



情熱大陸 世界で活躍する日本人[1]

105 番の町にある 114 番の研究所

~ドゥブナー($_{105}\text{Db}$)にあるフレロフ($_{114}\text{Fl}$)研究所~

東京工業大学原子炉工学研究所

有友 嘉浩

aritomo.yoshihiro@nr.titech.ac.jp

1. はじめに

昨年 2012 年 5 月 30 日、国際純正・応用化学連合 (IUPAC) は 114 番元素を Flerovium (元素記号 Fl)、116 番元素を Livermorium (元素記号 Lv) と決定し、これにより周期表に新たに二つの元素が加えられた。その直後の 8 月には理化学研究所の森田浩介氏らによって、113 番元素の新たなイベントが発見されたという報告が行われ、日本に由来する名前の元素が周期表に加わる可能性が急速に高まってきている。

ロシア、フレロフ原子核反応研究所 (Flerov Laboratory of Nuclear Reactions、以下フレロフ研究所) では、念願の 114 番元素を初代所長であるフレロフ (G.N. Flerov) 氏にちなんだ名称で認められたことは、1957 年研究所設立以来の悲願を達成したと言っても過言ではない。人類の文明の発展を支えてきた元素発見の歴史は、今なお続いており、科学文明の根幹をなしている。新しい元素が周期表に加わるという話は、小学生も理解することが出来る「最先端の科学ニュース」である。周期表に元素の名を残すこと、それは人類が滅びるまでその名が使われることを意味している。ソ連時代からロシアでは宇宙開発と同様、新元素合成を国家プロジェクトとして位置づけ長年行ってきた。毎年、新元素合成の研究に大きな予算が確保されており、フレロフ研究所では現在、超重元素合成専用の新しいサイクロトロンが建設されている (2014 年完成予定)。

私は 1998 年 6 月から、フレロフ研究所の研究員として超重元素合成の研究に従事してきた。現在に至るまで、日本の大学や研究所に一時的な職を得て仕事をしたこともあるが、その研究活動の大半はフレロフ研究所で行ってきた。初対面の人からは「何故ロシアで研究をしているのか」、「どういう縁でロシアに行ったのか」と聞かれることがある。その質問に対する回答も含め、ここで私は、自分が体験したロシアの生活のこと、また

ロシアで研究をしていく中で自分が感じたことについて書きたいと思っている。さらにフレロフ研究所やそこで働く研究者の様子についても紹介したい。このコラムが、これから海外で研究しようと思っている若い方々のお役に少しでもたてれば幸いである。



写真1 フレロフ原子核反応研究所

2. フレロフ研究所に行くことになった経緯

1997年の秋、私は甲南大学が3年に一度フランスのトゥールで主催するトゥールシンポジウムで、口頭発表をする機会に恵まれた。当時私は甲南大学の博士課程3年の院生であり、ここでの発表は、外国で口頭発表する初めての機会であった。大学院での研究テーマは「拡散模型を用いた超重元素合成の理論的研究」というもので、京都大学基礎物理学研究所と共同で進めていた。日本では核分裂を含め重い原子核の反応理論を研究しているグループは少なく、いわゆる少数派であったが、この国際会議に出てみるとヨーロッパ、ロシアを中心に重い原子核の研究が活発に行われていることを知り、非常に励まされたのを覚えている。この会議に、フレロフ研究所からオーガネシアン (Yu.Ts. Oganessian) 教授が参加されており、私の行った発表に関心を持って頂いたことや私の指導教官と共同研究者の方々の計らいもあって、オーガネシアン教授から「フレロフ研究所で研究をしないか」というお誘いを頂いた。ここで、フレロフ研究所に勤務する条件として、オーガネシアン教授が挙げた条件はただ一つ「学位を取っておくこと」であった(もう一つあった。それは欧米と比べロシアの給料は安い(月給邦貨にして1万5千円)がそれでも良いか?ということも)。

ロシアという、自分には全く未知の国で研究を行うこと、それにもまして実際一人ロシアで生活が出来るのかという非常に大きな不安はあったが、超重核の研究で世界をリードするフレロフ研究所に行けるという期待と希望は大きく、学位を取ればロシアで研究を続けることができるという漠然とした思いを持って学位論文作成に精を出した。当時、超重元素合成の研究は、実験的研究でドイツの GSI 研究所が「冷たい融合反応法」を用いて 110 番元素、続いて 111 番元素合成に成功していた。これに対しフレロフ研究所は「熱い融合反応法」を用いる方針を取っており、 ^{48}Ca イオンビームを用いた実験に着手した段階であった。私が行っていた理論研究は、この「熱い融合反応法」に適した計算であり、またこの当時、動力学計算によって超重元素領域の原子核の蒸発残留核断面積を評価することは、世界で我々のグループしかできなかった。

