

日中科学技術

No. 163

2017. 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.jpURL : <http://jcst.in.coocan.jp/>

電話 : 03 (6661) 7929

Fax : 03 (6661) 7929

人の繋がりを通して、また暮らしてみte感じた中国 コンサルタント、協会会員、元物質・材料研究機構 八木 晃一



現在、北京科技大学が中核となり、ノルビン工業大学、西北工業大学（西安）、金属研究所（瀋陽）の協力のもとに国家材料服役安全科学中心(NCMS)の建設が進めら

れている。センターの主要建物ほぼ完成し、大型実験設備を設置お始めている。NCMSでは、実条件を模した環境で構造物の試験を行い、構造物の強度特性研究し、寿命評価のための技術や手法の開発を目指している。このため、疲労、大気腐食、エロージョン、応力腐食割れなどの大型試験設備整備されている。

このセンターのリーダーである孫継教授（2017年8月末に中山大福校長へ異動）が2005年2月、物質・材料研究機構（NIMS）に訪れ、構造物の安全性・信頼性材料リスクについて話し合った。その後、2008年9月に北京科技大学を訪問し、その時にNCMSプロジェクトを支援してほしいと頼かれた。その頃、以前から高温材料強度分野で付き合いきた中国の教授とNCMSの活動について話し合いがあったが、彼ら大型実験施設を使い、長時間を要する材料研究を中国で進めることが容易であるとされた。

小生はこのプロジェクトのアイデアの段階から孫教授より相談を受けている経緯あり、安全・安心はすべての人にとって

重要な課題であると考えているので、NIMSでの経験を活かして中国で材料使用安全を根付かせたいとの考えから、2009年4月にNCMSの高級顧問を引き受けた。小生は金属材料の高温強度などの研究に携わっている。NCMSにクリープ試験機を設置することを、東京工業大学の田中良平教授の友人である北京科技大学の陳国良教授（中国工程院）が強く勧めたと言った（二人とも故人です）。大学で長時間クリープ試験を行うことは困難であるが、高温構造物の寿命予測技術開発の基盤構築していく計画である。

中国では、産業プラントや社会インフラが急増しているが、火力発電プラントも同様である。そして、新設されたプラントは、今後、安全確保のための寿命評価が必要となる。材料は多様な因子の影響を受ける。このため、寿命評価のために多様な材料データや知識の蓄積が必要であり、そのための機関協力の体制を作ることも重要である。データ獲得の協力について、北京にある研究機関の部長と話し合いがあったが、既成材料のデータ取得を企業や研究機関で協力して進めることは容易ではないと言っていた。確かに、材料使用安全のような地味な研究を共同で行っていくことの難しさは容易に想像できるが、このような難しさは他国でもあったことであり、多くの方々の協力・支援が切り抜けてきた。中国で材料使用安全に取り組むことの重要性を理解している方も多くいる。この方々が連携し、協力し合えば乗り切っていくのは可能だと考えている。

北京の街を歩いていると、夕方、大きな交差点で黙った中高年の方々が歩行者を誘導しているのを見かけるようになった。交通マナーも、徐々にあるようになってきているように感じられる。また、地下鉄に乗ると、車両の乗降口で整列して待つ若者が増え、また若者の多くが列を出て道を譲ってくれる。若い人たちから意識が変わってきたと感じている。

中国における USC 発電プラントの状況と課題

コンサルタント、協会会員、元物質・材料研究機構 八木 晃一

はじめに

中国では、高効率の USC 火力発電プラントが近年急速に増加している。USC 火力発電プラントに使用される耐熱鋼の課題を通して、最近の中国における経済成長のもとでの技術分野における課題について感想を述べたい。

火力発電プラントの性能

火力発電プラントとは、石炭、石油、ガスなどの燃料を燃やし、その熱によって高温・高圧の蒸気を得、その蒸気で発電タービンを回転させ、タービンに接続した発電機で電気を起こす装置である。火力発電プラントの効率は蒸気の温度と圧力の上昇とともに向上する。このため、高効率のボイラを作るには、高温・高圧の蒸気を得ることが重要な要件である。効率の上昇に伴って、燃料を有効に使用できるので、炭酸ガスの排出を削減でき、環境への負荷が低減できる。

蒸気条件（温度と圧力）によって、亜臨界圧、超臨界圧(Super Critical, SC)、超々臨界圧(Ultra Super Critical, USC)と呼ばれている。それぞれの蒸気条件での温度および圧力は表 1 に示すようである。各蒸気条件での効率は、亜臨界圧で～40%、超臨界圧で 40～42%、超々臨界圧で 41～43%である。

高温・高圧の蒸気を得るためには、その蒸気条件に耐えられるボイラ配管用の材料が必要である。このことから、蒸気条件の上昇は、ボイラやタービンに使用される耐熱鋼の開発とともに進んだ。耐熱鋼の研究開発は欧米で第 2 次世界大戦前から進められたが、わが国での使用は技術導入によって戦後になってからである。その後、研究開発が進められ、USC 発電プラントに使用される各種の高クロム (Cr) 鋼が開発された。

表 1 亜臨界圧、超臨界圧 (SC)、超々臨界圧 (USC) の圧力と温度

	主蒸気圧、MPa	主蒸気温度、℃	再熱蒸気温度、℃
亜臨界圧	< 22.1	< 565	< 565
超臨界圧(SC)	22.1 - 25	540 - 580	540 - 580
超々臨界圧(USC)	> 25	> 580	> 580

中国における USC 発電プラントの状況

図 1 は中国における石炭火力発電プラントの蒸気条件の変遷を示す¹⁾。中国では石炭が豊富に産出されることから、火力発電プラントは石炭焚が主流である。中国では SC 蒸気条件の発電プラント (566℃、24.1MPa) が 1992 年に運転を開始したようである。わが国での SC 蒸気条件の発電プラント (566℃、24.1MPa) の運転開始は 1967 年である。すなわち、中国で 20 数年前までに設置された石炭火力発電プラントは亜臨界圧であり、効率の低いプラントであった。

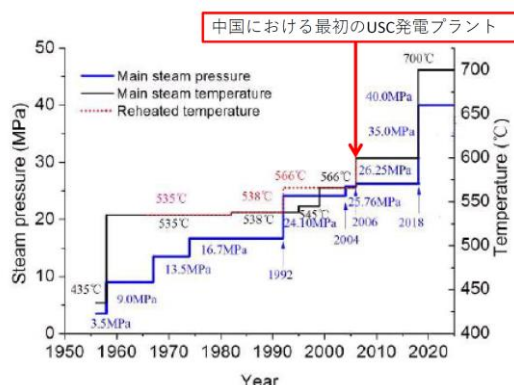


図 1 中国における石炭火力発電プラントの蒸気条件の変化

図 2 は中国における火力発電用ボイラの設置状況を示す²⁾。中国における火力発電用ボイラの建設は 2002 年頃から上昇し始めている。そして、2008 年をピークとして、その後、建設は減少している。建設された火力発電プラントの蒸気条件の内訳をみると、SC および USC の蒸気条件の石炭火力発電プラントの割合が年々増加しており、2013 年にはほとんどが SC および USC プラントであ

る³⁾。

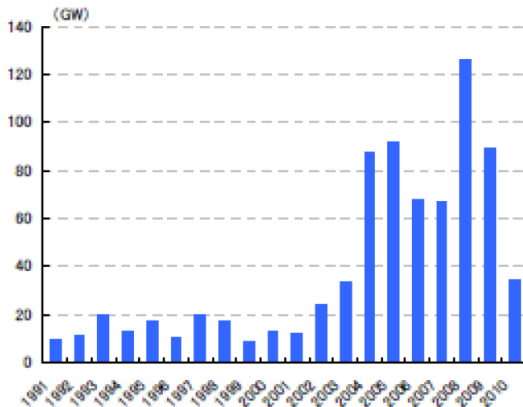


図2 中国におけるボイラの設置状況

中国における最初の USC 発電プラントは、中国華能集団の玉環発電所の 4 ユニット（容量；1000MW、製造；上海電気）で、運転開始は 2006 年 11 月である。続いて 2006 年 12 月に中国華電集団の Zauxian 発電所で 2 ユニット（容量；1000MW、製造；上海電気）が稼働、2007 年 12 月に中国国電集団の泰州発電所で 4 ユニット（容量；1000MW、製造；ハルビン電気）が運転を開始した⁴⁾。2009 年までに 12 基の USC 発電プラントが中国で運転を開始している。USC 発電プラントは最初に米国と英国で 1960 年代に運転されているが、これらのプラントは研究的なものであって、実用として世界で初めて運転された USC 発電プラントはわが国の碧南発電所 3 号機である。中国での UCS 発電プラントの初号機の運転開始は 2006 年であり、世界で 3 番目であって、中国の USC 発電プラントの運用は世界の中で早いグループに入る⁵⁾。

