

## 寄 書

UDC 669.1(510)(079.3)

## 中 国 見 聞 記

— 10 か所の製鋼所，大学および研究所を訪ねて —(2)

浅田 千秋\*・田中 良平\*<sup>2</sup>・湯川 夏夫\*<sup>3</sup>See and Hear of Ten Steel Plants, Universities, and Research  
Laboratories of People's Republic of China

Chiaki ASADA, Ryohei TANAKA, and Natsuo YUKAWA

## II. 研 究 所

## 1. 北京鋼鉄研究総院

## (1) 概況

冶金工業部直轄の研究所で，任務は次の2つに大別される。

- 1) 冶金工業部に対する技術的助言とバックアップ。
  - 現在および将来の中国鉄鋼業の方針を出す。
  - 中国の冶金，鉄鋼業の技術的水準を評価する。
  - 新しく開発された技術の応用の検討。
  - 他部門（たとえば機械，石油工業）に対し鉄鋼に関する技術援助。
- 2) 科学研究の推進
  - 製鋼，精錬並びに加工プロセスの研究。
  - 鉄鋼材料の開発（耐熱鋼，磁性材料，セラミック，粉末冶金の基礎と応用などを含む）。
 各プロセスの研究をバックアップする研究（たとえば分析法など）も含まれ，応用研究の比重が大きい。

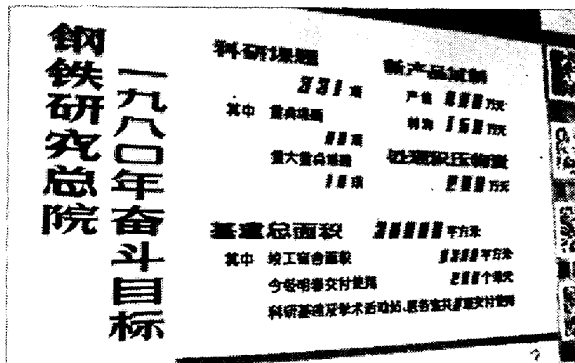


写真 4 北京鋼鉄研究総院の 1980 年の研究目標

1980 年度の研究テーマは，最重要テーマ 14，重要テーマ 60 を含め全部で 331 項目におよび，2000 名（研究員と技術者 1000 名，一般労働者 1000 名）が約 20 の研究室と試験室に属している。

## (2) 研究設備

## 1) 特殊溶解工場

- EBM : 500 kg, 鋼塊直径は最大 230 mm, 15 年前ドイツより購入，純鉄，純金属 (W, Mo, Ta, Nb など) および特殊鋼の溶解に利用。
- VIM : 200 kg, Ni-Mn-Co-Ce などの精密合金，耐熱合金，特殊鋼などの溶解用。
- VAR : 50 kg, 自製 (1958 年)，中国で最初のもの。
- ESR : 200 kg, 自製 (1978 年)。

## 2) 機械的性質測定室

- クリープ破断試験室：シングルのみ 70 台，2 t, 最高 950°C (1958 年)，SCR 制御に改良。データ処理に国産コンピュータ導入。800°C~1000 時間程度の目標で耐熱鋼を試験中。

## 3) 物理関係

- 透過型電子顕微鏡：Philips Model 800, 120 kV (1980 年 2 月)。
- EPMA : PSEM 500X (非分散分析装置付, 1980 年)。
- 光学顕微鏡：Edward 社高温顕微鏡 (最高 1200°C)。
- 各種の光学顕微鏡 (Zeiss 製など)。
- ニコンの高温硬度計。

## 4) 化学分析室

- カントバック (発光分光分析) Poly VAC EP 500 型, 24 元素同時分析。データはコンピュータ処理

昭和 55 年 9 月 5 日受付 (Received Sept. 5, 1980) (依頼寄書)

\* 大同工業大学 工博 (Daido Institute of Technology)

\*<sup>2</sup> 東京工業大学 工博 (Tokyo Institute of Technology, 2-12-1 Ookayama Meguro-ku 152)\*<sup>3</sup> 豊橋技術科学大学 工博 (Toyohashi University of Technology)



写真 5 200 kg ESR 炉 (北京鋼鉄研究総院)



写真 6 中国製 HIP 装置  
(北京鋼鉄研究総院)

(1976 年).

