

# 金属材料研究所と鉄鋼研究の歴史

古 原 忠\*

## 1. はじめに

日本の鉄鋼業の発展は官営製鐵所(1880年釜石, 1897年八幡)の設立に端を発する。1900～10年代には高炉会社の前身が相次いで設立され, 1915年に日本の鉄鋼に関する事業の発達を目的として日本鉄鋼協会が創立された<sup>(1)</sup>。

東北大学金属材料研究所(以下「金研」)は, 1916年に東北帝国大学理科大学内に設置された臨時理化学研究所第2部を前身とする。この背景には, 第一次大戦の影響で物資輸入が制限され鉄鋼の自給に迫られ, その中で基礎研究の重要性がクローズアップされたことがある。研究所の設置は, 住友家からの寄付を原資に行われた。当時研究主任であった本多光太郎にリードされ, 当時世界最強の永久磁石であったKS磁石鋼発明などの優れた業績により, 勅令により大学に附置される研究所へと発展した。金研は“金属をはじめ, 半導体, セラミックス, 化合物, 有機材料, 複合材料などの広範な物質・材料に関する基礎と応用の両面の研究により, 真に社会に役立つ新たな材料を創出することによって, 文明の発展と人類の幸福に貢献する”を理念とし, その実現のために“材料科学に関する学理の探求と応用研究”を目的としている。研究活動では, 戦前から戦後さらには現在まで多くの節目があるが, その中で創設時から100年余り鉄鋼研究を継続していることは本所の誇りである<sup>(2)</sup>。

本稿は, 日本の鉄鋼研究の創生期から金研が果たしてきた役割を俯瞰的にまとめることで, 関連分野の発展と今後の展開を考える上での一助となることを期待するものである。

## 2. 金属材料研究所の組織的変遷

表1は, 創立時から現在までの金研の主要な沿革をまとめたものである。臨時理化学研究所第2部としての設置後は, 1919年に勅令により東北帝国大学附属鉄鋼研究所の設置を経て, 1922年には非鉄金属を含む金属の総合研究を行う官制附置研究所「金属材料研究所」となった。初代所長は本多光太郎(後, 東北帝大総長)である。金研の設置の背景には, 第一次大戦の影響で鉄鋼の自給に迫られる中で基礎研究が重要とされたことがある。金研は, 前身が設置された理科大学物理学教室(現:理学部物理学科)に関わるとともに, 工学部金属工学科ともその創立時(1924年)から研究教育で緊密に協力してきた。初代の学科主任は金研の助教授を経て工学部教授に着任した村上武次郎(金研を併任, 後に第3代所長)である。

図1に戦前～戦中にかけての金研の組織的変遷をまとめる<sup>(3)</sup>。附置研当初の研究組織は冶金, 製鋼, 鋳物の3研究部であったが, その後研究部が増設され1943年には10研究部となる。その後1945年には従来の10研究部を基礎研究部10部門とし, 新たに民間との直接協力を行う工業化研究部7部門を設置する大部門体制へと改組された。戦中は基礎研究に加え, 戦時研究として兵器用鉄鋼材料の研究開発も行われた。東北大学では1941年に選鉱製錬研究所(「選研」, 現在の多元物質科学研究所の前身の1つ)が設置され, 製鋼・製錬研究の中心は工学部と選研へと移行する。金研では, 戦後の改組の中で, 金属に加えて, 原子力関連材料, 化合物・セラミックス・アモルファス等の幅広い新物質・材料や各種分析手法の研究開発を進めていく。1970年前後から1980年代にかけての材料照射や強磁場環境など大型施設の設置, 1987年

\* 東北大学金属材料研究所; 教授(〒980-8577 仙台市青葉区片平2-1-1)  
History of Steel Research in Institute for Materials Research (“KINKEN”) of Tohoku University; Tadashi Furuhashi (Institute for Materials Research, Tohoku University, Sendai)  
Keywords: iron, steel, physical metallurgy, microstructure  
2023年3月2日受理[doi:10.2320/materia.62.434]

表1 戦前～現在までの金研における組織的沿革.

1916	東北帝国大学理科大学に 臨時理化学研究所第2部として発足
1919	東北帝国大学附属鉄鋼研究所として設置 — 初代所長：本多光太郎博士
1922	金属材料研究所へ改称 — 官制による附置研究所としてのスタート 3部門設置、軽金属・非鉄合金を含む金属の総合研究所
1949	21部門構成となる
1952	日本初のヘリウム液化機導入 — 低温物性関係の共同利用の魁
1957-62	原子炉材料関係4部門の増設 — 25部門構成
1969	附属材料試験炉利用施設（現：量子エネルギー材料科学国際研究センター）設置 — 原子力材料関連研究の共同利用
1981	附属超電導材料開発施設（現：強磁場超伝導材料研究センター）設置 — 強磁場環境の共同利用
1987	全国共同利用研究所への改組、Institute for Materials Researchへ改称 新素材開発施設（現：新素材共同研究開発センター）設置 — 素材開発装置の共同利用
1994	スーパーコンピュータ導入
2001	計算材料科学センター 設置 — 材料科学分野でのスパコン共同利用への展開
2002	材料科学国際フロンティアセンター（現：国際共同研究センター）設置 — 国際共同研究の組織的推進
2006	附属大阪センター（現：産学官広域連携センター）設置 — 広域連携での産業界支援
2009	材料科学共同利用・共同研究拠点の認定
2015	先端エネルギー材料理工共創研究センター 設置
2016	金研百周年
2018	材料科学国際共同利用・共同研究拠点の認定 — 2021 認定更新