中国の USC 発電プラントは 2013 年末で約 160 ユニットであり、発電量は 122.24GW、中国での全火力発電プラントの約 13%が USC 発電プラントである。世界の USC 発電プラントでみると、中国には世界の USC 発電プラントの約 80%がある。先に示したように、中国では、SC 蒸気条件の発電プラントが 1992 年に運転を開始し、その後、2006 年に USC 発電プラントが運転を開始しており、中国での発電プラントの成長は極めて急速である。

高 Cr 耐熱鋼の長時間クリープ強度特性

高温・高圧の発電プラントを製造するためには、高温・高圧に耐えることができるボイラ、タービン用の材料が必要であり、特に、高温・高圧条件に耐える高温クリープ強度や耐食性を持った耐熱鋼が要求される。このため、種々の低合金鋼、ステンレス鋼が開発され、実用に供されてきたが、USC 発電プラント用材料として、起動・停止時に発生する熱応力を低くできるフェライト系の耐熱鋼の開発が要望された。そこで、開発の対象とされたのが高 Cr (クロム) フェライト耐熱鋼である。

高 Cr フェライト耐熱鋼の開発の歴史を若干述べる。9Cr-1Mo-VNb 鋼 (Mod.9Cr-1Mo 鋼ともいわれる) は 1970 年頃に米国で開発され、高速増殖炉用圧力容器および配管用の材料として選定され、1983～1984 年にかけて ASME (米国機械学会) 規格 (T91, P91 など) として制定された⁶⁾。この鋼は高速増殖炉用としては使用されなかったが、現在、火力発電プラントの主蒸気管やボイラ管として世界各国で使用されている。9Cr-0.5Mo-1.8W-VNb 鋼 (NF616) 鋼はわが国で開発された耐熱鋼で、650℃までの温度で許容応力が 18-8 系ステンレス鋼と同等以上であることから、USC 発電プラントの配管やパイプに使用されている⁷⁾。この材料も ASME 規格として制定されており (T92、P92 など)、主として欧州および中国で多く使用されている。12Cr-0.5Mo-2W-CuVNb 鋼 (HCM12A) もわが国で開発された耐熱鋼で、Cr 量を 12%として耐食性を向上させている。この材料も ASME 規格として制定されており (T122、P122 など)、後述の事故が起こるまで、世界で使われてきた⁷⁾。

USC 発電プラント材料の課題

中国の USC 発電プラントの技術は欧州およびわが国の企業から導入されたが、主蒸気管などのパイプ材として P92 鋼が使用されている。P92 鋼は P91 鋼よりもクリープ強度が高く、設計許容応力は高い。このため、配管の肉厚を薄くでき、発生する熱応力を低減させることが期待できる。

しかし、P92 鋼のクリープ破断延性は高温・長時間条件で大きく低下し、その低下の度合いは P91 鋼よりも大きい。このため、P92 鋼を長時間使用した場合に、起動停止による繰返し荷重などの疲労負荷によって、寿命が低下することが懸念される。

図 3 は Mod.9Cr-1Mo 鋼 (T91) のクリープ試験結果を示す⁶⁾。図中の破線は短時間で得られた実験結果から予測されたクリープ破断強度を示す。1 万時間を超えると、実測の長時間クリープ強度は、予測された破線よりも低くなっている。このクリープ破断強度の低下は旧オーステナイト粒界近傍での局所的な組織回復が原因と考えられている⁸⁾。この実験結果は高 Cr 鋼のクリープ強度が長時間で急速に低下する可能性を示しており、長時間クリープ試験による長時間データの取得、そして長時間データに基づく損傷評価や寿命予測法の開発が重要であることを示唆している。

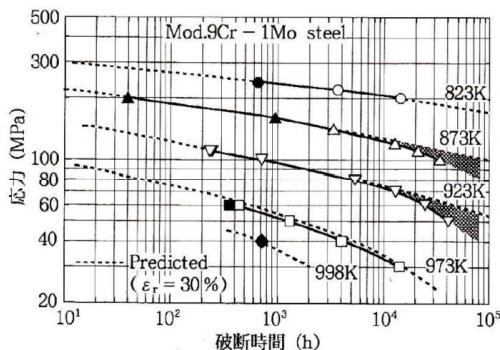


図 3 Mod. 9Cr-1Mo 鋼のクリープ破断特性 (黒マークのデータを用いて破線で示す破断強度を予測した)

2004 年 6 月に、わが国の USC 発電プラントに使用されていた Grade122 鋼の再熱器管の溶接部で破損が発生した。破損は溶接熱影響部 (HAZ) の細粒域からの割れ発生 (タイプ IV 割れ) が原因であった。使用時間はわずか 33000h であり、設計寿命に比べて極めて短い時間で破損した。この破損事故をきっかけとして、本プラントを製造した企業の技術者からの提案によって、高 Cr 鋼の設計許容応力の見直しがわが国で開始された。すなわち、長時間クリープデ

ータがわが国の企業や研究機関から収集され、Grade122、Grade91、Grade92 の設計許容応力の検討作業が実施され、わが国の規格値が見直された。そして、この見直し作業とともに、作業の結果は欧米にも報告され、欧米でも設計許容応力に見直しが行われている⁹⁾。なお、見直しによって Grade122 鋼の許容応力は大きく下げられたことから、この鋼は使用されなくなっている。

中国では、上記のように Grade92 鋼が主として使用されている。この件に関して、中国の専門家から、中国では USC プラントに使用されている耐熱鋼の弱点および破損について日本および欧州から多く学んできており、また P92 の許容応力は初期の提案から約 20% 低いので問題はないと考えているとの見解を聞いている。さらに、初期の 2 基のプラント (玉環発電所 1 号機および 2 号機) では P92 (主蒸気パイプ) および P122 (ヘッダー) が許容応力の高い値で設計されたために、寿命評価が実施され、数年後の再評価までは安全であることを確認したということも聞いた。中国での USC 発電プラントのパイプおよびヘッダーは P92 製であり、全て ECCC-2005 の値 (ECCC ; 欧州クリープ共同委員会) を使って設計されているとのことである。この ECCC-2005 の設計許容応力も現在、欧州で見直し作業が行われており、見直しの結果によっては中国で使用されているプラントの寿命予測に対して大きな影響があると予想される。

T/P92 鋼は高いクリープ強度という利点を持っている反面、高温・長時間で破断延性が低下するという弱点を持っているが、また溶接部での強度にも問題を抱えている。すなわち、高温・長時間側では、パイプとパイプを接続した溶接部で円周方向の破壊 (ギロチン破断) が起こる可能性があることが示唆されている¹⁰⁾。このため、T/P92 鋼を使用する場合には、溶接強度も課題である。

USC 発電プラントの寿命評価のための研究活動状況

中国で石炭火力 USC 発電プラントが使

用されてから 10 年が経過した。初期に製造された USC 発電プラントの構造部材については上記のように損傷評価が実施され、安全確認が行われている。しかし、2013 年末で 160 基以上、世界の 80% の USC 発電プラントが運転されており、これらのプラントを安全に維持管理するためには損傷評価・寿命予測法の研究開発が必須である。中国ではここ数年の間に新しいクリープ試験機が研究機関や企業に設置されている。しかし、1 つの機関でのクリープ試験機台数は 100 台から 400 台であって、わが国の旧金属材料技術研究所のように、1000 台以上のクリープ試験機を設置し、試験片で 3 千数百本の試験能力を有する機関はない。このため、欧州の ECCC のように多くの試験機関が協力してデータ取得し、それに基づいてデータ評価を進める仕組みが必要である。中国の研究者はこのことを十分に理解し、ECCC の仕組みを調査しているが、なかなか進まない。ある研究者は、中国では新しい材料の開発のようなプロジェクトであれば参加するが、既存材料についての安全性のような研究に自ら予算を出して参加する機関は少ないと言っていた。

