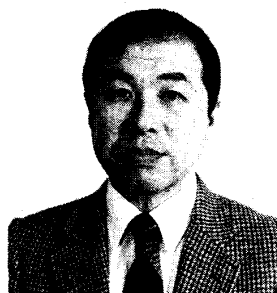


西山記念賞

東北大学金属材料研究所助手
安彦兼次君

高純度鉄合金を用いた粒界偏析ならびに粒界破壊の研究



君は昭和40年3月秋田大学鉱山学部冶金学科を卒業、42年3月東北大学大学院工学研究科修士課程(金属材料工学専攻)を修了、45年12月博士課程(金属材料工学専攻)を修了し、46年4月東北大学金属材料研究所助手に就任、現在にいたる。その間、50年11月より52年12月まで、米国ペンシルバニア大

学材料科学科に客員研究員として出張した。

君は、鉄中の個々の合金元素の効果を正確に把握するために、高純度の鉄-リンならびに鉄-イオウ合金に、炭素、モリブデン、クロム、ニッケルを添加した合金を溶製し、リンならびにイオウの粒界偏析とそれによる粒界破壊に対する合金元素の影響を明らかにし、鉄鋼の粒界脆性の機構解明の基礎となる多くの重要な知見をえた。

すなわち、まず電解鉄メーカーに対し適切な助言をおこない、協力して高純度電解鉄の製造に成功した。(この電解鉄は、電着したままで冷間加工可能という特別な性質をもっており、市販されている。)また、高純度の母合金をみずから溶製するなどして、きわめて純度の高い鉄合金試料を作成した。さらに、粒界偏析測定のためのオージェ電子分光分析についても、10 torr 台という超高真空を実現し、10時間以上にわたって破面の汚染のまったくおこらない条件で測定することに成功した。

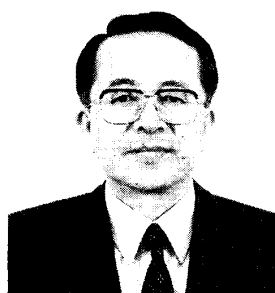
このような注意深い実験によつて、鉄の粒界に偏析したリンの化学結合状態ひいてはリンが鉄の粒界結合力を低下させる機構の解明や、リンの偏析の粒界構造依存性、リンと炭素の偏析のあいだにみられる競合性の実証などの研究をおこなった。また、イオウと炭素のあいだでも、偏析の競合のあることを示した。これらは、いずれも世界にさきがけた重要な研究である。また、モリブデン、クロム、ニッケルはリンの偏析に影響しないことも明らかにした。粒界破壊については、リン、イオウによる粒界破壊が炭素の添加(固溶状態)によつて抑制されることを見出し、炭素の偏析によるリン、イオウの偏析の低減と、偏析した炭素による鉄の粒界結合力の増加が、その原因であることを明らかにした。さらに、合金元素の効果については、固溶しているかぎりでは粒界破壊を抑制することを示し、それぞれの合金元素についてその効果の機構を明らかにした。これらの結果から、低合金鋼の焼戻脆性をクロムなどの合金元素とリンとの相互作用だけから解釈した従来の理論は誤りであることを示した。そして、クロムが炭化物をつくり固溶炭素量、ひいては粒界の炭素量が減るためにリンの作用が顕在化することが焼戻脆性の原因であることを明確に示した。

西山記念賞

住友金属工業(株)総合技術研究所鉄鋼研究センター
鉄鋼研究部長

池田隆果君

清浄・均質鋼の製鋼に関する研究



君は昭和35年3月東京大学工学部冶金学科を卒業し、直ちに住友金属工業(株)に入社、中央技術研究所製鋼研究室、和歌山製鉄所技術管理部試験課を経て46年10月以来中央技術研究所で製鋼技術の研究を担当、製鋼研究室主任、研究所次長を経て62年6月現職に就任、現在に至っている。

君はこれまで一貫して製鋼技術の研究開発に従事してきたが、この間の活動範囲は精錬から凝固にかけて広い範囲にわたり、とくに清浄・均質な鋼の製鋼技術の研究開発にすぐれた業績をあげた。

1. 非金属介在物に関する研究

介在物の生因解明と低減に永年にわたつて精力的に取り組む、鋼塊凝固中の介在物の浮上分離の定量化、連铸時の溶鋼の空気酸化の定量化、連铸々片内の介在物分布の解明、セラミックフィルターによる介在物の除去など多数の研究を行なつたほか、特に介在物の形態調整についてはCa処理法の開発にいち早く着手し、耐水素誘起割れラインパイプ材の製造に貢献した。

2. 精錬に関する研究

純酸素上吹転炉の精錬挙動、とくに鋼中酸素の挙動を解明した。又溶銑の炉外脱りんによつてスラグシステムの改善と極低りん鋼の溶製が可能であることを明らかにし、溶銑脱りん処理時代への先駆的役割りを果たした。またステンレス鋼精錬では新たに登場したVOD法、AOD法の精錬機能をいち早く明らかにしたほか、VOD法のラバル型酸素ランスを開発し、脱炭精錬の安定化に貢献した。さらに含Cr溶鉄の酸化性雰囲気での脱りん法の開発でも先鞭をつけた。

3. 低炭素リムド鋼に関する研究

昭和40年代前半、薄板用に量産が進んだ大型リムド鋼塊の品質向上のために、成分調整のためのリミング中の空気酸化の定量化、健全なスキンの形成のためのリミングアクションの制御、鋼塊大型化と成分偏析との関連、高温铸込みによる鋼塊底部の大型酸化物系介在物の防止など多方面から研究を行なつてその安定製造に貢献し、連铸時代への橋渡しの役目を果たした。

