を水にして除去するいわゆる水素化脱酸素反応を繰り返して実施しなければならない。高温高圧で水素化脱酸素反応に適している触媒は原理的に殆んど貴金属触媒である。貴金属触媒使用、出口製品の市場規模・単価の問題、触媒変換反応の多段階プロセス、生原料組成の複雑さと不安定問題はこの変換ルートの実用化において大きなハードルである。藻類を利用する方法も類似した問題を抱えてい

る。

筆者らは炭素、水素、酸素の高分子であるバイオマス、可燃性ごみを一括して水蒸気をもってガス化をし、一酸化炭素と水素の混合ガス（別称：合成ガス）に統一してから化学品とエネルギーに転換する BTL 方法を長年開発してきた。固体原料から合成ガスの変換と合成ガスから製品（殆ど液体）の変換という二段階プロセスであるため、非常にシンプルで迅速である。しかもバイオマス混合原料をそのまま利用でき、厄介な分離、濃縮、精製を行う必要がない。

現在まで経済産業省（NEDO）、農林水産省、文部科学省および各自治体の支援を得て、複数の BTL 実証プラントを行ってきた。山梨の果物業の残渣、秋田 JA のもみ殻をガス化し、得られたバイオ合成ガスを、コバルト触媒を用いてバイオ軽油を生産した。生産されたバイオ軽油をそのまま農林業者のトラック、農機に使用可能であり、新しいコンセプトである地産地消モデルを樹立した。

更に up-grade 版として、三菱重工業、三菱日立パワーシステムズ、JX エネルギー、クラリアント触媒らと組んで、トドマツ、スギから三菱重工業 MRJ 飛行機用バイオジェット燃料を製造するプラントを三菱重工業長崎工場に四年間運転した。三菱重工がバイオマスのガス化を噴流床で実施し、富山大学椿研究室はそのバイオ合成ガスからジェット燃料の直接合成を行った（ChemCatChem, 2017; Nature Catalysis, 2018）。現在第二ステージとして拡大生産されている。

海外版として、JICA-JST の合同海外事業 SATREPS プロジェクトに採択され、タイ石油公社（PTT）らと共に、タイの豊富なバイオマス（もみ殻、古いゴムの木、ユーカリ林など）からバイオガソリン、LPG、メタノールを合成する新型 BTL プラントをサラブリー郡で運転している。

2. 二酸化炭素の触媒的な転換

二酸化炭素を有機炭素資源として捉え、有用なエネルギー製品、化学品まで転換するのはエネルギー・環境分野において大変有意義なテーマである。ただし、二酸化炭素の反応速度が遅いので、温和な反応条件（低温・低圧）において高速転換できる触媒の開発は鍵である。

筆者は二酸化炭素排出量の多い鉄鋼企業とチー

ムを組み、JST 未来事業の一環として、日本製鉄の製鉄高炉ガス（主に二酸化炭素、一酸化炭素、水素、メタン）を軽油、ガソリンといったエネルギー製品、およびオレフィン、芳香族といった基礎化学品を高速転換できる触媒を開発している。

なお、二酸化炭素の水素化が二酸化炭素の転換において最も有力なルートであるが、水素が現在メタンから商業製造されているので、二酸化炭素の放出が避けられない。筆者らは“人工光合成化学プロセス技術研究組合”に参加し、太陽光と光触媒を用いて水を分解して得られた“ソーラー水素”をいかし、二酸化炭素と反応させて主要なプラスチックであるポリプロピレン原料を合成する触媒を開発してきた。化石燃料であるメタンから水素を製造する代わりに、真のカーボン・フリーの水素を安価に入手できれば、二酸化炭素の水素化の実用化が早い段階で実現できると思われる。

3. 天然ガスの時代・シェールガス革命

石油時代の終結者として登場するメタンを主成分とする天然ガス・シェールガスが化石燃料であるが、石油と石炭より水素の割合が多く、炭素の割合が少ないことに加え、海底メタンハイドレートに代表されるように資源量も膨大である。日本のメタンハイドレート採掘技術は世界をリードしている。石油・石炭より炭素排出の少ないメタンを原料として、化学品およびエネルギー製品の大規模製造は石油メジャーによって世界範囲で広く行われている。筆者らも石油公団（現資源機構）の GTL (Gas to Liquid) 国家プロジェクトに参加し、富山大学構内において GTL ベンチプラントを設置し、天然ガスから軽油の生産を行ってきた。将来の洋上生産できるようにプラントと触媒装置のコンパクト化開発も実施している。

4. 終わりに

理想と現実のギャップが大きく、確実に二酸化炭素の排出を削減できる新エネルギーの開発にはコストの削減は大きな課題である。引き続きパワフルな触媒の開発による低コスト化の研究は不可欠である。

