

記 録

文書番号	S C J 第 23 期-2909 13-23030002-062
委員会等名	日本学術会議「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	グローバル成長を支えるエネルギー戦略と未来構想 －北部九州の取組 影から光へ－
作成日	平成 29 年（2017 年）9 月 13 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「科学技術の光と影を生活者との対話から明らかにする」分科会の審議の記録を公表するものである。

日本学術会議「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	土井美和子	(第三部会員)	国立研究開発法人情報通信研究機構監事
副委員長	大野 英男	(第三部会員)	東北大学電気通信研究所長・教授
幹事	松本洋一郎	(第三部会員)	国立研究開発法人理化学研究所理事
幹事	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
	相原 博昭	(第三部会員)	東京大学副学長・大学院理学系研究科教授
	大久保修平	(第三部会員)	東京大学地震研究所教授・高エネルギー素粒子地球物理学研究センター
	岡 真	(第三部会員)	東京工業大学理学院教授
	川合 眞紀	(第三部会員)	自然科学研究機構分子科学研究所所長、東京大学名誉教授
	喜連川 優	(第三部会員)	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
	柴山 悦哉	(第三部会員)	東京大学情報基盤センター教授
	高原 淳	(第三部会員)	九州大学先導物質化学研究所長・主幹教授
	坪井 俊	(第三部会員)	東京大学大学院数理科学研究科教授
	花木 啓祐	(第三部会員)	東京大学大学院工学系研究科教授
	氷見山幸夫	(第三部会員)	北海道教育大学名誉教授
	吉田 進	(第三部会員)	京都大学特任教授・名誉教授
	吉田 豊信	(第三部会員)	国立研究開発法人物質・材料研究機構 NIMS フェロ一、東京大学名誉教授
	吉野 博	(第三部会員)	東北大学総長特命教授・東北大学名誉教授・秋田県立大学客員教授・前橋工科大学客員教授 (平成 28 年 10 月から)
	松岡 猛	(連携会員)	宇都宮大学基盤教育センター非常勤講師
	依田 照彦	(連携会員)	早稲田大学名誉教授 (平成 28 年 12 月まで)

本提言の作成にあたり、以下の職員が事務及び調査を担当した。

事務	石井 康彦	参事官 (審議第二担当) (平成 29 年 7 月まで)
	糸川 泰一	参事官 (審議第二担当) (平成 29 年 7 月から)
	松宮 志麻	参事官 (審議第二担当) 付参事官補佐 (平成 29 年 7 月まで)
	高橋 和也	参事官 (審議第二担当) 付参事官補佐 (平成 29 年 7 月から)

	柳原 情子	参事官（審議第二担当）付審議専門職
	西川 美雪	参事官（審議第二担当）付審議専門職付（平成 29 年 3 月まで）
	宮本 直子	参事官（審議第二担当）付審議専門職（平成 29 年 4 月から）
	鈴木 宗光	参事官（審議第二担当）付審議専門職付（平成 29 年 1 月まで）
	駒木 大助	参事官（審議第二担当）付審議専門職付
	石尾 航輝	参事官（審議第二担当）付審議専門職付（平成 29 年 1 月から）
調 査	漆畑 春彦	上席学術調査員

要 旨

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、社会の受容性との間でギャップが生じている。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、平成 27 年（2015 年）10 月 30 日第三部直轄の「科学技術の光と影を生活者との対話から明らかにする」分科会が設置された。本分科会では、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。

具体的には、第三部分野別委員会から、理学および工学分野における社会課題や科学技術項目を募り、「光」、「影」、社会へのインパクトや導入後のフォローアップ検討などに関して、議論を行った。生活者との対話という観点から、地区会議などと共催での公開シンポジウムも企画した。最初のテーマとして「科学技術と自動運転システム」をとりあげ、2016 年 8 月 2-3 日の第三部夏季部会とあわせて、市民公開講演会を開催し、記録「市民との対話から考える 科学技術と自動運転システムの未来」をまとめた。