4. 特殊溶解に関する研究

この分野では鉄鋼以外の高級材料の均質化にも取り組んだ。Ni基合金のESR溶解時の活性元素Al、Ti、Mgの濃度調整法を明らかにし、高合金油井管の安定製造に寄与した。又チタン合金のVAR溶解についても凝固特性を解明し、偏析防止のために有益な情報を提供した。

西山記念賞

北海道大学工学部金属工学科助教授
石井 邦 宜 君

製鉄反応の動力学および反応工学的研究



君は昭和 39 年 3 月北海道大学工学部冶金工学科を卒業、41 年 3 月同大学大学院修士課程を修了後、北海道大学工学部講師に任官、46 年 4 月同大学助教授となり現在に至っている。

君の研究は製鉄及び製鋼反応の広い領域にわたり、特に動力学的並びに反応工学的研究分野で先駆的な業績を挙げている。

1. 溶滓中金属滴の落下挙動に関する研究

溶融スラグ中金属滴の自由落下速度を X 線透視撮影によつて測定した。金属滴の大きい密度と界面張力が滴の変形などに影響し、常温系の既往の知見とは異なる挙動が示された。さらに、落下中に反応が生じている実際の系では、気泡生成や界面汚染などの影響を考慮に入れる必要があることを明らかにした。

2. 落下溶銑粒と溶滓との反応に関する研究

高炉吹戻部で、スラグ層中を溶銑滴が落下しつつ反応する状況を想定し、 SiO_2 還元、 MnO 還元、溶銑の脱硫速度などについて測定した。これを落下にともなう滴内外の流動の有無と関連して考察し、溶融スラグ中を落下する粒滴の反応を物質移動機構の面から解析した。

3. 高炉装人物の高温性状に関する研究

ブラックボックスといわれる高炉内融着部の反応について、X 線透視装置付荷重還元軟化溶融試験装置を開発し、鉄鉱石類の性状変化を高炉にシミュレートした条件下で直接観察した。これにより鉄鉱石類の高温性状の実体が明確になり、以後の研究発展の端緒を開いた。さらに、高温性状の脈石成分および還元率依存性、焼結鉱とペレットの高温性状比較、還元鉄の浸炭溶融機構などについて基礎的研究を行った。

4. 高炉模擬試験装置の開発研究

高炉にシミュレートして装人物の還元軟化溶融試験を行う場合、炉内降下にもなう装人物の反応性の変化にあわせて試験条件を随時変更できるような、自動追尾型の装置が望ましい。この着想から、オンライン数値シミュレーターを考案し、高精度の装人物性状試験装置を開発した。この装置は、直接製鉄法や溶融還元法の開発研究へも応用が可能であるとして注目されている。

5. 昇温下、多成分系ガスによる還元の研究

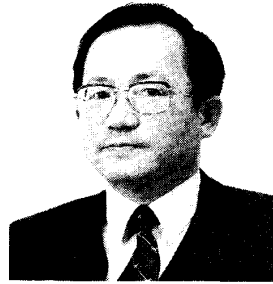
高炉塊状帯を想定して、昇温過程における C-H-O 多成分系混合ガスによる鉄鉱石類の還元について研究した。反応ガスの定量に基づいて、同時進行している還元、水性ガスシフトおよび炭材ガス化の各反応速度を分別測定し、速度解析を試みた。これらは、還元とガス化の相互依存関係を解明する手法を提供したものと評価されている。

西山記念賞

川崎製鉄(株)技術研究本部鉄鋼研究所
鋼材研究部厚板・条鋼研究室長

上 田 修 三 君

低合金鋼厚板の強度・靱性と溶接性に関する研究



君は昭和 37 年大阪大学工学部溶接学科卒業後、直ちに川崎製鉄(株)に入社、技術研究所に配属され、水島研究室主任研究員、厚板研究室主任研究員、厚板特殊鋼研究室長を経て 60 年 3 月より現職に就任している。

君は主として鉄系合金の歪誘起変態並びに低合金鋼の強度・靱性と溶接性に関する基礎及び

応用研究に従事し、以下の業績を挙げた。

1. 鉄系合金の歪誘起変態に関する研究

積層欠陥エネルギーの低い 18-8 型ステンレス鋼や高 Mn 鋼を用い、歪誘起変態と活動すべり系の関係について詳細に調べ、F. C. C. (γ) \rightarrow H. C. P. (ϵ) 相変態の機構、F. C. C. (γ) \rightarrow B. C. C. (α') 相変態時の応力緩和現象、これらの相変態または変形双晶の形成が塑性変形に及ぼす影響等を明らかにした。この成果は各種用途向非磁性厚板・鍛鋼の開発に役立ち、同時に歪誘起変態の解明に塑性変形機構からの考察の有用性を示唆している。

2. 船舶・海洋構造物用鋼に関する研究

高張力化、大入熱溶接部の靱性の改良、溶接割れ性の低減等の船舶、海構分野のニーズに応じて、とくに溶接熱影響部の微視組織について相変態、析出及び結晶粒微細化と合金元素の關係に着目した基礎的研究を行い、BN の γ 粒内における α 粒形成促進作用など多くの知見を得た。さらに TMCP 技術の強靱化効果、REM オキシサルファイドなどの超微細非金属介在物の $\gamma \rightarrow \alpha$ 変態核としての効果、P, S, N などの不純物元素の低減効果等を明らかにし、それらの工業的重要性を指摘した。