富山市の取り組み

本田 信次
(富山市政策監)

1. コンパクトなまちづくり

富山市は、日本海側のほぼ中央に位置し、水深1,000mの富山湾から標高3,000m級の北アルプス立山連峰までの標高差4,000mの多様な地勢と雄大な自然を誇り、良質で豊富な水や新鮮でおいしい食材に恵まれた、日本海側有数の中核都市です。

人口は約42万人、面積は平成17年の合併により、約1,240km²と中核市58市の中で、一番面積の大きい都市となっています。一方、市街地の低密度化や高い自動車保有率と自動車分担率が課題となっており、車を運転できない高齢者にとって住みづらい都市となっていました。また、国勢調査の結果によると、人口は平成22年の421,953人をピークにゆるやかな減少傾向にあり、高齢化率は約29%と、社会保障費などの増大も大きな課題となっています。

こうした中、富山市では15年ほど前から「公共交通を軸とした拠点集中型のコンパクトなまちづくり」のビジョンを作り、徒歩で動ける生活拠点を「お団子」、公共交通を「串」と見立て、お団子と串の都市構造のもと、3つの柱の実現に取り組んできました。

一つ目は、公共交通の活性化です。利用者の減少が続いていたJR富山港線を公設民営の考え方を導入し、日本初の本格的なLRTシステムとして再生しました。低床車両の導入や運行間隔の改善、新駅の設置などにより、利用者が約2倍となり、特に日中の高齢者の利用が増え、市民のライフスタイルにも変化が生まれました。また、中心市街地活性化と都心地区の回遊性の強化を目的に、上下分離方式（行政（富山市）が軌道整備事業者として軌道整備及び車両の購入を行い、民間（富山地方鉄道）が軌道運送事業者として車両の運行を行うもの）により、市内電車の環状線化を行い、富山駅と中心市街地のアクセスを強化しました。

二つ目は、都心地区や公共交通沿線地区への居

住推進です。富山市では、コンパクトなまちづくりの実現に向け、規制を強化するのではなく、「お団子」の魅力を高めることで、緩やかに居住を誘導していくこととしています。そのため、まちなか及び公共交通沿線居住推進地区での住宅建設や購入等に助成を行っています。現在、人口の約38%が住んでいますが、これを6年間で42%まであげることを目指しています。

三つ目は、中心市街地の活性化です。平成19年に整備した全天候型の多目的広場であるグランドプラザでは、休日ではほぼ100%の稼働率で、様々なイベントが行われており、あらゆる世代の人々が集い、交流する質の高い都市空間を形成しています。また、世界的な建築家の隈研吾氏が設計したガラス美術館と図書館などの複合施設は、新しい人の流れを作り、オープンして3年半ほどで300万人が来館しています。さらに、LRTが通る中心市街地において、トランジットモールの社会実験を年に数回行っており、この社会実験により、車道エリアに多くの店が並び、歩行者空間が大きく広がったことで、より自由に店と店の間を行き交うことが出来るようになり、通常時と比べて歩行者通行量が6倍から10倍になるなど、まちなかが大勢の人で賑わいました。

こうしたコンパクトなまちづくりの効果が徐々に現れてきています。中心市街地では、平成20年から転入者数が転出者数を上回る社会増が継続しており、公共交通沿線居住推進地区においても、平成26年以降、社会増が続いています。また、地価についても、市全体の全用途平均が5年連続で上昇しており、これは北信越の都市の中では富山市のみとなっています。なお、中心市街地は、市域面積の0.4%を占めるに過ぎませんが、市の自主財源である固定資産税及び都市計画税の税額では約22%を占めており、中心市街地の活性化は税収の確保にも大きく寄与しており、これを市域全体に還流しています。このように、中心市街地への集中的な投資は、税の還流という観点からも合理的であり効果的であるといえます。さらに、運輸部門・家庭部門における二酸化炭素排出量やガソリン購入量が減少していることから、自動車から公共交通への転換や公共交通沿線等への都市機能の集積などによる成果が出てきているものと考えています。

一方、郊外に居住している方にとって、地域の

公共交通や医療、スーパーなどの商業機能の確保は重要な問題です。まず公共交通については、鉄軌道や路線バスに加えてコミュニティバスなどが運行しており、市全体の98%が公共交通の利用可能な圏域（鉄軌道駅・バス停から750m圏内）に住んでいます。

次に医療については、市内には104施設もの往診や訪問診療を行っている病院や診療所があり、65歳以上の高齢者のうち、97.3%が3km圏内に居住しています。また、民間病院の送迎サービスを含めると99.6%になり、さらに富山市が運営しているまちなか診療所では、市域全域を対象に訪問診療を行っています。