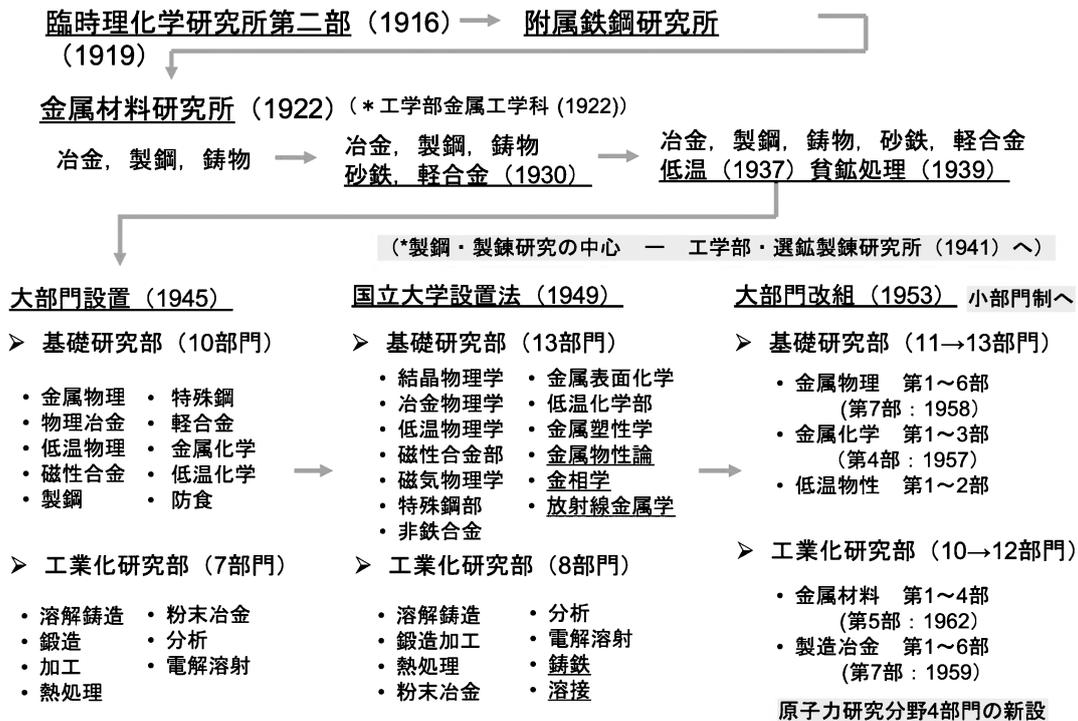


図1 戦前～戦中にかけての金研の改組.

の全国共同利用研究所への改組も契機にさらに組織が拡充された。現在は5研究部(小講座形式の27部門)に5附属研究施設, 4共同研究センターを加えて, 材料科学分野の先導を掲げて研究を推進するとともに, 国際共同利用・共同研究拠点活動を通じたコミュニティ育成への貢献や, 創立以来の理念「産業は学問の道場である」を体現する産官学連携など, 多彩な活動を現在まで行っている。

日本金属学会は, 1937年に金属に関する理論と工業の進歩発達をはかることを目的として設立されたが, 本多博士の東北帝国大学在職25周年にその貢献を記念して設立された記念会の寄付金の一部を原資とした。金研が発行した月刊誌「金属の研究」は日本金属学会誌の前身である。金属学会は, 現在の鉄鋼協会学会部門の前身である鉄鋼基礎共同研究会の設置を1963年に鉄鋼協会, 日本學術振興会とともに主催した。現在も金研は他機関と協力し, 多くの学協会で主導的役割を担っている。

### 3. 日本における鉄鋼の研究と金研の関わり

#### (1) 本多スクールにおける研究(～戦前までの研究)

金研初期から戦前の本多スクールでの鉄鋼研究は多彩である<sup>(4)</sup>。KS鋼などの特殊鋼, 鉄の状態図および各種相変態, 焼入れ焼戻し, 鉄単結晶の磁気異方性などが代表的なものとして上げられる。成果の多くは東北帝国大学理科報告(英文)に収録されている。また, 和文でまとめられた著書<sup>(5)</sup>, また成果のサマリーも参照されたい<sup>(6)(7)</sup>。興味をお持ちの方には, 本所のホームページの動画アーカイブにて, 研友会が所蔵している本多自らの講義動画を観ることができるので, ここに紹介しておく。

表2は, 金研が設置されるまでの, 欧米と日本における鉄鋼の製造技術および研究の発展を比較したものである<sup>(8)</sup>。現在の鉄鋼製造法の基本である高炉および転炉法は英国での開発された。1880年代には米国及び英国にて鉄鋼協会が創設されている。日本での最初の洋式高炉は盛岡藩士大島高任の努力で1857年に釜石に建設された。その後釜石および八幡での官営製鐵所設立があり, これらの技術開発および実装業

表2 欧米と日本の鉄鋼研究の進展(維新前～大正)。

欧米	日本
1735 コークス高炉の完成(ダービー二世)	
1820 合金鋼の実験(ファラデー)	1850 島津家 精錬所設立
1856 転炉法の開発(ベッセマー)	1857 日本初の洋式高炉
1864 鉄と鋼の顕微鏡組織(ソルビー)	
1865 米国鉄鋼協会 創設	1867 明治維新
1869 イギリス鉄鋼協会 創設	
1878 鉄の顕微鏡による研究(マルテンス)	1880 官営 釜石製鐵所
1887 鉄の同素変態(オスモン)	1901 官営 八幡製鐵所
1884 高マンガン鋼開発(ハドフィールド)	1913 「金属組織学」(俄)
1890 ケイ素鋼の研究(ハドフィールド)	1915 日本鉄鋼協会 設立
1897 鉄-炭素状態図(オーステン)	1916 臨時理化学研究所第2部
1899 インバー合金の開発(ギョーム)	1919 鉄のA2変態(本多)
1900 鉄-炭素状態図の確立(ローゼンボーム)	1922 金属材料研究所の設置

