

日中科学技術

No. 179

2021. 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 : jcstea2019@gmail.com / nagakiya@nifty.com URL : <http://jcst.in.coocan.jp/>

電話 : 03 (6661) 7929 携帯 090-7629-6260

Fax : 03 (6661) 7929

半導体技術日中科学技術交流の体験と印象

協会会員 公益財団法人 野口研究所 学術顧問 柴崎一郎



はじめに

産業の米ともいわれる半導体技術は、大きな夢もある、鉄などと同じく、現在は言うに及ばず、未来永劫、使う技術である。

しかし、最近、米国や日本を始めとした先進国と称された国々で、部品不足、特に、産業の米と称される半導体部品（デバイス）の供給不足は重大で、自動車メーカーは、減産を余儀なくされている状況がある。部品の海外生産や生産委託による供給網が、世界的なコロナの蔓延でダメージを受けたことが主因とされているが、昨年来多発した半導体工場の火災事故や 2011 年の東北大地震は、自動車用の部品供給に大きな支障をきたした。しかし、それだけではない。高度成長期以来、低コスト化や選択と集中、海外生産などの美名のもとに、最先端の半導体デバイス等の重要部品の製作をファンドリーに頼るなど、外注、委託生産を進め、自前の物造りを疎かにした結果、部品供給網の脆弱化という問題を招いたことも原因の一つと言えよう。

今や日本の半導体産業は、厳しい海外

との競合下であり、未来に向けて盤石ではない。1990 年代までは、トップを走った日本の半導体やエレクトロニクス産業は、2000 年以降、後発の台湾や韓国に後れを取った。ところで、最後発の中国は、20 世紀が終わり、21 世紀を迎えて 20 余年、半導体技術の取り込み、様々な部品の内製化に邁進している。現状を見れば、電子情報産業の高度成長を実現した。半導体技術が支えるデジタル時代、日本は停滞、中国は成長である。何故だろうか？ 以下は、産業の米、半導体技術に関わる筆者の中国との交流や関わりの体験と印象であり、垣間見た話である。未来への手掛かりになればと思う。

§1 はじめての中国体験

民間会社で半導体デバイス（薄膜の磁気センサ）の研究開発の仕事をしていた筆者は、学会などの出張で、米国やヨーロッパの限られた国へ出かけた程度の海外交流の体験しかない。アジアの国との関わりは全くなく、中国も例外ではなかった。筆者の初めての中国体験は、2000 年に北京で開催された、最先端の化合物半導体デバイスの研究の発表の場であった、分子線エピタキシー（MBE）の国際会議である。論文発表の為に参加した。雑然とした北京市街は、言葉に尽くせない、

何かがあり、その印象は強烈であった。道路を走る車は様々で、多くは中古車の様であった。学会発表の合間に、天安門広場や万里の長城等を初めて見学し、驚いた。

見学はそれだけではなかった。当時、東海大より学会に参加していた犬島僑教授に誘われ、幸運にも、彼の中国の友人の計らいで精華大学と中国科学院の半導体研究所を見学する機会を得た。クラス 10,000 程度?と思われるクリーンルームと其処に設置のイオン注入装置、そして、手作りしたと思われる MBE 装置を見学した。薄膜の研究をしており、私の名前を知る人も居り驚いた。また、実験室の様子は、当時の日本とは違って、本格的な半導体デバイスの研究が出来るレベルには程遠く思われた。

見学後、同行の犬島教授は、「現在 (= 2000 年当時)、台湾では、本格的な Si の LSI 工場が建設され、ファブドリービジネスが、半導体産業の中核をなしており、世界の半導体デバイスの生産拠点化が進んでいる。半導体技術では、大陸の中国とは、極めて大きな差がある。更に、台湾の半導体産業の発展は、海外で半導体の研究をしていた優秀な台湾出身の研究者、技術者を招き、そうした人たちが、半導体デバイスを始めとしたエレクトロニクス産業の立ち上げに大きく貢献し、今がある。今後中国の半導体技術の発展は、どの様な道筋をたどるのか興味がある」と説明してくれた。この犬島先生の発言は今も印象に残る。21 世紀最初の夏のことであった。

§2 日中科学技術交流協会との出会い

2006 年 11 月、会社 (旭化成) の本社から北京で開催の第 2 回エコエレクトロニクス国際会議で講演してくれないかとの話が在った。創業支援推進機構の紺野大介様の要請と伺った。化学関係の話を期待されたが、インバータ駆動の省電力モータにホール素子が使われるので半導体のホール素子の話になったようである。

旭化成の本社で研究開発戦略を担当していた小川部長と一緒に出張した。2 度目

の北京は、渋滞の道路と中国近代化の象徴を示す、オリンピックに向けた巨大工事が進んでいた。北京では、紺野様のご案内で、シンポジウムの前日、精華大学や素晴らしい庭園等を案内いただいた。夜は関係者で中華の夕食を楽しんだ。小川部長は、所要があるとのことで、会議には出席せず、次の日帰国し、シンポジウムは、筆者一人が出席した、全くプログラム通り進まなかった。中国の方が全く講演時間を守らなかったためである。私の順番も大幅に遅れた。内容は、半導体製作で使う、電子材料も含む、危険な化学物質や電子回路の接続で使う鉛のフリー化等に関わる法規制 (RoHS: Restrict of Hazardous Substance) の話題が主で、議論も活発であったが、化学物質でもない半導体素子の話は、私だけで、さしたる質疑もなかった。(詳細は、日中科学技術 NO. 119. p. 26 の岡田雅年理事の第 2 回エコエレクトロニクス国際会議報告を参照)

中国は、2000 年に MBE 国際会議を招くなど、最先端の半導体装置や技術の導入、獲得に極めて熱心であったので、半導体の議論が殆ど無かったシンポジウムの印象は違和感が残った。今思えば、半導体関係者は居なかったと思われる。

驚いたのは、会議で、以前から存じ上げていた金属材料技術研究所の元所長の岡田雅年様にお会いした事である。日中科学技術交流会の理事として参加していた。国際会議は、日中科学技術交流協会の共催と初めて知った。

会議後の研究機関等の見学では、危険物の分析をビジネスにする会社と精華大学の見学をした。精華大学の橋口隆吉国際交流研究室では、色々な研究テーマが紹介された。筑波の金属材料技術研究所 (現在の NIMS) に滞在した事もあるという馬 樓生先生 (精華大学教授) の半導体のパッケージ技術の研究が印象に残る。私は、1980 年代半ば頃まで、ホール素子の開発で、微細なリードフレームの設計やトランスファーモールド用の超小型樹脂パッケージ用の金型設計、製作を手掛けていたので、興味深く見学した。

半導体素子のパッケージは、デバイスの研究とは異なり、実際に使う素子の最終形態の製作に関わる技術である。とりわけ、樹脂パッケージ技術は、製品のコスト、量産、信頼性に深く関わる極めて重要な生産技術である。中でも、半導体デバイスの物造りで代表的な、トランスファーモールド技術は、デバイスの信頼性と実装に直結する重要技術である。高精度で製作された金型の穴中に、ワイヤーボンディングされた素子をセットし、200°C程度に加熱溶融したエポキシ樹脂を高圧で注入して硬化させ、パッケージする技術である。金型は、樹脂を注入する穴と共に、樹脂漏れが無いように、リードとは高精度の整合性を備えることが必須である。リードフレームは、高精度の金型による打ち抜き製作されたものが使われる。何れの金型も、高い加工精度が必要である。

1980年代前半当時、日本では、10mm前後の比較的大きなサイズの集積回路の樹脂パッケージ技術は、集積回路の標準的な樹脂パッケージ法として使われていた。ところが、ホール素子のパッケージでは、VTRやPC用のマイクロモータ部品の為、集積回路と違い極小サイズの面実装用のパッケージが要求された。その寸法は、厚さは1.0mm以下(薄型は0.6mm)、面内寸法はミニモールド素子では1.5mm程度が要請された。当時の技術では、対応できず、新たな微小サイズの樹脂パッケージ技術の開発が必要となった。使用する金型は、当時のモールド用金型メーカの製作限界(10 μ m)以下で5 μ m以内の精度が必要であった。また、プリント基板へホール素子を半田付けする自動実装機が230°Cを超える半田リフロープロセスの為、更に、高温耐熱性も要求された。ホール素子の量産技術確立の最後の超難関課題であり、全くの専門外の技術で大変苦労した。半導体デバイスのパッケージの様な生産技術の研究が中国では大学の研究として行われていることを知り、興味深く見学した。日本から見れば15年以上遅れていたであろう。しかし、半導体素子製作では必須の技術である。先端的