3. 压力容器用鋼に関する研究

原子力発電、石油精製等のエネルギー機器用鋼材の腐食、水素侵食、焼もどし脆化、クリープ脆化に関し、機構解明に金属組織学的研究を行うと共に、それらの材質劣化や損傷の防止について、合金及びプロセス設計面で数多くの問題を解決した。また高応力設計のニーズに対応して高温降伏点の増加やクリープ強度の改良に注力し、前者は Nb, V, Mo の複合効果を、後者は耐水素侵食も考慮して低 Si 化と V の添加の効果を明確にし、これらを応用した新製品を開発した。更に DQ 製 HT 80~100 鋼に於る B の焼入性の活用では、再結晶挙動と B の形態・分布の関係を系統的に研究、適正プロセスを提案し、同鋼の安定生産技術の確立に寄与した。

4. 鍛鋼・ロール鋼に関する研究

FBR 向極厚ステンレス鍛鋼、同 9%Cr-Mo 鋼、冷間圧延用耐摩耗ロールなどの基礎及び応用研究に注力し、この分野の将来指向課題の推進に貢献した。

西山記念賞

日本冶金工業(株)技術研究所所長
江波戸和男君

ステンレス鋼に関する材料学的研究および新鋼種の開発



君は昭和31年3月東北大学工学部金属工学科を卒業後、直ちに日本冶金工業(株)に入社し研究部に配属、35年から1年半西独アーヘン工科大学に留学、帰国後研究室主任研究員を経て冷延課長、圧延部長、技術管理室長を歴任、59年4月技術研究所長となり現在に至っている。この間一貫してステンレス鋼・耐熱鋼の材料学的基礎研究と新鋼種の開発研究に従事し、主に以下に示す業績を挙げた。

1. ステンレス鋼の構造部材としての研究開発

耐食材料 γ 系ステンレス鋼が構造部材として機能を有することに着目し、低温から高温までの広い温度範囲で温度変化に伴う組織変化、結晶粒度・加工・熱処理などと強度・靱性に関し系統的研究を行い、低温、室温、高温の各構造部材としての機能性を明らかにし、工業材料として γ 系のステンレス鋼の用途拡大に大きく寄与した。同時にステンレス鋼強化の機構として、N固溶強化、加工変態硬化、析出強化および相互作用を明らかにした。

2. マルエージングステンレス鋼の材料学的研究開発

析出硬化型ステンレス鋼の研究開発を基盤に極低炭素マルテンサイト基質に着目し、この基質で金属間化合物の析出による強靱化の研究を行った。特に Fe-Cr-Ni系マルテンサイト・ステンレス鋼で Co が従来の鋼の金相学的制約を取り除くことを明らかにし、この系に Ti, Al, Moなどを添加することにより、いずれもマルエージング強化があり、特に Moの効果が顕著であり、同系で組織、強度、靱性、耐食性を相互に関連し、系統的に実験的考察を加えた結果、従来の強度水準を飛躍的に向上した新鋼種を開発した。本系合金の時効硬化機構はマルテンサイトから短時間で規則構造を有する金属間化合物の析出によるもので、それによつて強靱化されることを見出した。

3. 準安定 γ ステンレス鋼の加工誘起変態の研究

加工により α' 相の誘起される材料の強度と延性を解明し、加工誘起変態と変態超塑性について加工温度から詳細な検討を加え、組織・ α' 相・温度の関係を定量的に把握した。この知見をもとに安価で加工性の良い準安定 γ ステンレス鋼の開発と温間加工性に関する技術を開発した。

4. 高 Cr, Mo 二相ステンレス鋼板の超塑性の研究

高 Cr, Mo 2相ステンレス鋼の微細粒組織に着目し、超塑性現象の解明を行い、変形温度、歪量、歪速度と変形過程の組織変化に関係した2つの変形機構が存在することを見出した。

西山記念賞

東京大学生産技術研究所先端素材研究開発センター
教授

大蔵明光君

金属系複合材料の開発



君は昭和31年3月東京理科大学物理学第二部卒業、32年東京大学技官に任用、40年東京大学工学部助手、同年生産技術研究所に配置換となつた。48年同所講師、51年複合材料技術開発センター助教授、60年先端素材開発研究センター教授となり現在に至っている。この間43年からカナダ国マック

マスター大学に招聘研究員として1年間留学、57年8月にはアメリカ合衆国デラウェア大学、機械・航空工学部客員教授として招聘1年間大学院の講義を担当した。

1. ウィスカー製造技術の開発

直接製鉄法にいち早く着目し、水素ガスによる粉鉄鉱石の流動還元法を提案し、還元速度におよぼす鉱石銘柄、鉱石粒度、ガス流量の影響を炉内圧 $1 \text{ kg/cm}^2 \sim 4 \text{ kg/cm}^2$ の範囲にわたつて研究し、等温反応速度式を導出した。さらに低温流動還元鉄粉の活性能を結晶構造的に検討して、欠陥、歪みによることを明らかにし、安定化処理を確立した。石灰内装ペレット、セメントボンダペレット等の水素ガス、一酸化炭素還元による等温反応速度、非等温反応速度式を導出し、反応速度とペレット圧潰強度の関係も明らかにした。これらの研究の間に水素ガスによる酸化鉄の還元時にニードルが生成することを見出し、このニードルが生成機構を応用して、ハロゲン化鉄の水素還元による完全結晶構造に近い鉄ウィスカーの製造に成功した。この成果は現在の各種ウィスカー製造技術に応用されている。