3. フレロフ研究所のこと

フレロフ研究所のある町ドウブナー (Dubna) は、モスクワから北に約 120 キロの場所にあり、1940 年代に建設された比較的新しい学研都市である。人口 6 万人程度、その 1 割の 6 千人ほどが研究所で働いているといわれている。町の中央にはボルガ河が流れており、森林も多く、自然豊かな落ち着いた町である。この町に旧東欧圏の原子核研究のセンターとして、原子核合同研究所 (Joint Institute for Nuclear Research, JINR) が 1956 年に設立された。JINR は、旧ソ連邦および東欧の国を中心に合計 18 の国が参加しており、7 つの研究所の集合体である。その一つがフレロフ研究所である。他には理論物理の研究所であるボゴリボフ研究所 (Bogoliubov Laboratory of Theoretical Physics) や原子核問題研究所 (Dzhelepov Laboratory of Nuclear Problems) という少し変わった名の研究所も存在している。

フレロフ研究所は実験の研究所であり、初代所長は自発核分裂を発見したフレロフ教授、第 2 代所長はオーガネシアン教授である。私が赴任した 1998 年当時は第 3 代目としてイッキス (Itkis) 教授が所長をしていた (現在は化学者のドミトリエフ (Dmitriev) 教授が所長)。当時も今もオーガネシアン教授は、サイエンティフィックリーダーとして現役で研究所の運営に関わっている。研究所は現在、科学的研究を行う 8 つのセクターと 1



写真 2 オーガネシアン教授
(2 代目フレロフ研究所所長
現在はサイエンティフィックリーダー)

つのグループ、さらに加速器（U400 と U400M という二つのサイクロトロンがある。400 はサイクロトロンの直径を表す）を運営する部門から構成されている。第 1 セクターは度々新元素合成に成功を収めてきたウチェンコフ氏（Utyonkov）が率いる「超重元素合成実験」のセクターである。Gas Filled Separator を使った実験を行っている。第 2 セクターはイリユーミン氏（Yeremin）が率いる「重元素の構造に関する研究」のセクターであり、VASSILISSA という名の electrostatic separator を使った実験を行っている。他には合成された原子核の質量分析や化学的性質を分析するセクター、エキゾチックな原子核を研究するセクターなどがある。私が所属していたのは、理論計算グループであり、現在 5 名のメンバーが在籍している。ここではコンピュータを使って主に超重元素領域の原子核の融合反応機構の研究を行っている。またネット上でさまざまな理論計算をすることができる NRV (Nuclear Reaction Video) という web ページを運営しており、アップデートのための開発を行っている。

4. スタートした研究生活、心に残る出来事

1998 年 6 月の終わり、私は初めてロシアの地を踏んだ。モスクワのシェレメチヴォ空港からドウブナーまで、研究所のワンボックスカーに乗せられ移動したが、その時の気持ちは研究所に護送されている気分だった。車の中から見えた、道端で花を持って歩いている親子に「自分と違って自由で良いな」と思ったりもした。研究所が用意してくれていたゲストハウスは、ドウブナーでは勝手に「ヒルトン」と呼ばれている高級ホテルということだったが、かなり老朽化し、窓もきっちり閉まらず隙間だらけの部屋だった。それでも当時の私はとても満足し、なんとかここで暮らして行けると思い、新しい生活に夢を膨らませていた。

まず研究所に勤務するには、いろいろな手続きをしなくてはいけない。研究所に入るためのパスの申請、契約書のサイン、消防署での安全管理の研修、病院での健康診断等、すべてロシア語だったのでさっぱり分からなかった。病院では一つの検査で 2 時間以上も待たされた（次から次へと横入りされ順序を抜かされていくからである。逆に後から来たお年寄りに先を譲っている人もいた。）。どれもが 1 日がかりの仕事であった。同じ研究室にいたコセンコ氏（Kosenko）が非常に親切で、私の面倒を見てくれたのでとても助かった。彼がいなければ、ロシアでの生活は最初から挫折していたと思う。また同じ研究所のチェレパノフ氏（Cherepanov）にも生活のことや事務手続きのことで親身になって助けて頂いた。