な半導体デバイスの製作であっても、殆どの工程は既に確立された生産技術である。その取り込みは、極めて重要である。また、その後の、中国の電子産業の高度成長に必須のもの造り、電子機器の内製化を考えれば、遅れていたとはいえ大学での製造技術の研究は当然と思った。その重要性は、2003年の3月11日に、清華大学橋口隆吉実験室で、集積回路製作に必要な技術のワークショップ【北京微電子封装(日本語では実装)検討会】が開催されていることから理解されよう(日中科学技術交流協会より参加の岡田雅年理事の出張報告より)。見学は、筆者にとって中国の物造りの歴史の一コマを見る貴重な機会であった。

§3 中国との半導体技術交流の体験

2006年12月の国際会議から数年を経た2011年夏、岡田雅年様から日中科学技術交流協会の件で会社に電話を頂いた。「中国から、半導体技術についてシンポジウムをしたいとの要請があり、専門外なので良く解らないので協力してもらえないか」との電話であった。

当時、集積回路などの半導体デバイスや液晶などの技術は、台湾や韓国の急伸もあったが、依然として日本は最先端にあった。しかし、半導体素子を使う電子機器の最終組み立て製作は、低コスト化の大名目で、日本から中国や東南アジアへ移転が進み、中国は高度経済成長の過中であった。

半導体デバイス製作は、①半導体デバイス(例、SiのLSI)のウエーハ製作に関わる技術、デバイス設計技術、LSIの設計ルールに対応した微細加工技術、装置、クリーンルーム等)と②そのために必要な材料技術(=電子材料:単結晶Si基板、不純物を排除した超高純度の化学品、超純水、更に、Siの微細パターン加工用のフォトレジスト、PC基板技術等)に分けられる。その裾野は極めて広い。

シンポジウムで半導体デバイスを取りあげるとの要請は、中国の科学技術や電子・情報産業にとって最重要のLSI等のデバイス技術やその製造技術の獲得、内

製化が本格化していることであり、筆者が 2000 年に北京で見学した中国科学院半導体研究所のクリーンルームを想起したが既に 10 年という年月が経過しており、状況はかなり変わっている筈であるとおもった。そこで相談したのが、知り合いの集積回路や MEMS 技術などの半導体技術が専門の東京工業大学教授の益一哉先生である。事情をお話しし、協力をお願いした。益先生には、大変多忙な中、快く引き受けていただき、日中科学技術交流協会の第 2 回 (2011 年 11 月上海) シンポジウムで、集積回路技術についてキーノート講演を頂いた。以来、第 3 回 2013 年 (上海)、更に、第 4 回 2014 年 (東京大学山上会館) で集積回路技術について、都合 3 度のご講演を頂いており、今でも感謝している。

2011 年の北京と上海で行われたシンポジウムの様子は、第 2 回日中電子材料シンポジウムと研究所・大学訪問報告書 (山岡亜夫、永崎隆雄) に詳しく書かれている。このとき、下記 5 項目の最先端の半導体技術の講演が企画されている。

- 1) 半導体ナノ構造、物理、デバイスおよび回路
- 2) 半導体材料・193nm&次世代リソグラフィ
- 3) 各種半導体レーザ・半導体照明 LED
- 4) ナノプリント 半導体センサ
- 5) 有機薄膜太陽電池・有機トランジスタ・有機 EL デ스플레이、その他半導体関連分野、パッケージング

更に、講演で話された中国の戦略的な動きが明確に書かれており、筆者は参加できなかったもので、以下に、報告書から概要を抜粋紹介する。

【北京討論会 (2011. 10. 31)】

中国科学院半導体研究所 陳弘達所長と当協会の堂山団長からの開会の辞に引き続き、「堂山団長から「半導体の物理」と題して半導体の技術発展を俯瞰した。次に清華大学の王志華教授から「中国の半導体分野の現状と発展政策」と題して中国側の状況と優遇政策や重点開発政策

などを聴取した。次に日本側参加研究所、企業の紹介、研究内容の紹介、中国側の研究紹介を行い、日中双方の意見交換を行った。

中国側の清華大学 王志華教授は講演で、【世界の半導体事業規模は約 30 兆円でその半分 15 兆円を中国が輸入している。また、中国国内半導体産業の市場規模は昨年、約 30% 拡大し、今後 8~10% の順調な成長が期待されている。この 15 兆円の輸入は中国の原油輸入額と同額で、中国は半導体材料や設計の国産化による高付加価値化を目指している。このため、高度の技術をもつ外国企業との合作、中国招致、国内生産の拡大が課題になっている。】と述べられた。更に、北京大学の龔教授は、【中国の研究所の研究や日本企業の研究や経営について、「中国の研究は独創的であるが、商品化に結びついていない欠点があり、日本企業は決定が遅いという欠点があり、開発競争に遅れる危険があると述べている。また中国の人材はすばらしく優秀であるが、現在は研究所などの就職先がなく、生かされていない」等】の貴重な意見をいただいたとある。

【上海討論会 (2011. 11. 4)】

上海大学汪敏副学長、日中科学技術交流協会の堂山団長の開会の辞に引き続き、上海市半導体集積回路産業協会蔣守雷秘書長から「上海市の半導体産業状況と発展政策」、東京工業大学益一哉教授から「日本の Si CMOS 集積回路研究の状況と展望」をキーノートレクチャーとして日中双方の半導体分野の発展趨勢が講演された。更に、日本側の参加研究所、企業の研究状況の紹介では、NIMS の CMOS 研究、JSR のフォトレジスト研究の報告など LSI に関わる半導体の中核技術の講演がなされ、上海市の半導体研究の状況を聴き、日中双方の意見交換を行ったことが記されている。

この他、中国における事業環境の視察が行われ、その様子を記した下記一文がある。

[日本企業にとっては、国内市場の飽和

縮小、理科系人材の不足や高賃金、高税率、高関税、高物価等が国際競争力を弱め、国内生産や国内立地の研究開発環境が悪化しており、昨年、米 Intel および米 Texas Instruments が中国で半導体工場を稼働させたように、中国との合作による国際展開が、世界と中国の需要増を捉え、競争力を高め、事業発展をもたらす可能性がある。しかし、実際の受け皿機関、地方政府の優遇政策等が有利であるか、十分な能力・実績を持つのか、人材資源は十分なのかなど日本には不明な点が多く、実際の訪中視察で中国側の大学や企業や産業パークの状況を確認した。]

以上、報告書の抜粋であるが、極めて盛沢山の交流が行われている。

第 3 回の日中科学技術交流協会による日中の半導体関連の交流のシンポジウムが再度、上海と北京で行われた。このときは、筆者も 2013 年 9 月 12 日北京のシンポジウムに参加し、高感度薄膜ホール素子についての講演と北京の微電子研究所（元半導体研究所？）の見学や次の日の清華大学での交流討論会に参加した。このときの筆者の感想と驚きを記した文章が [日中科学技術 NO.146 2013, 9. 20] があるので、その一部を若干修正の上、紹介する。

[13 年前 (2000 年) の 2,000 年に見学した研究所と比較して、まさに雲泥の差を感じた。もっと驚いたのは、半導体技術、特にデバイス技術の獲得への中国の意欲で、欲しい機能のデバイスを自前で造る目標が語られ、実際にラボツアーでそうした意欲的な取り組みを見た。10 年後はどうなっているだろうかと思った次第。案内してくれた方は、我々に、大きなクリーンルームと買ったばかりの最新設備を自慢していたが、実際はこれから、新設備の操作条件の確立やものづくりの厳しい試練を体験するのではないかと思いつながりながら見学した。しかし、自分たちで苦勞して獲得したものほど強いものはない。日本も 1960 年代、1970 年代、集積回路等の半導体技術は、米国から教えてもらえなかった技術であった。日本の電子

産業は、20 年余の時間とオイルショックを経て、自前で獲得した半導体技術とその応用を駆使して、Japan as NO.1 の電子産業を支える技術を確立して世界に貢献した。10 年後、20 年後の中国を想像すると、もしやという思いが出てくる。これからの日本は高い賃金の日本人が働ける技術が必要。北京で研究所を見て、また若い研究者と接して、我々も兜の緒を締めて、これから活動する必要を感じた。**いつまでも、あると思うな、親と技術である。**

以上は、2013 年に中国との技術交流で筆者が感じたことと驚きの記録である。写真はその時の参加メンバーである。



2013 年 9 月 12 日 中国科学院 微電子研究所（北京）訪問時の写真で左端が筆者

次の半導体など先端技術に関わる交流シンポジウムは、半年後の 2014 年 4 月 21 日、中国から関係者が来日し、東京大学山上会館で行われた。ここでは、日本側から、益先生の集積回路技術の他、会社関係者の半導体関連の幾つかの講演があり、中国側から、電子産業振興の為、半導体集積回路などの製造に必要な電子材料の輸入から国産化へ生産戦略、先端研究、未来に向けた方針などの講演があり、当該分野の技術獲得への中国の意気込みを知る機会であり、極めて密度の高い技術交流であった。

