日中科学技術

No.175
2020.12.20

発行所　**特定非営利活動法人　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：jcstea@alpha.ocn.ne.jp　　URL：http://jcst.in.coocan.jp/
電話：03（6661）7929　　Fax：03（6661）7929

先端技術を巡る米中覇権争いの行方と第 14 次五か年計画

協会会員　笹川平和財団 理事長、政策研究大学院大学SciREX センター長、客員教授　角南 篤

米国ではトランプ大統領の再選を阻止したジョー・バイデンが新たな政権をスタートさせる準備を着々と進めている。すでにバイデン次期大統領は、新しい国務長官にアントニー・ブリンケン元国務副長官を、また新設した気候問題担当大統領特使にジョン・ケリー元国務長官を指名している。新政権が、トランプ政権が一方的に脱退したパリ協定への復帰などの気候変動問題を重要な安全保障課題と位置づけ、国際協調を基軸とした外交政策を展開する姿勢を明確に打ち出していることの表れである。

一方、トランプ政権のもとで、国際社会における中国のプレゼンスの拡大に対し明確な危機意識を表明してきた米国であるが、その背景には、「製造強国」を目指す中国の目覚ましい成長がある。中国の国全体の研究開発投資のレベルは米国と肩を並べるまでになっており、また今年になって、科学技術全般の論文数でついに中国は世界第一位まで昇りつめた。ロボットやドローン、AI といった最先端技術は、現在の軍事技術としても重要であり、科学技術や経済のみならず安全保障という観点でもっとも重要な「デュアルユース技術」の課題と位置付けられている。したがって、米国も中国の先端科学技術の獲得は、米国の安全保障上の脅威になる可能性があるとして、冷戦時代の対ロシアに対するオフセット戦略を、今は中国を意識して展開している。こうした先端技術を巡る米中の覇権争いは、安全保障については米国と、経済については中国との関係が重要な日本にとって、米国が政権交代を迎える今、大きな課題であることは言うまでもない。

現在中国は、宇宙、海洋、新エネルギー、ロボット、バイオ医療分野などすべての技術分野で世界をリードすることを目指した「中国製造 2025」を掲げ、「中国の夢」を実現する新たな経済成長の原動力にしようとしている。

第 14 次五カ年計画においても、「６つの新」の発展目標が打ち出され、イノベーション主導型の経済発展戦略の実施が謳われており、とりわけ持続可能な経済発展を実現するためにも製造業の技術能力の高度化が引き続き求められている。それには、IoT 時代に合った新たな経済インフラの整備も必要であり、中国のコアコンピテンスを構築する技術革新のスピードに応じたアジャイルな重点技術分野の開発と人材育成などが求められている。そこで、現在直面している課題を克服し、キャッチアップ型経済モデルからの脱却を国家戦略として建国 100 周年（2049 年）までに世界の製造強国のトップになることを目指しているのが「中国製造 2025」と「中国標準 2035」である。

「中国製造 2025」により、中国が将来世界の製造強国のトップに躍り出ることになれば、「一帯一路」を軸とした巨大な経済圏の中心国としてその影響力は計り知れない。とりわけその経済圏は、「中国製造 2025」の基盤となる膨大なデータを提供

し、ビッグデータを活用する AI や５G をはじめとする次の核心的技術の獲得競争で中国を優位に立たせることができる。見方によれば、中国はすでに AI 先進国である。AI に関する論文数では米国を上回り、特許出願数においては米国に次ぐ第２位でもある。そのうえで、中国は「2030 年までに AI で世界をリードする」という目標を掲げており、米国を追い越す勢いすら感じられる。加えて、量子コンピューターや量子暗号なども中国の核心的技術の代表例である。

そうしたなかで、日本も「中国製造 2025」、そして「中国標準 2035」のような長期的かつ大局的な戦略で、ビッグデータの時代にアジアの一員として、中国をはじめインドなど他のアジアの科学技術大国とどう向かい合っていくのか、今後向かうべき方向性を打ち出していくことが急がれる。