私が研究所に来てまだ 1 週間にも経たないころ、今後のロシアでの生活、しいては自分の研究者としての生き方を決めるような出来事があった。研究室にいと、知り合いの研究者がやって来て、オーガネシアン教授がオフィスに来るように私を呼んでいるという。この時もそうであったが、研究所内でオーガネシアン教授が私を呼ぶときは、必

ず直接本人からではなく、他の人が間に入って呼ばれる。オーガネシアン教授は、研究上の知名度に加え、ロシア科学アカデミー正会員でもあり、我々一般所員にとっては雲の上の存在であるが、こういう事情はその一例である（実際はとても気さくな方である）。このときは、オーガネシアン教授が呼んでいるということで、いったい何だろうと思い、非常に緊張した面持ちでオフィスに向かった。金色の大きなプレートにロシア語でオーガネシアン教授の名が刻まれた部屋のドアを開けると、秘書さんがいて、さらに奥にある巨大なオフィスに通された。そこでは、大きなテーブルの中央にオーガネシアン教授が座っており、そのテーブルを囲んで実験研究者が5名、理論研究者が5名と向かい合わせて座っており、私が来るのを待っていたようだった。全員ロシア人だったが、私のために英語で話が始まり、実験研究者が次々と現在の超重元素合成に関わる実験の問題点などを報告していった。まだ学位を取って数か月の私には、このような会議に参加するのは初めてであり、また、有名な研究者ばかりが居並ぶ中で自分がここにいることすら不思議、というか身分不相応だと感じ肩身の狭い思いであった。

ところがオーガネシアン教授は、実験研究者の問題提起が終わった後、それぞれ理論研究者に彼らの意見を聞き始めた。その時、オーガネシアン教授は、最初の理論研究者に「あなたは、統計模型の専門家である。その視点で今の実験から出された問題点についてコメントをせよ」と言い、また別の理論研究者には「あなたはチャンネル結合法を使った専門家である。その観点から意見を述べよ」というように一人ずつ話を聞いていった。



写真3 理論グループでの小さなパーティー（2001年頃）

（左からナウメンコ氏、チェレパノフ氏、ザグリバイエフ教授、そしてデネキン氏）

私は、まだ学位を取ったばかりでここに同席している研究者に比べるとまったく何ら知識もない新米やもしれぬ。しかし、自分の専門である「揺動散逸模型を用いた動力学計算の観点から」ということなら話は別である。ここにいる他の誰よりもよく知っているという自負はある。この専門に関しては誰にも負けないし、理論計算で世界の最先端にいるという思いがあった。この時、初めて自分の中で、「研究者としてフレロフ研究所で打って出て行ける」という勇気と自信とそして意気込みが生まれた。この出来事は、自分自身が研究生活をしていく上の、いわば精神面における突破口となったと思う。そのあと十数年にわたりロシアで勢いついて研究ができたのもこの出来事があったからだと思っている。オーガネシアン教授には心底、感謝している。

5. フレロフ研究所での生活とロシア人研究者たち

私がロシアに行った1998年の夏頃は、ロシア全体に物資が不足している時代であった。研究所の掲示板に貼られている紙を剥がし、計算用紙として持ち帰っている人がいた。トイレにはトイレトペーパーの代わりに不要になった論文が置いてあったりした。コピーは自由に出来ず、本のどこからどこまでコピーをするか申請書に記入しセクターリーダーのサインをもらい、事務所に持っていき係員に渡して、その数日後に取りに行くというものである。ただし、この時も自分でコピー用紙を調達しなくてはいけない（これがまた一苦勞）。オフィスの天井の電球は、15個程あるうちの2個しか点灯せず、他の電球は切れたまま1年以上放置されていた。

インターネットの接続速度は非常に遅く、またしばしば切断した。回線が復旧するのに1週間から2週間かかるということも稀ではなかった。テルネットで海外の計算機を使う際には、キーを打ってから数秒してモニターに反映されるというもので、それでも頑張ってモニター上でプログラムを書き換えたりしていた。オフィスのプリンターのインクは何か月も切れたままであり、その時はさすがに仕事ができないと思い自腹でインクを買うことにした。この町で買うとなると、自分の月給の数か月分もする。インクを買ってプリンターにセットした直後、ここぞとばかり同室のロシア人研究者達が趣味の宇宙の写真（インクをたくさん使う）や研究とは関係ないものを印刷し始めたのには閉口した。研究室で使う紙は、計算機センターに行って、そこの大型計算機で使用された横に穴の開いている薄い紙を大量にもらってきて、自分でA4の大きさに切ったあと裏紙にして使った。