§4 磁気センサと中国との関わり

私事に亘るが、もう一つの中国社会の電子産業の発展を垣間見た体験を書いてみた。旭化成で、研究開発を担当した筆者は、磁界を高感度検知できる磁気センサ、高感度薄膜ホール素子を開発した。

この素子は、1982 年頃のことである。当時在ったホール素子との比較で、超小型樹脂パッケージ、且つ磁界検出感度が 20 ~30 倍あり、極めて実用性が高い磁気センサであった。当初は、VTR の回転ヘッドやテープ駆動、更に PC の FDD や CD-ROM、HDD 等のメモリー駆動等に用いられる、精密に角速度制御が出来る DC ブラシレスモータの回転制御用磁気センサとして、国内の超小型モータ（マイクロモータ）メーカーが大量に使った。以来、応用の伸びと共に大量に使われる磁気センサとなり、現在に至っている。

1980~1990 年代初期までは、ホール素子は、日本の国内のモータメーカーへの供給が主であったが、モータメーカーの工場の中国移転が進み、中国への直接の供給も始まった。更に、2000 年以降は、中国メーカーへの供給も増加し、今や中国は磁気センサの大口ユーザである。斯くして、いつの間にか、自ら手掛けたホール素子が中国で多数使われる状況が生まれた。

近年は、磁気センサであるホール素子を使う様々な製品が開発されている。例を挙げると、VTR や PC 等の情報機器に始まり、磁気を利用する超小型非接触センサとして家電製品や電動アシストの自転車、更に、車載センサとして、自動車、HV、EV 等にも広く使われる。ホール素子は、今や中国国民にとって必要欠くべからざる磁気センサとなっている。また、私と中国との関わりの最も重要なパートである。

最近では、地球規模で、毎年 17 億個レベルで使われているので、中国だけがユーザではない。日中科学技術交流協会の第 3 回上海で行われた交流シンポジウムには、筆者は都合が悪く参加出来なかった。代わりに旭化成の若手で当時の中国駐在の上杉直文氏にホール素子の講演をお願いした。これもホール素子の縁であろう。

§5 おわりに

電子材料シンポジウムを開催した 2010 年代の初めは、中国の半導体技術（=集積回路技術は、日本などの先進国からはかなり遅れていた（2 世代以上？）可能性

が高い。しかし、電子材料シンポジウム開催以来、現在までの凡そ 10 年間、大きなハンデイを乗り越え、中国の半導体技術と電子情報産業は高度成長を遂げ、大発展した事は多くの方の知るところである。極めて小規模で、民間レベルであったが、三度にわたる日中科学技術交流協会による中国とのシンポジウムや見学会等の先進的な科学技術分野、半導体技術の交流は、日本にとって、ダイナミックに活動する中国を直接知る貴重な機会であり、中国側にとっては、日本の先端技術の状況を知る貴重な機会であった。双方にとって極めて有益な技術、学術の交流であったと推察される。更に、交流から学ぶべきことも多いと思われる。

歴史を振り返れば、高度成長とバブルの崩壊、日本の半導体メモリー事業の衰退や半導体部品不足等、日本の産業基盤を揺るがす状況は依然として厳しい。半導体分野の夢が語られることも少なくなった。筆者が中国の研究所を訪れた 2000 年以来 20 年が経過した。今や中国では、半導体技術の研究者は急増しており、半導体技術や電子情報産業の指導者や担い手として、海外経験者は言うに及ばず、国内で教育を受けた優秀な研究者、技術者が多数活躍している筈である。半導体技術の大きな夢が語られているに違いない。この 20 年間、大きく発展した中国を見て、何故であろうか？

以上、筆者の日中交流・関わりの一コマを思い出して紹介した。歴史推移を辿ることで、活動の意義が見えてくる。**筆者の体験と教訓は、【もの造り技術は未来に向けて大切である。夢を持とう、夢と技術は、創ればあるが、創らなければ無い。更に、半導体技術の実務的な教育と獲得は 20 年かかる】である。そして、未来への手掛かりはあるだろうか？自問自答の日々である。**日中の科学技術交流への意義ある参加は、筆者にとって、交流というより[百聞、百見、百驚]であり、隣国である中国の高度成長の歴史過程にわずかでも触れる貴重な体験であった。

世界における希土類 (レアアース) 資源分布および状況

協会会員 広西大学資源環境材料学院 教授 藤田豊久 (東京大学名誉教授)

希土類元素(レアアース)は、日本の経産省が定義した 31 鉱種あるレアメタルの 1 つで、原子番号 21 の Sc, Y の 2 元素と原子番号 57 の La から 71 の Lu までの 15 元素の合計 17 元素である。Fig. 1 (9p) に地殻に占める元素の存在度を示すが、希土類元素はスズやコバルトの存在量に近く、貴金属元素に比べて比較的多く存在する。元素の分離精製することが難しいことからレアメタルの中に入る。

希土類がやや多く存在する希土類鉱床は世界各地に分布し、Fig. 2 (10p) に世界における希土類鉱床がある場所を示す。鉱山名が書かれている場所もあるが、現在、稼働している場所は限られている。

世界における陸上の希土類埋蔵量の割合を 2016 年と 2018 年の USGS のデータより Fig. 3(A) (10p) に示す。最も多いのは中国の 34%で次に、ブラジルとベトナムが 17%、次にロシアの 14%である。一方、Fig. 3 (B) (10 p) に 2019 年における希土類鉱石の生産量を示す。中国は 64%で最も多く、次に米国の 12%、そしてオーストラリアおよびミャンマーが 10%を占める。過去の希土類鉱石の生産量の推移を Fig. 4(11p) に示す。中国は 2005 年~2010 年まで 97%の希土類鉱石生産割合を示し、当時は世界の希土類鉱石はほとんど中国から産出されていた。2011 年に希土類価格が高騰してからは他の国々で希土類鉱山開発が進み、近年では米国、オーストラリア等で希土類鉱石が産出されている。一方、埋蔵量からみると、ベトナム、ブラジル、ロシア等での希土類鉱石の生産が今後期待される。

希土類鉱物の種類、構成成分および放射性のトリウム(Th)の有無 (○が Th 含有鉱物) を Table 1(11p) に掲げる。

Bastnaesite, Monazite および Xenotime が主要な希土類鉱物であるが、特に Monazite は Th あるいは U を含むので希土類元素の抽出では放射性元素を処理する必要がある。他にも Th を含む鉱物を掲げてある。希土類鉱石の中に蛍石(CaF₂)、重晶石(BaSO₄)の塊状の鉱石が存在する場合もある。

希土類の世界最大生産国の中国における希土類鉱石の鉱床分布を Fig. 5(12p) に示す。Bastnaesite, Monazite を含む軽希土鉱床、まだ、開発されていない Bastnaesite, Monazite を含む軽希土鉱床、イオン吸着型およびリン酸塩の重希土を含む鉱床、まだ、開発されていないイオン吸着型およびリン酸塩の中重希土を含む鉱床の 4 種に分類して示している。

現在、中国の希土類産地は、内モンゴル自治区の包頭 Bayan Obo、江西省南部、広東省北部、四川省の涼山涼山イ族自治州に集中して希土類鉱物の 98%を産出している。今後開発可能な鉱床が多く存在する。特に、中国南部のイオン吸着型鉱床は価値の高い中重希土が多く、放射性物が少ないので重要な希土類鉱床となっている。

希土類鉱物から回収される代表的な 10 種の希土類元素の構成割合と価格を Table 2 (10p) に掲げる。産出割合では Ce が 48%と最も多く、ついで Nd が 21%、La が 20%である。価格は 2011 年に希土類元素の価格が最も高騰したが、2010 年においては、Sc を除いては Tb (\$ 585/kg)、Eu、Dy の順に高い価格であった。現在は、磁石需要の増大から Dy (\$460/kg)、Nd、Dy の順に価格が高い。なお、Sc は現在、\$ 920/kg とより高価である。

