

特別講演

□第163回春季講演大会渡辺義介賞受賞記念特別講演
(平成24年3月28日)

鉄鋼事業の環境変化に応える研究開発

Research and Development for Steel Industries Adapting to the Business Reform

奥村直樹 総合科学技術会議 議員
Naoki Okumura



*脚注に略歴

私は1973年に新日本製鐵(株)(以下、新日鉄)に入社し、2007年に現在の職場である内閣府総合科学技術会議へ移るまでの間、同社の研究部門で働かせていただいた。その間、様々な環境変化やそれに伴う困難にも遭遇したが、会社の上司、同僚、部下の皆さん方の多大なご指導、ご協力をいただき、前に進めたのではないかと考えている。皆さんへは深く感謝させていただくとともにこのような方々と一緒に働くことができたことを誇りと思っている。

1 変化する鉄鋼業の事業環境

入社間もなく、いわゆる第一次オイルショックが発生し、入社直前に会社から聞いていた「これからも日本の粗鋼生産は増え続け、近いうちに1億5,6千万トン/年に達する」との話は完全に消滅し、むしろ業界や各企業の将来の存立が危ぶまれる話が伝わってくるようになった。社会環境の変化が企業の存立に大きく、かつ深刻に影響を与えることを直に体験し、以降このことを私の考え方の基本に置くようになった。

1973年以降、中国での粗鋼生産量が急増する2000年頃までは、国内外ともに生産量は大きく伸びておらず(図1)、あたかも鉄鋼業の停滞期のようにも見える。しかしこの時期は、石油ショックを体験した日本の鉄鋼各社がエネルギー消費、コスト削減に向けた研究開発、設備投資を継続的に実行し、また各社とも新商品開発に積極的に注力した期間であった。粗鋼生産量が経営指標の柱となる鉄鋼業界では、企業間競争の激化もあって厳しい経営状態が続き、新日鉄を含め各社とも合理化による体質強化を進めた時期でもあった(図2)。

他方、1980年から1990年代にかけて、日本全体では経済成長が続き、国民一人あたりのGDPがOECD加盟国中2位

に上昇した(1993年)。欧米からは日本の“基礎研究タダ乗り”への批判が高まり、それに対応するため企業の研究開発機能を中央研究機能重視からオープンイノベーションに転換



図1 100年間の世界の鉄鋼生産量の推移と人口増加および主な歴史的事

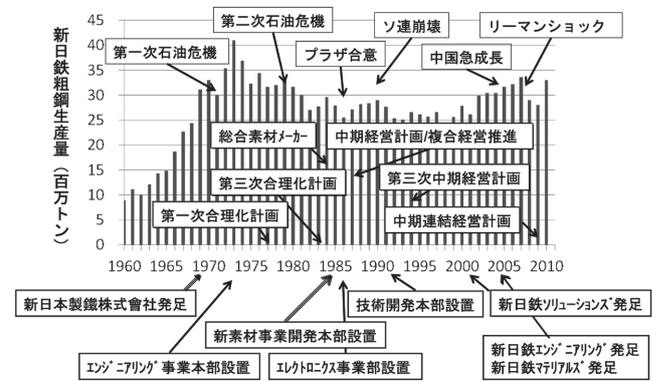


図2 新日鉄の粗鋼生産量の推移と経営戦略の推移

* 昭和48年東大応用物理学博士課程を修了後、新日本製鐵(株)に入社。中央研究本部素材第四研究センター所長、技術開発本部先端技術研究所長を経て、平成11年取締役鉄鋼研究所長、15年常務取締役、17年代表取締役副社長技術開発本部長を歴任。19年より現職。

するための新たな研究開発マネジメントが提唱され、実施された時期でもあった。また、日本では、基礎研究機能の強化を図るべく大学院重点化策が行われ(1991年)、理工系大学院生の定員が大幅に増加し、さらには科学技術基本法が施行され(1995年)、5年ごとに見直される基本計画の下で体系的に科学技術政策を推進することとなった。

こうした内外からの影響を受けつつ社内の研究開発に研究者、管理職として従事することとなった。

2 私の基本的業務指針

こうした国内外における環境変化の影響を受けつつ、企業における研究開発部門において研究者、管理職として従事したが、まず私が研究者時代に会得した基本的業務指針について以下に紹介する。

