特集

外国人研究者が語る諸外国の工学研究・教育事情

第II部 若手研究者による各国の経緯・現況の概観

ロシアの研究スタイル*

セルゲイ ミノロフ**

Research Style in Russia*

by Sergey Mironov**

キーワード 日本, ロシア, 研究, 教育, 材料科学

はじめに

材料科学の研究に携わっているセルゲイ・ミノロフと申します。私はロシア人ですが、この5年間は日本で摩擦攪拌接合に関する研究を行ってきました。つまり、これまで私はロシアと日本という2つの異なる環境で材料科学の研究を経験してきたことになります。本稿では、私の感じたロシアと日本の研究スタイルの違いを述べたいと思います。

まず、これから述べることは、私自身の経験に基づいた個人的見解であることを強調しておきます。そのため、内容は非常に主観的であり、現在の本当の状況を正確には反映していないかもしれません。それでも、本稿が読者の興味を引き付け（あるいは読者にとって有益なものとなり）、お互いの国を少しでも身近な存在と感ずることができるように願っております。

本稿は5章で構成しております。初めに簡単な私の自己紹介をさせていただきます。もちろん、私の人生はどこかの雑誌で出版されるほどの英雄劇ではありませんが、私が本稿執筆にふさわしい人物かどうかを読者の皆様が判断するために不可欠な項目であるかと思えます。第2章では、ロシアの研究者がどのように育成されているかを理解するために、ロシアの教育システムを簡単にご紹介します。第3章では、ロシアの研究スタイルを分析し、日本の研究スタイルに対する私の考えを述べております。これに関しては、一般的な勤務形態、研究設備、学術論文の投稿およびロシアと日本の産学連携の現状に分けてまとめました。第4章では、教授と学生の関係に注目し、最後に総括を述べて結びとさせていただきます。

ます。

1. 自己紹介

私は、1972年にロシアのウファという町で生まれました。ウファは、モスクワより東におよそ1000キロ以上も離れた比較的大きな都市（人口約100万人）です。1990年から1995年の間、私はウファ州立航空技術大学の金属物性学と機械工学のコースで勉強をしました。大学を卒業した後は、金属超塑性問題研究所のSalishchev教授の研究グループに加わり、そこで研究員として10年間働きました。当時は、主に強ひずみ加工や超微細粒材料に注目して研究活動を行っておりました。2004年には、“チタンの強ひずみ加工”というタイトルで博士論文を書き上げ、固体物理の分野で学位を取得しました。博士論文の審査から間もなく、私は茨城大学（日立市）に研究の職を得て日本へ足を踏み入れることとなります。2004年から2007年の間、茨城大学・本橋教授の研究チームの下で、ZK60 マグネシウム合金の微細組織と特性に及ぼす摩擦攪拌接合（Friction Stir Welding: FSW）の影響に関する研究を行いました。2007年からは、東北大学（仙台市）の粉川教授の研究室に研究員として加わり、佐藤准教授のFSW研究チームのメンバーとして働いています。この期間中に、アルミニウム、マグネシウム、チタンおよび鉄系合金などの様々な材料に対するFSWの研究を行ってきました。

2. ロシアの教育システム

2.1 学部学生と修士課程学生

ロシアの技術系大学では、学生は最初の2年間に数学、物理、化学、英語などのような一般科目を学びます。その後の2年間は、将来専攻する分野の基盤学問を

*原稿受付 平成21年12月18日

**正 員 東北大学 Member, Tohoku University

身に付けます。この期間中は、研究所で働くことによって実習経験を積みながら講義に出席します。学士の学位を得るためには、学位試験と自分の研究プロジェクトの審査に合格しなければなりません。通常、このプロジェクトは比較的簡単なものであり、知識や技術の習熟度を審査することが主な目的となっております。そのため、審査の際には研究の動機や実験手順を明確に述べ、実験結果の妥当性を秩序立てて証明することが求められます。

修士の学位を得るためには、より高度な研究プロジェクトを2年間かけて実施し完成させなければなりません。修士課程の期間中は、実験結果の解析や参考文献の調査などのために多くの時間を研究所で過ごすこととなります。ロシアでは、修士課程の研究の審査は非常に厳しく、合格して学位を得るためには、理論や実験による優秀な研究成果を明確に示さなければなりません。

2.2 博士課程学生

博士課程に進学するためには、哲学、英語および専門科目（私の場合は材料科学）の試験に合格しなければなりません。無事に合格し博士課程に進学すると、当然研究が重要なポイントとなります。研究プロジェクトは、適切な学問分野の知識に基づいた深い理解の下に遂行することが要求されます。さらには、哲学と英語の講義も受講しなくてはなりません。