つづいてこの単結晶ウィスカーの低温、高温における引張破壊を研究調査し、破壊時のセレーションとすべり帯の対応性を成長方位の異なるウィスカーについて研究し、成長方位とすべり帯、セレーションの関係を実験的に明らかにした。生長方位の異なるウィスカーについて、原子炉温度 ($<100^\circ\text{C}$) および低温 (-195°C) で中性子照射を行った。また形成された欠陥と機械的性質、照射時間と電気抵抗変化を調査し、低温照射後の焼きなまし材料では照射によつて減少した上部降伏応力が、 400°C の焼鈍で、照射前の状態に回復する現象を見出している。

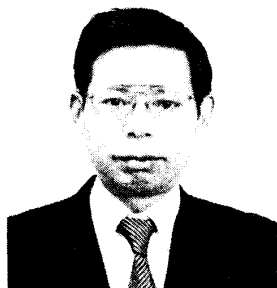
2. ウィスカーの特性を利用した金属系複合材料の開発及び炭素-炭素系複合材料の開発

現在注目されている C/Al, B/Al, SiC/Al, $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Al}$, W/Ni 系等金属基複合材の開発を行った。特にセラミックス系繊維強化金属複合材料の初期界面は熱力学的に非平衡であるため高温で反応・拡散が起こり易く、金属間化合物を生成する。この金属間化合物の生成速度は放物線則に従い複合材料の熱特性に大きく影響することを見出した。また生成層厚さと複合材料強度の関係式を導出し、複合材料設計の因子とすべきことを明らかにした。

西山記念賞

新日本製鉄(株)中央研究本部室蘭技術研究部長
奥野嘉雄君

高炉内の装入物挙動ならびにその制御に関する研究



君は昭和36年3月名古屋工業大学工業化学科を卒業後、直ちに富士製鉄(株)に入社、室蘭製鉄所研究所に配属後、新日本製鉄(株)室蘭製鉄所研究所、製鉄部、中央研究本部室蘭技術研究部を経て、61年6月室蘭技術研究部長となり現在に至っている。

君は、この間一貫して製鉄分野の研究・技術開発に従事し、高炉内の装入物挙動並びにその制御に関する研究において以下の業績を上げた。

1. 高炉内の装入物粉化に関する研究

装入物のスムーズな降下を阻害する要因である装入物の粉化現象の発生状況と粉化物の挙動について、炉外実験と高炉内からの試料採取により調査した。これより、粉化は鉱石類で多く、かつ、熱流比の高い炉壁近傍で顕著に生じること、また、集積した粉化物は反応が不活発ないわゆる低温熱保存帯を形成して炉壁付着物や生鉱落ちの発生をもたらすことを初めて明らかにした。この研究により焼結鉱の低温還元粉化防止の指針が得られた。

2. 高炉内の装入物挙動検知に関する研究

炉頂部の装入物分布を測定するためのレーザー式プロフィールメーターおよびシャフト部での装入物性状変化を観測するためのファイバー搭載型乗直ゾンデを国内外に先駆けて開発した。これらの装置による検知情報は高炉内の実体を知るための有効な知見を提供した。

3. 高炉内の融着帯形態に関する研究

高炉の解体調査により、装入物層の軟化、融着、溶融状態にあるいわゆる融着帯の形態を詳しく調べ、その形態がシャフト部の還元率やガス流の分布と密接な関係にあることを明確にした。また、融着帯形状と操業因子との関係を模型実験によつて調べ、融着帯形状が装入物性状、装入物分布、送風量などにより変化し、かつ、その変化は装入物分布の変更により特に大きく現れることを明らかにした。これらの知見から融着帯形態制御法の高炉への適用がその後の操業安定に大きく寄与した。

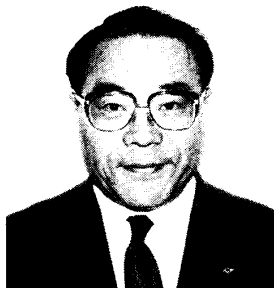
4. 装入物分布制御に関する研究

大型の模型実験装置を用いて装入物が示す物性値や装入条件と装入物分布状況との関係を明らかにした。また、鉱石のコークス層表面への投入時に観測されるコークス層崩れ現象については新たに土質力学理論に替づく独創的な考え方を用いて数学的な取り扱いを可能とした。この知見を基に装入物分布が精度よく推定できる数式モデルを開発した。数式モデルは多様な装入方式の高炉への適用を可能とし、装入物分布制御法の確立に貢献した。

西山記念賞

(株)神戸製鋼所鉄鋼生産本部薄板技術部長
佐藤益弘君

棒鋼・薄板の新製品およびその製造プロセスの開発研究



君は、昭和32年大阪府立大学工学部金属工学科を卒業後、(株)尼崎製鉄所に入社し、33年の尼崎製鉄株式会社、40年株式会社神戸製鋼所・堺工場に勤務した後大阪府立大学金属工学科助手を経て、45年1月株式会社神戸製鋼所・加古川建設本常冷延課長に就任した以降加古川製鉄所冷延部調質課長、第

二圧延部次長、技術部薄板技術室長、技術部長を歴任、58年10月鉄鋼生産本部薄板技術部長となり現在に至っている。

1. 高強度異形鉄筋の開発

昭和30年初期に、鉄筋コンクリート構造の強度向上の必要性をいち早くとらえ、理想的な材質・形状の高強度異形鉄筋(商品名:デーコン)を開発した。材質においては、草創期の純酸素上吹転炉を駆使して、溶接に適した低合金高張力鋼を開発し、異形棒鋼製造に関する圧延ロール表面の加工およびその圧延技術上の諸問題を解決し、コンクリートとの付着力・疲労強度に優れ、四分の一世紀を経た今日もおお変わる事のない、理想的な形状を見出した。