そして商業機能については、都心や公共交通沿線居住推進地区では居住者の96%が商業店舗の500m圏に居住しており、上記地区以外でも八尾地域や大山地域、婦中地域において移動販売事業を行っており、居住者の68%が500m圏に居住しています。

このように、郊外や中山間地域においては、地域自主運行バスや移動販売への支援を行うとともに、公民館などの行政サービス機能を維持することで、日常生活に必要なサービスを楽しむことができる環境の確保に努めています。

2. SDGsの推進に向けて

本市は、昨年6月に経済・社会・環境の分野をめぐる広範な課題に統合的に取り組む国(内閣府)の「SDGs未来都市」に選定されました。併せて、SDGs未来都市の中でも先導的な取り組みであって、多様なステークホルダーとの連携を通じて地域における自律的好循環が見込めるものとして「自治体SDGsモデル事業」にも選定されました。

本市においては、全くのゼロベースから事業を立ち上げたわけではなく、これまでのコンパクトなまちづくりや環境モデル都市、環境未来都市の取り組みを発展させながら、一層深化、充実させ、自律的な好循環を創出させていくことが評価されて、選定されたものと認識しています。

いくつかのSDGsモデル事業を紹介します

一つ目は、「LRTネットワークをはじめとする持続可能な地域公共交通網の形成」です。本市は公共交通の機能の維持・向上を軸とした、歩いて暮らせるまちの実現を目指しています。現在、富山駅で分断されている南北の路線が、来年3月に

接続され、運行会社も一つになることで、乗り換えすることなく中心部から海岸部へ、また、海岸部から中心部へ移動可能になります。人の流れが劇的に変化するものと予想され、コンパクトシティの一つの到達点と考えています。

一つ興味深いデータを取ることが出来ました。国の交付金を活用して、歩数の計測などができるGPS付きの端末を開発し、これをまちなかに来た方に携帯していただき、交通手段別の滞在時間のデータをとりました。結果、自家用車よりも公共交通で来街した人の方が、約2倍も滞在時間が長く、平均歩数も約1.8倍となっています。また、歩く範囲も中心商業地区から約1.3km離れた富山駅周辺まで広範囲に回遊していることがわかりました。

また、同意を得た方に上記端末を配布し、平成28年度と平成29年度分の国民健康保険加入者及び後期高齢者医療制度対象者の医療費を市で調査し、医療費と交通行動との相関関係を調査しました。結果、平成28年度の1日の平均歩数が4,000歩未満の人の平均医療費は平成29年度には上昇しているのに対し、4,000歩以上歩いた人の平均医療費は下がっています。また、75歳以上の後期高齢者の場合は、8,000歩以上歩いている場合、医療費が下がっています。そして、これらの方の医療費は、いずれも国の平均医療費と比較しても大幅に少なくなっていることがわかりました。

こうした結果を踏まえながら、本市では「歩く」ことをはじめとする、健康づくりの活動にインセンティブを与える「スマートライフ・スマートワーク事業」を実施しています。この事業は、健康づくりとまちづくりを融合させ、歩数や公共交通の利用、イベントへの参加によってポイントが付与されるアプリを利用いただき、ただ歩くだけでなく、外に出ることで、多くの人と出会い、会話を楽しみ、体も心も健康になることを目指しているものです。

二つ目は、「IoTを活用したヘルシー&スマートシティの形成」です。本市はセンサーネットワーク構築事業として、市内にアンテナを張り巡らし、居住地域の98%をカバーできるようにしました。これによりリアルタイムに変動する様々な情報を市内全域のセンサーネットワーク網からクラウド上へ集約し、複合的に分析・可視化することで、幅広いサービスへの展開を実現することができま

す。パイロット事業として市内小学校の児童に発信機をつけてもらい、見守り事業を行っているほか、消雪装置稼働状況の把握や水道のスマートメーターの実証試験に活用する予定としています。また、この基盤の多方面への開放を含めた多角的な活用を検討していくために、大学や民間事業者の方などに本基盤を利用してもらうための公募を行っています。

さらに、SDGsを推進していく上ではステークホルダーとの連携も重要と考えています。本市では、現在、世界的にも大きな問題となっている海洋プラスチックゴミ対策として、今年9月に日本財団と協力協定を締結し、現在、河川から海へのゴミ流出を食い止められるよう、共同事業を実施しているところです。

その他にも様々な事業を実施していますが、いずれにしても、SDGs未来都市として先導的なモデル事業の成果を出していくために、各事業におけるステークホルダーとの連携を密にしながら新たなビジネスモデルの構築やコンパクトシティ戦略の自律的好循環を創出し、都市の総合力を高めることにより、持続性の高い都市を実現したいと考えています。