藤崎博也副会長、IEEE 信号処理国際会議に対する多年の貢献により表彰を受ける

第 15 回 IEEE 信号処理国際会議(2020 年 12 月 7 日～9 日、北京)で藤崎副会長に贈られた表彰状

IEEE 信号処理国際会議は 1990 年に北京で第 1 回が開催され、以後 1993 年、1996 年と続き、1998 年からは隔年に開催されている中国開催の大規模な国際会議である。2020 年はその創設 30 周年を記念して、第 15 回の会議が去る 12 月 7 日から 9 日まで北京で開催された。

この国際会議の発足を遡ること更に 5 年の 1985 年、筆者は中国を訪問したが、その際、翌年に東京で開催準備中の IEEE 信号処理学会の主要会議である ICASSP 86 の組織委員長として、中国からの参加を勧誘した。しかしながら当時は中国の研究者が国外の国際会議に参加することは極めて困難であったため、東京での ICASSP 86 の直後にその付帯行事として、Workshop on Acoustics, Speech, and Signal Processing を北京で開催することとした。これにより、ICASSP 86 のために来日した主要な研究者の多くが、中国側からの旅費負担なしにこのワークショップにも参加した。筆者は当時の IEEE 信号処理学会会長 R. Crochière 氏をはじめ、この分野の代表的研究者諸氏と共にこのワークショップに参加し中国側との仲介の労を執った。中国側の接遇は極めて丁重で、例として晩餐会が人民大会堂で行われたが、私は主賓の一人として舞台正面から入場、舞台上のメイン・テーブルに席を与えられた。

このワークショップは、中国における信号処理分野の組織的学会活動のきっかけとなったが、大規模かつ定期的な国際会議の準備・発足にはさらに4年の期間を要した。それらの努力が実って、1990 年 10 月、第 1 回の IEEE 信号処理国際会議（ICSP）が北京郊外の香

山賓館で成功裡に開催され、筆者は創設者の１人として会議全体の Co-chairman を務めた。以来、今回まですべての会議に参加し、Co-chairman あるいは Advisor としてその企画・運営に関与し、また 1996 年、2008 年、2016 年にはそれぞれ別のテーマで全体講演を行った。今回の表彰は、過去 30 年間のすべての会議へのこれらの貢献に対して与えられたものである。

（藤崎博也　記）

有 馬 朗 人 君 を 悼 む

協 会 会 長　　有 山　　正 孝

当協会顧問・元理事　有馬朗人君は 2020 年 12 月 6 日急逝された。ここに謹んで哀悼の意を表し、ご冥福をお祈り申し上げる。

100歳に達してなお矍鑠たる人が少なくない今日、平素人一倍健康には気を使い、人間 120 歳までは生きられるというのが持論であった彼が、30 年を残して斯くも俄かに逝ってしまうとは、今でも信じられない。実際、彼が学園長であった武蔵学園の秘書の方は「5 日にはお元気で帰宅されました」と語っている。不幸にも独り居る時、突然の心臓発作に襲われたのか。人の命は儚いものである。

有馬君の原子核物理学研究者としての業績、東大総長・理研理事長・文部大臣等を歴任した経歴と学界・大学行政・教育行政における功績、学士院賞・文化勲章その他の受賞歴については良く知られており、ここに繰り返すまでもあるまい。また俳人として蛇笏賞を受賞し今日の俳壇に重きをなしていたことも、周知の通りである。

比較的取り上げられないのが科学技術分野における日中交流に関する貢献である。彼は当協会の会員である他に、2006 年科学技術振興機構に設立された中国総合研究交流センター（後に中国総合研究交流・さくらサイエンスセンター）の初代センター長に就任し、今日に至るまで中国の科学技術と教育の現状の調査・研究と情報発信を通じて相互理解を深める事業、中国に限らず広くアジア地域の青少年を対象とする人材育成事業に尽力してきた。また 1997 年に設立された日中産学官交流機構(2004 年 NPO に改組、2018 年解散)の最高顧問として、その豊富な人脈を通じて日中交流に貢献した。同機構が共催して東京または北京で開催された日中 2 国間セミナーにおいて彼は何度も講演をしている。これ等のセミナーには私も当協会を代表して度々招かれている。