- ・原子吸光分析 (1979 年).
- ・電解分析: アメリカ (1980 年) 製マイコン装備, 低融点非金属介在物の分析などに利用.
- ・ほかに X 線回折装置, ガス分析室など.
- 5) 粉末冶金室: 1500 気圧, 1500°C (Mo ヒーター) HIP (Hot Isostatic Press) と 3000 気圧コールドプレスを自力設計製作 (1977 年). 高速度鋼, 超耐熱合金, 超硬合金, Ti 合金について実験. 粉末はガスアトマイザーで製造 (粒径 80 μm). 真空焼結装置 3 台 (ドイツ製).
- 6) 精密鑄造: Fe 基, Ni 基のディスク, 動翼, 過給機ロータ, セラミックコーティング材などの展示を見学. 実用化されている Ni 基 K-18, TD-Ni の極薄板 (0.05 mm), 極細線等も展示されていた.
- 7) その他: 精密圧延実験室では, セミ 20 段および

1 μ 厚まで圧延可能な 32 段圧延機など, また破壊力学実験室では万能疲労試験機 Instron 社 Model 1251 (1976 年) を見学. 3 点支持により破壊靱性を試験中.

## 2. 沈陽 (瀋陽) 金属研究所

### (1) 概況

1951 年発足, 1953 年正式に設立. 初めは主に鉄鋼業に寄与する目的で, 選鉱, 精錬, 加工など 6 部門で出発したが, 1958 年からの躍進期には新合金, 新プロセスの開発や内部摩擦, 金属強度などが主要課題となった. 1966 年から 10 年間は文化大革命のために研究は停止, 76 年以後新しい体制となったがまだ十分には回復していない.

現在は金属科学の基礎研究を担当し, 中国科学院に所属している. 研究者は 600 人, うち教授 12, 助教授 50, 助手 300 以上. これらの大部分は 15~20 年の研究経験者.

### (2) 設備

研究所内の主な設備は次のとおりでかなり充実している.

1) 溶解室: 150 kVA の電子ビーム溶解炉と 200 kVA の VIF 各 1 基. 前者は Nb などの純金属や高合金を溶製. 鑄塊サイズは 120φ × 最大 15 m 長さ.

2) 機械試験室: 引張試験機 (油圧) 5 台, インストロン 2 および 5 t 各 1 台. 回転曲げ疲労試験機 8 台 (最高 1100°C, 自製). 低サイクル疲労試験機 (±10 t) 1 台. 高サイクル疲労試験機 (高温炉付, 電磁振動型 ±2 t, ±10 t) 各 1 台. シェンク万能疲労試験機 (75 年輸入) 1 台. ほかに自家製疲労試験機 (10 t) もある. シャルピー試験機 5 台 (試験片のセット台に電気炉が直結され, 加熱試験片を押し出すとそのまま所定位置にセットされる).

3) クリープ試験室: 中国製卓上型 (1 t, <1000°C) 40 台. 英国製 9 台. 日本製 1 台. 温度変動用 3 台. クリープ破断観察用 (2~3 mm 厚 × 5 mm 幅 × 20 mm 長さ試験片使用) 1 台. いずれも縦型. クリープ試験の温度測定はコンピュータ化され, 試験材は主にジェットエンジン用で, 最長 2000 時間程度までの試験が行われている.

### 4) 物理冶金関係:

- ・オージェ電子分析装置 (フランス製, 1975 年) 主に破壊機構の研究, 最近では  $2\frac{1}{4}$ Cr-1Mo 鋼の焼もどしぜい性の研究に用いている.
- ・透過電顕 日本製 JEM 150 (1964 年) Ni-20Cr-13W 合金 (ガスタービン燃焼室用板材) の転位組織を調べた例があった.
- ・走査電顕 英国製 S 4-10, (1974 年)
- ・カンチメット 英国製, (1975 年) 非金属介在物の