に多大な貢献をした東京帝国大学教授の野呂景義らの提唱により1915年に日本鉄鋼協会が設立されている。著者の専門である物理冶金学・金属組織学の分野では, 合金鋼研究の先達であったファラデーの後, 顕微鏡技術を金属の研究に導入した英国のソルビーやドイツのマルテンスの研究が画期的な進歩をもたらす。日本では東京帝大の俵国一がこの手法を導

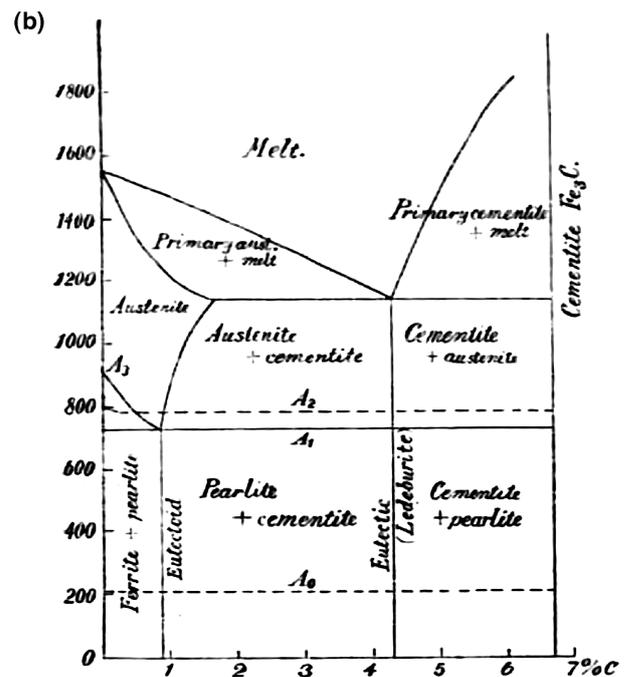
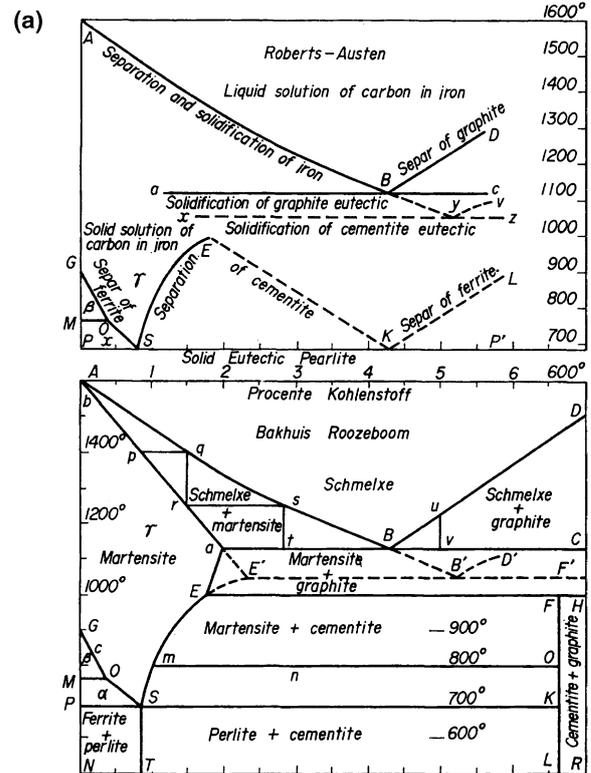


図2 Fe-C 2元系状態図の代表的な研究成果。(a) ロバーツーオーステン(上図)とローゼボーム(下図)による状態図<sup>(9)</sup>, (b) 本多らの研究による状態図<sup>(10)</sup>。

入して研究を主導した。金研の本多スクールでも村上らが中心となって金属組織の研究を精力的に行った。俵も金研の囑託として、それに貢献している。表2の比較では日本における鉄鋼の学術研究は欧米に対して30年ほど遅れていたことがわかる。

図2は、19世紀末における研究の中でまとめられていったFe-C二元系状態図の研究成果である。図2(a)<sup>(9)</sup>の上図に示した米国のロバート・オーステンの状態図に描かれている相境界線は現在のものにかかなり近いが、オランダのローゼンボームが米国の科学者ギブスの提唱した相律の概念に基づいて状態図の原型を下図のように確立した。ただし、状態図の中にマルテンサイトが存在している。これは、当時高温でマルテンサイトが存在し、冷却時に室温でも残存するという考え方があったことによる。図2(b)は本多らが金研での研究に基づいて提唱した状態図である<sup>(10)</sup>。この状態図にはすでにマルテンサイトがなく、その精度の高さには驚くべきものがある。

本多スクールにおける世界的な業績は、金属の磁性に関する研究である。実用面ではKS磁石を始めとする強磁性材料、増本量(第6代所長)らによるセンダストなどの軟磁性材料の開発がある。一方、基礎研究としては鉄の磁気変態の研究がまず上げられる。フランスのオスモンは、熱分析を用いて純鉄を加熱・冷却した時の潜熱の発生を研究し、1887年に鉄の同素変態の存在を提唱したが、現在我々が鉄の磁気変態点(キュリー点)である770°C付近の変態を巡って有名なβ鉄論争が当時展開されることになる<sup>(9)</sup>。ちなみにピエール・キュリーは、オスモンの報告に先立って鉄の帯磁率の変化を報告している。この論争では、オスモンらが別の結晶構造の存在を提唱したのに対して、一方で米国のアーノルドらは炭化鉄の生成を主張し、両派が大きく対立した。