<パネルディスカッション概要>

パネルディスカッションでは、気候変動対策の課題解決と地方創生、地域の活性化、学術の貢献（地方学術会議の意義を含む）について、1時間ほど議論しました。モデレーターとパネラーは以下の方々です。

【モデレーター】

堀田 裕弘（富山大学大学院理工学研究部 教授）

【パネラー】

山極 壽一（日本学術会議会長・京都大学 総長）

本田 信次（富山市 政策監）

張 勁（富山大学大学院理工学研究部 教授）

椿 範立（富山大学大学院理工学研究部 教授）

寺西 雅幸（クラリアント触媒株式会社 取締役 テクニカルセンター長）

上口 勇三（前富山市自治振興会連絡協議会 副会長）

導入のパートとして、堀田先生から、SDGsの17のゴール及びパネルディスカッションの意義について説明がありました。

以降、パネルディスカッションの各パートにおけるパネラーの皆様の発言等を要約して記載します。

パート1：パネラーの自己紹介とSDGsに対するコメント

（張先生）

日本海の温度上昇は世界 No.3 である。これは日本列島全体が影響を受ける。現在の富山県は宅地が増え、人間の居住空間が里山から都市に移り、コンクリート化されている。昔の富山県は降った雨は地面に浸透していたが、今はなかなか浸透せず、特にゲリラ豪雨や集中豪雨には対応しきれない。20年前に作られた富山県の安全対策において30年に1回降るとされていた大雨は、現在は毎年降っている。その対応を国、市民全体、一丸となって考えないといけない。

(椿先生)

メタン、二酸化炭素は典型的な地球温暖化ガスの原因である。メタンも二酸化炭素も化学製品あるいはエネルギー再生の出発点として捉え、きれいな有機化学製品、エネルギー製品に変換するのが我々の研究である。例えば、タイヤメーカーは、二酸化炭素、バイオマスからバイオタイヤを作りたい。化粧品メーカーは、バイオマスから高価な化粧品を作りたい。このような研究開発を楽しみながら、地球の低炭素化に貢献していきたい。

(山極会長)

私は長年、アフリカでゴリラの研究をしてきた。富山県は山と海、合わせて4,000mの高低差があるが、ゴリラの住んでいる場所は陸上だけで4,000mの高低差がある。私は特に生物多様性について、それをいかに世界の人々が力を合わせて地球の生物を未来に託するかということを念頭に置いている。富山県も生物多様性を考えるうえで非常に良いモデル地区になると思っている。

(本田さん)

世界でも少しずつ富山市の認知度が上がってきている。富山市の将来市民のためにも、持続可能なまちづくりを進めていくことは、市民に対する我々の責務である。さまざまな取り組みが行われている中で、施策の成果を数字で市民に示すことは重要である。多くの市民によって環境に優しいまちづくりが行われているが、これを可能にしていくのは地域住民の絆である。さらに、ICTを活用したイノベーションの創出等の取り組みがますます重要になってきているが、これまで以上に大学、企業と連携して包括的な施策の展開に取り組んでいきたい。

(寺西さん)

自社の経営方針として、革新的な技術を提供すると同時に、サステナビリティを最優先事項として取り上げている。会社勤めの人間として、働いている会社がサステナビリティに高い意識を持って取り組んでいるということは非常に誇りに思っている。

(上口さん)

私は旧大沢野町に住んでおり、付近の住民から、いずれ共生も考えなければならない野生動物等の話を色々と聞いてきた。これからのSDGsの取り組みに対して、私たちも1人の人間として協力し、目標の達成に向けて頑張りたい。

パート2：気候変動・災害対策について

(山極会長)

地球環境の限界を示す指標が9つあるが、そのうちの3つが限界値を超えていることが指摘されるようになった。その3つとは、生物多様性と、窒素・リンの循環である。生物多様性を守るために必要な概念は、命の繋がりと循環である。生物多様性が高い場所では、よく生体の分かっている生物を中心に、どのような命の繋がりがあるかを調べ、それを見せると、「こんな小さな命と大きな命の繋がりがあるんだ」というようなことが分かる。命の繋がりと循環を説明していけば、その大切さが分かる。リン・窒素の循環は分かりにくいですが、山・里・海は水を通じて繋がっている。水はさまざまなものを運んでおり、海は地球の全てのものを繋ぐ流れである。富山は陸と海の高低差の中で大きな循環を作っており、その循環の中に私たちが生きる上で大切なものが含まれていて、育まれている。富山は素晴らしくそれを維持できるシステムを構築しつつある。

(張先生)