このように物質的な研究環境は、必ずしも良かったとは言えないが、それよりも研究者間の人間的関係が心地よいもので、その中でのびのびと多くのものを学ぶことができた。ロシアの研究者は、業績のある研究者や良い仕事をした研究者に対し、心から尊敬しているところがある。純粹に敬愛の念を持って接しているように思う。またどこか研究に対して使命感のようなものを持っており、鬼気迫るといった感じの研究者も数多く

いた。着ている服はボロボロ、食事も見るとちゃんと摂っていないと分かる研究者が、なりふり構わず研究に没頭している。その中には事情で永久に母国を去り、この地で研究している人もいるようだ。私のオフィスには、しばしばアルマタから短期滞在でやってくる50代半ばの実験研究者がいた。アルマタでは予算の都合で実験ができず、ドゥブナーに来て過去に行った実験データの解析をしたり、図書館に行って論文のコピーを仕入れたりしていた（シベリア地方では、欧米雑誌などの購読料が払えない大学が当時存在していた）。彼は文字通り朝から晩まで机にかじりついて論文を読んでいた。英語は話せないが英語の論文は読めるようで、核分裂のことはとにかく何でもよく知っていた。ロシア人研究者からも、「字引のような人物」と言われており、誰からも尊敬されていた。フレロフ研究所の核分裂に関する論文の多くは、彼がロシア語で書いた草稿がもとになっている、という話も聞いたことがある。この人の姿を見ただけで、研究とはこういうふうにするものだろうと思ったりした。

その一方で、何十年も自分の趣味のような研究をしている研究者が、理論研究所であるボゴリボフ研究所には数多くいた。見ていると、周りの研究の進展や状況とは全く関係なく、自分の興味に従って研究に突き進んでいるようで、「えっ、まだこんな研究やっているの」と思う話も何度か聞いたことがある。こういう研究者がいることで、ロシアの懐の深さを感じたりもした。

研究のことになると激しく議論し、横で見ていると今にも殴りかかるのではないかと心配になったが、すぐに笑って肩を叩き合ったりしている。また若い研究者も年配の研究者も友達のように話をし、学生も不明点をまったく臆することなく年配の研究者に聞いていた。そのような雰囲気がロシアの国民性の中にあるように感じた。私も年齢を考へることなく、誰とでも親しく質問や疑問点を聞くことができ、とても勉強になった。またオーガネシアン教授のオフィスに何度も訪ね、私が行った計算結果を見せて説明したりもした。オーガネシアン教授は非常に多忙であるにもかかわらず、どんな時でも必ず時間を確保してくれ、納得するまで私の話に耳を傾けてくれた。このような時間を持てたことはとても幸せであった。

フレロフ研究所の理論グループでの私の仕事は、実験で計画されている反応を理論計算でシミュレートすることや、実験結果を理論的に詳しく解析し、反応のメカニズムを解明しようというものであった。また実験計画をサポートするために系統的に計算を行い、最適な実験条件を提案したりした。当時の理論グループのリーダーはザグリバイエフ（Zagrebaev）教授（現在はフレロフ研究所の副所長）であり、彼とは理論計算のことで多くのことを議論し合った。計算の戦略の立て方や理論計算で求められていること、将来の進むべき方向等、多くのことを学べた。

さらに最前線にいる実験研究者との議論は、理論研究者にとって非常に刺激的なものであり、別の視点でものを考えるきっかけとなった。実験が先行しているため、何が問

題になっているのか、何を解かなくてはいけないのかという情報がすぐに理論グループに回され、活発に議論が行われた。実験の研究所にある理論グループの役割というものが、純粋に理論研究を行う場合と少し様子が違うことも知った。

また海外で開かれる大きな国際会議にも、毎年数回フレロフ研究所から出させて頂いた。ロシアの経済状況から考えると、海外で開かれる国際会議に所員を送り込むと言うことは非常にお金のかかることであり、ロシア人の所員もそうたやすく参加することは許されない。その中で、外国人である自分が、年に数回もフレロフ研究所からの補助を受けて国際会議に出させてもらったことにとっても感謝している。このようなことは、他の国の研究所では稀なことではないだろうか。