本多はドイツ留学で学んだ熱分析をこのA<sub>2</sub>変態に応用し、fcc鉄からbcc鉄への構造が変化するA<sub>3</sub>変態点では熱量変化曲線の微分値に不連続が見られるのに対して、A<sub>2</sub>変態点では連続であることを1915年に報告した<sup>(11)</sup>。このことはA<sub>2</sub>変態が結晶構造変化をともしないことを強く示唆するものである。論争への最終的な終止符が打たれるのは、ウェストグレンによるX線回折実験<sup>(12)</sup>を待つことになるが、本多の成果は、当時の論争の解決に大きな役割を果たしたと評価されている。このあたりの詳しい内容は文献(8)および(13)を参照されたい。

本多らの鉄の磁性研究は現在のエネルギー問題にも大きく貢献している。英国のハドフィールドは鉄の電磁特性におよぼす種々の合金元素の影響を評価する中で、現在でも変圧器やモーターの鉄芯用の電磁鋼板として用いられているケイ素鋼を発見した<sup>(14)</sup>。欧米での熱延電磁鋼板の工業生産は1904年頃から始まったが、日本では1924年以降である<sup>(15)</sup>。ケイ素鋼はFe-3%Siの組成を持ち、bccフェライト構造を示す。鉄芯に巻いたコイルに交流電流を流すと交番磁界が発生し、ヒステリシス損と渦電流損からなるエネルギー損失(「鉄損」)が起こる。本多と茅誠司(後、東京大学総長)は、純鉄の

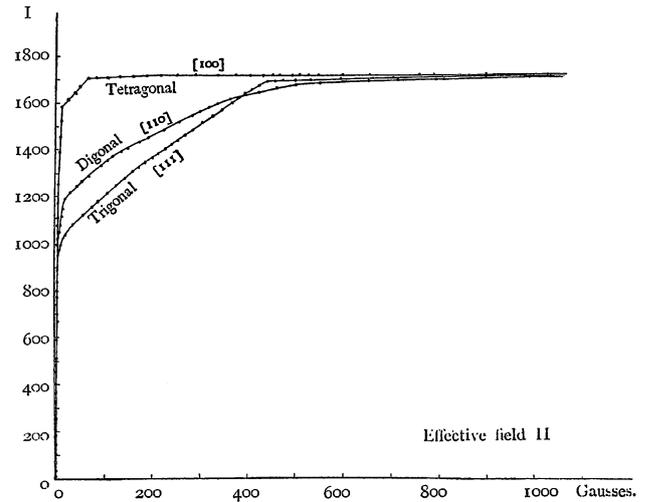


図3 本多、茅による純鉄単結晶の磁化曲線の結晶異方性<sup>(16)</sup>。

単結晶の磁化曲線の測定より、結晶磁気異方性を発見し、bccの<100>方向が容易磁化方向であることを示した(図3)<sup>(16)</sup>。この知見は、その後米国や日本における再結晶集合組織を制御して鉄損の低減を図った一方向性電磁鋼板、無方向性電磁鋼板の開発につながった。特に無方向性電磁鋼板は今後飛躍的に拡大するEVのモーター部材として不可欠の素材で、今後の社会における省エネルギーにも大きく貢献するものである。

本多スクールにおいて、鉄鋼の組織学的研究を主導したのは先述した村上武次郎である。村上は「特殊鋼の開拓者」とも呼ばれ、KS磁石の組織制御からステンレス鋼、高速度鋼の研究を行った。特に多くの鉄基二元系・三元系について平衡状態図を精査し、自ら開発した赤血塩(フェリシアン化カリウム)アルカリ溶液(「村上試薬」)を腐食液に用いて特殊鋼中の炭化物などの複雑な区別を行った<sup>(17)</sup>。金研では他にも石原寅次郎、岩瀬慶三その他の研究者が状態図に取り組んでいたが、当時の状態図研究については、村上の指導を受け、後に工学部金属工学科教授となった佐藤知雄の回想記事<sup>(18)</sup>より伺い知ることができる。村上は、日本における鋼材溶接の冶金学的研究を金研において始めたことにも言及したい。他の大学で溶接工学を発展させた関口春次郎(金研助手→名大工)、岡田実(阪大工、後に総長)は東北帝大金属工学科を1930年に卒業したが、ともに村上門下であったことを申し添える。

著者のように鉄鋼の相変態に関わるものにとって当時金研所属の大先達として忘れていけない研究者は、ミスター・マルテンサイトである西山善次である。本多スクールでの研究手法は、1910年代は化学分析、熱分析、顕微鏡観察が主体であったが、先述したA<sub>2</sub>変態でのウェストグレンの成果もあり、1920年代以降は磁気分析、電気抵抗に加えてX線回折を用いた研究が精力的に展開された<sup>(19)</sup>。西山は、山田良之助、関戸信吉が行っていた鋼の焼入れ焼き戻しの研究をさらに発展させたが、X線回折を駆使して炭素鋼マルテンサ

イトの正方晶性を解明する<sup>(20)</sup>とともに、fcc→bcc マルテンサイト変態における新たな結晶方位関係(N関係あるいはN-W関係)の発見<sup>(21)</sup>など世界に冠たる成果を挙げている。西山は1936年まで金研で助手を務めた後、大阪大学産業科学研究所に異動したが、その後日本のマルテンサイト研究の隆盛に果たした大きな役割については説明の必要はないであろう。西山と本多の関係の一端は、文献(22)(23)より知ることができる。