海の中でCO₂を吸収してくれる植物プランクトンは、栄養、リン、窒素がないと生きていけない。富山では海に入る栄養塩が減り、20年前に比べてCO₂が4割増加した。現在、災害や天気予報を含めて、異常気象は予測できないため、現場から状況を把握するしかない。

(本田さん)

地域や暮らしの質といった点での温暖化対策は重要である。最先端の技術が取り入れられた住宅が増えることも重要であるが、窓を開けて風を入れるような自然な暮らし方を考える事も大事である。富山市の市町村合併の大きな意味の1つとして、川上から川下までを一体的に管理することの重要性が挙げられる。海も大切であるが、富山市では、森林がもつ地球温暖化防止の重要性を学んで体験できる事業等を実施している。このように、川上から川下まで立体的に取り組んでいく必要がある。

(上口さん)

富山は水によってさまざまな恩恵を受けている一方、自然災害によって大きな災害を受けてきた。戦後までは植林が進められてきたが、昭和40年代過ぎから地元の木材等の利用が減少した。水は上から下に流れるが、山に足を踏み入れると、倒

木に土砂が入り水の流れが横に変わっている。植林される大半が針葉樹であるため、このような現象が起こる。森林の所有者が市であると、我々の手から離れざるを得ない。間伐や枝打ちができていないが、処置をいつまでに行ってもらえるか分からないというのが住民の意見である。国土の森林については国をあげて保全管理をしてほしい。

パート3：クリーンエネルギーについて

(椿先生)

政治的なこと、国際的なことに支配されずにクリーンエネルギー、新エネルギー事業を行っていくことは簡単ではない。例えば、トランプ大統領が登場するとアメリカがパリ協定から脱退した。福島原発事故以来、日本の1次エネルギーの割合が急上した。原発が止まった分、化石燃料を使わざるを得ないため、石油・石炭・天然ガスが約95%増加した。ドイツのように原発を止めておく方法もあれば、フランスのように原発を続けていく等、色々なパターンがある。個人的には、二酸化炭素を化学反応の原料として、世の中になく技術を作っていきたいと思う。富山県内ではアイザックや森林研究所と協力して将来発展していくチャンスを探しているが、CO₂もバイオマスもこれからすぐに儲かる事業ではない。天然ガスをまず導入して二酸化炭素の排出量を減らし、最後はバイオマスとCO₂に切り替えていくのが最も良い。

(寺西さん)

資源の乏しい日本にとってクリーンエネルギーの活用は大きな課題である。安く作れないため、いかに有効に電力を活用するかという仕組みを作ることが重要である。例えば、太陽光、風力発電が盛んに行われているが、天気のいい時、風の強い時には余剰電力が生まれる。この電力を有効活用することが重要なポイントになる。ドイツではPower to Xという仕組みが考えられており、余剰電力(Power)を水素やガス等の有用な化学物質(X)に変換して有効活用する取り組みが行われている。日本でも類似したアプローチで水素社会が提唱されている。「安く便利なものを作ればよい、沢山作ることで利益を上げる」というスタンスでは色々と綻びが生じ始めている。作業者の健康、原料、製造過程と廃棄された場合の環境への影響などサステナビリティの観点から厳しく

チェックし、製品を開発・販売をする必要がある。

パート4：学術研究はSDGs実現にどのように貢献できるか

(上口さん)

「持続可能な社会のためにナマケモノにもできるアクション・ガイド」を読んだが、住民としてはこのくらいであればできると思った。プラごみの海洋投棄について、山には電化製品や車などの投棄が未だに堪えず、我々は法的には何も対処ができない。これをガイドに付け加え、住民に説明を行い、富山市の政策である「チームとやまし」の枠組みで取り組みを進めてもらいたい。

(山極会長)

エネルギーと環境は切り離せない問題である。20世紀は人類が住みやすい環境を作る時代であった。そのためには莫大なエネルギーが必要となり、これまでの時代に比べ、全く異なるエネルギーを開発する時代でもあった。21世紀は人類が地球環境の破壊に気づいた時代である。改善するためには、エネルギーを使わない生活をデザインし、環境を傷めないエネルギーを開発する必要がある。SDGsは、人間の欲求を満たしながらも、地球全体のことをみんなで作ろうという目標を初めて立てた。17の目標、169のターゲットがあり、これは誰一人取り残さないというメッセージであるとともに、誰でも参加できる、参加しなければならない目標でもある。そして思わぬところで地球に住む人たちが繋がっていることを表している。エネルギーに関する話を聞き、産業界、学術界、そして市民の皆さんが密接に繋がっている時代が来たなと思った。

(張先生)