一方、海底にも希土類資源が多く存在することが加藤泰浩東京大学教授により発表された[8]。Fig. 6 (A) (13p) に示す

ように、太平洋の海底泥 2 m の深さに場所によっては多くの希土類元素が含まれていることが明らかとなった。また、**Fig. 6 (B) (13p)**には、日本近海の排他的経済水域 (ZEE) である南鳥島沖の希土類が存在する場所を示す。ここには高濃度の希土類を含む泥があり、全希土類元素として 5000ppm を超える泥が存在することが発見された[9]。また、海底には海底の泥のほかに、マンガンノジュールやコバルトリッチクラストも存在し、この中にも希土類元素は含まれる。コバルトリッチクラスト中の元素分析の 1 例を **Table 3 (14p)** に掲げる。全希土類元素として約 2000ppm が存在する。海洋に存在する希土類元素には、放射性の Th や U はほとんど含まれないことも利点である。現在、海洋からの希土類含有泥の採取方法として各種方法が検討されており、筆者らも検討した[10]。海底泥からの希土類元素回収が実用化されれば、希土類元素の鉱床はさらに増えると考えられる。レアアース泥開発推進コンソーシアムを加藤東京大学教授らが中心となって実用化を検討している[4]。

他に希土類元素が存在する場所としては、都市鉱山としての廃棄物資源が挙げられる。使用済み磁石やレンズからも希土類元素をリサイクルして回収することが可能で筆者らも磁石、レンズ、研磨粉からのリサイクル回収を行ってきた[11]。さらに希土類元素が多量に存在する廃棄物として、焼却残渣が挙げられる。**Table 4 (14p)** に各種焼却残渣中の希土類元素量を示す。特に焼却底灰中の Er 濃度が 1500-1600ppm と高く、熱および化学処理で筆者らは回収を試みた[12]。このように、廃棄物からの希土類元素回収も可能である。希土類元素の回収方法としては筆者の属する研究会で効率の良い溶媒抽出法としてエマルションフローの研究を検討してきた[13]。現在は JOGMEC がさらに実用化を進めている。

以上のように鉱山、海底、廃棄物から希土類元素を得る可能性を紹介してきた。

寒冷地での希土類元素の鉱床開発の可能性があるが、現在、グリーンランドの世界最大級のレアアース鉱床である

『**Kvanefjeld レアアースプロジェクト**』は放射性元素による汚染の心配から開発が中止となっている[4]。今後は環境を配慮した希土類元素の開発が重要である。

なお、希土類元素についての参考本には、筆者らの「トコトンやさしいレアアースの本」[6]、研究に役立つ本として足立大阪大学名誉教授著書の「入門 レアアースの化学」が挙げられる[14]。また、希土類元素を特化した日本の学会としては「日本希土類学会」がある。現在、中国から提案された希土類原料・製品各種の ISO 標準作成については、日本では経済産業省と(社)新金属協会が対応している[15]。

参考文献

1. [地殻中の元素の存在度 - Wikipedia](#)
2. Fathi Habashi (Edited), Handbook of Extractive Metallurgy, Vol. 3, WILEY-VCH, Toronto, 1997. p. 1699.
3. JOGMEC, [鉱物資源マテリアルフロー2018 レアアース \(REE\) \(jogmec.go.jp\)](#)
4. 桑原一夫、レアアースダイジェスト、2021年11月29日 第87号、
5. INN, [Rare Earth Metal Production: Top 10 Countries | INN - Investing News](#), 2021
6. 藤田和男監修、西川有司、藤田豊久、亀井敬史、中村繁推夫、金田博影、三濃輪武久、トコトンやさしいレアアースの本、B&T ブックス、2012.
7. [中国稀土地図：中国的稀土主要分布在哪些省区？你家乡有没有？_开采 \(sohu.com\)](#)
8. Y. Kato, K. Fujinaga, K. Nakamura, Y. Takaya, K. Kitamura, J. Ohta, R. Todal, T. Nakashima, H. Iwamori, Deep-sea mud in the Pacific Ocean as a potential resource for rare-earth elements, NATURE GEOSCIENCE j VOL 4 j AUGUST 2011, www.nature.com/naturegeoscience,
9. Y. Takaya, K. Yasukawa, T. Kawasaki, K. Fujinaga, J. Ohta, Y. i Usui, K. Nakamura, J. Kimura, Q. Chang, M.

Hamada, G. Dodbiba, T. Nozaki, K. Iijima2, T. Morisawa, T. Kuwahara, Y. Ishida, T. Ichimura, M. Kitazume, T. Fujita, Y. Kato, The tremendous potential of deep sea mud as a source of rare-earth elements, SCiEntifiC Reports (2018) 8:5763 | DOI:10.1038/s41598-018-23948-5 8

10. [Y. Nakajima](#), [Y. Yamabe](#), [T. Fujita](#), [G. Dodbiba](#) Beneficiation of Seafloor Massive Sulfides by Liquid-Liquid Extraction, Journal of Offshore Mechanics and Arctic Engineering, Vol. 144, No. 1: 011501, 2022

11. Dodbiba Gjergj, The University of Tokyo, Research paper [学術論文 - ドドビ](#)

[バ ジョルジ - ドドビバ研究室 - Dodbiba Research Group, \(DRG\) - 2021 \(sakura.ne.jp\)](#)

12. J. Ponou, M. Garrouste, G. Dodbiba, T. Fujita, J-W Ahn, Sulfation-Roasting-Leaching-Precipitation Processes for Selective Recovery of Erbium from Bottom Ash, Sustainability 2019, 11, 3461; doi:10.3390/su11123461

13. [レアメタル資源再生技術研究会 \(raremetal-forum.jp\)](#)

14. 足立吟也、入門 レアアースの化学、化学同人、2015

15. [希土類部会 | 部会 | 一般社団法人新金属協会 \(jsnm.or.jp\)](#)

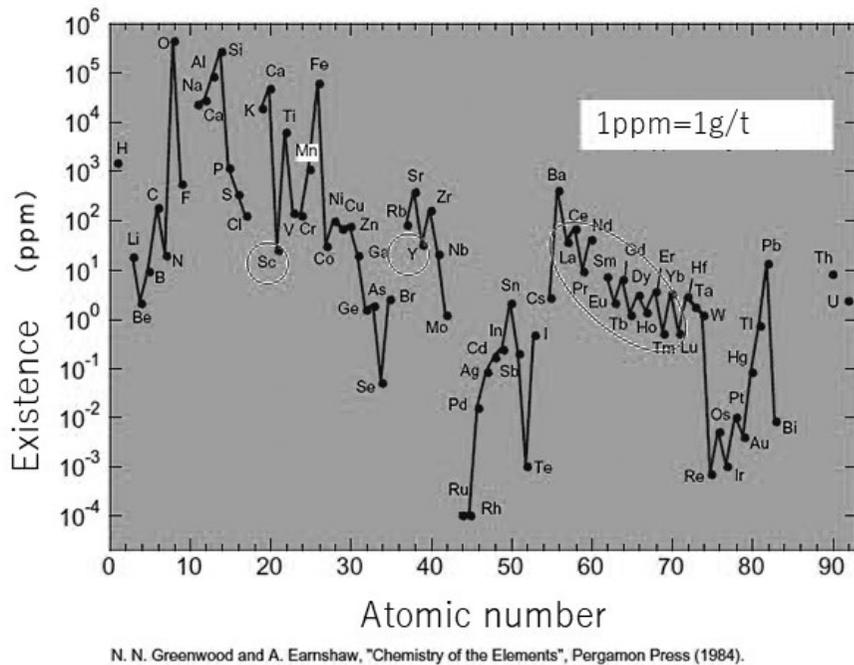
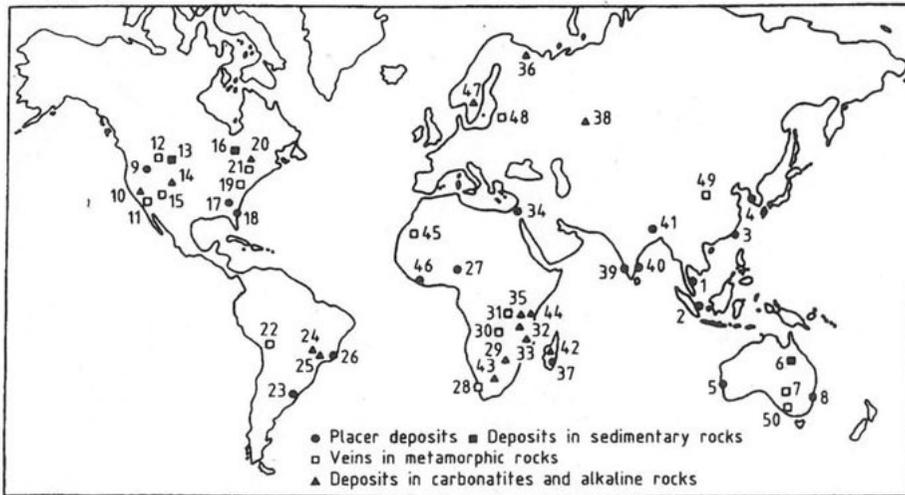