安全は人、生活、社会にとって重要な課題であり、国として対応すべき課題である。そのことは中国でも十分に認識されている。このことから、北京科技大学を中核とした国家材料服役安全科学中心 (NCMS) のプロジェクト¹¹⁾が承認され、進められている。しかし、NCMS は大学に所属する機関であり、その研究領域は基礎・基盤である。本稿で議論している USC 発電プラントに使用されている高 Cr 耐熱鋼のクリープ強度は主要な化学成分ばかりでなく、微量な化学成分の影響を受け、また熱処理などの製造条件の影響も受けて、クリープ強度データは大きなばらつきを示す。さらに、上記のように溶接部での強度も重要である。しかも、クリープ強度への諸要因の影響は 1 万時間以上の長時間で現れる。このように、使用されている構造部材の損傷評価・余寿命評価を研究する場合、多様な因子の影響について長時間データや知識を獲得することが必要である。このため、

研究協力体制の構築が必要である。できれば、NCMS が中心となり、主要研究機関、企業との協力体制ができればと願っている。

中国における技術分野での課題

中国における急速な成長は、USC 発電プラントばかりでない。よく知られるように、高速道路や長大橋、新幹線、高層建築物など、あらゆる社会インフラや産業プラントが急速な勢いで建設されてきている。モノは設計図と設計許容応力を満たす材料があれば作ることができる。しかし、材料の挙動は様々な材料の諸要因や材料が使われる環境条件の影響を受ける。このため、モノを安全に維持管理するには、モノを作るときに必要な材料の知識やデータよりもはるかに多い知識やデータが必要である。これまで、欧米や日本では成功や失敗の経験を一つ一つ積み上げながらインフラやプラントの維持管理技術を磨いてきた。しかし、急速に成長し、モノが急増する中国では、欧米やわが国での維持管理技術の開発の進め方では難しいかもしれない。欧米やわが国と違った新たな手法の開発が必要であろう。

中国のグローバル化と開放型経済システムの構築のために「一帯一路」建設が提唱されている。この「一帯一路」建設の中で、標準は国際協力、相互連結の技術基礎であるとの認識のもとに、中国標準を構築する活動が動き始めている。すなわち、中国材料与試験団体標準 (CSTM) 委員会の立ち上げである。CSTM は米国の ASTM (米国試験材料協会) の中国版を目指しており、中国工程院のもとに組織され、中国鋼研科技集団 (CISRI) が事務局を担当している。2017 年 6 月 4 日に北京で CSTM 発足記念式典が挙行政され、ASTM、ASME、ISO、EN などの招待者が講演した¹²⁾。小生もクリープのデータ取得やクリープ試験規格関連の講演をさせていただいた。

標準には、デファクトスタンダードとデジュールスタンダードがある。デファクトスタンダードとは市場における競争や広く採用された結果として「事実上標準化した基準」である。他方、デジュールスタン

ダードは ISO などの国際標準化機関等で関係者間の協議によって定められた標準規格である。中国は今後、「社会主義現代化強国」を目指すと言われており、「一帯一路」という限られた領域での中国標準でなく、国際的な協力のもとに、国際的に通用するデジュールスタンダードを目指した活動を進めてほしいと願っている。

中国に期待する技術開発

従来、欧米やわが国で行ってきた積み上げ式の技術進歩でなく、中国では、AI などの IT 技術を積極的に取り入れた産業プラントや社会インフラの安全維持管理技術の開発を進めるべきであると小生は考えている。しかし、AI は将棋の試合での有能ぶりが話題になっているが、将棋のように思考の過程は複雑であっても、正解と不正解が明確なものの、すなわち○×がはっきりしている判断では有効であるが、不確定さが含まれる場合は難しいと聞いている。社会インフラや産業プラントは使用される環境条件がさまざまであり、またインフラやプラントを構成する構造材料の特性もばらつきを持っている。このことから、構造部材の破損は不確定であり、破損は確率論的である。このため、材料の選択や構造物の維持管理には、構造部材の破損確率と破損が起こった場合の被害の大きさから判断するリスクベース思考が重要である。リスクベース工学を構築するためには材料特性などの基礎データや知識の蓄積が必要であるとともに、被害の大きさを推定するための破損事故データベースの構築や破損事故分析の蓄積が必要である。このことから、安全維持管理技術の開発のために AI などのような IT 技術開発とともに、基盤データや知識の蓄積、経験のデータベース化などを組み合わせた新たな技術の開発が必要となる。これらの技術開発が中国で進められることを期待したい。

図 4 は河北省石家庄にある安済橋で、中国で最古の橋である。この橋は 595～605 年(隋朝)に作られ、現在も使われている。橋の長さは 50.82m である。この橋以外にも、中国では、歴史的な橋や構造物、建物などが今でも使われており、モノを大事に

使う維持管理の考え方は中国にあるようである。



図 4 安済橋 (河北省石家庄)

例えば、唐・太宗の諫官であった魏徵(580-643)は「創業守成(創業は易く、守成は難し)」と言っており、維持することの重要さを示している。このことから、中国では、急速な成長に伴って作られたインフラやプラントも新たなアイデアを創造し、乗り切っていくのではないかと期待している。安全な生活や社会の構築は世界に住む人々にとって共通の要求である。このため、欧米やわが国の先行技術やデータ、知識、経験、人材が中国の安全向上の技術開発のために貢献できるのではないかと考えている。

おわりに

中国での急成長に伴う技術分野の課題について、USC 発電プラントで使用される耐熱鋼の課題を通して述べた。中国には多くの課題もあるが、欧米やわが国などが積み上げてきた知識や技術とともに、AI などの IT 技術との融合を図ることによって新たな技術の開発ができれば乗り越えられるのではないかと期待している。

参考資料

- 1) Y. Weng: The State-of-Art of Materials Technology Used for Fossil and Nuclear Power Plants in China, Energy Materials 2014, TMS, (2014), 3-11
- 2) 大野真紀子; 発電システム産業における海外戦略—火力発電システムの海外展開—, Mizuho Industry Focus, Vol.116, (2012 年 11 月 29 日)
- 3) Makiko Ohno; Problem on export strategy of thermal power system makers in China, Mizuho Short Industry Focus, Vol.128, (Jan. 26,

- 2015)
- 4) Xiaomei Tan, et.al : Supercritical and ultrasupercritical coal-fired power generation, Journal of the Washington Institute of China Studies, Vol.7, No.1 (2012)
 - 5) Source; Japan Coal Energy Center, 2013.11.20
 - 6) 八木晃一：安全性向上のための機械設計と材料—主として高温プラントを例として—、金属、Vol.70(2000), No.12, 1078-1082
 - 7) 太田定雄：フェライト系耐熱鋼、世界一へのたゆまざる研究と開発—、地人書館、(1998), pp.196-202
 - 8) 九島秀昭、木村一弘、阿部富士雄、：鉄と鋼、85, (1999), 841-847

- 9) K. Kimura and Y. Takahashi: Evaluation of long-term creep strength of ASME Grades 91, 92 and 122 type steels, Proc. Of the ASME 2012 Pressure Vessel & Piping Conference, PVP2012-78323, (2012)
- 10) M. Yaguchi, T. Matsumura and K. Hoshino: Evaluation of long-term creep strength of welded joints of ASME Grades 91, 92 and 122 type steels, Proc. Of the ASME 2012 Pressure Vessels & Piping Conference (2012), PVP2012-78393
- 11) <http://ncms.ustb.edu.cn/>
- 12) <http://www.cisri.com/g330/s921/t10994.aspx>