通常、研究プロジェクトの構想は教授から提供されます。言い換えると、博士の学位を得るために独創的なアイデアを学生が生み出す必要はないということです。学生は、教授のアイデアを“技術的に”ただ実行すれば良いのです。しかしながら、これを達成するためには、参考文献の検討、実験の立案および実施、実験結果の解析を自分自身で行わなければなりません。ロシアの博士課程の学生は、アシスタントなしに研究を遂行できる高い能力を示さなければならぬのです。

研究プロジェクトは、多くの場合いくつかのトピック（学位論文の章）で構成されています。これらのトピックは、博士課程の期間中に投稿論文としてまとめられます。学術論文の投稿は（学術会議への参加と同様に）、研究者として成長していくための重要なステップであると考えられています。学生は、博士論文の審査までに少なくとも1つの学術論文を査読付科学雑誌に受理されなければなりません。これは必須のルールとなっております。しかしながら、学位取得条件は実質的に更に厳しいものとなっております。例えば私の所属機関では、少なくとも3つの学術論文を投稿していなければ博士論文の審査を受けることができませんでした。

正式には、博士課程の期間は3年間です。しかし、学位取得には3年以上かかる場合が多く、時にはかなり長い期間を要する場合もあります。私の場合は10年かかりました。一般には、長い時間をかければ論文も洗練されていくため、ロシアでは審査は遅い方が良く考えられています。一方で、博士課程の期間が長引くことによって、研究者としてのその後のキャリアが非常に険しい道となる場合もあるため、このシステムの重大な欠点でもあります。

2.3 博士論文審査

博士論文の審査は、実質的には研究室のセミナーから始まります。担当教授によって研究プロジェクトの完成が近いと判断されると、学生はセミナー内で研究成果を発表します。このセミナーにおける発表はフォーマルなものではありません。発表の時間制限はなく、研究プロジェクトのあらゆる項目（動機、実験計画、結果、考察、結論）が徹底的に議論されます。この発表は、公式ではありませんが極めて重要であり、そこで博士研究の重大な課題が浮き彫りとなることもしばしばあります。通常、所属機関におけるセミナーで博士研究を発表する許可を得るためには、研究室のセミナーにおける発表を何回か経験していなくてはなりません。

所属機関におけるセミナーが、博士論文審査の次のステップになります。セミナーで発表予定の学生は、発表前までに博士論文の草案を作成し、機関内の独立した研究者2人に提出しなければなりません。これらの研究者は、博士の学位を有しているか、教授の地位を得ていなければなりません。彼らは、学位論文を評価し、セミナー中に研究に対する意見を述べます。この所属機関における発表もフォーマルではなく、発表や討論の時間に制限はありません。博士研究の“質”は、機関内の優れた研究者によって慎重に評価され、学生にとってこの発表が非常に重大な審査となります。さらに次のステップへ進むためには、この所属機関におけるセミナーで数回発表し、合格しなければなりません。

機関内の発表を無事に通過すると、学生は機関内の科学委員会に対する発表の準備を始めます。科学委員会は、機関内の優れた研究者で構成され（通常10～15人）、そこで学位論文が審査に値するか否かの判断が行われます。委員会のメンバーは、学位論文の内容を機関内のセミナーにおいて既に知っているため、多くの場合この判断は形式上のものとなります。学位論文が科学委員会において承認されると、いよいよ正式な博士論文の審査がスタートします。ここで、科学委員会は審査される学生に対する2人の異議申立人を選定しなければなりません。申立人は、1人は教授の地位を有する者であり、もう1人は教授の地位または博士の学位を有する者でなくてはなりません。さらに、申立人の1人は学生と同じ機関に所属している者で、他方は異なる研究機関の研究者より選ばれます。これによって、学位論文審査の客観性が保たれると考えられております。

学生は、博士論文に加えて簡単な概要（通常20～30ページ程度）を作成する必要があります。この概要は、同じ分野で研究を行っているロシアのすべての研究者（30～50人程度）に提出されます。多くの優れた研究者の目を通すことによって、博士研究の幅広い議論が可能となります。概要を受け取った研究者は、学位論文を精査し、研究に対するコメントを委員会に送ります。これらのコメントは、博士論文審査会の期間中に公表されます。コメントに質問や批判が含まれている場合（ほとんどの場合含まれている）、学生はそれに対して適切な説明や返答をしなければなりません。