6. ドウブナーでの生活

ドウブナーの冬はマイナス 25 度程度、最も低いときではマイナス 40 度近くまでなることがある。最初の冬にこの寒さを経験したとき、どうしてロシア人はこんな寒いところに住んでいるのだろうかと思つづく思った。町はセントラルヒーティングシステムで、一旦暖房が入れば、建物の中は快適である。真冬でも建物の中だとシャツ 1 枚で大丈夫な暖かさである。お湯を循環させて温めているので、部屋の空気はクリーンで、また建物全体を暖房するので、例えば誰も使っていない部屋に突然入っても寒さを感じることはない。日本の冬の家よりもよっぽど過ごしやすかった（もちろん外は命の危険を感じる寒さであるが・・・）。

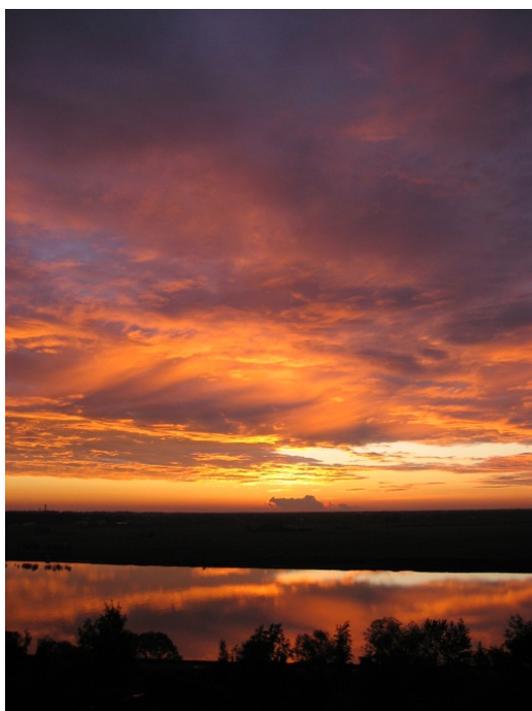


写真 4 ゲストハウスから見た季節ごとの風景。ボルガ河と地平線が見える。

夏はプラス 35 度近くまで上がるが冷房はもちろんない。夏の日没は午後 11 時を回ることもあり、いつまでたっても西日が延々と部屋に入ってきてぐったりしてしまう。このような真夏日は 7 月後半の 2 週間ほどで終わり 8 月に入ればもうかなり涼しくなり 9 月には雪が降ることさえあった。暖房は、町が決めた 10 月の上旬の日まで入らず、氷点下になろうが雪が降ろうが、市の決めた暖房が入るといその日をじっと待つのみである。またロシアの町では夏の間 10 日間ほど、町全体でお湯を止めて給湯配管システムのメンテナンスを行うことが恒例となっている。この間、シャワーを浴びるのも水を使うしかなく、かなり厳しかった。これが毎年繰り返されるのである。待ちに待ったお湯の復旧日に文字通り復旧したことは私の記憶では一度もない。さらに 3 日、5 日と延長されるのがこれまた恒例であった。いうまでもなく、暖房の開始日も同じ状況である。

ある冬の寒い日、郵便局に日本製の手袋を忘れてきてしまったことがある。物が不足しているロシアのことである。もう手袋はなくなってしまっているだろうなと思い、郵便局に戻ってみると、忘れた手袋がストーブの上にあり、誰かが暖めて置いて行ってくれたようだった。この時はとても感動した。

私が赴任した当時は、物を買うにも旧ソ連式の食料品店と露店しかなかった。食料品店というのは、すべての商品がカウンターの後ろにある陳列棚に並べてあって、我々はそれを手に取ることができない。まず自分の欲しい商品を、遠目に陳列台から探し出し、値段を覚えレジに並ぶ。レジで商品の名前と金額を言ってお金を払い、レシートをもらって再びお目当ての商品のある陳列棚に行く。そこで店員に商品を言ってそのレシートと交換で商品を受け取るというシステムである。こう書くとあまり大変そうでもないが、まず、欲しい商品を探して値段を覚えてレジに行き、レジの店員に「ロシア語」で商品と値段を言わなくてはいけない。レジに並ぶのも長蛇の列である。レジの人に「何言っているの？分らないっ」と激しく叱られるときも度々あった。ソ連時代では力関係として売り手の方の力が強く、我々お客は物を売ってもらうという感じだったそうだが、その風潮が当時まだ残っていた。やっとレシートをもらっても、陳列棚では再び長蛇の列になっており、自分の番が来て商品名を言っても、すんなりと通じない。「この人は一体何が欲しいのだ」とその場に居合わせた客も数人参加して、みんなで好き勝手に議論を始めてしまうこともあった。また陳列棚の前に店員がいなくて、いつまでも待たされることもしばしばあった。こういうシステムで物を複数個買うというのは至難の業である。今日は絶対に、水、米、パスタを確保する、というように最小限必要なものをリストアップして朝から作戦を練らなくてはならない。やっとのことで買えたときは、非常に達成感があった。もちろん米やパスタでも、いつも店に置いてあって売っていると言うわけではない。今ではスーパーができ、こういう苦労は全くなくなった。