今ひとつ是非強調しておきたいのは、彼が研究者としては珍しく初等中等教育に熱心であったことである。文部大臣として推進した「ゆとり教育」は彼の目途とは異なる結果を招き、後々まで彼が悔やむ処となった。しかし大臣であるよりは教室で子どもたちを教える方が彼にとっては楽しかったに違いない。今でも忘れられないのは 1996 年夏に彼が企画して国立オリンピック記念青少年総合センターで開催した「夏休み中学生科学実験教室」である。私も駆り出されて手伝ったが、中学生 80 名が 4 泊 5 日の合宿をして、固体燃料を使う本格的なモデルロケットを作って打ち上げたりするなかなか大掛かりな実験教室であった。劈頭、彼は白い髭を付けガウンを着てガリレオに扮し、「科学の楽しさ」と題して演示実験を交えながら講義をしたが、実に楽しそうであった。

有馬君は 1950 年、東京大学理学部物理学科に入学した時以来 70 年に及ぶ私の友人、知友、畏友である。彼は学部学生のころから老成の趣があり、口の悪い級友は朗人をもじってロウジンと呼んだりした。早くに父君を失われた彼は苦労人でもあった。その所為もあって彼は自然科学者にしては人を見る眼差しが暖かく、面倒見もよかったので、クラスの中心的な人物の一人であった。クラス会が今日に至るまで連綿と続けられたのも、彼の求心力とその相棒としてマメな幹事がいたことに依る処が大きい。

卒業時に 38 名いた我々の同級生も今や生存者は一桁、昨年 12 月に開催したクラス会に出席できたのは僅かに 5 名に過ぎなかった。

「生きていたら来年また逢おう」と言って別れたが、この１年間にその中の二人が去った。クラスの名簿でも物理学会の会員名簿でも常に私と並んでいた名前が消える。限りなく寂しい。

有馬君、なぜ逝ってしまったのか。まだ遣りたいことが沢山あった筈だ。遣ってほしいことも沢山あった。そして長く病院

生活を送っておられる最愛の奥様を残して先立つのは最大の心残りであったに違いない。

しかし時間は戻らずエントロピーは増えるのが、君の愛した自然の法則である。今はただ安らかな眠りに就かれることを心から祈る。

再生可能エネルギー・新型原子炉・使用済み核燃料処理をめぐる世界情勢

日中科学技術交流協会顧問　有馬　朗人

（2020 年 8 月 26 日憲政記念館でのモルテン・ソルト・リアクター勉強会」基調講演）

１．はじめに（日本の将来が心配）

日本の将来が本当に心配です。2000 年には論文数がアメリカに次いで２番だった。現在は、中国が１番、アメリカが２番、３番目はイギリス、４番目がドイツになって、日本は５番目。フランスに負けそうになっている。2000 年頃から日本の科学技術が弱くなった。論文引用度による評価も下がった。１８歳人口もどんどん減っている。日本の将来をどうするか！　私は教育を徹底的に行って若者を育てるべきで、それ以外に方法はないと思っている！

２．再生可能エネルギー

再生可能エネルギーで将来のエネルギー問題が解決するかというと、それだけでは足りない。詳しく見てみるにはドイツの例を見るのが一番良い。ドイツでは、2000 年から 20 年間にわたって再生可能エネルギーを伸ばしてきている。2000 年にドイツは買い取り制度を導入したが、その裏には日本の通産省がサンシャイン計画をやっていて太陽光でオムレツを焼いたという話が伝わっていて、それを評価して再生可能エネルギーを開発しようということになったと聞いたことがあります。