2. 冷延鋼板の熱処理プロセスの開発

冷延鋼板の箱型焼鈍炉を用いる焼鈍法の進歩・発展に寄与した。即ち、生産技術面においては、強制冷却法や耐急速加熱冷却断熱材の開発などにより焼鈍時間を短縮し、さらにコイル搬送法の自動化を進めたことにより、大量処理と高生産性を実現した。製品開発面においても、焼付硬化型冷延ハイテンの開発に寄与し、わが国の自動車用ハイテンの先駆となつた。

さらに、高温焼鈍を応用して、超深絞り用鋼板などにおいても従来得られなかつた加工特性をもつ鋼板の開発を可能にした。

3. 複合鋼板の開発

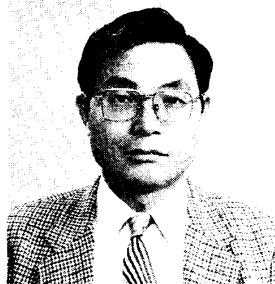
鋼材の機械的強度、耐蝕性、溶接性といった特性に加え、制振性、低熱膨張性、良熱伝達性特性を兼ね備えた制振鋼板(商品名:ダンプレー)およびステンレスクラッド薄鋼板の用途開発とその普及に貢献した。制振鋼板は2枚の鋼板の間に粘弾性樹脂を狭んだ構造で、従来の防振材料を付加したり遮蔽的に用いる方法と異なり、鋼板自体の振動の発生そのものを制御する特性を生かし、自動車、船舶のエンジンカバー用途などに広く用いられている。またステンレスクラッド薄鋼板の開発を進め、その製造技術を確立した。

西山記念賞

科学技術庁金属材料技術研究所
原子炉材料研究部部長

白石春樹君

金属材料の照射損傷に関する研究



君は昭和36年3月東京大学工学部冶金学科卒業、38年3月同大学大学院修士過程終了、40年11月同大学博士過程中退後同大学工学部助手、45年7月金属材料技術研究所原子炉材料研究部に移り、54年10月同第一研究室室長、62年同部長となり、現在に至っている。

君は昭和40年から45年にかけて、鉄合金の内部摩擦に関する研究を行った。45年以降今日まで、新型原子炉における炉心材料の照射損傷評価、耐照射性材料の開発に携わり、材料開発上重要な知見を明らかにした。

1. 鉄合金の内部摩擦手法による研究

Fe-Ti合金等の結晶粒界内部摩擦について、粒界ピークが合金元素の添加によつて、高温側に移行することを見だし、その機構について考察を加えた。また、Fe-Ni系マルエージ合金の時効過程を内部摩擦法によつて研究し、析出相に関するTTT状態図を推定した。

2. 金属材料の照射損傷評価・耐照射性材料開発

理化学研究所のサイクロトロンを用いて、AlのHe脆化に関する研究を行ない、He脆化は高温焼鈍中に結晶粒内のHeが粒界上に掃き集められ、そこでHe気泡が成長粗大化し、粒界脆化が引き起こされることを明らかにした。引き続き、日本原子力研究所の材料試験炉を用いて、316鋼の中性子照射脆化の改良に取り組み、冷間加工とTi添加によつて延性が改善できることを示した。また当時低スエリングということでは有望視されていた γ 金属間化合物析出強化型合金は照射脆化が著しく、この点を改善しない限り実用化は困難であることを示した。実用炉への適用を考えると一層の耐照射性の改善をはかる必要がある。このために、一連のMC炭化物析出合金の照射特性の評価を行ない、TiC等のMC炭化物をマトリクス内に微細に分散析出させることによつて、ポイドスエリングの低下、ヘリウム脆化の軽減に顕著な効果があることを明らかにした。さらに新しい耐照射性材料の開発を目指して、単結晶合金、酸化物分散合金等新しい材料の照射特性の評価を進めている。

3. 中性子照射損傷のシミュレーション技術の開発

中性子照射損傷の評価のシミュレーション試験では、従来は重イオン照射による試験が主流であつたが、この方法ではポイドスエリングや照射下析出などマイクロ組織の検討しかできなかつた。一方、機械的性質、特に照射化に於けるクリープ強度特性は炉設計上きわめて重要なデータである。小型のサイクロトロンを用い、水素やヘリウムのビームを加速し、このビームを用いたイムビームクリープ試験装置を製作し、関連試験技術を開発した。当装置は単軸クリープとねじりクリープとの異なる型の応力下での試験が可能で、専用のインビームクリープ試験機としては、世界的にみても唯一のものである。

西山記念賞

川崎製鉄(株)技術研究本部ハイテク研究所
化学研究センター長

槌谷暢男君

高炉炉内反応に関する基礎的ならびに工業的研究



君は昭和38年3月東北大学理学部化学科修士課程卒業後、直ちに川崎製鉄(株)入社、技術研究所配属、製鉄研究室主任研究員、同室長、企画部主査を歴任し、60年7月技術研究本部ハイテク研究所化学研究センター長となり、現在に至っている。

この間主として高炉炉内反応の研究に従事し、以下のよな業績を挙げた。

1. 高炉下部領域の高温反応、とくに銑鉄中へのSi還元反応の研究

Si-C-O系の熱力学的計算を高炉下部高温領域の条件下で行ない、それまで主張されてきたスラグ-メタル間反応に基づく反応機構では銑鉄中Si濃度を熱力学的に矛盾なく説明できないことを明らかにした。この結論に基づき、銑鉄中へのSiの還元反応機構を、スラグならびにコークス灰分から発生するSiO₂ガスに注目して、滴下帯でのガス-メタル間反応によつて説明できることを提案するとともに、基礎実験によつてその反応速度を定式化した。