2017 年は、第三部化学委員会からの提案テーマを基に、第三部夏季部会開催と合わせて、8 月 1 日九州工業大学にて、「グローバル成長を支えるエネルギー戦略と未来構想—北部九州の取組 影から光へ—」をテーマとして市民公開講演会を開催した。本記録はこの市民公開講演会についてまとめたものである。

2 市民公開講演会「グローバル成長を支えるエネルギー戦略と未来構想—北部九州の取組 影から光へ—」

科学技術を広くわかりやすく示し、科学者・技術者と市民との対話の機会を提供することを目的とし、開催地北九州市の特色も踏まえ、環境とエネルギーとの関りを取り上げた。影の部分である過去の公害を克服し、太陽光発電や風力発電などの再生可能エネルギーを踏まえたエネルギー戦略を紹介いただいた。エネルギー戦略の中で、コストや実証から実地に移行する時の影の部分についても、聴講者からの質疑も踏まえて議論した。参加者は 286 名で、内大学生が 1/3 で、市民・大学生と科学者と積極的な意見交換が行われた。

講演 1 「北九州市の環境とエネルギー戦略について」、今永博北九州市副市長から 1960 年代の深刻な環境汚染を産官民で協力して克服し、現在は環境首都として東田地区の北九州スマートコミュニティ創造事業や、響灘の北九州次世代エネルギーパークなどの事業を行っていることが紹介された。響灘では、単なる発電ではなく、北九州のものづくりの実績を生かして、エネルギー産業拠点の形成を目指している。

講演2「地産地消の地域エネルギー 北九州パワーの取組」では、千歳昭博株式会社北九州パワー代表取締役より、ごみ発電や風力発電等の再生可能エネルギー電力を地域に供給する地域電力事業は、電力資金の地域外流出を抑制することを目的としているとの指摘があった。さらに、低付加率需要家のみを対象とするだけでは事業リスクが高いこと、将来的には、AIを活用した再生可能エネルギー電力増大の30分単位での予測や、電気自動車化による電力需要の変化が見込まれることが示された。

講演3「炭素戦略から見たエネルギー未来構想」では林潤一郎九州大学教授から、IPCCレポートでは気温上昇2度以内に収めるには、CO₂排出量を60%削減する必要がある一方、衛星からの地表表面温度測定結果（ウェブ上で公表）では、2000年以降ほぼ一定温度にあることが示された。現状の発電は燃料の化学エネルギーを熱エネルギーに変換するもので、燃やすことは効率が悪い。燃料電池のように化学エネルギーを電力に変換する燃やさない発電の理論効率は86%である。机上計算ではあるが、CO₂を利用できるものにするすることで、CO₂排出を80%削減することが可能であることが示された。

3人の講演者と玉田薫九州大学副理事、三谷康範九州工業大学教授をパネリストとして、早瀬修二九州工業大学理事のコーディネートで「環境とエネルギーの調和の観点から見たエネルギー未来構想」というテーマで、パネルディスカッションを行った。

一般市民からは「クリーンエネルギーだけでなく、北九州の地での製造が必要ではないか」、「原子力発電の扱い、風力発電の変動性の課題」、「風力発電の環境アセス」、大学生からは、「公害での硫黄酸化物の減少に関する対策」のような踏み込んだ質問があった。

生活者との対話はまだ始まったばかりである。23期においては、夏季部会にあわせて開催する市民公開講演会にてその試みを始めたばかりである。科学技術の「光」及び「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を対比させ、その適切なあり方を提示することは、非常に重要である。24期でも継続した活動が必要であることを、2017年8月1日開催の第三部会にて引継ぎを行った。

目 次

1	背景.....	1
2	市民公開講演会「グローバル成長を支えるエネルギー戦略と未来構想—北部九州の取組 影から光へ—」.....	2
3	第三部夏季部会の今後の活動.....	5

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、社会の受容性との間でギャップが生じている。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、平成 27 年（2015 年）10 月 30 日第三部直轄の「科学技術の光と影を生活者との対話から明らかにする」分科会が設置された。本分科会では、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。