Fig.1 Abundance of elements in the earth crust [1]

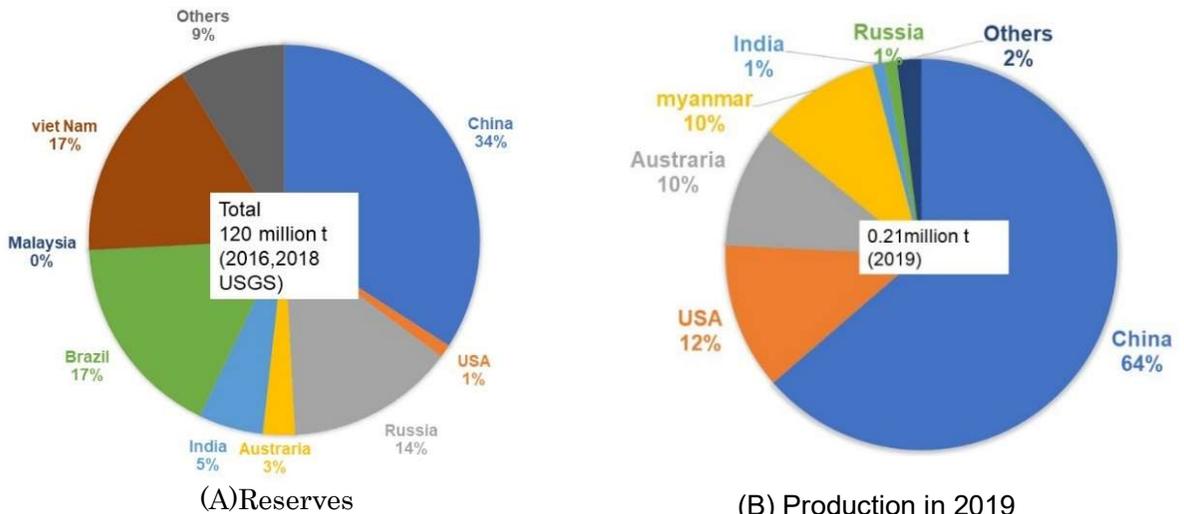


(1973) Rare earth deposit

- 1: Malaysia Singkep, 2. Indonesia, Billit and Bangka, 3. Taiwan, 4.Korea, 5. Western Australia, 6. Mary Kathleen Mine, 7. Radium Hill, 8. New South Wales, 9. Bear Valley, 10. Mountain Pass, 11. Music Valley, 12. Mineral Hill/Lenhi Pass, 13. Bald Mountain, 14. Powderhorn, Wet mountains, 15. Gallinas Mountains, 16. Blind River/Elliot Lake, 17. Piedmont, 18. Atrantic Coast placer deposits, 19. Dover, 20. Oka, 21. Mineville, 22. Bolivia, Llallagua, 23. Uruguay, Atlanida, 24. Brazil, Araxa, 25. Morro do Ferro, 26. Espirito Santo, 27. Nigeria, Jos Plateau, 28. South Africa, Steenkampskraal, 29. Glenover, 30. Zaire, Shinkolobwe, 31. Burundi, Karonge, 32. Tanzania, Panda Hill, 33. Malawi, Kangakunde Hill, 34. Egypt, Nile Delta, 35. Kenya, Mrima, 36. CIS, .Kola Peninsula, 37. Madagascar, 38. CIS, Vishnevye Mountains, 39. India, Kerala, 40. Sri Lanka, 41. Bihar and Bengal, 42. Madagascar, Itremo, 43. Bophuthatswana, Pilanesberg, 44. Tanzania, Wigu Hill, 45. Mauretania, Bon Naga, 46. Liberia, Monrovia, 47. Norway, Fen, 48. Finland, Kangasala, 49. Inner Mongolia, Bayan Obo, 50. Australia, Roxby Downs.

(from Handbook of extractive metallurgy, Vol.3, Wiley-VCH, 1997)

Fig.2. Rare earth deposit distribution in the world (1973) [2]



(A) Reserves

Fig.3. (A) Rare earth reserves ratio for countries of the world in 2018. (from United States Geological Survey (USGS) in 2016 and 2018) [3].

(B) Production in 2019

Fig.3. (B) Rare earth ore production ratio for countries of the world in 2019. [4,5]

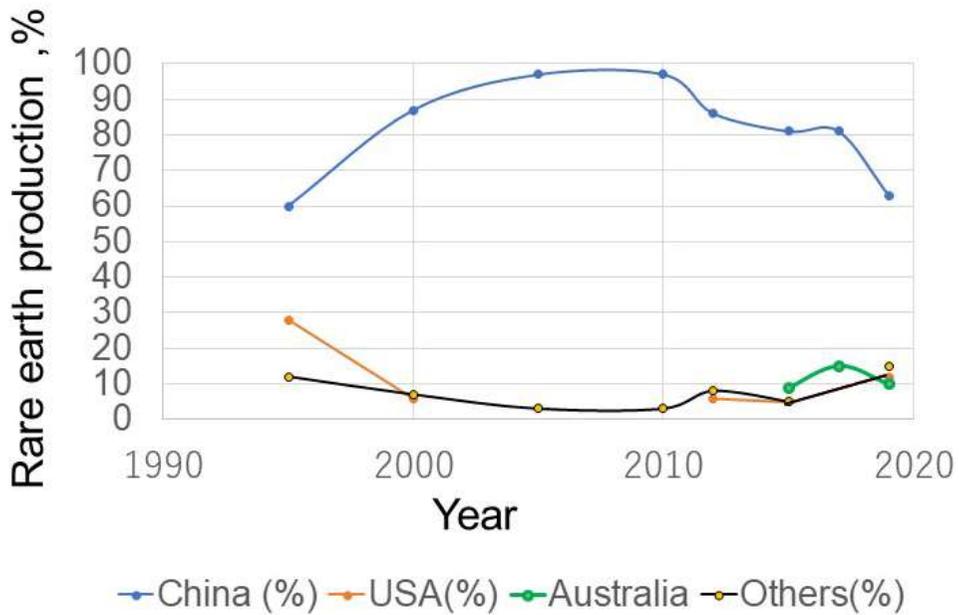


Fig.4. Change of rare earth production ratio for countries of the world [3,4]

Table 1. Several rare earth minerals chemical composition and thorium existence [6].

Rare earth minerals

Mineral	Chemical composition	REO wt%	Th content
Aeschnite	$(La, Ca, Fe, Th)(Ti, Nb)_2(O, OH)_6$	36	○
Ancylite	$SrLa(CO_3)_2(OH \cdot H_2O)$	46	
Apatite	$Ca_5(PO_4)_3(F, Cl, OH)$	19	
Bastnasite	$LaCO_3F$	76	
Cerianite	$(Ce, Th)O_2$	81	○
Cheralite	$(La, Ca, Th)(PSi)O_4$	5	○
Chevkinite	$(Ce, Ca, Th)_4(Fe, Mg)(Ti, Fe, Mg)_4$	n.a.	○
Churchite	$YPO_4 \cdot 2H_2O$	44	
Euxenite	$(La, Ca, U, Th)(Nb, Ta, Ti)_2O_6$	<40*	○
Fergusonite	$La(Nb, Ti)O_4$	47	
Loparite	$(La, Na, Ca)(Ti, Nb)O_3$	36	
Monazite	$(La, Th)PO_4$	71	○
Thalenite	$Y_3Si_5O_{10}(OH)$	63*	
Xenotime	YPO_4	61*	

* n.a.: not available

Radioactive Th or U is included in some rare earth minerals .