協会講演会 中国は科学技術力で日本を抜いたのか

平成 29 年 12 月 14 日 科学技術振興機構 中国総合研究交流センター副センター長 伊藤 宗太郎

はじめに

2017 年 12 月 14 日、日中科学技術交流協会



では科学技術振興機構 (JST) の伊藤宗太郎氏を講師に招き、山上会館にて標記の演題で講演会を開催した。

当日は有山会長他協会会員 16 名が参加し、中国の科学技術分野での飛躍的な伸びと現状、今後の

課題について、活発な意見交換が行われた。

1. 講演の狙い

中国においては「科学技術は第一の生産力」とのスローガンの下、国を挙げて科学技術研究、イノベーションの創出に取り組んできた。その結果、国全体の研究費、研究者数をはじめ成果としての研究論文数の伸びなど飛躍的な発展を示しており、既に科学技術力で我が国を抜いたとの見方も強い。同講演においては、中国の現在の科学技術力、研究開発に対する取り組み、その将来等について客観的

なデータを用いながら解説し、その実像に迫るとともに、日本として取るべき方向について意見交換を行った。

2. 講演の概要

(1) データが示す中国の科学技術力の躍進

・2017 年 3 月発刊の「NatureIndex2017」は、「日本は長年にわたり、科学研究における世界の第一線で活躍してきたが、2001 年以降科学への投資が停滞し、高品質の研究を生み出す能力に悪影響が現れており、科学の世界におけるエリートの座を追われかねない」と指摘した。中国をはじめ世界各国で、次世代に向けたイノベーションの礎となる科学技術の振興に国を挙げて努力している中で、日本の科学技術力の地盤沈下が進んでいる。

・中国は 1990 年代より急速に研究論文の数を増やしている。現在、論文総数では世界第 2 位 (日本第 4 位)、質が高いと言われる引用度トップ 10%論文では中国が第 2 位 (同第 9 位)、トップ 1%論文でも第 2 位 (同第 9 位) となっており、中国の躍進・日本の低迷が目立つ (5. 講演資料の P.1 参照、以下同)。これを分野別に見ても、日本がかつて強いと言われていた化学、エネルギー、工学、材料科学分野等いずれにおいても日本は低位に甘んじている (P.2)。

日本のこのような凋落は過去 10 年の間に進み、中国がすべての分野で我が国を抜き躍進した (P. 3)。研究開発の成果としての特許出願件数、ハイテク産業貿易額においても同様の傾向が見られる (P. 4, 5)。

・このような中国の躍進を支えているのは、国を挙げての科学技術に対する研究開発費、研究人材等に対する投資努力の結果と言える (P. 6, 7)。

(2) 世界は中国の科学技術とどのように繋がっているのか

・近年の研究活動は国際的な共同研究に支えられており、特に EU 諸国でこの傾向が顕著であり、近年の研究論文の伸びの大半が国際共著に頼っている。この点、中国では研究論文の国際共著率は約 25% と未だ発展段階にある (P. 8)。

・しかしながら、特に米国と中国との科学技術協力関係は強く、この 10 年間でほとんどの分野において米国の第 1 位の協力相手国となった。これに対し米国の相手国としての日本の地位の低下は著しく、世界全体の中でも、科学技術交流分野で世界の 1 極となりつつある中国に比べてその存在感は小さい (P. 9, 10)。

(3) 国を挙げての熱狂的な科学技術強化の取り組み

・2015 年から始まった中国の第 13 次 5 年計画に基づき、中国の戦略的な科学技術政策が立案されているが、そのベースとなった問題意識は的確である (P. 11, 12)。特に研究活動を支える人材確保と資金投入の努力については我が国も学ぶべき点が多く、実際、政府研究開発投資は 2015 年に米国を抜き世界トップとなっている (P. 13, 14)。

・科学技術活動の基盤である高等教育システムにおける中国の発展も目覚ましく、世界ランキングで上位となる大学も増えている (P. 15, 16)。また中国の若者のグローバル化は目覚ましく、中国から欧米への留学、研究渡航の増加に加え、他国から中国への留学も増えている。このような中国をめぐる国際流動の中での日本の存在感は急速に失われている (P. 17, 18)。

(4) 中国の科学技術力は張り子の虎か

・以上のような中国の躍進に対して、我が国の研究者の中には、それは張り子の虎であって、中国の科学技術に関する実力はまだまだ低いとの見方もある。

J S T においては、我が国の第一線の研究者へのヒアリングを基に分野別の国際比較を実施した。結果は日本を含め欧米に比べて、中国の科学技術力は多くの分野で未だ遅れているとの評価であった (P. 19)。さらに論文引用度のトップクラスの中国人研究者について世界的な学会賞等の受賞実績を調査した結果、ごく少数しか該当していないことも判った (P. 20, 21, 22)。これらの調査結果から、中国では注目度の高いいわば流行の研究分野に研究者・資金が集中し大量の論文が産出される傾向が強いものの、継続的・独創的な基礎研究分野においては必ずしも十分な取り組みが行われておらず、世界的な成果も少ない状況がうかがわれる (P. 23)。

・他方、宇宙・原子力・スーパーコンピュータなど国家的な戦略に基づいて組織的に取り組む研究分野については、世界のトップレベルに達しており、例えば近年の中国製スーパーコンピュータの性能・普及の躍進は目覚ましい (P. 24, 25)。

(5) 将来に向けた中国の科学技術の強みと弱み

・中国の科学技術活動は、国家としての明確な目標の下、豊富な資金・人材を選択的・集中的に投入し、またその成果を産学連携で活用するシステムにも優れている (P. 26)。また 2013 年には中国の大学院の入学者が 61 万人を超え、日本の大学入学者総数を超えたことに見られるように若手人材も豊富である。さらに新たな研究分野への中国の取り組みも急速に拡大しており、将来を見越しての AI 分野等への集中には目を見張るものがある (P. 27, 28, 29)。

・中国の弱みとしては、まず基礎研究への取り組みの弱さが挙げられ、所詮は集中的な後追い研究との見方もある。また近代的な研究活動の歴史が浅いこともあり、中国独特な体制問題、知財や研究倫理の軽視、研究の自由の確保等は今後の大きな課題であろう (P. 30, 31, 32)。他方、研究活動も全体で見ると分野が偏っており、基礎生命科学や臨床系に対する取り組みが未だ不十分である (P. 33)。

(6) 我が国は中国の科学技術とどのように関わっていくべきか

・我が国は、中国にとっての科学技術国際協力の相手国として、かつて米国に次ぐ地位を得ていたが、現在その協力関係は大きく低

下している (P. 34, 35)。

・JSTとしては、中国の科学技術に関する現状を踏まえ、将来を見据えつつ、科学技術面での両国の協力、特に若い世代の人材交流と情報交換、我が国の強みを活かす国際共同研究の拡大、SDGs 等全地球の課題への共同の取り組みを進めている (P. 36)。

・新たな動きとして、中国の地方レベルにおける科学技術活動への取り組みの強化が顕著である。イノベーションの実現を目指し、地方政府主体で中国国内のみならず世界中から研究成果、科学技術人材を集めるいわば「科学技術の爆食」が起きている (p. 37)。

3. 講演の結論

(1) 中国では国を挙げての科学技術への投入(資金・人材)が飛躍的に伸びており、成果としての研究論文数等も拡大、量的には日本を越え世界第2位の科学技術大国になりつつある。

(2) 研究成果の質についてはオリジナリティ等に疑問が残る面があり、また大学のランキングについても評価内容を確認する必要がある。他方、中国は新規研究分野に戦略的・集中的に取り組み、欧米諸国との協力も強固であり、その実力を過小評価してはならない。特に宇宙・原子力・IT等国力を結集して取り組む研究分野は躍進している。

(3) 研究成果の企業化を含めイノベーションの本格的な実現には、体制の問題もあり少し時間がかかりそうであるが、産学連携の取り組みは活発であり、地方も含め巨大な潜在力を有する。

(4) 日中間において我が国の強みである分野を通し、両国の長い交流の歴史の中で築いたポテンシャルを活かすことは、我が国が世界の知の循環の輪の中で一定の地位を確保し続けるためにも必要である。政治的な状況に左右されず、科学技術面での交流・共同を継続的に強化すべきであろう。

4. 講師 伊藤 宗太郎

科学技術振興機構(JST)中国総合研究交流センター副センター長

(略歴) 昭和57年科学技術庁に入庁。

科学技術基本政策の策定、原子力、宇宙、情報分野等の政策立案・施策推進に従事。

動力炉核燃料開発事業団北京事務所次長及び在中国日本大使館の初代科学技術アタッシェとして中国に2回駐在。

科学技術政策研究所総務研究官(副所長)、

文部科学技術省科学技術政策局次長、
科学技術振興機構副理事等を歴任。

5. 講演資料(抜粋)