金研における鉄基高合金の機能性の研究は、増本量(第6代所長)によって主導された。最も代表的なものは高い透磁率を持つセンダスト(Fe-10Si-5Al)である<sup>(24)</sup>。ギョームは1897年に室温付近で熱膨張係数がゼロになるFe-36Niインパー合金を発見したが、増本らはスーパーインパー(Fe-32Ni-4Co)、ステンレスインパー(Fe-52Co-11Cr)などを開発し、その分野の発展に大きく寄与した<sup>(25)</sup>。

## (2) 戦後の研究展開～現在の取組み

金研では、戦後、基礎研究部での磁性や金属塑性などの基礎研究、工業化研究部での強靱鋳鉄・鋳鋼、非鉄金属の製錬等の研究が進められた。村上武次郎より特殊鋼部門を引き継いだ今井勇之進は、各種相変態を含む鉄鋼の組織と特性に及ぼす合金元素の効果および窒素鋼の研究を展開し戦後の鉄鋼研究をリードした。表3は、村上研の時代から今井研における集録形態で発表されている主要な研究論文である。その業績は、今井による解説記事を参照されたい<sup>(26)-(28)</sup>。今井の研究成果で特筆すべきものは、鋼の合金元素としての窒素の役割の解明である。代表的な研究の一部を図4に示す。図4(a)は土屋らがFe-NマルテンサイトのMs点のN濃度依存性をFe-Cの場合と比較したものである<sup>(29)</sup>。彼らはマルテンサイトの正方晶性について炭素や窒素の規則配置として熱力学的に取扱い詳細な検討を行っている。一方、図4(b)は12%Cr-Fe-C-N系4元合金の組織マップの検討結果である<sup>(30)</sup>。高Cr鋼では炭素や窒素の含有量によってフェライトやオーステナイトの相安定性が変化し、またCrの炭化物や

窒化物が析出が起こることで耐食性が低下したりする。よって、種々の組成やプロセス条件による組織変化を明らかにし、状態図に関する理解を深めることが重要である。現在でも高窒素ステンレス鋼は高強度と高耐食性を兼ね備えた材料として知られている。特にオーステナイト系ステンレス鋼における主要成分のNiは高価で、また生体アレルギーを起こすことから、これを一部でも代替できる窒素の添加はコスト減や生体材料への適用において有望であり、今井らの研究の重要性が理解できる。その他の成果を含めた鉄鋼における窒素の役割についての教科書も今井とその門下によりまとめられ、出版された<sup>(31)</sup>。

戦後の鉄鋼研究は、日本の鉄鋼業の飛躍的発展とともに活発に推進された。1960年前後に鉄鋼メーカー各社は、それまでの箇所研での研究体制から中央研究所の設立へと向かい、研究開発への莫大な投資が行われた。また関連研究を行う研究機関も官立3研究所、4試験所、公立3研究機関、大

表3 今井勇之進の主な研究(集録を中心)。

村上武次郎・ 今井勇之進	鋼の恒温変態に及ぼす諸元素の影響 (第1~5報)	日本金属学会誌 (1942~44)
村上武次郎・ 今井勇之進・ 矢沢悦次郎	特殊鋼の滲炭に関する基礎的研究 (第1~5報)	日本金属学会誌 (1944~48)
今井勇之進・ 泉山昌夫	鋼の深冷処理について (第1~4報)	日本金属学会誌 (1955~58)
今井勇之進・ 熊田健三郎	高クロム鋼の研究 (第1~3報)	日本金属学会誌 (1953~54)
今井勇之進・ 石崎哲郎	鋼の合金元素としての窒素 (第1~20報)	日本金属学会誌 (1953~56)
今井勇之進・ 増本健	γ型耐熱合金の焼戻過程に関する研究 I~V	鉄と鋼 (1961~62)
今井勇之進・ 宮崎亨	粒子分散型合金の機械的性質	日本金属学会誌 (1962)

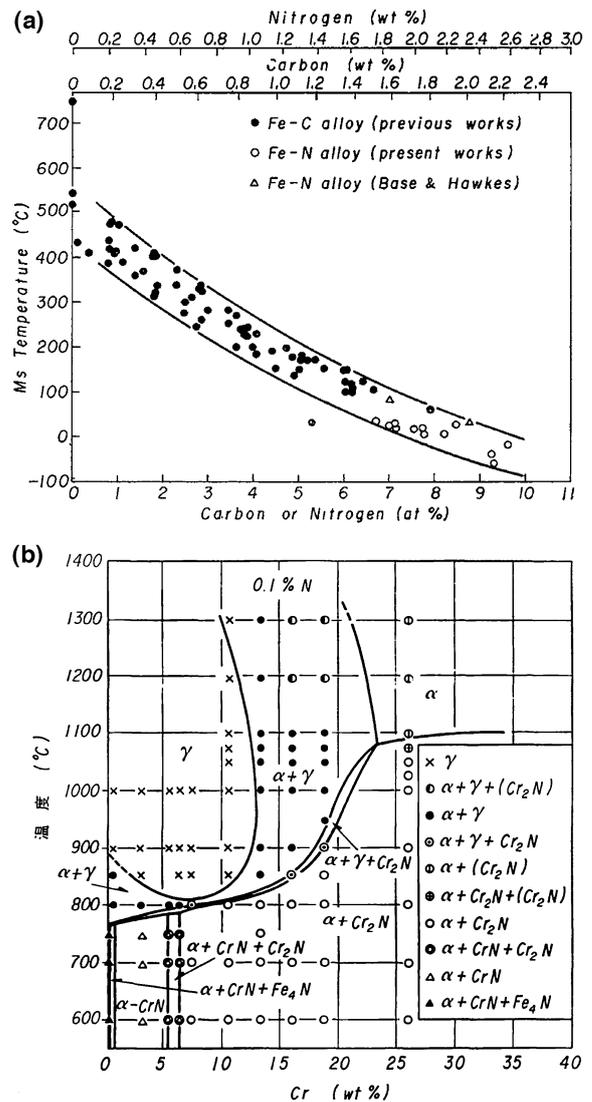


図4 (a) Fe-N合金のMs点のN濃度依存性<sup>(29)</sup>。(b) Fe-12%Cr-C-N 4元系の0.1%N縦断面図<sup>(30)</sup>。