2. 銑鉄中Si濃度推定のためのシミュレーション・モデルの研究

SiO₂ガス経由の銑鉄中へのSi還元反応速度式を用い、簡単な化学工学的計算手法を適用することによつて、銑鉄中Si濃度は滴下帯高さとの強い相関があることを見出した。この知見に基づいて、高炉炉頂ストックレベルから炉床湯だまりに至る領域での主要な反応、物質移動および熱移動を考慮した次元非定常の数学モデルを作成した。この数学モデルを用い、銑鉄中のSi源に関して、羽口前で燃焼するコークス中の灰分由来するSiO₂と、滴下帯を流下するスラグ由来するSiO₂との寄与の割合を把握するとともに、装入物と炉下部で発生するガスとの間の熱流比も銑鉄中Si濃度に大きく影響することを定量的に説明した。

3. 低Si濃度銑鉄製造法の研究

数学モデルと熱力学的計算を用いた実操業データの解析に基づいて、低Si濃度の銑鉄を製造する方法として、つぎの操業方法があることを確認した。1) 低熱料比操業、つまり、滴下帯の高さを低下させて銑鉄粒子の滴下距離を短縮し、羽口前領域でのSiO₂発生が多い場合でも、銑鉄へのSi移行量を抑制できる方法、2) 高熱料比操業、つまり、低羽口前熱焼温度によつてSiO₂発生量を減少させ、滴下帯高さが大きく銑鉄粒子の滴下距離が長い場合でも、銑鉄中へのSi移行量を抑制できる方法、の2方法である。

上記の研究成果によつて、銑鉄生産量に左右されず、銑鉄中Si濃度の制御が可能となり、高炉の安定操業、ひいては転炉の安定操業に大きく寄与した。

西山記念賞

日本鋼管(株)中央研究所第3研究部部長
苗村 博君

薄鋼板および表面処理鋼板における製造プロセスと製品の開発



君は、昭和34年3月東京大学工学部冶金学科を卒業後直ちに日本鋼管(株)に入社、49年2月京浜製鉄所冷延工場長、52年7月福山製鉄所薄板部技術室長、57年4月本社鉄鋼製品技術部薄板技術室長、61年1月中央研究所第三材料研究部部長を歴任、62年4月より現職に就任し、現在に至っている。この

間主として薄鋼板および表面処理鋼板の製造プロセスと製品の研究開発に従事し、その発展に大きく寄与した。

1. 連続焼鈍による薄鋼板製造技術の開発

水焼入れ連続焼鈍法の操業技術確立を指導するとともに、同法を用いて低降伏比、高深絞り性を特徴とする高張力冷延鋼板や、引張り強さ1000 MPaを超える超高張力冷延鋼板などあらゆる材質レベルの冷延鋼板の製造技術を開発した。また水冷ロールを連続焼鈍プロセスに適用し、省エネルギー化を実現するとともに、ロール冷却法においても広範囲な材質レベルの冷延鋼板の開発を行った。連続焼鈍技術は、現在までに両冷却法合わせて、世界7ヶ国に技術輸出され、技術の優位性を示している。

2. 自動車用電気合金亜鉛めつき鋼板の開発

耐食性の維持と薄めつき化によるスポット溶接性の向上を図るため、亜鉛めつきに合金元素の添加を検討した。まずZn-Co-Cr系めつき鋼板の製造技術を開発し、電気合金亜鉛めつき鋼板の自動車外板用としての適用を世界で初めて実現した。更にZn-Fe系およびZn-Ni系合金めつき鋼板の製品化を図り今日の自動車用高耐食めつき鋼板の実用化の先駆けをなした。

3. 缶用めつき鋼板の開発

ぶりきおよびぶりき原板の品質改善にとりくみ、高耐食K-plate、塗装性の良好なアルカリプレディップ#311処理などを実用化した。TFSの分野でも独自の技術で専用ラインを設計、設置し早期に接着缶用TFS製品化した。この結果、品質の安定した飲料缶用鋼板を安価に供給できる体制の実現に大きく寄与した。

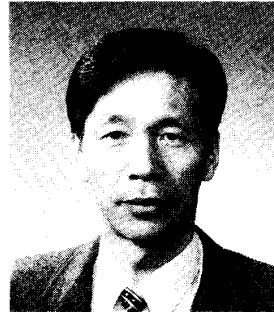
4. 制振鋼板の開発

熱可塑性樹脂を中間層としたラミネート型制振鋼板を研究開発し、自動車、電気、建材用として実用化した。ユーザーのニーズに合わせて、導電型樹脂や熱硬化性樹脂を中間層とした制振鋼板も開発し、薄鋼板の用途拡大に貢献した。

西山記念賞

九州工業大学工学部金属加工学科教授
向井 楠 宏君

鉄鋼製錬に関する物理化学的研究



君は昭和38年3月名古屋大学工学部金属学科を卒業、43年3月同大学大学院工学研究科博士課程単位取得退学後、直ちに同大学工学部助手に任官、44年10月九州工業大学工学部助教となつた。60年4月から61年4月まで客員教授としてカナダ、トロント大学に滞在し、61年4月九州工業大学工学部