ドイツの再生可能エネルギー発電量の年次変化を**図１**に示すが、2000 年から 2019 年にかけて年率 1.0～1.25％で伸びている。

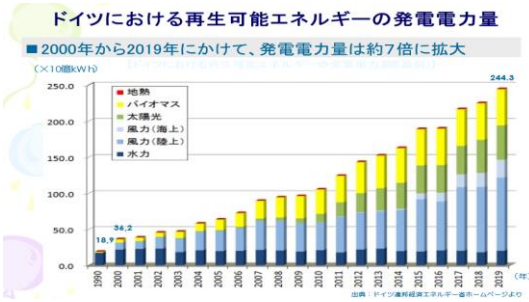

図１．ドイツにおける再生可能エネルギーの発電電力量

水力を除くと 30%位、水力を入れると 33%が再生可能エネルギーで供給されている。原子力も 2020 年まで 10%くらい供給されており、それを止めるかどうかが問題になっている。それら以外の 54.5%は石炭など化石燃料に依っており、それを今後いかに抑えていくかがドイツの最大の問題です。

日本でも再生可能エネルギーを進めることになって、私はドイツの例に基づいて日本の再生可能エネルギーの伸びを１年間に 1.0~1.25%と予想しました。実際の日本における再生可能エネルギー発電電力量の推移は**図２**に示すようでしたが、2011 年度に買い取り制度が導入されてから急激に伸びていっている。

図 2。日本における再生可能エネルギー（水力除く）発電電力量の推移

日本の発電電力量に占める各電力源の比率の推移を**図３**に示すが、新エネ等とあるのは地熱及び新エネルギーで、水力は除いてあります。この比率は 2012 年に 2.9%、2018 年に 9.2%で、その６年間に 6.3%伸びており、年間平均値は 1.05%となり、私がドイツの先例から予想した 1.0～1.25%に一致している。これを 2031 年まで外挿すると大体 12.6%位になる。これに水力の推定値 7.5%を加えると、2030 年には再生可能エネルギーの比率は 20.1%となり、エネルギー基本計画で 22～24%と評価されているのとほぼ一致しています。

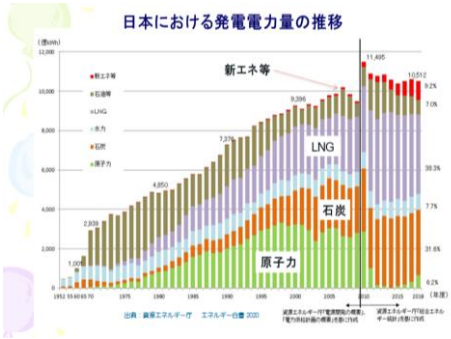

図３．日本における発電電力量の推移

現在５％である原子力は、かつては35%まで占めていたのに、一体どうしたことか？　再稼働を許可された原子力発電所がなかなか動かないことを私は非常に心配しています（**図４**）。

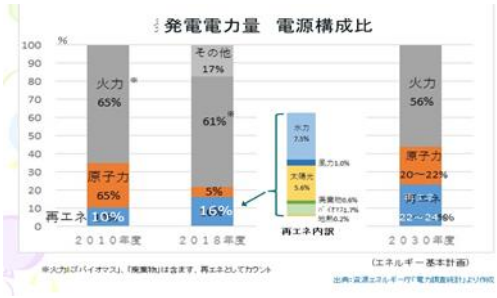

図４．日本の発電電力量の電源構成比

原子力も再生可能エネルギーも両方徹底的に進めなければならない。再生可能エネルギーの問題は、発電しても十分に送電できないこと。一昨年になりますが、九州電力で夏に太陽光発電が発電しすぎて電力を止めることになりました。この余剰電気を中国地方や四国に送電できればよいが、日本のシステムではできない。

ドイツでは、風力発電が大幅に発電した電力を外国に売る。オランダにただで売ることもある。ヨーロッパでは、国々が電力網でつながっているが、日本では外国はもとより地方地方すら十分つながっていない。再生可能エネルギーの充実には広域の送電網の充実が絶対必要である。また、イギリス、アメリカ、スペインは原子力を大体 20%位維持している。日本もそれくらいは持たねばいけない。地球温暖化ガスの放出を抑えるためには再生可能エネルギーと原子力エネルギーの両方が必要で、そのベストミックスが必要です。結論は次のようになります：