博士論文審査会の前には、学生は異なる研究センター

か企業で発表をしなければなりません。通常、この研究機関は学生の所属する機関とは競争相手になります。学生は教授のサポートなしに1人で発表を行わなければなりません。これは、自身の研究の正当性を証明する能力を磨く非常に良い訓練になります。発表後は、その研究機関の科学委員会から、自身の所属する機関の学位論文委員会へと審査結果が送られます。この結果もまた審査会中に公表されます。

博士論文審査会中には、学生は学位論文委員会に対して発表を行わなければなりません。学位論文委員会のメンバーは、所属機関の最も優れた研究者と他の研究機関からの招待研究者で構成されます。招待研究者（学生と個人的面識がなく、1度も学位論文の議論をしたことのない人物）がいることによって、論文審査の客観性が保たれております。発表時間は非常に厳しく、わずか15分の間に研究の要旨を的確に述べなくてはなりません。発表後は研究に対して幅広い議論が行われます。審査会はすべての人に対して公開されており、どんな研究者でも議論に参加することができます。議論の時間に制限はないため、時には非常に長い時間を要する場合もあります。私の場合は2時間程度でした。議論が終わると、無記名投票によって可否の決定が行われます。

ここで強調しなければならないことは、学位論文委員会の決定が最終ではないということです。審査会の後は、最終的な学位授与の承認を得るために、正式な審査結果を添えた博士論文をモスクワにある最高認定委員会に提出しなければなりません。この手続きには数カ月を要します。

以上のように、ロシアの博士課程は研究者を篩にかけ、厳しい試験となっております。その一方で、このような競争は非常に冗漫で時間の浪費になってしまうこともあります。

2.4 教授

ロシアで教授の地位を得るためには、もう1つの学位論文を作成し、審査に合格する必要があります。現段階では、私にはそのような経験がないためコメントは控えさせていただきます。唯一私の知っていることは、教授の地位に挑戦する方は、科学に対して多大なる貢献をし、大きな研究プロジェクトを実現しているべきであるということです。

3. ロシアの研究スタイル

3.1 勤務スタイル

ロシアにおける典型的な就労時間は9:00から17:30までであり、お昼休みが1時間となっております。研究職では、かなり夜遅くまで働く場合もありますが、それは一部の例外で一般的ではありません。一方で、必要とあらばロシアの研究者は喜んで週末を研究室で過ごします。ロシアの研究者には、年に2回（1月に3週間と7月から8月にかけて4～6週間）の長期休暇があります。さらに、1年を通じて多くの祝日があります。私の考えでは、ロシアの夏季休暇は長すぎるように思います。6週間の休暇期間は、それまでの仕事状況を忘れさ

せ、時には研究テーマを思い出すことすら難しくなるかもしれません。また、休暇後に元の仕事に戻って適応するためには、いくらかの時間を要します。

このシステムは、実質的に朝9時から夜9時まで（“9時”間労働）毎日働く日本の勤務スタイルとまったく異なっています。一般的に、日本人の研究者はロシア人よりもはるかに熱心に働いています。率直に言って、私にはどちらのシステムが良いのか分かりません。おそらく、若い方やこれからキャリアを積んでいく方にとっては、真剣に仕事に取り組む時間のある日本のシステムが最適でしょう。これはまさに現在の私の状況でもあります。しかしながら、年を重ねて家族関係が中心となると、“9時”間労働はそれほど快適ではないかもしれません。

私の経験から言うと、日本人研究者は非常に規律正しく、几帳面である方が多いように思います。日本では、就業日がいまわりと整理されており、研究室内における協力体制がよく調整されていると思います。日本の勤務スタイルの特徴は、様々な問題に対する議論、研究における活動の決定や調整を行うために非常に多くの会議があることです。当然、多くの会議によって研究計画などは洗練されていくため、これは長所でもあります。しかし、会議を過度に行ってしまうと、実験、論文執筆やその他の有意義な活動の時間が犠牲になってしまう場合もあります。

3.2 研究計画

研究計画は、科学文献の分析と密接に関連しています。最適な研究計画を立てるために、研究者は克服されるべき現代科学の課題をしっかりと認識している必要があります。現代社会においては、科学技術の発展が目覚ましく、新規の課題もすぐに時代遅れになってしまうため、文献調査が非常に重要となっています。この状況においては、科学文献が自由に利用できるか否かが、研究者にとって重要な問題の1つとなります。