日中科学技術交流協会講演会

中国は科学技術力で日本を抜いたのか

平成29年12月14日

伊藤 宗太郎



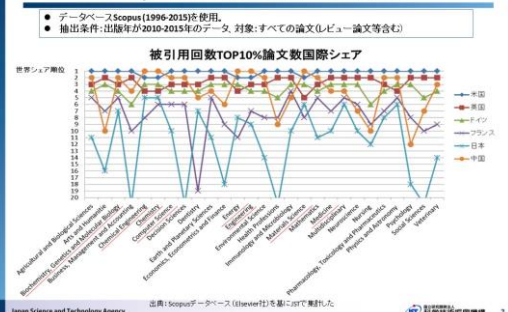
科学技術振興機構

Japan Science and Technology Agency

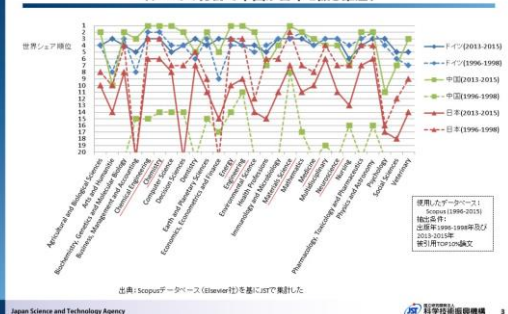
1. 研究の成果・論文数の国別推移



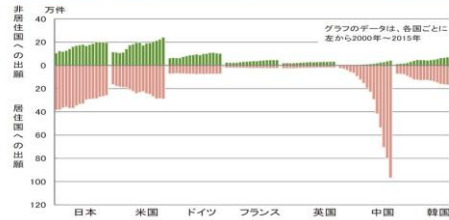
2. Top10%論文数 国別・分野別シェア



3. TOP10%論文国際シェアにおける国別推移 (すべての分野で中国が日本を抜き躍進)



4. 特許出願の各国比較

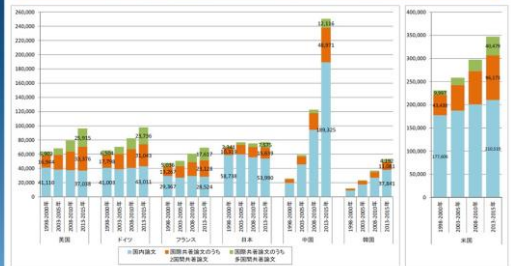


◆ 2015年主要国の特許出願件数は、1位が中国で110.2万件、2位が米国で58.9万件、3位が日本で31.9万件（ピークの2001年の28%減）。中国の出願件数は2004年に入ってから急増し、さらに増える見込み。国際出願（PCT）は、米国、日本、中国、ドイツの順。

Japan Science and Technology Agency

4

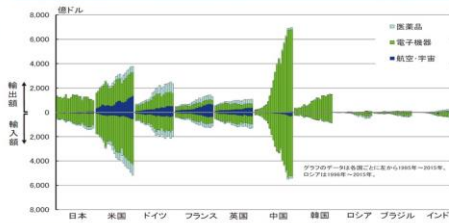
8. 論文の国際共著に見られる国際共同の伸び



Japan Science and Technology Agency

8

5. ハイテク産業貿易額に見る中国の躍進



中国は輸出、輸入額ともに著しく拡大し、2000年代後半に入ると輸出額は米国を上回り、大きく伸び続けている。産業の構成を見ると、輸出、輸入ともに「電子機器」が大部分を占めている。
（ハイテク産業＝産業はOECDの定義に基づく。具体的には「医薬品」、「電子機器」、「航空・宇宙」の3つの産業を指す）

Japan Science and Technology Agency

5

9. 米国の協力相手はもはや中国



（注）整数カウント法による。先印刷日（●）の位置は、2003～2005年の日本のランクである。矢印先頭が2013～2015年の日本のランクである。アジア、北米における国際共同研究論文の増加は、中国の増加に比べて顕著な傾向がある。

タリベロ・アタリタス社 Web of Science XREF, SCIE, 2016年1月バージョンを基に、科学技術・学術政策研究所が集計

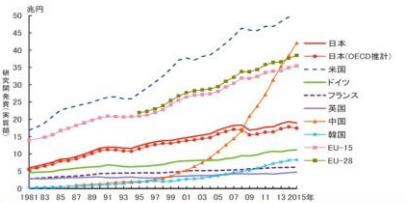
◆ 日本は2003年から10年間で相手国の第4位から第8位に転落。調査8分野すべてで低下。中国は現在、相手先として総合1位であり、8分野中6分野でも1位と強固な協力関係にある。

Japan Science and Technology Agency

9

6. 各国の研究開発費の急速な伸び

実質額（2010年基準、OECD購買力平価換算）



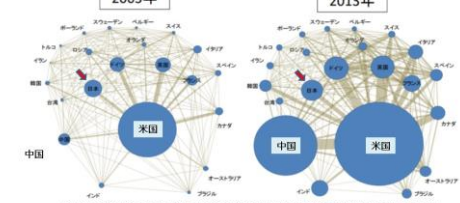
◆ 2015年、中国の研究開発費（実質）は41.9兆円規模で、日本（18.9兆円）を越え、米国（51.2兆円）に続く世界2位となっている。特に2000年に入ってから急増し、これからさらに増加する見込み。2000年を1とする指数では9.2（同日本1.3、米国1.4）と躍進。

Japan Science and Technology Agency

6

10. 世界の1極となりつつある中国

論文の国際共著関係の相関図



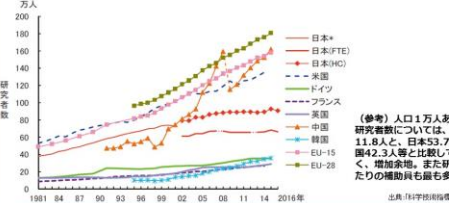
注：1. 各国の中心点は同様に設定する。各国の中心点の大きさは当該国の科学論文（学術誌掲載論文）と国際共同の論文数（含まれる論文）の数を示している。
2. 国際共同は、当該国を含む国際共同論文数を示しており、緑の太さは国際共同論文数の多さにより決まる。
3. 国境の境界は、当該国の国境を反映している。中国の論文数が増加し、国際共同の論文数も増加している。

Japan Science and Technology Agency

10

7. 基盤となる研究人材の各国比較

主要国の研究者数の推移



◆ 中国の研究者数の増加率は顕著であり、2015年では161.9万人で米国（135.2万人、2014年）を超え1位。（ただし、中国は2009年から統計手法を変え、研究者の定義が「中級ポスト」者及び大卒者以上から「中級ポスト」者及び博士号取得者以上にランクを上げた。これにより研究者数が一時的に減少）

Japan Science and Technology Agency

7

11. 科学技術イノベーションを政策の中心課題へ

・「国民経済・社会発展13次五カ年計画」国家イノベーション駆動型発展戦略綱要」及び「国家中長期科学技術発展綱要2006～2020年」に踏まえて基本政策を策定

・2020年までに、イノベーション型国家の仲間入りに向けた科学技術イノベーション五カ年計画

＜科学技術振興における問題意識＞

- ・イノベーション能力がまだ低く、独創的な研究が少ない
- ・重要な領域におけるコア技術の不在
- ・ハイレベル研究者、技術者が不足
- ・グローバル・バリューチェーンのローエンドにいる中国企業が多い
- ・古い考え方や他の深層的な制度上の問題が科学技術改革の妨げになる

12次五カ年計画 ⇒ 13次五カ年計画

・12次五カ年期間においては、中国は科学技術政策を産業や経済には直結しない要素だと認識され、優先順位は低かった
・13次五カ年期間中、中国は科学技術イノベーションを「経済・社会発展の原動力」と位置づけこれを踏まえた科学技術計画も改称（審議プロセスも変化）
「科学技術12次5カ年計画」 ⇒ 「科学技術イノベーション13次5カ年計画」