学関係10研究所，特殊法人2研究所と隆盛を極め，活発な研究が行われることになる。しかしながら，その中での問題意識として，学協会での企業間共同研究の推進や大学等の基礎研究の応答展開，さらには官民を問わず総合的有機的な研究開発の実現の必要性が問われ，欧米に対する科学技術費の非常に低い政府支出率も問題視されるなど，現在の状況とも共通する課題が指摘されている<sup>(32)</sup>。

1970年代から80年代においては，厚鋼板製造における加工熱処理(TMCP)技術が確立される中で，より効率良い製造に向けて鉄鋼の組織・材質予測技術が注目され，また高強度化と溶接性の向上の両立を目指した低炭素ベイナイト鋼の開発も進められた<sup>(33)</sup>。薄鋼板では，自動車用鋼板の研究が大きく進められ，高加工性の追求における極低炭素鋼から Interstitial Free (IF) 鋼へのシフト，オイルショックを背景とした自動車の燃費向上の要求に答えるべく複合組織鋼の開発が精力的に行われていく<sup>(34)</sup>。この中では，特に低合金鋼の相変態組織制御の研究が必要とされ，日本の産官学で多くの研究者により進められていくことになるが，金研では当時対応する指導的人材が不足しており，東北工科大学や他大学・他機関に関連研究の中心は移っていくことになる。

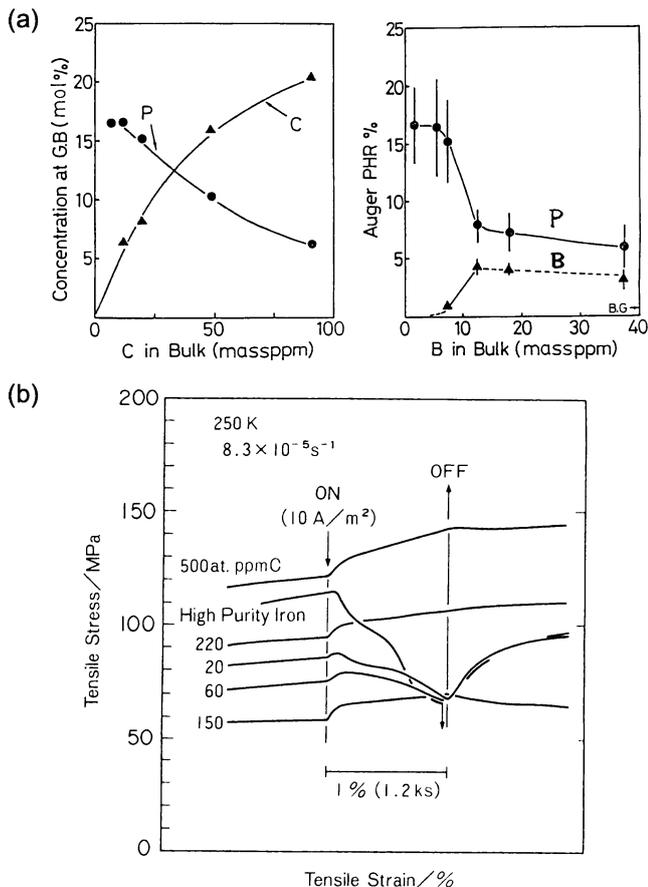


図5 (a) Fe-0.2%P合金フェライトの粒界P濃度とC添加量(左図)およびB添加量(右図，ただし縦軸はオージェ分光で評価した粒界被覆率)との関係<sup>(35)</sup>。(b) 高純度鉄とC微量添加材の応力-ひずみ曲線(250 K引張)におけるHチャージの影響<sup>(36)</sup>。

その中で，鉄の本質を理解するための基礎研究は金研において引き続き追求された。1965年に金属塑性学部門担当となった木村宏は，その後基礎鉄鋼学研究部門に異動し，格子欠陥全般を対象に金属の力学的性質を一貫して研究した。特に超高真空電子ビーム浮遊帯溶融や高純度電解鉄からの超高真空高周波溶解などの画期的な手段を駆使して，純度99.999%以上までに至る高純度鉄を創製し，その力学物性と微量元素添加の影響に関して大きな研究成果を挙げた。その代表的な成果を図5に示す。図5(a)は高純度鉄におけるリン(P)偏析におよぼす炭素(C)およびボロン(B)微量添加の影響を示している<sup>(35)</sup>が，両元素の添加によって粒界脆化元素であるP偏析が低減されている。主な原因としてサイトコンペティションが提案されているが，靱性向上についてはCおよびBによる粒界強化の可能性も言及された。図5(b)は，高純度鉄にCおよびHを微量添加したときの固溶軟化および固溶強化の挙動を示すものである<sup>(36)</sup>。高純度鉄ではHが固溶軟化をもたらすのに対して，C含有量が増えると，逆に硬化に転じており，Hの塑性変形挙動への影響が不純物濃度によって異なることがわかる。このような高純度鉄の力学的性質の研究は，鉄という元素の持つ本性に迫るものであり，基礎的知見としてインパクトの大きいものであった。