残念ながら、ロシアでは科学文献のオンライン検索のシステムが広く普及しておりません。一般的に、ロシアの研究者は参考文献をハードコピーで取り扱っています。これでは、必要な情報を検索するのに大変多くの時間を費やすことになってしまいます。また、この作業は多大なる労力を要し、仕事の能率が低下してしまいます。もし、非常に長い年月同じ分野で研究をしていたなら、この“労力を使う”アプローチも受け入れることができるでしょう。なぜなら、この場合は研究の潮流を完全に理解し、その分野に対する情報検索力も研ぎ澄まされているはずだからです。しかし、研究者が新たな研究分野へ目を向けた時、このアプローチでは重大な問題があるのは言うまでもありません。そのため、ロシア人の研究者は比較的惰性的であるように思います。

3.3 研究設備

材料科学は経験科学であるため、実験設備も研究を遂行するに当たって重要な問題の1つとなります。ロシアの研究設備は、一般的に日本と比べて質が低い（あるいは古い）傾向にあります。複雑な装置（顕微鏡や試験機など）は、大変高価であるため、特定の研究室が所有し

ていることは稀であり、ほとんどの場合、研究センターの所有物となっています。通常、研究センターには共通の設備を管理する専門の部署（電子顕微鏡や各試験機などの技術部）が存在します。実験中は専属の技術者が設備の操作を行うため、研究者は技術者に実験のアイデアを伝えるのみです。これによって、設備の寿命を延ばすことが可能になります。しかしながら、研究者自身が実験を行わないことによって、実験の重要な要素を見落とし、結果の解釈が不十分となる危険も潜んでいます。さらには、実験が技術者に依存しているため、研究の独創性が狭められてしまう恐れもあり、技術者とうまく連携して研究活動を行っていく必要があります。例えば、研究者が突然良いアイデアが浮かんでも、夜遅くや週末に実験を行うことは難しいでしょう。

3.4 研究結果の解釈

ロシアでは、近代の研究設備が十分に整っていないため、実験データが不十分であることがしばしばあります。これは実験結果の解釈に対して多大なる影響を及ぼします。ロシアの研究者は、不足したデータを補いながら未知の現象の起源を理解するために、非常に洗練された考察を提案します。当然、仮説と実験原理の間に大きな隔たりが存在すると、過度に主観的で不適切な理論が導かれてしまいます。しかしながら、このロシアの現状によって非常に斬新なアイデアが生まれる場合もあります。一般的に、ロシア人の研究論文において、最も興味を引き付けるのは“考察”の章です。そこには、非常に独創的なアイデアが頻繁に見受けられます。

日本では、状況がまったく異なっているようです。日本の研究においては、データの信頼性が最も重要視されているように思います。研究論文では、実験手順や得られた結果が極めて詳細に述べられ、これらが最も興味深い章であるように思います。しかし、考察に関してはデータと極めて密接に関連する傾向にあり、結果から逸脱したような議論はほとんどありません。

私の意見では、日本のシステムは非常に客観性があり、成熟しているように思います。しかしながら、議論における付加的なイニシアティブや通常のデータから一歩踏み出すことも役立つ場合があるかもしれません。研究データに対して非自明な考え方をすることによって、結果の新たな側面や知識が見出されることもあるはずです。

3.5 英語能力

研究者間の情報交換は、研究を遂行するに当たって欠かせないものです。世界中の研究者と自由に交流するためには、英語によるコミュニケーション能力が不可欠です。この点から、ロシア人と日本人の英語能力に関して考えてみることにします。

ロシア語と英語の違いは、日本語と英語の違いと比べて小さいように思います。それにもかかわらず、日本人研究者はロシア人より上手に英語を話します。これは、おそらく歴史的な背景に起因しているのだと思います。以前、ソビエト連邦は非常に長い間、他国との国交を閉ざしておりました。そのため、ロシアの研究者には国際学術誌や国際会議における研究成果の公表や海外で仕事

をする機会がありませんでした。ロシアの研究所や大学にはロシア人以外の科学者は全くいなかったため、ロシア人が実際の英語に触れることはできませんでした。これによって非常に特殊な状況がロシアには生まれました。通常、ロシア人の研究者は技術論文を読むことを全く苦にしません。しかしながら、英語で会話をしたり論文を書いたりする点においては問題があります。そのため、ロシアの研究者は研究成果をほとんど国際誌に公表せず、国際会議でも（口頭発表よりも）ポスター発表を好む傾向にあります。結果的に、我々ロシア人研究者の研究成果は、国際的に良く知られていないことがあります。

3.6 論文誌の出版

材料科学の分野において最も有名なロシアの学術誌は、“Physics of Metals and Metallography”と“Physics of Solid State”です。どちらの雑誌もロシア語と英語で出版されているため、ロシア人以外でも利用可能です。