Japan Science and Technology Agency

11

20. 論文被引用上位者の検定

- 注目の対象者: Highly Cited Researchers 2015 (2003年から2013年の11年間を対象として、トムソン・ロイター社が21分野のTOP1%科学論文の著者の中から約3,000名をリストアップ)

(中国)

- Highly Cited Researchers 2015の中で、中国の研究者は115名。リストにあるが、特定できない研究者が115名以外に3名存在。
- 中国科学院32名、北京大学6名、清華大学5名、浙江大学、復旦大学、東北師範大学、中国科学技術大学、ハルビン工業大学がそれぞれ4名など。
- 分野は、材料科学32名、化学32名、工学27名、数学13名、地球科学7名、物理学6名など。

(日本)

- 日本の研究者は79名。このうち、日本人は74名。日本の研究機関で研究を行っている中国人研究者が4名、ロシア人研究者が1名。所属は理化学研究所12名、東京大学9名、大阪大学9名、京都大学7名など。分野は、植物・動物学28名、化学18名などが目立ち、中国研究者に多い分野では、化学5名、物理学5名、材料科学4名、工学4名などと比較が少ない。

Japan Science and Technology Agency

20

24. (例) スパコン開発に見る中国の躍進

2017年11月のスパコンランキング

(TOP500は2017年4月の順位、グリーン500は前記すべて入れ替わり順位)

順位	TOP500			HPCG			グリーン500		
	単核な計算速度 (前位)	国	機種	工学などで使う複核計算 (前位)	国	機種	省エネ性能 (前位)	国	機種
1位	(1)	中国	神威太湖之光	(1)	中国	神威太湖之光	(1)	中国	神威太湖之光
2位	(2)	中国	天河2号	(2)	中国	天河2号	(2)	中国	天河2号
3位	(3)	スイス	ピッツングダイオ	(4)	スイス	ピッツングダイオ	(3)	日本	さくら
4位	(69)	日本	曙光	(5)	日本	Oakforest	(4)	日本	div
5位	(4)	米国	タイタン	(3)	中国	神威太湖之光	(5)	英国	曙光

- ◆ 計算速度では中国が10連覇(5年連続)、「神威」等が米国を圧倒。他に日本の「Oakforest」は9位、「京」は10位に低下。中国はチップも当初のIntel製からほぼ全て中国製に。但し、実用的な演算においては日本の「京」、省エネ性も日本に強み。

Japan Science and Technology Agency

24

21. 科学技術力の国際比較

- ノーベル賞、ガードナー賞など比較の著名な34賞を調査
- 115名の中国大陸の研究機関に所属する研究者の受賞はゼロ
- 79名の日本の研究機関に所属する研究者の受賞は下記の4名
 - 坂口 直文・免疫学 大阪大学、山中 伸弥・生物学と生化学 京都大学
 - 藤良 静男・生化学と生化学 大阪大学、谷口 雅紀・免疫学 東京大学
- 国際学会賞など範囲を広げて調査を行った結果、中国の研究者7名がリストアップ。
 - 熊東元: 化学、材料科学 復旦大学、陳化園: ウィルズ 中国農工科学院
 - 成金明: 化学、材料科学 中国科学院金属研究所、卢柯: 材料科学 中国科学院金属研究所
 - 張道柱: 化学、中国科学技術大学、施肇權: 化学 北京大
 - 方 忠: 物理学 中国科学院研究所

- ◆ 中国の場合、リストアップされた115名の研究者のうち7名しか国際学会等の賞を受賞していない。被引用回数が多いが、専門家による国際的な評価に必ずしも結びついていない。科学論文等の数量的には飛躍しているものの、科学的・学問的な価値やイノベーション創出に結びついていない?

Japan Science and Technology Agency

21

25. スパコン運用台数

中国は、運用台数でも圧倒的世界一に

世界ランキング「TOP500」の国別台数シェア

- ・2015年6月期のTOP500スパコンの台数
米国:233台、日本:40台、中国:37台、ドイツ:37台

- ・2016年6月期のTOP500スパコンの台数
中国:168台、米国:165台、日本:29台、ドイツ:22台

- ・2016年11月期のTOP500スパコンの台数
中国:171台、米国:171台、ドイツ:31台、日本:27台

- ・2017年6月期のTOP500スパコンの台数
中国:200台 + 米国:145台 + 欧州:53台 + 日本:35台

- ・2018年6月期のTOP500スパコンの台数(予測)
中国:300台 >>> 米国:100台 + 欧州:100台 + 日本:100台

(出典) (株) PEZY Computing 英経元データによる(2017年11月、日経コンピュータ)

Japan Science and Technology Agency

25

22. Highly Cited Researchers2016 研究者数(国別)

～国際学会賞の受賞者数～

Top1%論文数割合 (2017=2013年) 全59名	国名 (1位の米国は除く)	Highly Cited Researcher 2016 に 選出された研究者数 (2016年11月4日時点)	国際学会受賞者数(%)
2	中国	115名(2015年)	7名(6%)(2015年)
3	英国	308名	120名(39%)
4	ドイツ	179名(82%がドイツ国籍保有)	79名(45%)
5	フランス	88名	29名(33%)
6	カナダ	97名	19名(20%)
7	イタリア	48名	13名(27%)
8	オーストラリア	112名	35名(31%)
9	オランダ	94名	40名(43%)
10	スペイン	52名	22名(42%)
11	スイス	71名(32%がスイス国籍保有)	18名(25%)
12	日本	74名	31名(42%)
22	フィンランド	15名	2名(15%)

Japan Science and Technology Agency

22

26. 中国の科学技術の強み

- 国家としての明確な目標、選択と集中
- 科学技術活動への資源投入の豊富さ
 - ・研究開発投資の拡大、競争的資金の充実
- 人材の拡大、若手人材の豊富さ
- 産学官連携の発展
- 欧米との国際連携の強さ、活発な人材流動
- 研究環境の整備
 - ・世界トップレベルの研究施設・機材、豊富な研究補助員
- 成果に対する報償と必罰

Japan Science and Technology Agency

26

23. 中国の研究者の論文で、
被引用回数の多さが論文の質につながらない理由

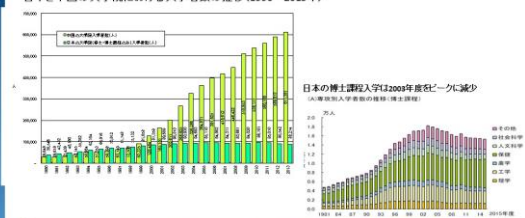
- 中国では研究者・研究機関の評価を上げるため、被引用回数を多くすることが「自己目的化している?」被引用回数の増加を自己目的化することは、伝統的な西欧流の科学の発展によくないと考えらるべきであるが、中国でそのような考えは希薄。
- 西欧流の科学が以下のような理由からまだ十分に中国で根付いていない?
 - 採用・昇進などの評価で、数量的なデータが重視される
 - 西欧流の科学研究は1976年の文革後であり、歴史が浅い
 - 文革の10年間の空白期間があり、50歳後半以降の指導者が少ない
 - 真理を追求する科学文化や科学者を尊敬する世論が育っていない
- しかし、宇宙・原子力・スパコン・量子科学など世界トップレベルの分野が増大していることも事実

Japan Science and Technology Agency

23

27. 日本の研究者の供給も頭打ち

日本と中国の大学院における入学人数の推移(1990～2013年)



- 日本と中国の大学院における入学人数の推移(1990～2013年)
- 日中の大学院入学人数は、1999年に逆転、2013年、中国の大学院の入学人数が611千人となり、日本の6.9倍。その数は日本の4年制大学の入学人数(61.7万人)とほぼ同じ。中国の大学生の60%は理系(日本は25%程度)。博士課程では工学系(41%)、理学(18%)、医学(11%)の順で工学系に集中。

Japan Science and Technology Agency

27

28. 新規研究領域への挑戦

- 日本の参画領域数: サイエンスマップ2008以降は増減幅縮小
- 日本の参画領域割合: 41%(サイエンスマップ2008)→32%(サイエンスマップ2014)
- 英国やドイツ、参画領域数は増加、参画領域割合も5~6割を維持
- 中国: 急激に参画領域数及び参画領域割合を増加



◆ TOP 1%論文のグループ化から得られたサイエンスマップによると、中国は研究に参加する領域を確実に増やしている一方、日本は新たな領域への挑戦が少なく固定化している恐れ。

Japan Science and Technology Agency

28

32. 異例であったノーベル賞受賞

2015年ノーベル医学・生理学賞受賞

○中国科学界が熱望した自然科学分野で中国初の受賞
(参考) 日本22人、韓国2000年以降は17人(米国に次いで2位)



岸田 清氏 1930年生

受賞理由: マラリアに対する新たな治療法に関する発見

○関係者の中では、様々な評価あり
・「三農科学者」: 署名なし、博士号なし、科学院士でもなし
・海外研究者と国内研究者の戦い?