一方，同時期に，増本健(第15代所長)はアモルファス金属の研究を精力的に推進し，鉄合金において高強度，高耐食，軟磁性という稀有な3大特性を発見した<sup>(37)</sup>。図6はFe-Si-Bアモルファス合金の応力-ひずみ曲線であるが，高強度ピアノ線と比較してより高強度が得られるとともに伸びも示していることがわかる。増本らは工業化に必要な各種製

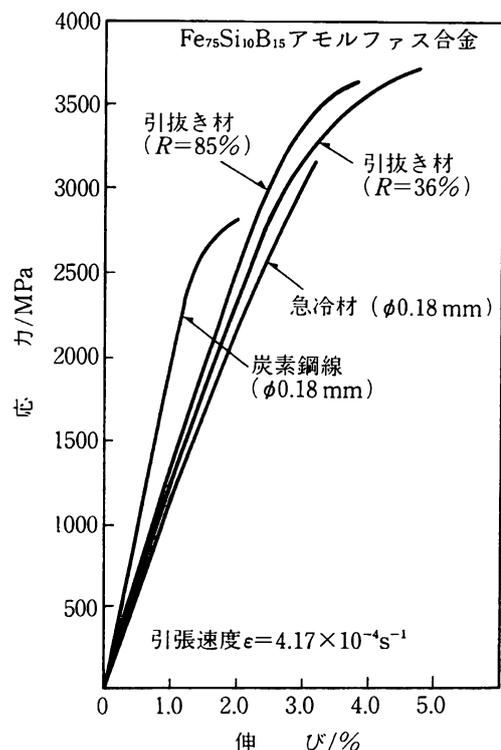


図6 鉄基アモルファス合金の引張特性<sup>(37)</sup>。

表4 その他の部門での主な鉄鋼関連研究.

金属塑性学部門 (1949~1975) (旧:物理冶金部)	寿時富弥: Alの加工硬化など 幸田成康: 電子顕微鏡による析出・変形挙動解明 木村 宏 (1975年基礎鉄鋼学へ移動)
冶金物理学部門 (1949~) (旧:物理冶金部, 後 “や金”物理学 → ランダム構造物質学)	竹内 栄: 金属精錬・浸炭, 高純度チタン合成 (鈴木秀次: マルテンサイト成長機構, 加工・再結晶, 鈴木効果) 鈴木謙爾: 液体金属物性, アモルファス構造, X線・中性子散乱利用
金属表面化学部門 (1949~) (旧:防蝕部 後 生体材料学 → 構造制御機能材料学)	下平三郎: 合金の応力腐食割れ・水素脆性 (鉄基: 軟鋼, ステンレス鋼) 鉄さびの生成反応機構 橋本功二: 超耐食アモルファス合金と不動態化 (鉄基: Fe-(Ni)-Cr-半金属)

造法も確立したが, その成果は企業における磁気ヘッドやトランスなどの用途での実用化に繋がっていく. その後のアモルファス研究, さらに井上明久(第18代所長)らが進めた金属ガラスの研究においても, 様々な合金系および化学組成を持つ金属基材料の広範な研究が推進されたが, 著者の限られた知識の範囲では, ある程度のサイズの構造部材に必要な特性である良好な強度-延性・靱性バランスは, 鉄基合金では未だ実現には至っていないと思われる. 一方, その優れた軟磁性特性は, 牧野彰宏らの研究により新たな展開を生み出し, ナノ結晶化の過程を経て, ケイ素鋼の特性を上回る超低磁心損失・高鉄濃度軟磁性合金の開発<sup>(38)</sup>へと波及するが, 本稿の本題は構造材料としての鉄鋼研究にあるので, 機能材料に関するこれ以上の記述は割愛したい.

以上, 1980年代までの金研における鉄鋼の物理冶金的研究の発展のサマリーを述べてきたが, それ以外に種々の周辺研究も行われた. 表4は, その中の一部を例示したものである. X線・中性子回折や電子顕微鏡の応用や塑性変形, あるいは金属の腐食挙動などを研究する部門が研究活動を行っていた. 個々の部門の変遷は様々であるが, その研究の系譜は今でも脈々と続いている. 現在の金研における鉄鋼研究の主体は, 著者らが行っている元素機能に基づく鉄鋼の組織と特性制御に加えて, 高強度鋼の腐食・水素環境下での特性評価, 原子炉用鉄鋼材料の劣化挙動, 鉄鋼製造プロセスにおける微量分析・迅速分析法の開発などである. その詳細については, 本所のウェブサイトなどで紹介しているので, 興味のある方はご参照されたい.

#### 4. おわりに—今後への期待

本稿では, 日本の鉄鋼研究の中で特に物理冶金学の発展に注目して, 著者が所属する金研の研究を振り返りながら概説した. 100年を優に超える歴史をまとめるには大変力不足で, 不十分な内容であったかとは思いますが, 読者の皆様には研究所での所属期間も20年に満たない弱輩の作としてご容赦いただければ幸いです.

日本の鉄鋼業は, 社会基盤を支える最も重要な基幹産業分野として我が国の経済発展と国際競争力を支えてきた. しかし, 昨今の東アジアを中心とした諸外国の鉄鋼生産技術の著しい向上, カーボンニュートラルやサーキュラーエコノミー

など国内外の社会環境の急激な変化への対応など多くの重要課題を抱える中, レジリエントでグリーンな社会基盤構築などで期待される役割は大きい. その中では, 革新的な技術発展とそれを支える学術基盤の飛躍的進展が今後不可欠であることは言うまでもない. 産官学が強力に連携し, マテリアルDXなどの新たな展開<sup>(39)</sup>も活用しながら, 鉄鋼の学術のさらなる活性化と次世代を担う人材育成が推進されることを切に祈念する.