地球が病んでいる、海が病んでいるというのは実感しづらいと思うが、それを知ることが大事である。日本は海洋大国と呼ばれ、広大かつ豊穡な海がある。学術会議では海洋観測船に関する提言を行った。日本は海洋観測の先進国であったが、船舶の老朽化と運航費の高騰で全然調査に出ることができなくなっている。UN Decadeが2021年にスタートし、2030年までの間に産官学、国政を含めてどういった振舞いをするかを問われる時代で、今ディスカッションしている最中である。ぜひ各学会に参加していただいて一丸となってSurvivalできたらいいなと思う。

(本田さん)

我々としても今後、実証実験等を色々と実施するにあたって学術研究との連携が大切になると感じた。

パート5: まとめ

(堀田先生)

色々な立場の方から気候変動や災害、クリーンエネルギー、学としてどのようなことを行えばよいか等お話いただいたが、我々も家に帰れば一市民である。私は一市民に何ができるか、無理なく進めるためには何が必要かを気にしていた。「ソトコト」というエコマガジンではSDGs入門(2019年6月号)というのが特集で取り上げられており、色々な立場の方々のコメントがあった。これを紹介します。

- ・ 知ってもらうこと／ゴールについて気軽に話し合うこと／つくる責任を意識すること
- ・ 働き手を確保すること／人のことを考える心のゆとり／効率を度外視した人間関係／人がつながること
- ・ 自分もワクワクすること
- ・ 心の余裕を意識的につくること
- ・ 企業の連携や応援が平等な社会の第一歩に
- ・ 変化し、挑戦し続けて、好奇心を持ち続ける
- ・ 一人ひとりが意識していくこと
- ・ 思ったことを素直に、声に出して行動に移す
- ・ 自分の心が動けば、周囲の人も動かせる
- ・ 稼げる仕組みをつくること

富山大学は昨年から都市デザイン学部ができ、この学部は地方創生、SDGsに関わるという意識で創設した。SDGsに掲げられているDevelopment Goalsを達成するためのDesignを、どのように実践していくかを考える学部である。都市デザイン学部が先導に立ち、他の全ての学部と連携することで、富山大学が行うべきSDGsへの貢献が少しずつ醸成できるのではないかと思う。

そういう意味では、今回、日本学術会議の皆さんが富山に集まっていたいただいて講演とパネルディスカッションを行えたことは非常に良い機会となった。皆様に大変感謝しています。

Ⅲ. 日本学術会議中部地区科学者懇談会コーナー

日本学術会議第178回総会傍聴記

竹内 章

(科学者懇談会富山県幹事・富山大学名誉教授)

2019年4月24日(水)～25日(金)に日本学術会議講堂(東京都港区六本木7丁目)で開催された第178回学術会議総会を傍聴しました。この日程には両日とも部会・各種委員会・幹事会等が含まれており、私が傍聴したのは、講堂での総会と地区会議陪席の幹事会のみでした。傍聴が初めての私はとまどいが多いうえ、CSTI、IAP、AMED、ILC、GEANT等々の略語が多くとびかうのには閉口しました。CSTIは内閣府の総合科学技術・イノベーション会議などと、いちいちスマホで検索しながらやっとの思いで議論についていく有様でしたが、印象に残った点を以下に報告します。

第1日午前10時から11時30分までの総会①では、第24期2年目前半(平成30年10月～平成31年3月)の活動内容の報告が行われました。山極壽一会長による総括的活動報告では、「対話の推進」に取り組んだ結果、CSTIからの依頼・要望が増えている状況が伝えられました。続いて、三成美保・渡辺美代子・武内和彦各副会長からそれぞれ組織運営、科学と社会、国際活動について具体の活動報告がありました。渡辺副会長の報告では、科学者コミュニティとして政府・社会・国民に発言していく手段としてツイッターの活用が始まっており、これは、外部評価での意見にすばやく対応したのもでもあり、SNSを積極的に活用した告知や対話が目的であると紹介されました。実際、学術会議ホームページでは目立ちやすいトップ4番の位置にツイッターのバナーがあり、私もその場でクリックして確認しました。議場では学術会議が行った研究評価アンケートについて、分野ごとに多様である点を指摘する質問があり、三成副会長から、定評のある雑誌とは何か、そもそも分野ごとの評価が成り立つのかも含めて、現状の意見分布を確認する旨、応答がなされ

ました。続いて若手アカデミーの岸村顕広代表から活動報告があり、総会①は予定より少し遅れて11時45分に終了しました。その後の昼食・休憩時も各種委員会の開催にあてられていました。