日本のエネルギー計画は

・原子力は全力で伸ばさなくてはならない

・再生可能エネルギーも 20%へは達し得るがもう一頑張りする必要がある

・原子力と再生可能エネルギーは両方伸ばさなくてはならない

・再生可能エネルギーによる電力普及のため広域の送電網の充実が必要

・火力発電の 50%分を再生可能エネルギーで置き換えるには約 50 年が必要

３．使用済み核燃料処理

1990 年から 2020 年までで地表平均温度は１度以上上がっている。地球温暖化に対処するには、再生可能エネルギーと原子力と両方が必要である。原子力では使用済み核燃料をどうするか、特にプルトニウムが問題。外国では、日本はプルトニウムを貯めて原爆を作るつもりかと冗談が言われている。国の責任で使用済み核燃料のリサイクルや廃棄物の処理を行わなければなりません。民間だけに任せるなと言いたい。ドイツ、フランスでも最終処分場が決まらず、候補地では反対が起こっている。日本も早急に最終処分場を決定していただきたい。　使用済み核燃料を再処理してプルトニウムを取り出す国と使用済み核燃料をそのまま処分する国があり、後者では北欧のフィンランド、スウェーデンのみが処分場を決定している（**図５**）。

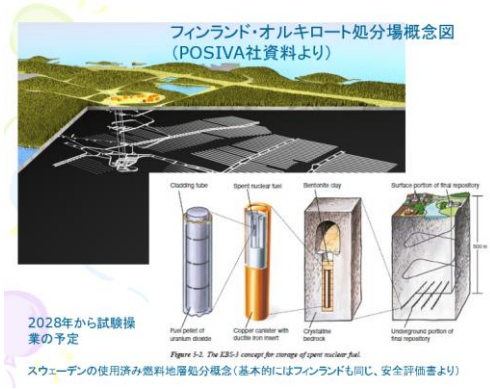

図５．使用済み核燃料の処分（フィンランド、スウェーデン）

また、先進国から発展途上国に小型原子炉を輸出し、使用済み核燃料を先進国に持ち帰って、新燃料を詰め替えて途上国に返し、使用済み核燃料は先進国が処理するという方式も将来必要になってくると思います（**図６**）。

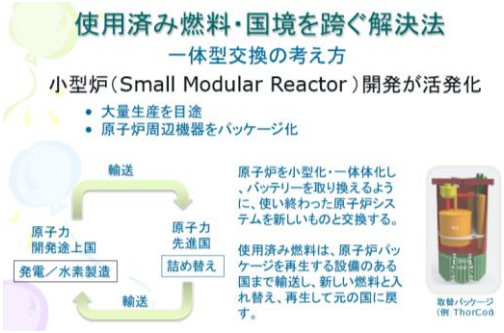

図６．使用済み核燃料の処理を国境を跨いで解決

低コストで地下最終処分を行うため、長寿命放射性廃棄物の減容処理が検討されており、加速器で中性子を大量に発生させて行う方法がある。日本で以前オメガ計画と称して放射性廃棄物処理計画を実施しようとしたが、その話を聞いて中国では蘭州と広州に研究所を作って研究をおこなっている。発電まで行おうとしている。今日、新たに溶融塩炉を使って廃棄物減容を行おうとする考えが出てきていることにご留意いただきたいと思います。

４．溶融塩炉

溶融塩炉について、日本では過去に随分検討されたのですが、推進が止まってしまっていました。しかし、近年復活しつつあります。溶融塩とは、食塩（塩化ナトリウム）を数百度以上に加熱すると液体になりますが、そのような液体の塩のことで、冷却剤として使われることもあります。溶融塩炉に使う溶融塩としてどういうものを使ったらよいか今も研究されています。この炉が成功すれば、使用済み核燃料の処理にも使えます。