入社間もなく、配属先の基礎研究所では、主に厚鋼板を対象とした「鍛造圧延一貫工程の研究開発」が上司の指導で開始された。狙いは、鋼材材質の作り込みを製鋼から圧延まで一貫して見て、新たな鋼材の作りこみ技術の芽を原点に戻って発掘することで徹底した省エネと設備軽装化を進めることにあった^{1,2)}。

主要な結論は、薄スラブCCの鋳片を製造し、そのスラブに低温加熱、高形状比圧延を組み合わせた製造方法が材質上最も合理的との基本指針を得たことである。北米の電炉操業ミニルでは薄スラブCCが実用化されたが、日本では新日鉄のみならず他社も含めて高炉各社で薄スラブCCが実用化されることはなかった。入社当時、この研究所には研究補助者が配置されておらず、実験の準備、試験片調製から全て研究者が行う仕組みであった。当然のことながら実験条件やデータの数に制限があることから、着手する前に十分に検討せざるを得ない。短期的な業務スピードは不足するが、得られた研究成果が早期に「上書き」されない限りその有効性は確保できる。こうした経験を通して、対峙している技術課題には可能な限り、原理的、原則的な視点に基づいて研究開発を行うこと、結果として「成果寿命」の長い研究成果を産み出すことこそが中央研究部門の役割であると考え、これが管理職に就任してからの私の基本的な業務指針となった。

3 複合経営推進の研究開発

新日鉄の合理化は、第一次合理化計画(1978年)で粗鋼4700万トン体制から3600万トン体制へ、さらに第二次(1982年)、第三次合理化計画(1984年)では約2800万トン体制へと設備縮減化に向けて推進された。並行して会社の多角化も推進され、総合素材メーカーへと定款を変更し、その後、私

自身深く関わることになる新素材事業の祖である新素材事業開発本部(後に新素材事業本部)が設置された(1984年)。1985年にはプラザ合意がなされ、急速に円高が進行した。加工貿易を経済活動の基軸にしていた我が国はこの影響をもちに受け、輸出型産業の事業収益確保が困難となり、産業の構造転換を促すような政策がとられた。

1983年より、第一技術研究所(後に先端技術研究所)に素材別の研究組織が設置され、事業開発本部と連携して新素材事業の種探しとその構築を図ることになった。1989年に同研究所素材第四研究センター所長就任以降、研究部長、研究所長を歴任し、新素材事業の開拓と研究開発業務に深く関わることとなった。

新日鉄の新素材事業における研究開発が鉄鋼事業のそれと大きく違うのは、1) 市場への新規参入(先行競合企業の存在)、2) 新たな条件下での自社の強みの発掘、構築、である。研究者も積極的に顧客開拓や製造現場の改善に参画することを方針としつつ、研究者でしかできない、次に取り組むべき研究開発課題の探索を常に私も意識し、また意識するよう研究者に求めた。当該分野に所属していた研究者は、将来の発展への希望と事業中断への不安とが入り交じった精神状態の下で、かなり厳しい業務をこなさなければならなかった。同事業部門が新日鉄から化学品を除いて子会社として新日鉄マテリアルズ(株)として分社したのが2006年であり、私が同部門の研究開発に関わってから約20年たった。

後発事業の研究部門の役割、あり方は研究所の中での主要な管理職の検討課題であり、当該分野の根本的な技術課題を原理に立ち戻って対応することが、結果的に顧客の信頼を勝ち取り、異業種の鉄鋼企業が市場参入する意義を顧客に理解していただく確実な方策であると認識した。強みとは鉄鋼事業で培った材料の解析、プロセスや設備に関する技術基盤である。結果として新商品提供にとどまらず顧客が抱えている基本的な技術課題への対応を主眼とした「顧客へのソリューション提供」へつなげる成果創出が多くなっていった。

同事業部門は経営者、社員、研究者、連携企業の一体的協力や親会社との協働によって一定の事業規模に成長しており(図3)、今後のさらなる発展を期待したい。近年の成果例で言えば、半導体デバイスの実装材料であるボンディングワイヤを金から銅へ置き換える技術の実用化に成功したこと、次世代の省電力ウエハであるSiCの上市などである。