(From Y. Nishikawa)

Overview of Rare earth resources in China



Fig.5. Rare earth deposit in China (2020) [7]

Table 2. Production ratio of rare earth and price of rare earth oxide [4]

Rare Earth Oxide (REO)	% REO contained	Volume (tonnes)	REO Price (US\$/kg)	(2021 November data) Price	
				Yen/kg	US\$/kg (as 113yen=1\$)
Lanthanum	19.74%	3 3,948	\$22.50	400	3.5
Cerium	47.53%	1 9,506	\$21.00	430	3.8
Praseodymium*	5.82%	1,164	\$48.75	11,000	97.3 3
Neodymium*	21.20%	2 4,240	\$42.75	14,000	123.9 2
Samarium	2.37%	474	\$18.25	430	3.8
Europium*	0.40%	80	2 \$550.00	4,000	35.4
Gadolinium	1.00%	200	\$25.50	6,000	53.1
Dysprosium*	0.33%	66	3 \$288.00	52,000	460.2 1
Terbium*	0.08%	16	1 \$585.00	2,500	22.1
Yttrium*	1.32%	264	\$25.50	1,000	90.9
Others	0.21%	42			
	100.00%	20,000	\$30.97		

Source: Arafura Resources wet
The Australian Mineral Exploration Investment Seminar 2010

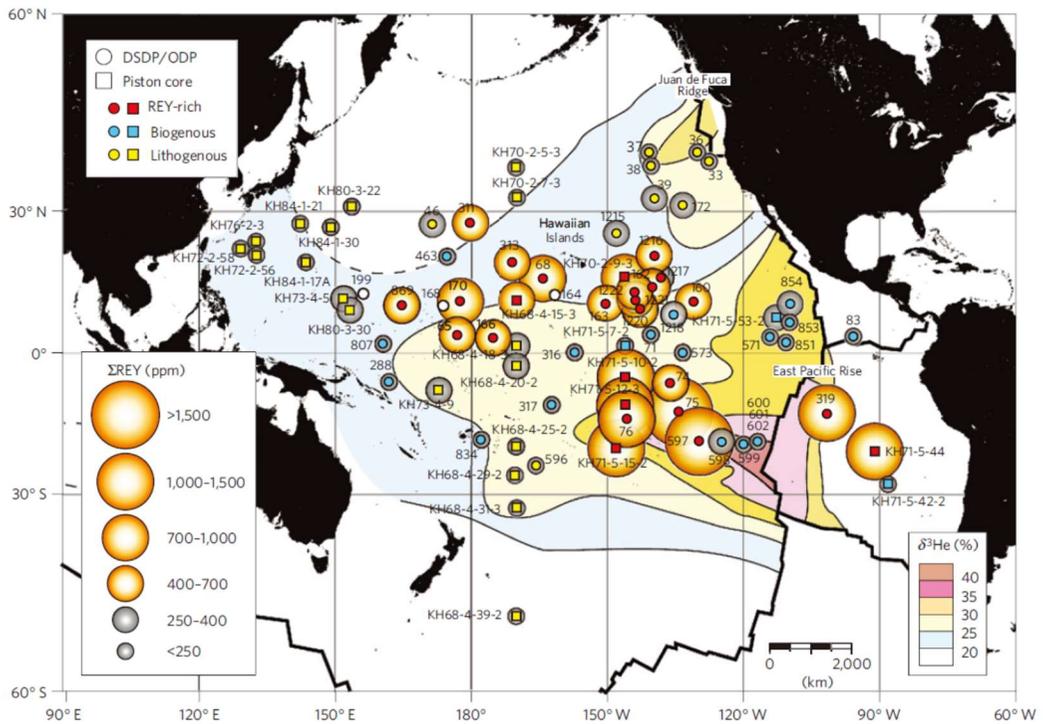


Fig.6 (A) Distribution of average rare earth contents for surface sediments (<2m in depth) in Pacific Ocean [8].

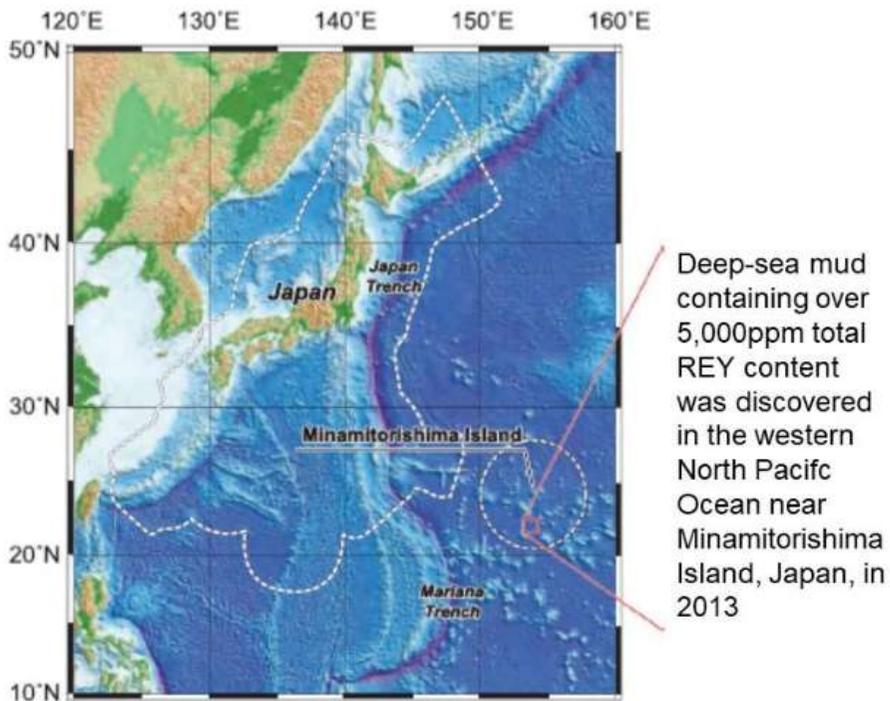


Fig.6(B) Locality and bathymetric maps of the research area to analyze rare earth content [9].

Table 3. Elements in cobalt rich crust

(Sources: Alibaba.com HP; Kitco Ltd HP; LME HP; Lynas Ltd HP)

	Mean Content in Cobalt-Rich Crust (g/ton)
Manganese (Mn)	193,000
Cobalt (Co)	5,800
Vanadium (V)	459.18
Nickel (Ni)	4,700
Platinum (Pt)	0.73
Molybdenum (Mo)	456
Zirconium (Zr)	55.49
Neodymium (Nd)	426
Cerium (Ce)	1,182.23
Tellurium (Te)	21.5
Terbium (Tb)	9.39
Tungsten (W)	86.67
Copper (Cu)	800
Europium (Eu)	7.21
Dysprosium (Dy)	20
Praseodymium (Pr)	76.2
Lanthanum (La)	116.8
Total	--

Rare earth

Table 4. Quantitative analysis of bottom ash, bauxite residue, lignite ash, refuse ash and biomass ash after incineration [12].

	Metals	BA-100 μm	BA +100-500 μm	Bauxite Residue	Lignite Ash	Refuse Ash	Biomass Ash
Metal concentration, (%)	MgO	0.53	0.63	NA	2.60	1.90	5.20
	Al ₂ O ₃	8.18	7.87	23.60	29.80	20.30	12.40
	SiO ₂	14.21	18.20	10.20	48.40	50.40	54.40
	P ₂ O ₅	1.84	2.12	NA	0.40	1.00	2.20
	SO ₃	1.60	1.26	NA	2.80	0.90	4.00
	Cl	1.19	0.84	NA	NA	NA	NA
	K ₂ O	1.86	2.18	NA	0.20	0.90	8.30
	CaO	49.02	38.78	11.20	7.90	3.30	9.20
	TiO ₂	3.76	3.57	5.70	1.40	1.90	0.10
	Cr ₂ O ₃	0.26	0.33	NA	NA	NA	NA
	MnO	0.46	0.56	NA	NA	NA	NA
	Fe ₂ O ₃	12.58	19.25	44.60	5.40	19.30	2.20
	CuO	1.14	1.09	NA	NA	NA	NA
	ZnO	2.30	2.04	NA	NA	NA	NA
	Rare earth concentration, (ppm)	Sc	5.00	4.00	121.00	28.00	297.00
Y		5.00	6.00	76.00	1.20	0.30	0.20
La		14.00	13.00	114.00	134.00	58.00	32.00
Ce		32.00	30.00	368.00	295.00	114.00	61.00
Pr		-	-	28.00	2.00	0.54	0.30
Nd		-	-	99.00	152.00	43.00	25.00
Sm		-	-	21.00	33.00	9.30	5.20
Eu		-	-	5.00	8.10	1.80	1.00
Gd		-	-	22.00	20.20	5.80	3.20
Tb		-	-	3.00	3.70	1.00	0.60
Dy		-	-	17.00	22.80	6.20	3.30
Ho		-	-	4.00	4.60	1.20	0.60
Er		1467.00	1607.00	13.00	1.30	0.30	0.20
Tm		-	-	2.00	2.60	0.70	0.40
Yb		4.00	4.00	14.00	9.40	2.60	1.20
Lu	4.00	4.00	2.00	1.50	0.40	0.20	
Sources	Present work		Borra et al., 2016 NA = Not available		Singh et al., 2011		

旅順管見

協会会長 有山 正孝

私はある奨学財団の奨学生採用面接のため 2008 年から 2018 年にかけて毎年のように大連を訪れていました。その間に数回、旅順を訪ねる機会を得ました。仕事の合間なので訪れた場所は限られていますから、全貌をお伝えすることはできませんが、たまたま訪れた処の印象を書き記します。ある年齢以上の方々の中にはこの地に特別な想いをお持ちの方も少なくないと思いますので、懐旧のよすがともなればさいわいです。また「旅順？何処？」という世代の方々にとっては、20 世紀初頭のアジアの歴史に関心を持っていただく契機になればさいわいと思います。