溶融塩炉の特徴は作動圧力が低いことと、仮に事故が起こっても負のフィードバックが効いて事故を終息させることができ、安全性が高い。また溶融塩を容易に退避させることもでき、事故終息できる。安全性が高いことは将来のために役に立つと思っている（**図７**）。

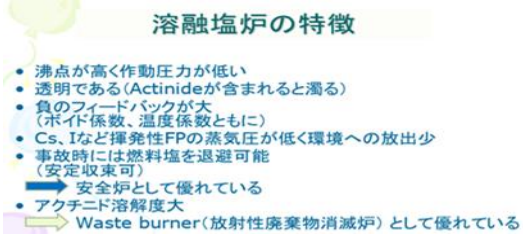

図７．溶融塩炉の特徴

溶融塩炉は 1967 年にオークリッジで運転に成功していまして（**図８**）、ちょうどその頃私は米国のコンサルタントをしていてオークリッジに行っていました。人が騒いでいるところに行き会わせたので、どうしたのと聞いたら溶融塩炉が完成してそのパーティーをしているところで乾杯だと言っていました。

図 8. 溶融塩実験炉の開発（1960 年代から今日へ）

その後なぜ溶融塩炉が広く使われなかったかというと、溶融塩炉ではトリウムを使うのでプルトニウムが出来ない、そのためアメリカでは溶融塩炉を発展させなかったということを聞いたことがありました。

しかし、近年アメリカでは溶融塩炉を一生懸命開発するようになり、面白いことに中国と協力している（**図９**）。

図 9. 米国オークリッジ研究所の溶融塩ループ（2016 年～　）

それがトランプ大統領になって、そのことを知って、だめだということで協力が切られてしまった。それで、昨年くらいから、何とか日本と協力できませんかということを、中国科学院の人が私に囁いたことがあります。もともとアメリカで作られた型の原子炉ですから、アメリカでは多くのベンチャー企業がいろいろな種類の溶融塩

炉を作って売り込もうとしている。アメリカのベンチャーである ThorCon はインドネシアに溶融塩炉プラントを輸出しようとしています（**図 10**）。

図 10. 米国ベンチャーThorCon の溶融塩炉プラント

中国では、私の友人である科学院副院長の江綿恒氏の下で 2010 年頃から上海の研究所で溶融塩炉の開発を始めている。ゴビ砂漠で溶融塩炉を建設している（**図 11**）。