また新素材分野への進出は、鉄鋼分野の研究へも好影響を与え、例えば半導体業界で使用され始めたFIBを鉄鋼業界ではいち早く導入し、マイクロレベルで不均一な鋼材の局所構造を電子顕微鏡で高分解能で観察することが可能となり、高級鋼材の開発に大いに貢献できた。

4 基盤技術としての解析技術

新日鉄基礎研究所（日吉立地）には、分析研究部門が設置されていたが、1985年に、製鉄所あるいは他研究部門から依頼されて行く分析や観察は、新規設立した子会社（「(株) 日鉄テクノロジー」）へ機能移管した。社内に残った分析研究は、自らが付加価値を産む解析を行うことを主務とする業務に機能変更されていた。

私が先端技術研究所長就任時はこの機能がすでに活かされていたが、鉄鋼材料に加えて新素材も分析対象になったことから、その相補・相乗効果を発揮させる方策が課題であった。

主たる解析業務は、材料のマイクロ構造解析と現象の時間変化を解明することが運営の基本であった（図4）。鉄鋼材料、新素材を問わず、材料のマイクロ構造解析、顧客で生じる材料起因の不良の根本的な原因解明であったが、その解析結果を商品としての材料の特性改善や顧客での大幅な不良改善へ導く指針を導出することが要請されていた。分析機器の進歩に

より、空間分解能は年々向上し、高分解能観察が可能になることによって、従来見えなかった新たな微細構造が「特異点」のように観察できる。その観察結果が材料のマクロ特性の支配要因、あるいは顧客不良の主要原因が否かを慎重に見極めた上で、的確な対策を取る必要があった。局所観察と全体像の把握とに整合をとる、これは材料解析で今後とも生きる基本指針である。

もう一つの軸の解析業務は、化学反応など時間変化を伴う現象解析に必要な、時間分解能を向上させた分析の活用であった。狙いは鉄鋼材料、新素材を問わず材料を創製する過程や、実使用中に材料が経時変化（多くの場合には劣化）する場合の現象を捉え、その対策を打ち出すことにあった。

このように、空間分解能と時間分解能を二軸にとり、それらの上に三軸目を付加価値創出とした目的指標を採用して、解析業務の能動的業務としての位置づけを明確にした。その全体像を描きながら解析業務に必要な設備導入、設備開発および産学連携を積極的に推進してきた。

2006年に世界で初めて実用化された、次世代製鉄用コークス炉（SCOPE21）は、従来法ではコークスに使用できない非微粘結炭を急速加熱すると粘結性が発現する、新たな現象が見出され、その原理を究明したことで設備建設への道が拓かれ、現在安定的に操業されている。急速加熱による粘結性の発現メカニズムの解明が大きな課題であったが、加熱しながらNMRを用いて石炭の構造解析を行うという、極めて斬新な手法で研究者が答えを出してくれた（図5）。