なお, ここまでの引用文献等に加えて参考とした文献および図書を最後に挙げておく<sup>(40)-(46)</sup>.

#### 文 献

- (1) 創立100周年日本鉄鋼協会誌, (2015).
- (2) 金属材料研究所創立百周年記念誌, (2016).
- (3) 金研五十周年記念誌, (1966).
- (4) 平林 真編, 本多記念会監集:「本多光太郎—マテリアルサイエンスの先駆者—」, アグネ技術センター, (2004), 25.
- (5) 本多光太郎:「鐵及び鋼の研究」, 第1~4巻, 内田老鶴圃, (1919-1926).
- (6) 本多光太郎: 鐵と鋼, **21**(1935), 384-392.
- (7) 本多光太郎: 鐵と鋼, **16**(1930), 133-150, 241-269.
- (8) 中澤護人:「鉄のメルヘン 金属学をきざいた人々」, アグネ, (1975).
- (9) 中沢護人: 日本金属学会会報, **16**(1977), 291-297.
- (10) 本多光太郎:「鐵及び鋼の研究」, 第2巻, 第1章(1920).
- (11) K. Honda: J. Iron Steel Inst., **91**(1915), 199-254.
- (12) A. Westgren: J. Iron Steel Inst., **105**(1922), 241-273.
- (13) C. S. Smith: “A History of Metallography”, The MIT Press, (1980).
- (14) W. F. Barrett, W. Brown and R. A. Hadfield: Sci. Trans. Roy. Dublin Soc., **8**(1902), 1-22.
- (15) 岡見雄二: ふえらむ, **2**(1997), 52-57.
- (16) K. Honda and S. Kaya: Sci. Rep. Tohoku Imperial Univ., **15**(1926), 721-752.
- (17) 村上武次郎: 日本金属学会誌, **6**(1942), A218-A225.
- (18) 佐藤知雄: 日本金属学会会報, **16**(1977), 533.
- (19) 松尾宗次: まてりあ, **38**(1999), 39-42.
- (20) 本多光太郎, 西山善次: 金属の研究, **10**(1933), 1-25.
- (21) Z. Nishiyama: Sci. Rep. Res. Inst. Tohoku Univ., **23**(1934), 638-664.
- (22) 西山善次: 日本金属学会会報, **16**(1977), 535.
- (23) 清水謙一: ふえらむ, **19**(2014), 619-624.
- (24) 増本 量, 山本達治: 日本金属学会誌, **1**(1937), 127-135.
- (25) 斎藤英夫, 藤森啓安: 日本金属学会会報, **7**(1968), 263-278.
- (26) 今井勇之進: 鐵と鋼, **51**(1965), 2336-2358.
- (27) 今井勇之進: 日本金属学会会報, **11**(1972), 503-512.
- (28) 今井勇之進: 日本金属学会会報, **14**(1975), 405-415.
- (29) 土屋正行, 泉山昌夫, 今井勇之進: 日本金属学会誌, **29**

(1965), 427-433.  
 (30) 今井勇之進, 増本 健, 奈賀正明: 日本金属学会誌, **31** (1967), 1399-1405.  
 (31) 村田威雄, 坂本政記: 「鋼の物性と窒素」. 今井勇之進編, プグネ技術センター; 増補版(2005).  
 (32) 日本鉄鋼協会50年史(再掲), 鉄と鋼, **51**(1965), 1347-1382.  
 (33) 津山青史: 鉄と鋼, **100**(2014), 71-81.  
 (34) 高橋 学: 鉄と鋼, **100**(2014), 82-93.  
 (35) 木村 宏: 鉄と鋼, **79**(1993), N754-N760.  
 (36) 木村 宏: 鉄と鋼, **79**(1993), 131-138.  
 (37) 増本 健: 日本金属学会会報, **23**(1984), 739-749.  
 (38) 牧野彰宏: まてりあ, **55**(2016), 89-96.  
 (39) 極限環境対応構造材料研究拠点 HP (<http://risme.imr.tohoku.ac.jp>).  
 (40) 金研七十五周年記念誌(1991).  
 (41) 東北大学百年史 七 部局史四 第一編 金属材料研究所, (2006).  
 (42) 「本多光太郎 伝」, 石川悌次郎著; 日刊工業新聞社, (1964).  
 (43) 「本多光太郎先生の思い出」, 誠文堂新光社, (1955).

(44) 追悼 村上武次郎先生出版委員会 編集・出版, 「追想 村上武次郎先生」, (1980).  
 (45) 石川悌次郎著: 「増本量伝」, 誠文堂新光社(1976).  
 (46) 初山高仁著 東北大学出版会: 「鉄の科学史—科学と産業のあゆみ—」, (2012).



古原 忠

★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★

1989年 カーネギーメロン大学大学院工学研究科博士課程修了 Ph.D

1989年 京都大学工学部金属加工学科 助手  
 1997年 同大学院工学研究科材料工学専攻 助教授  
 2005年10月より現職(2020年4月～2023年3月  
 第22代金属材料研究所長)

2022年4月～現在 第56代日本鉄鋼協会会長  
 専門分野: 金属組織学, 鉄鋼材料学, 相変態論  
 ◎鉄鋼を中心とした構造用金属材料の組織および特性の制御に関する研究を, 熱力学・速度論・結晶学など総合的観点から行っている。

★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★