旅順の今昔

旅順という地名は明治中期から昭和初期にかけて生まれた日本人——筆者もその一人ですが——にとっては子供の頃に乃木大将、あるいは軍神広瀬中佐の名と共に深く脳に摺り込まれているに違いありません。これ等の人名は、旅順口、203 高地、水師營、東鶏冠山等々の地名とともに、日露戦争における“赫々たる勝利”の物語、日本という国家が近代化し急成長して欧米列強の仲間入りをする契機となった物語に登場し、学校教育の中で教え込まれたのです。しかし様々な角度からその歴史を見直した今日、それは私にとって心に刺さった棘のように思われます。

旅順は中国東北地方の南端、遼東半島の先端近くに位置し、黄海に面する港湾都市で、海岸近くまで迫る低い山々に囲まれた風光明媚の地です。それは古い時代にあっては要害の地ということであり、山東半島と相対して渤海湾の入り口を扼する海上交通の要衝あるいは軍事的要衝として古く唐代から栄え、1878 年には清国北洋艦隊の基地ともなりました。商港として発展した大連と相補的な性格の町

と云えます。

念のため、以下に遼東半島のその後の歴史について簡単に復習しておきましょう。ご存知の方はスキップしてください。

19 世紀末から 20 世紀初頭にかけてようやく近代国家としての基礎を固めた日本は、先ず朝鮮半島の支配を廻って清国と戦い（日清戦争 1894～95 年）、次いで中国東北地方の支配を目指した帝政ロシアと戦い（日露戦争 1904～05 年）ますが、いずれも仲裁する国があって停戦、日本の判定勝ちで講和条約が結ばれたことは皆様ご承知の通りです。日清戦争の結果、日本は清国から旅順を含む遼東半島の割譲を受けましたが、これを不服とする露独仏三国の干渉によって返還したところ、ロシアは清国の対日賠償金を援助する担保として旅順・大連の租借権と鉄道敷設権を手に入れ、現中国東北地方から朝鮮半島にかけての支配を図ります。これを脅威と感じた日本は、同じくロシアの勢力の南下を警戒する英米両国の支持を背景に、10 年後にロシアと戦端を開きます。この戦争を優勢に戦った日本は米国の仲裁により停戦、講和条約を締結して遼東半島租借権、東清鉄道長春・大連間の監督権、朝鮮半島の監督権を獲得し、大陸進出の足場を固めました。その後 1910 年に韓国を併合し、1932 年にはその前年に日本陸軍が惹き起こした満州事変を契機として現中国東北地方全域を軍事占領し、満州国を設立してこれを支配下に置きます。更に中国全土に勢力拡張を企て、2 次にわたる上海での軍事衝突を経て 1937 年、北京郊外盧溝橋で起きた軍事衝突を口実に本格的に軍隊を送り、宣戦布告無き対中戦争に踏み込みます。中国大陸での日本の勢力拡大を快く思わぬ米英の支援を受けた中国（当時は中華民国）との戦線は拡大する一方で泥沼状態に陥り、他方、戦略物資の獲得を目途に東南

アジアへの進出を図った為に米英との関係は決定的に悪化し、1941年12月、遂に戦端を開くに至ります。アジア・太平洋地域に拡大したこの戦争はヒトラー率いるナチスドイツがヨーロッパで起こしていた戦争とリンクしてほぼ全世界を巻き込み、第2次世界大戦と呼ばれることとなりますが、もともと勝算のなかったこの戦いに日本は破れ、1946年8月、無条件降伏をします。その結果、遼東半島はソ連の管轄下に置かれ、1949年、中華人民共和国建国に伴い最終的に中国に返還されます。19世紀末、清国の領土であった遼東半島は、半世紀の間に日本、ロシア、日本、ソ連に交互に支配され、最後に中華人民共和国に帰属したのです。

さて歴史の復習はこれ位にして、現在の話に戻しましょう。旅順は日清・日露の二つの戦争で戦場となりましたが、特に日露戦争ではロシアが構築した要塞と軍港を廻って最も激しい攻防戦が展開されました。その戦跡は今、観光地として人を集めています。これらの地を訪れる時、私は歴史を顧みて内心忸怩たる想いを禁じ得ません。

旅順は現在、大連市の一部となっています。大連中心部から25Km余り離れており、古くから鉄道で結ばれていましたが、今は整備された自動車道路があり40分ほどで行くことができます。沿道には学園地区、ハイテクパーク、高層マンション群が急速に建設されつつあります。自動車道路に沿って大連の町はずれの河口まではLRTの線路があり、連接車体のモダンな電車が頻繁に運転されています。またこれと並行する地下鉄1号線があり、河口で接続する12号線を乗り継いで旅順に達することができるようになっています。

203高地

日露戦争の一つの山場、旅順攻防戦の激戦地であった203高地は、旅順の港から北西およそ8キロに位置する、その名の通り標高203米の孤立したピークで、ダウンタウンから車で15分ほど走ると

7合目あたりの駐車場まで登ることが出来ます。此処でクルマを捨てて徒歩で更に10分ほど急坂を登れば頂上に達します。旅順の港をはるかに望むその山頂は、航空機の無かった日露戦争において旅順港攻防の要となり、その争奪に双方死力を尽くしたのです。山頂には今なお当時の両軍の古典的な大砲が計3門保存されており、また戦争の後、乃木大将の発議で周辺に残る弾片を集めて鑄造されたと伝えられる爾霊山の文字を刻まれた巨大な慰霊碑が今も聳えて居り、そこには「国恥不忘」と記した木札が添えてあります。当時は禿山であったというこの山も、100年余の歳月を閲した今は松林に覆われていて、ここで凄惨な死闘が繰り広げられたとは思えない静寂の地です。港と反対側の斜面にはロシア軍（中国では俄軍と書きます。Russiaの音を中国語流の発音で漢字表記すれば、確かにこうなるでしょう）が構築した塹壕の跡が林の中に幾重にも残っていて、急な斜面を石段で降りきると、松林の中に「乃木保典君戦死之地」と刻んだ石碑が立っています。乃木大将の二男保典は此処で戦死したのです。身を隠す遮蔽物もなかったこの急斜面を這い登る日本軍の兵士は上から小銃・機関銃の弾を雨霰と浴びせられて屍の山を築いたのでした。碑は粗末に扱われている様子はなく、むしろ周囲は綺麗に手入れされていました。

旅順港

日露戦争当時ロシア東洋艦隊が潜んだ港は、湾というよりは細長く伸びた半島に抱かれ、幅が250メートルほどの狭く長い水路で外海に繋がっている湖のような入海の内部にあります。たとえば浜名湖、サロマ湖を想起してください。水路の東側は黄金山が海に迫って聳え、西側を限る岬の先端は湾内に向かって湾曲して低く細く長く伸び、あたかも蹲った虎の尻尾が長く伸びているような形をしているので、老虎尾と名付けられています。中国の人は地形に命名するのに巧みです。ご年配の方々は軍神広瀬の名と共に

くご承知の通り、日露戦争の初期に、日本海軍はこの狭い水路に老朽化した商船を沈めてロシア艦隊を閉じこめようという作戦を実施しました。しかし両側の崖の上には多くの砲台が設けられ、近づく敵に十字砲火を浴びせるようになっていましたから、大型・低速・無防備の商船でここに侵入するのは至難の業であったことは今見ても明らかです。老朽船福井丸を指揮した広瀬中佐を筆頭に、多くの犠牲を払った割に効果はなかったと云われています。



白玉山頂より旅順湾口を望む。外洋に通じる水道の右が老虎尾

湾の入り口近く旅順の中心街に接する部分は中国海軍の軍港で、数隻の軍艦が繋留されており、また海岸の一部は公園として市民に開放されています。

港の背後には海拔およそ 130 メートルの白玉山が聳えています。頂上まで自動車道路が整備されていて、ワゴン車までは登れるのですがマイクロバス以上は通行禁止です。しかし 2 人乗りのチェアリフトが架かっていて、バスで来た観光客はそれで登ることもできます。但し身体に障害のある者、妊婦、高所恐怖症の者、及び 70 歳以上の老人は乗ってはいけなと書いてあります。

山頂は 360 度の眺望があります。南側は眼下に旅順湾、そして黄金山・老虎尾を隔てて黄海を望み、北側は旅順市街を取り囲むように標高 200 メートル前後の山々が連なり、空気の澄んだ日には 203 高地もはっきり視認できます。