他の一例では、強力なX線源である放射光を用いて鉄鋼材料に発生する錆を原子レベルで解析することで、研究者がその発錆機構を解明した。

いずれの例も、研究者達が主体的に課題解決に挑戦し、得られた成果であり、解析が能動業務として定着してきたことを実感した。

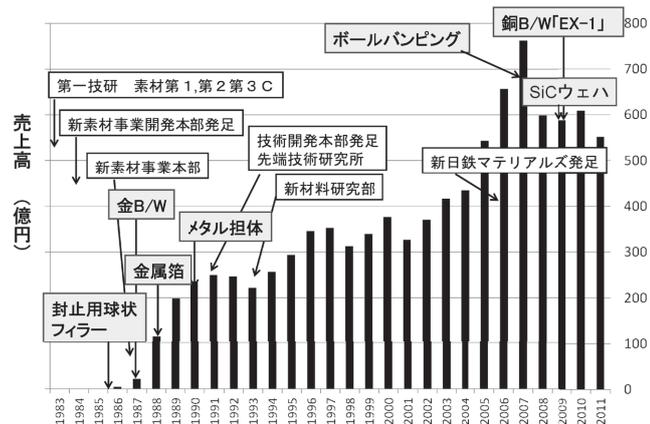


図3 新素材事業の売上高推移

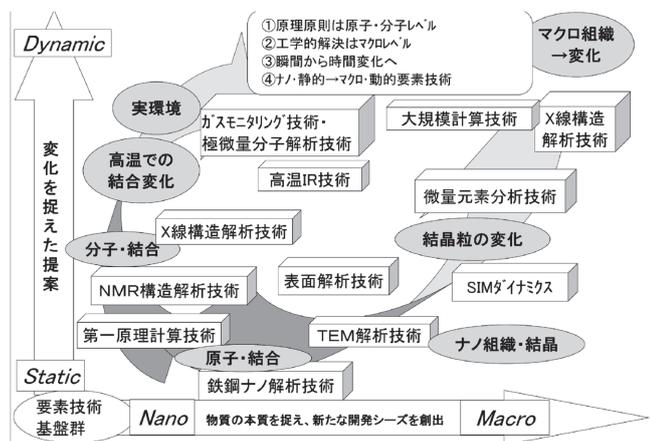


図4 新たな価値創造のための解析技術の展開

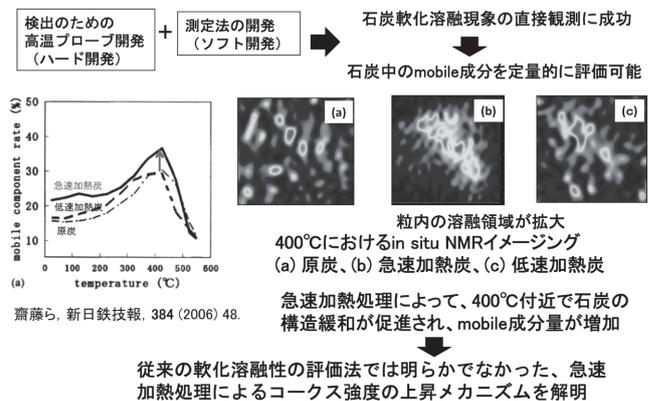


図5 高温 in situ NMR イメージングによる石炭中 Mobile 成分評価法の確立

また微量な不純物が材料全体の特性に与える影響が特に大きい電子材料の解析技術は、鉄鋼分野で培った技術を有効に活用できることから、顧客へのソリューション提供で大きな役割を果たした。解析研究では、大学や公的研究機関の先生方のご指導、ご協力を頂いたことが大きな推進力であり、改めて御礼申し上げたい。

5 鉄鋼市場への「ソリューション提供」基盤の構築

6年間在籍した鉄鋼研究所では、品種間の違いを超えた鉄鋼材料の研究開発の共通点を発掘し、狙った市場の顧客へ新たな付加価値をいかに提供するかに努力した。いわばマトリックス的な研究運営であるが、永年の実績のある鉄鋼分野の研究開発では、今後ますますその重要性が増大すると思われる。

日系自動車メーカーが海外展開するにつれて、研究開発による「ソリューション提供」は重要な役割を担うようになった(図6)。

利用実績が永く豊富な鉄鋼材料に関しては、顧客へのソリューション提供となると、技術サービスの要素が強くなりがちであるが、これはむしろ競合技術に対する付加価値の確保、顧客の国際競争力確保への貢献が主たる目的である。ソリューション提供の研究開発の基本は「個別対応で回答できる課題と原理的な詰めを行って回答すべき課題」とを峻別することであり、中央研究機能では後者を主に行うことにした。この取り組みの要点は、原理に立ち返って普遍的なソリューションを作ることが第一で、ついで第二段階として新日鉄商品の鋼材が顧客の要望に最適となるようなソリューションを特殊解として用意することである。