教授となり、現在に至っている。

君は主に鉄鋼製錬の熱力学および界面化学的研究に従事し、以下の業績をあげた。

1. 溶鋼の複合脱酸に関する研究

Mn-Si-Al複合脱酸時の脱酸反応系を、主に熱力学、界面化学、物性面から独自に工夫した装置等を用いて研究し、介在物除去のための溶鋼中脱酸剤の最適濃度範囲を明らかにした。

2. 溶融合金のマンガンの活量に関する研究

密閉アルミナカプセルを用いた等圧法により、Fe、Co、Niを溶媒とする溶融合金系のMnの活量を、十分な平衡状態のもとで精度よく測定することに成功した。Feを溶媒とする合金系の相互作用助係数の測定結果のほとんどが学振の「製鋼反応の推奨平衡値」に採用された。

3. スラグ-メタル間の界面張力に関する研究

スラグ-メタル間の界面張力を、容器による汚染のない状態で精密に測定できる方法をフランスのL. D. Lucasらとはほぼ同時に独立して開発した。スラグ-溶鉄系ではFeの移行反応時の界面張力の挙動を、スラグ-溶融鉛系では電位差に起因するマランゴニ効果の存在を初めて明らかにするなど、界面移動現象などの界面現象の解明に必須の基礎的知見を得た。

4. 耐火物の局部溶損に関する研究

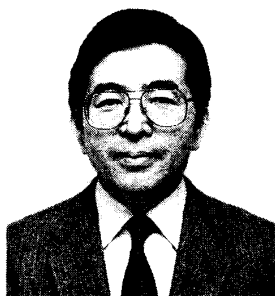
鉄鋼製錬用耐火物のスラグ表面およびスラグ-メタル界面における局部溶損の機構を直接観察等独自の実験手法を用いて、実証的に初めて明らかにした。酸化物系耐火物および高炉出鉄種材等の酸化物-SiC系耐火物の局部溶損は、主にスラグ表面あるいはスラグ-メタル界面付近の耐火物表面に沿って形成されるスラグフィルムがマランゴニ効果によつて活発に運動し、拡散層を破るともいえる効果的な形で物質移動を促進することにより生じることを、また浸漬ノズル材等の酸化物-黒鉛系耐火物では、上記マランゴニ効果のほかに、耐火物と黒鉛の、メタルとスラグに対するぬれ性の相違が、局部溶損に対するもう一つの重要な因子になることを明らかにした。これらの研究結果は高温界面化学の発展に資するとともに、耐火物の開発、改良の基礎となるものである。

西山記念賞

新日本製鉄(株)中央研究本部第一技術研究所
 未来領域研究センター主幹研究員

村田 朋美君

構造用鋼の腐食現象の解明と新耐食鋼の開発



君は昭和37年3月名古屋工業大学工学部金属工学科卒業、46年3月オハイオ州立大学院博士課程卒業後、同年8月新日本製鉄(株)に入社、基礎研究所配属、58年6月第一技術研究所特別基礎第三研究センター所長、62年6月第一技術研究所未来領域研究センター主幹研究員となり、現在に至つて

いる。

君は、この間一貫した構造用鋼の腐食現象を特異な手法で基礎的に解明、その知見から多種の新耐食鋼材料、新防食技術を開発した。

1. 低合金鋼の水素誘起割れ機構の解明と新鋼種開発指針の確立

硫化水素中で生じる鋼の水素誘起割れは鋼中の非金属介在物集合体とその起点となることを明確にし、割れがC, Mn, Pなどの偏析層を伝播すること等を解明した。防止対策として鋼中S含有量を0.005%以下にし、Ca, REM添加などによつて介在物集合体を小さくし、偏析から分離することを提案し、耐サワー用APIX 65級鋼の開発を可能にした。

2. 耐硝酸塩割れ鋼の開発

熱風炉などNO_x生成環境では、時に低合金鋼の構造部材に粒界割れを生じ、鉄鋼生産プロセス上この対策は緊急の課題であつた。従来SMA 50 B-Al鋼が広く採用されていたが、必ずしも満足できるものではなかつた。この問題に対して従来Fe₃Cがカソードとなつて腐食を促進すると考えられていたものを、実際は大傾角(C, Nの偏析箇所)粒界が優先的に溶解することを初めて明らかにした。この知見に基づきC, N等の安定化元素(Nb)の添加及び表面皮膜安定のため数%のCr, Mo添加を提案し3Cr-0.5Mo-Nb添加合金鋼を開発した。

3. 高耐候性ステンレス鋼の表面設計指針の確立

ステンレス鋼板が外装材に用いられ、塩害に強いステンレス鋼が求められてきた。これに対してフェライト系ステンレス鋼の光輝焼鈍表面としては、非晶質シリカ膜が有効であるとの新知見を得、光輝焼鈍プロセス、合金設計の最適化により、高耐候性表面皮膜を実現した。

4. 鋼構造物の腐食寿命予測技術の開発

腐食データの統計解析による寿命予測技術の開発、及び交流インピーダンス法による各構造物の腐食速度計測システムを開発、現場で定量的にその腐食状況を把握できる技術をシステムとして確立した。この新技術は現在既に実フィールドで使用され始めている。

5. 設備の腐食劣化原因の解明と防止策の開発

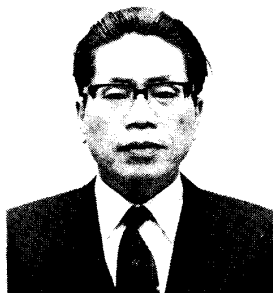
化学プラントで見られる鋼材の水素侵食現象に対し、従来にない短時間試験方法を考案し、炭化物抑制熱処理による対策を提案、事故防止に大きく寄与した。また種々の腐食に起因する製鉄設備の劣化原因を究明、防止策を示すと同時に設備長寿命化に寄与した。