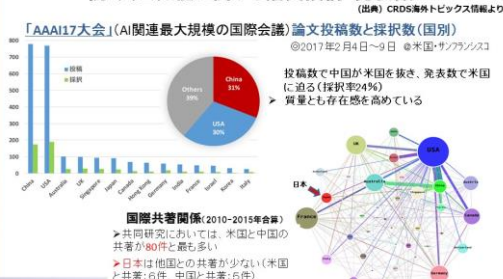
○中国科学分野における問題及び欠点の再考察が迫られる
・最も重要な問題は「三化」(過度な行政化、特権化、等級化)
Q. 今後、中国人のノーベル賞受賞ラッシュはあるか?
→日本も20~30年前に科学技術予算が急激に伸び、その結果が今のノーベル賞ラッシュに繋がっている。中国もいずれそうなるという見方。
→予算が膨大したから、オリジナルな研究が生まれるというものでない。
研究者が自由に考え、じっくり研究に取り組める環境が最も重要

Japan Science and Technology Agency

32

29. 中国の新たな分野への柔軟な対応

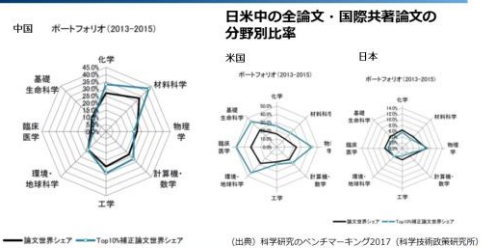
例: 人工知能に関する論文投稿・発表数



Japan Science and Technology Agency

29

33. 科学技術分野の偏り



◆ 中国は化学、材料科学、計算機科学・数学、工学で存在感を示している。他方、バイオ、医療系は力不足で偏りが見られ、強化政策がとられている。

Japan Science and Technology Agency

33

30. 中国の科学技術の弱み

- オリジナリティの不足、所詮は集中的な後追い研究?
・基礎研究・継続的な研究の経緯
- 中国独特な体制問題(特権、政治/行政的関与、等級化)
・「世界最先端」、「〇位」ばかりが強調され自己目的化
・過度の選択と集中は脆弱性を増す
・先端施設・設備が使い切れていない
・科学に本来必要な自由な環境の欠如
- イノベーションの実現が目標として強調されるが、その道のりは平坦でないことへの理解不足(虎の川、死の谷、ダーウィンの海)
- 研究機関同士の連携が弱い、オープンイノベーションの時代への脱皮必要、国内での重複が激しい
- 連携の基盤となる知財重視の姿勢・透明性に欠ける
- 研究に対する基本姿勢?(研究不正、データ管理、研究指導、権威主義)

Japan Science and Technology Agency

30

34. 中国の科学技術国際協力の相手

主要な国際共同研究相手・地域(2013-2015年、%)

分野	米国	英国	ドイツ	フランス	韓国	日本	中国	その他
基礎	47.3%	10.1%	9.2%	7.7%	7.4%	7.3%	4.6%	3.4%
化学	47.3%	10.1%	9.2%	7.7%	7.4%	7.3%	4.6%	3.4%
材料科学	47.3%	10.1%	9.2%	7.7%	7.4%	7.3%	4.6%	3.4%
物理学	47.3%	10.1%	9.2%	7.7%	7.4%	7.3%	4.6%	3.4%
計算機・数学	47.3%	10.1%	9.2%	7.7%	7.4%	7.3%	4.6%	3.4%
工学	47.3%	10.1%	9.2%	7.7%	7.4%	7.3%	4.6%	3.4%
地球科学	47.3%	10.1%	9.2%	7.7%	7.4%	7.3%	4.6%	3.4%
生命科学	47.3%	10.1%	9.2%	7.7%	7.4%	7.3%	4.6%	3.4%

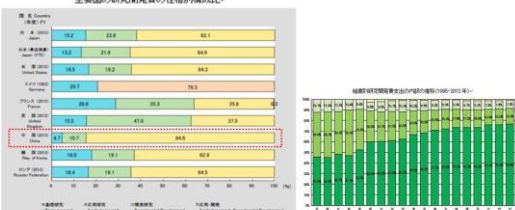
◆ 中国から見た国際協力の相手は、10年前に全分野で2位(割合16.1%)であった日本は、4位に後退、分野別でも化学を除く他のすべての分野で後退するなど協力相手としての地位が大きく揺らいている。

Japan Science and Technology Agency

34

31. 基礎研究の弱さ

主要国の研究開発費の性格別構成比



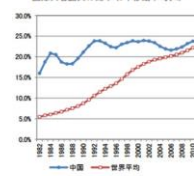
◆ 2013年、中国の研究開発費の使用では、「開発研究」が他の主要国より多く、84.6%を占めており、「基礎研究」の割合は4.7%と大変に小さい。これは研究開発支出の内訳における「企業」の比率が急速に拡大していることにも原因がある。

Japan Science and Technology Agency

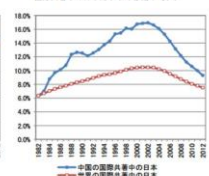
31

35. 低下する日中協力の比重

国際共同論文の比率(3年移動平均、%)



国際共同論文の日中比率(3年移動平均、%)



◆ 世界の国際共同における日本の比率が低下している以上に、日本と中国との関係が急速に希薄化している。

Japan Science and Technology Agency

35

36. JSTとして取り組んでいる活動

1. 科学技術面での人材・情報交流

- ▶ 優秀なアジアの青少年を日本へ短期招聘し、未来を担うアジアと日本の青少年が科学技術分野で交流(2014年度2,945人(うち中国1,204)、15年4,236人(3,550)、16年度5,519人(1,808))する「さくらサイエンスプラン」の推進
- ▶ 中国文献DB作成、情報発信(「サイエンス・リンク」)、「客観日本」



2. 日本の強みを活かす国際共同研究の拡大

- ▶ 環境・省エネルギー、ロボット・センサー、高齢化社会対応、免疫・再生医療、感染症対策等
- ▶ 共同研究のプラットフォーム(拠点)作り

3. SDGs (国連2030年アジェンダ: 持続可能な開発目標) 等への共同の取り組み

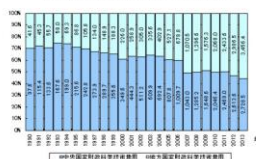
Japan Science and Technology Agency

36

37. 中国の潤沢な資金が海外の科学技術に向かう

中国地方政府の新たな動き

政府系研究開発機関の中央と地方の割合推移(1990-2013年)



・中央から地方に科学技術資金の支出主体が移っている。地方の資金は数割の多い不動産開発等ではなく、育成のイノベーションを目標として科学技術へと向かっている。

・昨年後半以降、先進国において在外中国人の同協会活動が活発化。地方政府や地方大学などの外国訪問が増加。在外で大学や企業に所属する中国人との地域・分野の結びつきによる研究や技術開発の成果へのアクセスが活発化。大使館も組織的にこれを支援。



Japan Science and Technology Agency

37

からの要請に基づいて ISCA が往復の航空運賃を負担し、招聘側が宿泊等の諸経費を負担する制度が設けられている。招聘された DL は、自己の得意とする分野においてあらかじめ公表したテーマに関する講演を行い、同時に ISCA の広報を行う。