ソリューションの構築は、結局のところ原理的なアプロー

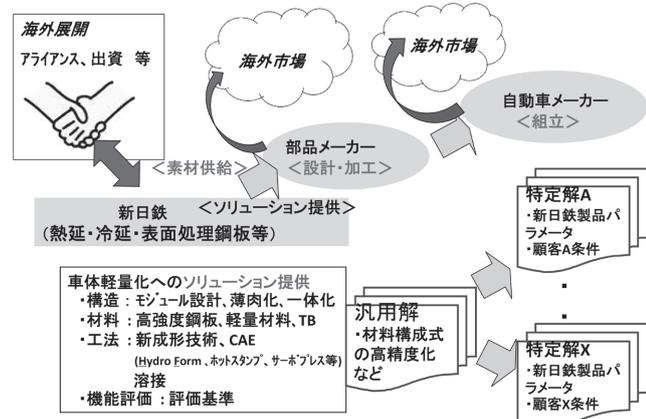


図6 顧客の国際競争力強化へのソリューション提供

チ、具体的には薄鋼板のプレス等の加工時に発生するスプリングバック等の課題を取り扱う際、結晶方位を取り込んだ静的、動的塑性変形挙動やその構成式の作成、摩擦の影響の組み合わせなど基本に立ち返り、新日鉄の鋼材の物性に合致するソリューションを生み出していくわけである。こうした活動は、高機能であるものの加工が厳しい高張力鋼板の利用比率が上昇すればますます重要になる。以上のアプローチは品種による内容の相違はあるものの基本的な考えは同じである。

6 国際連携活動への貢献

鉄鋼は、輸送コストの問題から生産国から消費国まで遠距離には輸出しにくいと、地域割りが定着していたが、顧客企業のグローバル展開に伴って、その変化への対応が必要になってきた。

一方、業界全体で地球環境問題への対応を進める必要性から、WSA (World Steel Association、以前のIISI) を中心として地域を超えた業界の協調関係が構築されてきた。

以上の潮流を踏まえて日本鉄鋼業界も本格的にグローバル対応を進める時代となってきた。

新日鉄も韓国ポスコ (2000年)、仏ユジノール (現在のアルセロールミッタール、2001年) とそれぞれに戦略提携契約を締結してグローバル化を推進してきたが、いずれの契約にも両社間の共同研究の実施が含まれていた。

特に後者の仏企業との共同研究に当たっては、新日鉄の代表として6年間対応してきた。主対象は両社の主力商品である自動車用鋼板に関する研究開発である。

同業他社との共同研究のマネジメントは、垂直関係にある顧客との共同研究とは異なった工夫が必要となる(図7)。その基本方針は、同業の両社にとってWin-Winとなる共同研究テーマの設定や研究開発管理を行うことである。そこで開始当初は、主たる研究開発内容を顧客へのソリューション提供を主軸に置いたものとした。彼らは、新日鉄にない知見や経

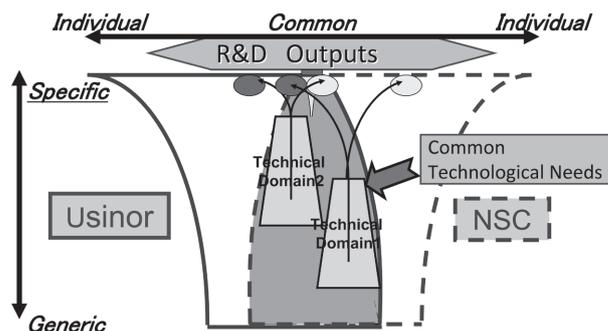


図7 R&D連携の考え方 ~イコールパートナーシップ~

験を保有しており、それは十分に学ぶべき内容であった。今後とも世界的な共同研究が必要とされる事業環境になることは間違いなく、各国の研究者とコミュニケーションできる能力が必要とされよう。

IISIに付属する技術委員会 (TECHO) の日本代表委員として約8年間従事した。各国企業の代表とそれぞれの利害を踏まえつつ技術課題を議論するのは、タフな業務であったが、議論を加速させたのは、各国鉄鋼業に対して、業界共通の課題であるCO₂削減問題、京都議定書への対応が各国鉄鋼業に迫られたことである。

7 将来に向けての研究開発

中国を中心とする鉄鋼生産の拡大、アジアを中心とする新興諸国での経済成長を迎えた今日、日本の鉄鋼業もそうした変化への対応が求められており、その潮流に沿った日本鉄鋼業の研究開発機能の在り方と期待を述べてみたい。