他の委員会等における関連する活動として、幹事会附置委員会「原子力利用の将来像についての検討委員会」は原子力発電を含む原子力の平和利用に対する現代的課題を論じている。第一部が直轄する合同分科会「科学と社会のあ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論じている。社会学委員会「情報と社会変容分科会」にて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だけでなく社会に責任を持つ科学技術の発展を目指す。

具体的には、第三部分野別委員会から、理学および工学分野における社会課題や科学技術項目を募り、「光」、「影」、社会へのインパクトや導入後のフォローアップ検討などに関して、議論を行った。生活者との対話という観点から、地区会議などと共催での公開シンポジウムも企画した。最初のテーマとして「科学技術と自動運転システム」をとりあげ、2016 年 8 月 2-3 日の第三部夏季部会とあわせて、市民公開講演会を開催し、記録「市民との対話から考える 科学技術と自動運転システムの未来」[1]をまとめた。

2017 年は、第三部化学委員会からの提案テーマを基に、第三部夏季部会開催と合わせて、8 月 1 日九州工業大学にて、「グローバル成長を支えるエネルギー戦略と未来構想—北部九州の取組 影から光へ—」をテーマとして市民公開講演会を開催した。本記録はこの市民公開講演会についてまとめたものである。

2 市民公開講演会「グローバル成長を支えるエネルギー戦略と未来構想—北部九州の取組 影から光へ—」

(1) 概要

市民公開講演会は図1のポスターの内容で九州工業大学にて2017年8月1日に開催された。

主催：日本学術会議第三部、九州・沖縄地区会議、国立大学法人九州工業大学

後援：北九州市、一般社団法人九州経済連合会、公益財団法人日本学術協力財団

協賛：公益財団法人北九州観光コンベンション協会

286名（内大学生90名、一般33名、企業・官公庁等69名、日本学術会議46名、九州工業大学関係者34名、その他14名）が参加した。



図1 市民公開講演会のポスター

(2) 講演1 「北九州市の環境とエネルギー戦略について」 今永博北九州市副市長

1960年代に公害が深刻化した。これは、主婦から始まった市民と行政、そして民間企業が協力して克服された。経済発展当初は、発展とともに環境汚染がひどくなるが、あるところから発展とともに汚染が改善するといわれている。途上国にも北九州市の取組を紹介し、環境改善を促している。さらに、最近の動きとしてエネルギー産業拠点の形成を目指していることが紹介された



図2 講演する今永副市長

現在は環境首都として東田地区の北九州スマートコミュニティ創造事業や、響灘の北九州次世代エネルギーパークなどの事業を行っている。かつては石炭の積み出し港であった響灘では、単なる発電ではなく、北九州のものづくりの実績を生かして、エネルギー産業拠点の形成を目指していることが紹介された。

質問1（一般市民）：クリーンエネルギー技術について、北九州市に期待するのは、技術革新である。ものづくりに

対する技術革新をどうするか新しい鉄鋼材料の技術開発も進んでいるが、実施ができていない。風力発電にも技術開発が必要である。セルロースナノファイバーを用いた繊維強化プラスチックの工業化への道なども考えるべきである。響灘でブレードやナセルを作る。単なる既存材料の輸入部品を組み合わせるの事業にとどまることなく、北九州の響灘で製造をすることが必要ではないか。

回答1：ぜひ、将来はそういう方向を探りたい。

質問2（一般市民）：核エネルギーについてはどう考えているのか。風力発電の変動性についても問う。

回答2：原子力発電の判断は国の問題である。再生エネルギーの推進及び蓄電技術の発展があれば、原子力発電に頼らなくてもよくなるであろうが、他の技術革新が必須である。風力発電の変動性についても、エネルギー全般の電源構成比率の問題と合わせて考える必要がある。