第1日13時から14時30分までの総会②は、事前に私が中部地区会議事務局から入手していた日程案では「70周年記念講演等」とだけ記載されていたのですが、実際は、ノーベル医学生理学賞の本庶佑先生による講演「獲得免疫の驚くべき幸運」とパネルディスカッションでした。本庶先生の講演では、PD-1抗体が果たす免疫現象でのブレーキ効果の発見、がん免疫療法開拓、新しいがん治療薬の開発などの道筋が分かりやすく紹介されました。とくに「獲得免疫が与えた予想外の幸運」とは、「がん細胞は大量の変異をゲノムに蓄積するので、変異抗原を発現し、免疫細胞に異物と認識される」こと、すなわち「がん細胞も変異の蓄積で異物となり、免疫細胞のターゲットとなる」という免疫療法の特長的な原理でした。しかし本庶先生曰く、ここまでは最も話したかったことではなく、本当に言いたいことは、基礎研究で「原理を知ったからと言って病気を治すことはできない」こと、新しいがん治療薬「オプジーボ」の開発との間に深い谷がある、ということでした。

本庶先生は、「本庶有志基金」を創設した理由として、本当の「死の谷」は基礎研究の衰退であり、基礎研究費の衰退と断片化、若手研究者の減少、共通研究インフラ整備の遅れを指摘しました。その上で、日本の学術研究の未来はシステムとして創造的な研究ができる体制の構築が必要で、そのための科学研究費のあり方や大学改革、若手支援についての具体的な提案もされました。とくに印象深かったのは、「イノベーション」とは創造ではなく既知の技術の組み合わせ（安上がりで高付加価値）だとして、CSTIの総合イノベーション戦略と科学技術基本計画を痛烈に批判されたことです。この記念講演を受けたパネルディスカッションでは、専ら人口縮小社会、若手支援、アクセラレーターとブレーキ、外部資金、人事評価などをキーワードに非常に活発な討論が展開されました。

今回、私は中部地区会議事務局からの示唆もあり、17時30分からの幹部会（公開部分のみの30分間）を傍聴しました。この幹事会に地区会議関係者が陪席したのは、地方学術会議関係の内規改訂や各地区会議の年度計画の承認が議題になった

からで、中部地区会議にかかわる部分では、これまでの地区活動実績や過去の地区会議ニュースの編纂および本年6月28日に富山大学で開催される地方学術会議 in 富山について、戸田山代表幹事から懇切丁寧な説明がなされました。

第2日（午前中は各部会）13時30分からの総会③では、まず外部評価有識者の田中優子座長が外部評価書報告を行い、それを受けて会長コメントがありました。今期を特徴づけている「対話」について田中座長は、社会からの要請は高いものの質が問題であり、時宜を得た日本社会独特の課題、市民の自主性を育み市民の参画を促すシズンサイエンスという国際課題での対話ができていることを指摘したうえで、広報の手段は大変進んでいると評価しました。山極会長は、外部評価がもっと厳しいものとびくびくしていたが、防災学術連携体の創設や学協会の活性化などで代表組織として果たしている役割が高い評価だったと感想を述べ、超スマート社会を目前にICT学術の役割が急浮上している状況のなかで、世界的課題での学術会議の発信力はいまだ強くないため日常の発信・露出を国際的に行う必要性や、国内では若手日本人研究者を養成するためにも「科学の構造発達をはかる」課題があることなどに言及しました。

その後、14時過ぎから約80分間、自由討議が行われました。これまでの活動の検証し、重要案件は何かを議論する設定場であり、今回の傍聴で私がかもっとも期待した部分です。前日のパネル討論の熱気がまだ残っていて、日本における外国人の留学生・研究者に関しては産業界の外国人材の議論と相まって激論が交わされました。提起された問題や意見は多岐にわたり、本報告の限られた紙数ではとてもまとめ切れませんが、重要と思われる指摘や見解等を順不同で列挙したのがつぎの箇条書きです。

◆大学の将来と財政問題について

- ・日本の高等教育進学率：財務省は大学進学率と言わないが、大学と職業訓練校を分ければ大学は少子化に合わせて大学数や交付金を減らせばよいという罫に落ちる。
- ・競争的資金から研究代表者（PI）の件費を出すとなると財務省を喜ばせてしまう。
- ・ランキングの凋落傾向：教員全体が研究者に

数えられる現状。人事評価で教育者と研究者をどう分けるか。研究者とは何か、どれくらいの数が必要か。

- ・科研費の配分：分野の多様性を考慮すべきであり、それを考慮しない一律配分は問題。
- ・国家的プロジェクトでは、予算の大半を産業界企業が取り大学の研究者はほとんど取れない。