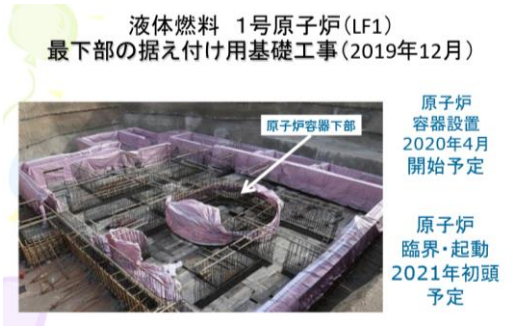

図 11. 中国武威市（甘粛省、ゴビ砂漠）での建設状況

先に述べたように、米国から協力を拒否された。できたら手伝ってあげてほしい。ロシアでも溶融塩炉開発が進められている（**図 12**）。

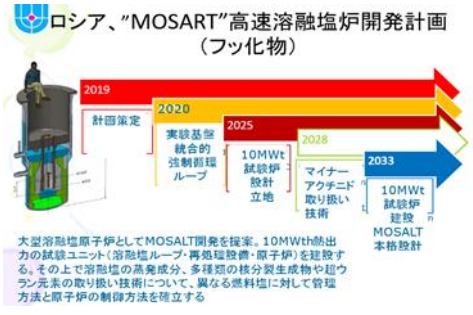

図 12. ロシアの溶融塩炉開発計画とスケジュール

米国や欧州では、多くのグループが立ち上がり若い人たちが活躍している。

５．まとめ

まとめ（その１）

・再生可能エネルギーを伸ばせ

・再生可能エネルギー利用のため送電線などを充実せよ

・地球温暖化問題の解決や人類人口増に対応してエネルギー　特に電力の供給を確保するため、再生可能エネルギーと原子力のベストミックスが必要

まとめ（その２）

・原子力技術は温暖化を遅らせる人類の宝刀であり、電力や水素などクリーンなエネルギーを大量に供給できる

・米国発で使用済み核燃料を処理する新しい方法として溶融塩炉開発が進んでいる。ロシアもそれに追随した
・中国ではゴビ砂漠に溶融塩炉を建設中で、近々稼働を開始する

・米国や欧州では民間の溶融塩炉ベンチャーが立ち上がり、若い人が積極的に参加している

・小型原子炉（SMR）の開発が活発化し、国境を越えて使用済み核燃料問題を解決する枠組みが可能になりつつある

・原子力技術は地球の未来に希望を与えてくれる

もっとも重要なポイントは、若い研究者を励まして、積極的にエネルギー問題に参加してもらって、再生可能エネルギーも新しい原子力も、若い研究者が積極的に伸ばしていける、そういう日本の状況を新たに建設してほしい。今は国立大学も県立大学も運営費交付金を毎年１％ずつ減らされる。こういう状況を何とか改善して、若い人たちが 2000 年の初めのように日本を科学技術立国として世界のリーダーにする、そういう時代がもう一度来るようにご努力賜りたい。そして日本のエネルギー問題を、再生可能エネルギーおよび原子力の両方で日本の力を伸ばし、日本が世界で活躍し、世界のリーダーになるようにしていただきたい。これが私の心からのお願いでございまして、このことを訴えさせていただきまして、私の講演を終わりたいと思います。ありがとうございました。

（講演 CD 起こし及び要約編集：木下幹康（協会会員）、山脇道夫（協会副理事長））

第 7 回理事会
2020 年 11 月 13 日 ZOOM オンライン会議

・2020 年度中国人留学生研究奨励賞の選考について 4 名の応募があった。選考委員会を設置し、選考委員長として藤崎副会長を選任した。今年は応募者が少ないので、受賞者が 3 名に達しない場合もあり得る旨を了承した。

・正会員 1 名の入会承認：植村賢介氏の入会を承認した。

・入会承認手続きの委任について；入会申込者が入会承認基準に抵触しないと判断された場合は、入会承認の可否決定を正副会長・業務執行理事の 5 名に委任し、その後、理事会に報告することを承認した。

・入会承認基準の再検討　入会承認基準に不備の点が認められるので、継続審議とした。

・当協会の今後の活動方針について：今後、当協会の運営を如何にすべきか種々意見を交換し、今後引き続き検討することとした。

第 8 回理事会
2020 年 12 月 18 日 ZOOM オンライン会議

・2020 年度奨励賞の選考結果は以下 2 名に決定した。

①GAO, Runsheng（高　潤昇）筑波大学数理物質科学研究科　工学博士

②Xiafukaiti Alifu（シャフケティアリフ）千葉大大学院工学融合理工学府地球環境科学専攻　工学博士

表彰式は 2021 年 1 月 13 日 13 時より zoom 会議方式で実施する予定。

・入会基準等の改定案を承認した。

・2020 年度上期（2020 年～12 月）会計報告、下期予算、来期見積もりを了承した。

目次

１．先端技術を巡る米中覇権争いの行方と第 14 次五か年計画
協会会員　笹川平和財団理事長　角南　篤　1

２．藤崎博也副会長、IEEE 信号処理国際会議に対する多年の貢献により表彰を受け　2

３．有馬朗人君を悼む
協会会長　有山　正孝　3

４．再生可能エネルギー・新型原子炉・使用済み核燃料処理をめぐる世界情勢
協会顧問　有馬　朗人　4

５．第 7 回理事会　8

６．第 8 回理事会　8