写真5 1998年ころドゥブナーにあった食料品店



写真6 2012年夏。ドゥブナーに出来た新しいショッピングモール。
大きなスーパーも入っている。

7. 現在のドウブナー

私が赴任した当時と今とは町の様子も非常に変わり、何もかも便利になったと思う。町には大きなスーパーが何店も出来ており、必要なものはほぼ何でも手に入る。大型ショッピングモールも出来、最近ではマクドナルドやサブウェイまで出来ている。寿司バーもあり、日本の食材も手に入るほどで、まったく不自由なく生活できる。

現在、ドウブナーでの生活は、研究をベースにする限りにおいて何の支障もないと思う。また、フレロフ研究所での物質的な研究環境も当時とは一転し、とても快適になっている。ここに書いたことは主に 1998 年から数年間の体験談であって、今では日本の研究所とほぼ同じ研究環境になっている。コピー用紙やトナーもすぐに補充されるし、オフィスの照明も蛍光灯になり明るくなった。また窓のサッシも最近リフォームされ、隙間が多かった木の枠から、全く隙間のない硬質プラスチックのものに変わった。ネット環境も非常に高速になっている。



写真7 2012年夏にドウブナーにオープンしたマクドナルド

8. おわりに

私にとって研究者としてのスタートは、このロシアの研究所からであった。ここで私は、「まず環境や状況を受け入れ、その中で精一杯やって行く」というロシア的な姿勢を身に付けた（付けさせられたのかも）。自然環境の厳しいロシアでは、まずそれを受け入れるしかない。それに加え経済面でも長く苦しい時代が続いたが、ロシアの人々は、まずそれを受け入れ、その中でいろいろ工夫してきた。研究をするときも、紙がない、ネッ

トがつながらない、論文を取れない、暖房がない、給料が数カ月も支払われない、というような不満を言っても、ほとんどの場合、改善されることはない。それよりも、これら全てを受け入れ、その中で自分のできる最善を尽くし研究を続けて行くしかないのである。「あれはいやだ、これもいやだ」と言っていては生き残れないことを学んだ。

これから研究を海外で始めようとする若い人にも、日本では考えられないような不便なことが立ちまわっているかもしれない。しかし、力強く陽気にそれを乗り越えて行って欲しいと思う。

私が経験したロシアの生活は、とても親切な多くのロシアの方々に支えられてのものであった。その中で、沢山の新しいことを学んだ。ロシアの人々の暖かい心にも触れ、とても幸せな日々を送ったと思っている。現地にとけこみ、その環境を受け入れること、それが海外で研究していく上で最も大切なことだと思う。また、「このことだけでは絶対に誰にも負けない、世界の誰よりも自分が一番よく知っている」というものを、大それたことでなくとも良いので、一つ持って欲しいし、それを持っているということに自ら気づいて欲しい。このことは強力な支えになる。苦勞しながら研究して、実際に自分で経験している者にしか分からないことがある。

若い人々には、是非、大きな自信を持って世界の大海原に向かって乗り出して欲しいと願っている。この文章が少しでもお役にたてれば幸いである。最後に、私のドゥブナーでの研究活動を支援してくださったフレロフ研究所の方々、また日本から応援してくださった甲南大学の太田雅久教授と現在関西大学にいらっしゃる和田隆宏教授をはじめとする甲南大学理論研究室の方々、さらに研究でお世話になった西尾勝久氏、千葉敏教授（現在は東京工業大学）をはじめとする日本原子力研究開発機構の方々、森田浩介氏をはじめとする理化学研究所の方々に感謝の意を表したいと思います。最後に、いつも絶対的に応援してくれた亡き両親と、家族にお礼を言いたいと思います。