筆者は 2016・2017 年の 2 年間、ISCA の DL として選ばれ、2016 年の 9 月にはマケドニアとセルビア、11 月には中国とインドからの招聘により出張し、講演を行った。昨 2017 年の 10 月には、再び中国から招聘を受け、天津での第 9 回国際音声生成セミナー(The 9th International Seminar on Speech Production)において招待講演を行い、またその直後に北京の科学院自動化研究所、精華大学、北京語言大学で講演を行った。さらに 11 月にはフィリピンで行われた The 31st Pacific Asia Conference on Language, Information and Computation において特別講演を、またその前後にマニラおよびセブの大学で講演を行った。これらの会議等は当協会の行事ではないが、中国における筆者の講演は当協会の科学技術普及活動の一環として認められているので以下にその部分について簡単に報告し、併せてその余禄ともいふべき体験にふれる。

天津・北京への講演旅行とその余禄 協会副理事長 藤崎博也

1. はじめに

国際音声通信学会(International Speech Communication Association, 略称 ISCA)は言語学・音声学・心理学・生理学などの基礎科学から工学・医学・教育・福祉等の幅広い応用までを取り扱う全世界規模の学術団体であるが、筆者はその設立に尽力した功績により名誉会員に列せられている。この学会は毎年約 2000 人が参加する大規模な国際会議(INTER_SPEECH)を世界各地で開催するほか、各専門分野ごとの Special Interest Group が、Workshop や Summer School 等を企画し開催している。この分野の性格上、会員は日本、北米、西欧諸国などの先進国・地域に多く、開発途上国では比較的少ない。従って開発途上国での研究や関連産業の発展を促進するため毎年 2 名の Distinguished Lecturer (以下 DL と略記、任期 2 年)を選び、開発途上国

2. 講演のテーマ等(2017 年 10 月分)

①第 9 回国際音声生成セミナー(10 月 15 日)

対象: 会議の全参加者約 150 名

表題: In Search of Models in the Study of Language and Speech

内容: 人間における言語メッセージの生成と理解、および音声の基本周波数の制御の過程に関する筆者の研究を例として、問題の定式化、客観的モデル化、およびその正確な数学的表現の重要性を示した。

②中国科学院自動化研究所(10 月 19 日)

対象: 同研究所内外の研究者約 50 名

表題: An Intelligent System for Academic Information Retrieval based on Man-Machine Dialogue

内容: 学術情報検索を目的とし、対話による検索の高度化を実現するため (a)確率オートマトンによるユーザーおよびシステムのモデル化、(b)キー概念に基づく情報検索、(c)検

素結果の定量的評価とその最適化に関して斬新な手法を導入し、それらの有効性を実証した。

③精華大学情報技術研究所(10 月 20 日)

対象：学内外の音声言語処理研究者・教職員・大学院学生約 70 名

表題：Problems and Prospects of Spoken Language Processing

内容：常識的に用いられている「音声」と「言語」の概念を厳密に再検討して「音声言語」と「文字言語」の概念を定義し、「音声言語処理」分野の課題と将来展望を示した。

④北京語言大学(10 月 21 日)

対象：同大学の大学院学生約 30 名

表題：Physiology, Physics and Mathematics in the Production of Tonal Features of Speech of Various Languages

内容：音声言語において声調、アクセント、イントネーションの伝達に重要な基本周波数の制御の生理的・物理的機構を明らかにし、その時間的変化を数学的に表現することにより、基礎から応用までの広い分野で得られた多くの有用な知見を示した。

なお、これら 4 件の講演に用いたスライドおよび講演のビデオは、すべて ISCA のホームページ上に公開される予定である。

3. 余祿：誕生祝いの「桃」とその由来

天津の会議中の 10 月 18 日の夜には、公式の晩餐会が催されたが、その日はたまたま私の 88 回目の誕生日であった。これは会議の主催者の知るところとなり、再三固辞したにも拘らず、晩餐会でそのことが紹介され、メイン・テーブルの私の席の前には大きな桃の形をした容器（中に多数のケーキ）が置かれていた（写真）。宴たけなわとなったとき、司会者から私の誕生祝いがアナウンスされ、それに応じて私が中国の学界との長い交流に触れ、感謝のことばを述べたのち、キャンドルが灯された例の桃が運ばれて来て、私がそれらのキャンドルを西洋式に一息で吹き消す破目となった。幸いキャンドルの数は 88 本ではなく、8 本だったので、何とか一息で吹き消すことができ、拍手喝采を浴びた。なお、晩餐では数々の山海の珍味に加え、私だけに特別な

麺が供されたが、これには「麺のように長い寿命を祝いかつ祈る」という意味があることを初めて知った次第である。



ちなみに、桃の原産地は中国で、すでに 2500 年も前に栽培が行われていたことが記録されており、約 2000 年前に東は日本に、西はシルクロードを経て中東・ギリシャ・ヨーロッパに広がったといわれ、古事記や日本書紀にはその記録がある。中国では古くから吉祥、不老長寿の妙薬とみなされており、桃にまつわる多くの伝説がある。中でも、西の崑崙山に住むという伝説上の仙女「西王母」が、3000 年に一度実を結ぶ「王母桃」を守っていると信じられ、2000 年以上前の漢の武帝の伝記「漢武故事」には、その桃を盗む話が出てくる。なお、西王母の桃を盗む話は明の時代に書かれた「西遊記」に、孫悟空のいたずらとして再登場する。

上坪宏道理事を偲ぶ

当協会理事長 有山 正孝



日中科学技術交流協会理事上坪宏道先生におかれましては 2017 年 11 月 14 日、ご逝去になりました。享年 84 歳でした。上坪宏道先生は 1961 年 3 月、東京大学大学院理

学系研究科物理学専攻博士課程を修了・学位取得の後、理化学研究所に入所して専ら加速

器の研究に従事され、特に重イオン加速の研究を主導されました。その豊富な学識とご経験により、大型放射光施設 Spring-8 ならびに佐賀県立シンクロトロン光科学研究センターの建設に際しては、それぞれ計画段階から関与して指導に当たられました。理化学研究所主任研究員、同理事、同和光研究所長、同中央研究所長、公益財団法人高輝度光科学研究センター副会長、佐賀県立シンクロトロン光科学研究センター所長、放射光学会会長などの要職を歴任され、高輝度光科学研究センターからは特別荣誉研究員の称号を受けておられます。また重イオンリングサイクロトロンの開発にかかるご功績により 1999 年、紫綬褒章を受賞されました。

1987 年 11 月には本協会・理化学研究所・放射線医学総合研究所の共催で開催された第 3 回日中シンポジウム「核科学研究用加速器とその応用」の世話人としてご活躍いただきましたほか、加速器分野での日中交流に多大の貢献をなされました。そのご功績により、2012 年 5 月 25 日に開催された理研・中国科学院 30 周年記念式典において、功労者として表彰を受けられました。



1 年ほど前から些か健康を損ねておいでと承っていましたが、この程ご逝去の報に接し、痛惜の念に堪えません。謹んでご冥福をお祈り申し上げます。

第 53 回理事会

2017 年 10 月 27 日 協会事務所

2017 年度留学生研究奨励賞選考委員会の設置を決定し、選考委員長に藤崎副理事長を選任した。

1. 報告事項： 上半期会計報告と下半期予算

第 54 回理事会

2017 年 12 月 14 日 協会事務所

1. 2017 年度中国人留学生研究奨励賞受賞者選考について

選考委員会の審議の結果、以下の 3 名が推薦され、理事会にて審議の結果、以下の 3 名が受賞者と決定した。

張 耀紅 (ZHANG, Yaohong) 電気通信大学
情報理工学研究所 博士研究員

孫 一歌 (SUN, Yige) 物質・材料研究機構
ポスドク研究員

孫 理天 (SUN, Litian) (株)デンソー 研究
開発 1 部 センシングシステム開発室

目 次

1. 人の繋がりを通して、また暮らしてみても感じた中国
コンサルタント、協会会員、元物質・材料研究機構
八木 晃一 1
2. 中国における USC 発電プラントの状況と課題
コンサルタント、協会会員、元物質・材料研究機構
八木 晃一 2
3. 講演会 中国は科学技術力で日本を抜いた
のか
科学技術振興機構 中国総合研究交流センター
副センター長 伊藤 宗太郎 7
4. 天津・北京への講演旅行とその余祿
協会副理事長 藤崎 博也 14
5. 上坪宏道理事を偲ぶ
協会理事長 有山 正孝 16
6. 第 53 回理事会 16
7. 第 54 回理事会 16