西山記念賞

大同特殊鋼(株)研究開発本部新素材研究所
 副主席研究員

渡辺 輝夫君

特殊鋼の熱間、温間、冷間加工法および各種新材料の研究開発



君は昭和36年3月福井大学工学部機械学科卒業、直ちに大同製鋼(株)に入社、中央研究所研究第一部主任研究員、研究第二部副主席研究員を経て、61年9月新素材研究所副主席研究員となり現在に至っている。

君は一貫して特殊鋼の熱間、温間、冷間加工法の研究開発に従事し、以下に記述するような

研究業績をあげた。

1. クラッド圧延法の研究および高品質ICリードフレーム用鋼帯の開発

熱間圧延による特殊鋼の圧着機構の研究を行い、界面処理方法、圧延条件等と圧着性の関連を明らかにした。引続き、この技術を冷間圧延に応用し独自の技術開発により高品質ICリードフレーム用Alストライプクラッド42%Ni鋼帯の製造技術を開発した。

これにより、残留応力のほとんど無いICリードフレーム用鋼帯を開発し、リードフレーム加工(打抜、曲げ)後の寸法精度を著しく向上するとともにAlストライプによりIC製造効率を向上させ、IC製造業界で高い評価を得ている。

2. 特殊線材製造技術の研究

ステンレス鋼極細線の伸線製造技術の研究を行い、非金属介在物が“引切れ”の主因であることを究明した。

これにより、材料組成、清浄度、伸線スケジュールなど最適条件を確立し、Ni系およびCr系ステンレス鋼極細線の製造技術を開発した。

3. 冷間鍛造特性の研究および冷鍛用構造用鋼の開発

鋼材の冷間鍛造特性を向上させることを目的に、まず据込み冷鍛変形能試験を詳細に検討し、限られた条件下では、せん断歪エネルギーがクラック発生に関与していることを見出した。これにより、ほぼ線形の歪歴を示す、画期的な丸棒の横据込み試験方法を考案し、局部応力の全歪理論による簡略な計算推定を可能にした。この評価技術を基に冷鍛性に及ぼす鋼中P, S, Siの影響を明らかにするとともに、押出し、せん断、トリミング、工具摩耗、バックリング等実用加工特性との関連を明らかにして、冷鍛用構造用鋼を開発した。

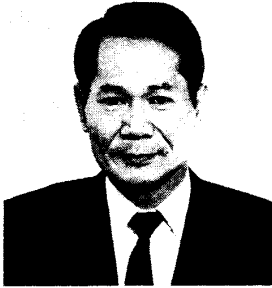
4. 熱間圧延技術の研究

鋼塊の圧延、特に快削ステンレス鋼の分塊圧延性向上の研究に取組み、熱間振り試験法によつて、鑄造組成における熱間変形能の解析を克明に行い、非金属介在物の量のみならず、介在物の長さが大きく影響することを初めて明らかにし、さらに、Bあるいはレアアースの添加が、介在物を短かく、微細化し、熱間加工特性を大幅に向上させることを基礎的に解明した。これを実生産に適用し、分塊割れを防止して歩留向上に貢献した。

西山記念賞

日立金属(株)安来工場冶金研究所主管研究員
渡辺力蔵君

超耐熱合金に関する研究・開発



君は昭和38年東京大学工学部冶金学科を卒業後、日立金属株式会社に入社し、爾来、安来工場冶金研究所に勤務、52年2月主任研究員、61年7月主管研究員を歴任、現在第2研究室長および第3研究室長を兼任している。

1. 君は任意の合金組織を与えたときの金属組織を分析し、組織要因パラメータを評価することによつて、合金組成の有望性を判定するという新しい合金設計法(組織分析法という)を開発し、ガスタービンブレード用合金、高温ガス炉熱交換器用超耐熱合金などの開発に適用して、多大の成果を挙げた。その後、0次近似相合成法と呼ばれる簡略化した合金設計法も開発し、合金開発に成果を挙げている。

2. 国家プロジェクトとして行なわれた「高温還元ガス利用による直接製鉄技術の研究開発」において、

1000°C-5万時間クリープ破断強度が1 kgf/mm²以上という極めて困難な目標を満たす固溶強化型と析出強化型の超耐熱合金を開発し、最高の評価を受けた。またNi-Cr-W合金について、クリープ破断強度に及ぼすM₂₃C₆とM₆C炭化物の影響の差異を明らかにし、さらにd-Wの粒界析出処理が高温低サイクル疲労強度の改善に有効であることを見出した。

3. 超耐熱合金の恒温鍛造は1000°C以上の温度が必要なため、従来は金型材として耐酸化性の悪いMo合金しかなく、真空または不活性ガス中での作業を必要とした。

君は、1000~1150°Cで使用可能な高強度のNi-Mo-W-Al合金Nimowalを開発することによつて、大気中での恒温鍛造を可能にした。

4. 0次近似相合成法を駆使して、原子力用のボルトやバネ材を対象に高強度、高耐食性、Ni量、析出強化型合金Hicoroyを開発した。この合金は、従来使用されているAlloy X-750に比べて応力腐食割れ感受性が格段に低だけでなく、強度と延性のバランスも優れている。

5. 以上のほか、自動車用エンジン部品に用いられる低コスト超耐熱合金を0次近似相合成法で開発し、高性能エンジンバルブ材、高温ボルト材として実用化している。