生産や消費の中心が中国をはじめとする新興国に移り、それに伴い、主要顧客である国内の加工組み立て企業の海外進出、資源産出国を中心とする資源ナショナリズムの台頭、地球環境問題への対応など、日本の鉄鋼業の直面する諸課題は構造的でありかつ多様である。こうした環境下での研究開発の基本は、取り組むべき課題解決に向けて過去の様々な知見を検証した上で新たな知見を発掘し、事業に提供することであり、この階層では不変である。しかし取り組むべき課題が未経験のものであり、従って過去の知見の蒐集や新たな知恵の発掘法が大幅に変わることになる。それには研究管理者の役割が従来以上に重要な役割を果たす。

先進諸国においては、いわゆるスマイル曲線上での付加価値の源泉は大幅にサービスよりに移行することで右肩上がりになると言われている。例えば鉄鋼材料と競合する新たな素材の市場参入によって市場環境が変化すると、新たなスマイル曲線が生まれる状態となる。その際、関係する新たな技術情報を収集、分析し、対応策などを経営層に報告することが特に研究管理者の重要な役目である。経営層もこうした報告内容を積極的に共有する対応が求められる。研究部門と経営層が相互に前向きな情報発信を行い、管理者はその連携を果たす事が大きな役割である (図8)。こうした共有が進むと研究者の採用や育成の在り方に対しても自ずと好影響を与えることになる。

研究職はそもそも自身の専門性を活かして新たな知恵の発掘、構築が期待されている職種である。ただし“専門”の範囲、中身に定義があるわけではなく、研究者それぞれで構築していくべきものである。社会が変わり、新技術情報があふ

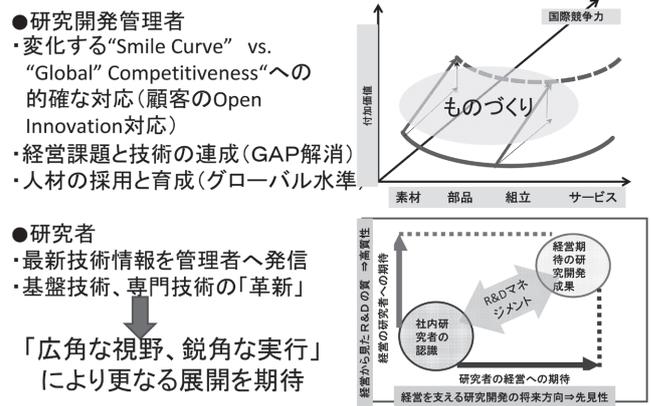


図8 将来に向けての研究開発への期待

れる時代の研究者は、従来の蓄積や知見に閉じこもることなく、自己革新していく度量があってこそ時代の変化に対応していける。

研究開発マネジメントの世界では、企業内中央研究から「オープンイノベーション」への転換のための方策が欧米から発信され³⁾、日本型の中央研究機能は時代遅れとも言われている。中央研究機能は業種、経営方針で異なるが、単に事業部門の縦割り体制を投射した形で運営されるのであれば、恐らく有効に機能し得ない恐れがある。事業の収益管理体制を超えて、複数の事業部門からの期待、場合によっては先導する知恵を出し続けることこそ研究開発機能が企業活動に貢献できる道である。そのためには欧米流の追随ではない、日本型の研究機能マネジメントをたゆまず追求していくことが望まれる。

日本の鉄鋼業も国際競争や地球環境問題など厳しい挑戦に直面しているが、こうした根源的な課題の解決に向けて新たな知恵を会社、経営層へ提案し続け、方針決定後は果敢に取り組むことで飛躍するよう研究開発部門の皆さんに期待したい。

参考文献

- 1) 奥村直樹, 久保田猛, 丸山忠克, 南雲道彦: 鉄と鋼, 66 (1980) 2, 201.
- 2) 奥村直樹, 長谷川俊永, 織田昌彦, 南雲道彦: 鉄と鋼, 70 (1984) 3, 388.
- 3) リチャード・Sローゼンブルーム, ウィリアム・Jスペンサー: 中央研究所の時代の終焉, 研究開発の未来, 日経BP, (1998)

(2012年4月27日受付)