ロシアで学術誌に論文を投稿するためには、研究センターの管理局からの特別な許可が必要です。研究者の利益のために論文を投稿することはできません。論文を投稿する前には、その研究成果がロシアの安全に害をなすものでないかを確認するために、研究機関の特別な委員会によって入念な分析が行われます。この分析は数日間かけて行われます。ロシアでは、研究論文のオンライン投稿が利用されないため、普通郵便を通じて提出を行います。ロシアは非常に広大な国であるため、郵送だけでも多くの時間を要する場合があります。論文は独立した審査員によって査読され、査読には5～6か月程度の時間がかかるのが一般的です。そのため、ロシアでは研究論文が出版されるまでに半年程度はかかってしまいます。既に述べたとおり、近代科学は急速に発展しているため、得られた成果は出版前に時代遅れになってしまうかもしれません。おそらく、現代の急速に変貌を遂げる世界においては、ロシアのシステムを理想的な形とは言い難いでしょう。

3.7 産学連携

ロシアの科学における特徴として、産業界との密接な関係が不足している点が挙げられます。研究センターや企業は基本的に独立しており、お互いに親密な協力をしていることはありません。科学は理論的過ぎるように思われています。

この状況の原因は、研究者が自身の努力に対する実際の（実用的な）成果をはっきりと確認できない場合が多いため、研究への意欲が薄れてしまう点にあるのかもしれません。さらには、実際に産業界が求めているニーズが分からずに、本当に重要な課題に対して焦点を絞れない場合もあります。一般に、ロシアの大企業は独自の研究センターを持っており、そこに研究課題を提供しています。これらのセンターは、特定の会社のニーズに対して過度に専門化しています。センターに所属している研究者は、ほとんど論文を投稿することではなく、新しいアイデアを不本意ながら仕事に対して用いています。

ロシアにおいて、産学間に強い結びつきがあるのは軍需産業です。非常に優れた（おそらく国内最高の）研究

者はこの分野で働いており、極めて高水準の研究を行っています。このシステムは、冷戦を基盤としています。残念ながら、そこで得られた研究成果は国家機密となっており、公の文献には掲載できません。そのため、これらの研究成果はロシア国外ではほとんど知られていないでしょう。

日本では、産学間に密接な結びつきがあり、まったく異なる状況となっています。ロシアよりもはるかに科学が工業志向であり、研究では実用性が重んじられています。また、企業は最新の研究成果を製品に対して積極的に導入しています。

おそらく、ロシアと日本の産学連携の一番の違いは、企業間の競争レベルにあると思います。日本では、産業の競争が非常に厳しく、市場で生き残るためには、研究機関と協力して製品の改善に取り組まなければなりません。一方ロシアでは、産業の競争はそれほど厳しくないため、最新の研究成果を取り入れなくても死活問題にはなりません。

しかしながら、“今日の”産業界の課題に対して過度に専門化することは、科学にとって脅威となるかもしれないことを忘れてはなりません。基盤研究の衰退は、長期の見通しや将来への展望が不足していることを意味しています。

4. 教授と学生の関係

日本では、教授と学生の関係が非常に特徴的であると思います。この関係は、仏教や儒教から生じた“東洋哲学”の思想である年長者に対する深甚な敬意に基づいており、日本の文化の一部であると感じています。教授の要求は学生にとって最優先事項であり、学生は細心の注

意を払ってできる限り短時間で教授の要望に応じています。教授の決定には決して意義を唱えず、その正当性は疑念の対象とはなりません。

ロシアでは、国土の多くは東洋側に広がっていますが、文化的には西洋側の思想です。したがって、教授と学生との関係は、それほどフォーマルなものではなく、比較的对等な立場にあります。もちろん、ロシアの学生にとっても教授は“偉大な上司”であることに変わりはありませんが、教授も1人の人間に過ぎずミスも犯すことを認識しています。

率直に言って、私にはどちらの関係が良いのかは分かりません。私は5年以上も日本で暮らしていますので、私の思想も少しずつ“日本側”へ変わってきています。日本の文化に染まりつつある私には、それを客観的に見つめることが難しくなってきました。しかし、私のはっきりと述べることができるのは、日本の学生とは非常に仕事しやすいということです。日本の学生に自分の考えをはっきりと伝えれば、その学生はできる限りの努力をして確実に要求を実現してくれるためです。

5. ま と め

一般的に、ロシアの教育・研究システムは効果的であり、材料科学の研究者は最前線に身を置くことができているように思います。しかしながら、そのシステムは理想的なものではなく、今後改善される必要があります。しなければならぬと思います。特に、日本の研究スタイルのいい部分や高水準な“研究の質”を参考にすることによって、ロシアの研究が一層進展していくことと確信しております。