白玉山頂より 203 高地方面を望む

市街地から近いためでしょう、多くの観光客（もちろん大部分は中国の人々、家族連れや若いカップルです）が訪れて景観を楽しみ、記念写真を撮ったりしています。土産物屋も軒を連ねています。

ここにも日露戦争後に戦死した日本兵の慰霊のために“中国人民を酷使して”建設した高さ 66.8m の塔が聳えています。今は白玉山塔と呼ばれ、博物館になっているそうですが、これも“国恥”とされています。もし日本国内、たとえば横浜港の大栈橋の畔に、日本を戦場として米国が旧ソ連と戦って勝った戦勝記念塔が建てられていたとしたら、後世の日本人はどう思うのでしょうか。もちろん多くの若者が訪れて記念写真を撮ったりもするでしょう。しかしその記念塔が建てられた歴史的経緯如何によっては無条件に喜べない人が居て当然です。

ソフィアにお出でになったことがあるのでしょうか。ソフィアの名所の一つ、アレクサンドル・ネフスキー寺院という、“ブルガリア正教”の寺院があります。金ピカのネギ坊主の屋根を持つ大きな教会です。土曜の晩のミサで聴いた聖歌は素晴らしいもので感動しました。この寺院は、暴虐の圧政を敷いていたトルコをロシアが追い払ってくれたことに感謝して建てられたと聴いています。“国の恥”として後々まで恨まれるか、感謝の念を以て受け入れられるか。それは歴史的経緯によるのです。隣人の土地を狙う二人の侵入者が争ってその土地を荒らす。旅順はその傍若無人の戦いの証人でもあるのです。



白玉山塔

東鶏冠山北堡壘

最も激しい戦いの跡を今に残しているのは東鶏冠山北堡壘の遺構でしょう。白玉山から北東約4キロ、人里離れた東鶏冠山北麓にそれはひっそりと残されています。一帯は見学し易く整備されていて、資料館も設けられています。

山を背に厚いコンクリートで構築された堡壘と地下壕は、20世紀初頭においては難攻不落の要塞であったでしょう。無数の無名の兵士の血を吸ったこの要塞には夥しい弾痕、破壊の跡が刻まれています。ロシア軍の猛将コンドラチェンコ少将が日本軍の砲弾に直撃されて戦死したのも此処で、彼の武勇を讃える石碑が立っています。ロシア軍にも陣頭に立ち身を捨てて戦った将軍は居たのです。訪れる人が絶えたとき、この戦跡に一人立つと、鬼哭啾啾。一将功成って万骨枯る。砲声が絶えるまでに日露双方どれほどの命が、老いたる親、最愛の妻子を残して無残に失われたことか。澄みわたった青空を見上げると、何とも言えぬ悲哀と虚しさを感じます。



東鶏冠山堡壘跡



右手の壁が堡壘の内壁



破壊された堡壘の内部。ロシア兵はこの中に立てこもって戦った。

日俄監獄跡

市街地の北東の外れの傾斜地にあるそれは、嘗てロシアが作り、日本がそれを継承したもので、此処は単純な犯罪者を収容するよりは政治犯一抗俄・抗日分子一を収監することに重きが置かれていたようです。



旅順監獄博物館（旧旅順監獄）のメインビルディング

支配者の暴虐の跡を示す大いなる負の遺産の一つで、いまは開放されて博物館になっています。網走監獄跡とかサンフ

ランシスコのアルカトラズ島のようなものです。我々が訪ねた際は時間が遅かった所為か、他に参観者は居ませんでした。獄舎は何処でも同じようなものですが、入口近くメインの建物の外の小さい建物に、伊藤博文を暗殺した安重根が幽閉されていた独房が残されています。隣が看守長室で、責任者が常に見張るようになっていたのです。

暗い獄舎を抜け出ると明るい作業場、病室があり、さらにその先、斜面となっている敷地の一番高い隅に刑場が残されています。傾斜地を利用して建てられた2階建ての建物の2階から入ると、執行を待つ死刑囚を押し込めて置く真っ暗な小部屋、立会人の立つバルコニー、その一段下に張り出した床に開けられた穴と天井から下がる3本の太いロープ。その下には木桶が一つ置かれています。息の詰まるような空間です。さいわいその日は良く晴れた早春の日差しが明るく差し込んでいて、その陰惨な空気がいくらか緩和されていて助かりました。

星海広場と海鮮料理

最後は明るい話で終わりましょう。旅順から大連中心部に戻る途中、右手に広大な広場が現れます。星海広場です。中央に直径200mの円形の大広場とそれを周回する道路があり、さらにそれから海岸まで広場が広がっています。昼間は多くの市民が集まり、凧揚げをしたり、スケボーをしたり、太極拳をしたり、ただ黙々と歩いて居たり、それぞれに楽しむ姿が見られます。



星海広場海岸の夕景

広場の西側、大通りに近い辺りには高

層マンションが櫛比し、東側の山裾にはレストランが軒を連ねています。その背後の山は大連の中心部の南側に位置する丘陵地帯の西端です。大連の市街は、南西方向に延びる遼東半島から東に向かって突き出した東西6キロ南北4キロ余りの大きな岬の北岸にできた港を中心に発達したものです。市街の背後、つまり南側は丘陵地帯で、これを越えて岬の南岸にでると、其処はあたかも伊豆半島の海岸線のような風光明媚の地で、整備された海岸道路は時には見晴らしの良い高い崖の上を走り時に浜に下って集落を抜け、最後に星海広場に達するのです。その沿道には政府要人の保養地と伝えられる棒槌島、広場に巨大な6頭のトラの彫像を据えた庶民の行楽地“老虎灘”、動物園などが点在しています。

さて星海広場に戻って、先に触れたレストランの1軒、海鮮料理の店に入ると、多数の水槽に泳いでいる大小様々な魚が迎えてくれます。カニも居ます。食通はここで魚を選ぶのですが、我々にはそれは難しいので、メニューを見て適当に注文する他ありません。しかし海に囲まれた大連は魚が新鮮で安くて美味しいこと請け合いです。近年は刺身もあります。初めて中国を訪れた40年ほど前には決して生ものを口にすることはなかったのですが、中国の人々の食生活も時代と共に大きく変わったのです。我々としては些か躊躇うところがありますが、私はこれまでこれを賞味して何事もなかったことを申し添えておきます。

海鼠を姿のまま煮て甘辛い餡を掛け米飯を添えた一皿は形を見てたじろぐ人も居るでしょうが絶品です。お行儀が悪けれど米飯と餡を混ぜてネコ飯にして食べたらさぞ美味しかろうと密かに思っていたところ、中国の方々が皆そうして食べるので、これが作法と安心して早速食べたことは言うまでもありません。機会があれば試してご覧になることをお勧めします。

新しい経験と古い記憶の交錯する旅順、大連。滞在した総日数は多くありません

が、幾度か訪れて私にとって思い出多い懐かしい土地となりました。多くの知人もできました。私たちを老朋友として蟠りなく接してくれる心温かい人たち、そ

して日本の大学で学んで巣立って行った若者たちはコロナ禍の今、どうしているでしょうか。

2021年度中国人留学生研究奨励賞選考委員会の設置

理事会の決議の省略により以下を理事に諮ったところ全員から11月15日までに同意を得た。

2件の候補者推薦があったので、例年の通り選考委員会を設置する。

選考委員会の委員長として藤崎博也副会長を選任し、選考委員の選任は選考委員長に一任する。

会費納付の御礼とお願い

以下の方から会費が納入されました。厚く御礼申し上げます。

欧陽逸、山田周平、山脇道夫、広瀬啓吉、田村幸雄、数土幸夫、余東、坂田文彦、須賀唯知、山岡亜夫、依田正徳、益田隆司、八木晃一、山田圭一、新谷聖法、梶谷誠、岡田雅年、丸紅ケミックス 王晨熹、曾我文宣、福田喬、共同通信社 水谷亨、青野俊明、伊藤学、有山正孝、坂部のりお、藤田とよひさ、藤崎博也、永崎隆雄

賛助会員 千代田テクノル社

なお、未納の方は下記口座へ納付をお願いいたします。

会費 年額1万円以上
振込先 日中科学技術交流協会
普通預金 みずほ銀行横山町支店
店番040口座番号3015881

目次

1. 半導体技術日中科学技術交流の体験と印象	
協会会員 公益財団法人 野口研究所 学術顧問 柴崎一郎	1
2. 世界における希土類（レアアース）資源分布および状況	
協会会員 広西大学資源環境材料学院 教授 藤田豊久（東京大学名誉教授）	7
3. 旅順管見	
協会会長 有山 正孝	15
4. 2021年度中国人留学生研究奨励賞選考委員会の設置	20
5. 会費納入の御礼とお願い	20