質問3（大学生）：講演資料6ページには硫黄酸化物が環境汚染物質であるが、公害ピーク後に減少した理由はどのようなものか。汚染物質であることに気づき対策を講じたことで減ったのか。

回答3：大気中の硫黄酸化物を減らすために、工場内での発生プロセスを減じる施策を実施した結果、減らすことができた。

(3) 講演2「地産地消の地域エネルギー 北九州パワーの取組」千歳昭博株式会社北九州パワー代表取締役

ごみ発電や風力発電等の再生可能エネルギー電力を地域に供給する地域電力事業は、電力資金の地域外流出を抑制することを目的としている。小売り電気事業者は、当該企業の利益最大化を目的に電力供給価格を設定するのに対し、地域電力事業者は地域の特性を考慮した料金政策（工業団地向け料金、中小企業支援料金、子育て支援施設向け料金）を行っており、そもそもの目的が異なっている。



図3 講演中の千歳社長

しかし、今年のような猛暑では、低炭素を維持しつつミドルピークの電力を維持するには、太陽光発電を購入することになり、低付加率需要家のみを対象とするだけでは、資金調達など事業リスクが高いのが問題である。将来的には、AIを活用した再生可能エ

エネルギー電力増大の 30 分単位での予測や、電気自動車化による電力需要の変化が見込まれることが示された。

(4) 講演3「炭素戦略から見たエネルギー未来構想」 林潤一郎九州大学教授



図4 講演中の林教授

林潤一郎九州大学教授からは、IPCC レポートでは気温上昇2度以内に収めるには、CO₂排出量を60%削減する必要がある一方、衛星からの地表表面温度測定結果(ウェブ上で公表)では、2000年以降ほぼ一定温度にあることが示された。

太陽光発電だけで必要な電力を作るのに必要な土地は21,405平方kmであるのに対し、日本の宅地・工業用地などは

19,000平方kmに過ぎず、無理である。

現状の発電は燃料の化学エネルギーを熱エネルギーに変換するもので、燃やすことは効率が悪い。燃料電池のように化学エネルギーを電力に変換する燃やさない発電の理論効率は86%である。机上計算ではあるが、CO₂を利用できるものにするすることで、CO₂排出を80%削減することが可能であることが示された。

質問1(日本学術会議会員):衛星で測った地表温度の上昇は、2000年以降ほぼ一定という表は、我々が得ている情報との齟齬がある。南極の氷が溶けるなどの事象に対しても同様である。

回答1:衛星から測定した地表温度上昇はウェブで公表されているものである。もっと長期で見ると、1800年からは単純上昇にも見える。気候モデルはまだ未発達で、モデルは多々あることだけは認識いただきたい。

(5) パネルディスカッション「環境とエネルギーの調和の観点から見たエネルギー未来構想」

3人の講演者と玉田薫九州大学副理事(日本学術会議連携会員)、三谷康範九州工業大学教授をパネリストとして、早瀬修二九州工業大学理事のコーディネートで「環境とエネルギーの調和の観点から見たエネルギー未来構想」というテーマで、パネルディスカッションを行った。



図5 パネルディスカッションの様子

冒頭、三谷教授と玉田教授から話題提供があった。

三谷教授からは、「低炭素経済へ向かう潮流は変わらず、中国ではCO₂排出が多い施設の閉鎖を進めている。日本でエネルギーのコストが高く、洋上風力世界平均の1.6倍、太陽光も施工期間が長くドイツの2-5倍である。研究としては地図情報からEV到達圏可視化などを行っている」ことが紹介された。

玉田教授からは「ナノテクデバイスの研究者として、世界のセンサー

需要拡大に伴い、その場で必要なエネルギーを作る新たな電源需要が生じる」ことが紹介された。

その後、早瀬教授のコーディネートにより以下のように進められた（以下敬称略）。

早瀬) 風力以外の取り組み予定は？

今永) 多様な電源を確保することを目指している。太陽光、石炭、バイオマスその他。ものづくりの街の特性を生かして、多彩な電源・スマートコミュニティのような低炭素のまちづくりの取り組みは、他の街より先をいっている。