◆「日本の高等教育のデザインについて」

- ・すべての国民に高等教育を：高等教育は世界に通じるトップの内容、刺激になる内容で。
- ・日本人学生の大学院進学率が非常に低下しているが、経済的な問題が大きい。
- ・研究者養成・教員採用も制度設計が必要：2人に1人が大学に入るが大学院に進まず研究者にならない。ほとんどの先生が「間違っても教員になるな」と言っている現実。
- ・職業的な専門性を主張すべき：そこに教養教育・基礎教育・一般教育がある。
- ・4月一括採用より通年採用：一括採用は学術の価値を認めない産業界が再教育する前提。
- ・大学のIR機能 (Institutional Research)：社会への浸透力が高く信頼される情報提供が課題。経団連からは教育内容を明らかにしてほしいという要望。
- ・国公立大学の設置形態が多様化：コミュニティカレッジも増えている。3類型に区分された大学間で連携が肝要。産業界はビジネススクールを経営すればよい。
- ・文科省は国際戦略を持っていない：日本で学位をとって帰国した人、日本からの留学生への海外でのフォローアップがない。外国で教える日本人教員はほとんどいない。
- ・指摘された問題点の1点1点は理解ができるが全体像が明らかでない。

◆学術からの提言「日本の展望」について

- ・日本の学術の総論は4月24日に配布済みであり、今後は各論の検討段階。
- ・学術全体について効果的な提言ができていないのでは。
- ・国際化の課題：(会員・連携会員の規定で)日本国籍を持った研究者の集まり、それがネックにもなっている。
- ・研究室・アカデミアの外国人化：外国人留学生・研究者をダイバーシティと考えるか。

- ・学術政策のなかで今後～将来の研究者育成が重要。国際化と技術の流出は別問題。
- ・日本の農林水産業はじめ省庁間に横串を刺すアーキテクチャーを学術会議が土壌をつくる。

総会③自由討議で気になった発言は以上です。なお、16時の閉会予定時刻が迫る中、私学の女性会員の発言中に、内閣府特命担当大臣（科学技術政策）平井卓也氏が来訪され、議事を中断して簡単な挨拶が述べられました。

今回の傍聴全体を通して、第24期日本学術会議は、科学者コミュニティの代表機関として創設70年の位置づけで課題を整理し、外部に向けての対話を強化していること、日本の科学力が失速しかねないという危機意識が共有されていること、その状況のもとCSTIでは孤軍奮闘している山極会長を鼓舞する議論がなされていること、などに深く印象づけられました。ただし、前回ではクローズアップされていた「安全保障研究」にはまったく触れられなかったことが少し気がかりな点です。学術会議側の研究者に政府側が仕込んだ軍事研究免疫へのブレーキ機能が損なわれ始めているのではないかと…。

中部地区会議科学者懇談会が学術会議総会の傍聴を続けてきたことは大きな意義があると実感した2日間でした。今回の派遣でお世話になった方々に感謝しつつ筆をおきます。

第24期 日本学術会議中部地区会議
 運営協議会委員名簿
 (平成29年10月1日～令和2年9月30日)

(令和元年6月28日現在)

関係部	氏名	勤務先
第1部	戸田山 和久	名古屋大学
	松井 三枝	金沢大学
	西村 直子	信州大学
第2部	高橋 雅英	名古屋大学
	村田 真理子	三重大学
第3部	小嶋 智	岐阜大学
	巽 和行	名古屋大学
	張 勁	富山大学
	中嶋 英雄	(公財) 若狭湾エネルギー研究センター

科学者懇談会幹事一覧

(令和元年6月28日現在)

県名	氏名	勤務先
富山県	竹内 章	(富山大学名誉教授)
	森 寿	富山大学
石川県	前田 達男	(金沢大学名誉教授)
	福森 義宏	金沢大学
福井県	山本 富士夫	(福井大学名誉教授)
	永井 二郎	福井大学
長野県	奥村 幸久	信州大学
	竹下 徹	信州大学
岐阜県	土岐 邦彦	岐阜大学
	仲澤 和馬	岐阜大学
静岡県	鈴木 滋彦	(静岡大学名誉教授)
	丹沢 哲郎	静岡大学
愛知県	松田 正久	(愛知教育大学名誉教授)
	和田 肇	(名古屋大学名誉教授)
三重県	樹神 成	三重大学
	吉岡 基	三重大学

 日本学術会議中部地区会議学術講演会のお知らせ

令和元年度第2回日本学術会議中部地区会議学術講演会を
 下記のとおり開催いたしますので、お知らせいたします。

記

日時：令和元年 11月 29日 (金) 13時～16時
 場所：静岡大学

中部地区会議に関すること } は右記へ
 科学者懇談会に関すること }

日本学術会議中部地区会議事務局
 〒464-8601 名古屋市千種区不老町
 名古屋大学研究協力部研究支援課内
 TEL (052) 789-2039
 FAX (052) 789-2041

※日本学術会議の活動についてはホームページ URL : <http://www.scj.go.jp> をご覧ください。