早瀬) 千歳社長は北九州市の取り組みをどう見ているか？

千歳) 北から南まで多くの街と関わっている。北九州の最大の特徴は、行政が率先して取り組みを先導しているところである。例として、研究会のあとも市の職員がフォローして、参加者の意見を聴取する。意気込みが違う。目指す方向が一致していて、安価な電力を低炭素で供給する目的が行政全体に浸透している。

早瀬) 福岡の九大を中心とした考え方と、北九州市の取り組みの違いは？

林) 北九州市と福岡市は再生可能エネルギーを中心に、地域エネルギー政策を企てているところは同じである。地産地消のメリットを生かす施策が必要。

早瀬) 地産地消のメリットは、小回りが利くのできめ細かなエネルギーミクシングができることである。そのためには、未来予測が必要になってくると思う。産学連携にとどまらず、地産地消の観点で新しい産業を創出するために必要なことは？

三谷) 思いもしていない応用に対してのアンテナをどう広げるかが最大のポイントである。マッピングを始めた理由は、異なる観点でマッピングされている事象との関連を知ることであった。

早瀬) 究極の省エネデバイスのエネルギーを考える上で、革新的なエネルギー技術がマテリアルサイドからあるか？

玉田) ナノテクの実用化に時間がかかる理由の一つは、周辺技術の対応に時間がかかっているためである。太陽電池を例にとると、屋外での利用に耐える耐久性、微弱光の利用に見合う材料など、多様な周辺技術とのマッチングが必要である。

早瀬) 自然エネルギーデバイスのリサイクルについてはどうか？

今永) エコタウンでリサイクルの取り組みを行なっている。太陽光パネルのリサイクル実証研究を実施している。熊本地震で大量のパネルがリサイクルに回っている。今後も対応できるように進めていく。

最後に会場から質問を受けた。

質問1 (一般市民)：風力発電の環境アセスをどう考えているか？

今永) 低周波の影響については環境アセスの項目に入っている。これから環境アセスの評価を進めていきたい。

質問2 (同じ一般市民)：過去のセミナーで、講師の先生が500 m 離れば、低周波の影響はないと言っていたが、ヨーロッパでの研究発表では、2 km 離れても超低周波障害はあると言われている。しっかり対応してほしい。

3 第三部夏季部会での今後の活動

生活者との対話はまだ始まったばかりである。23期においては、夏季部会にあわせて開催する市民公開講演会にてその試みを始めたばかりである。以前の市民公開講演会では、質問者は日本学術会議会員か、開催大学の関係者であった。しかし、開催地の特性を考慮し、科学技術の光と影に焦点をあてたテーマに基づく講演とパネルディスカッションにしたことにより、少しずつであるが、高校生や大学生、一般市民の積極的な参加が進んでいることは事実である。特に今回の市民公開講演会では、影を克服して光に進展させた事例に焦点を当てることで、さらに踏み込んだ議論ができたと感じる。

23期での活動は今回の市民公開講演会開催と記録の提出にて終了する。本分科会で扱えなかったが、テーマとしては、人工知能AI（情報学委員会）、安全とコスト（機械工学委員会、土木建築委員会、総合工学委員会）などがあがっている。

AI分野の問題については、第三部情報学委員会のもとに「ITの生む諸課題検討分科会」が設置され、2017年8月9日に公開シンポジウム「ITの進展から派生する諸課題に関する学術シンポジウム」が開催された。

科学技術の「光」及び「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を対比させ、その適切なあり方を提示することは、非常に重要である。24期でも継続した活動が必要であることを、2017年8月1日開催の第三部会にて引継ぎを行った。

<参考文献>

[1] 日本学術会議「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、記録「市民との対話から考える 科学技術と自動運転システムの未来」、S C J 第 23 期 290307-23030002-057、2017 年 3 月 7 日、

<http://www.scj.go.jp/ja/member/iinkai/kiroku/3-20170324.pdf#page=6>