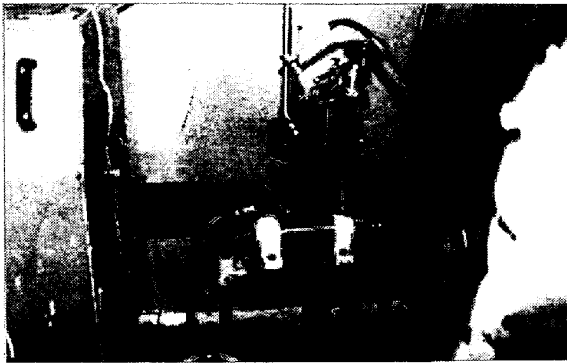


写真 7 瀋陽金属研究所の単ロールアモルファス作成装置

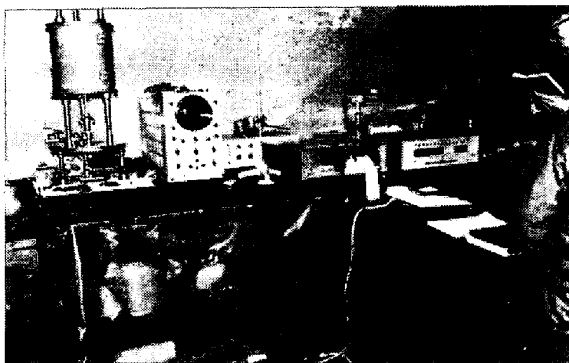


写真 8 内部摩擦測定装置 (瀋陽金属研究所・葛副所長の研究室)

分布などの測定

- ・アモルファス製造装置 単および双ロール型, 最大速度 10 000 rpm. Pd-Si, Fe-Ni-B などのアモルファスの経験あり.
- ・内部摩擦測定装置 本測定法の創始者 葛教授 (副所長) の研究室で, 低周波型は振り式, レーザ加熱 (1979 年製作). Al 合金, アモルファスの転位挙動の研究. また高周波型はパルスエコー方式で 5~55 MHz.

### 3. 鞍山鋼鉄会社の鋼鉄研究所

#### (1) 概況

1938 年に日本人の手で主要な建物が作られ, 1948 年の解放後に, 「鞍鋼」の検査室として再発足し, 1964 年に現在の名前がつけられた. 文革の間は十分に機能を発揮できなかつたが, 1972 年以降, 機能回復に努めている.

鞍鋼のみならず鉄鋼業全般の問題を解決する使命を持ち, 研究テーマは a) 冶金工業部 b) 鞍鋼 c) 自発研究の 3 つから出されているが, 現在 1) 品質の向上 2) 省エネルギー・省資源 3) 品種の拡大 が研究目標の三本柱として挙げられている.

面積は 24 000 m<sup>2</sup>, 人員は 1 306 人, うち管理部門 169 人, 技術者 649 人, 一般労働者 488 人から成っている.

研究室は, 製鉄, 製鋼, 特殊鋼, 鋼材, 圧延プロセス, エネルギー, 溶接, 熱処理と金属学など 16 室のほか, コンピュータ室, 試験工場, 修理工場が附属しており, 研究テーマは現在約 100 を数えるという.

#### (2) 設備

##### 1) 化学分析室

- ・発光分光分析 (北京製) 1 台. 研究所内の分析に利用.
- ・原子吸収分光光度計 Ca, Mg などの微量元素に利用.
- ・スペクトロフォトメータ 3 台 (中国製 1, 英国製 2).
- ・電気化学試験室 選択イオン吸収特性を利用し, スラッグの分析を行つている.
- ・クロマトグラフ (日本製) 酸素分析.
- ・水素分析 (中国製) 全自動 (燃焼室) 分析.

2) コンピュータ室 純中国製 32 kbit デジタル演算用で研究所および鞍鋼のデータ処理に利用され, 将来プロセス制御を行うための研究も進めている.

##### 3) 物理実験室

- ・EPMA: フランス Cameca MS-46, 50 kV (1974 年).
- ・電頭: 50 kV, 中国製 (1966 年) 自動車用薄板中の TiC をレプリカ方式で観察していた.
- ・蛍光 X 線分析装置: Siemens 製, (1974 年). スラッグの分析に利用していた.
- ・X 線回折装置: Siemens 製 (1976 年). 半自動ポルフィギュア装置付き.

##### 4) 力学実験室

- ・引張試験: 50 t 2 台 (ソ連製と日本製). ほかに中国製の 60 t, 100 t, 30 t など各 1 基.
- ・高温引張試験機: 10 t × 1 台 (最高 1 100°C), 5 t 2 台. いずれもドイツ製.
- ・万能疲労試験機: インストロン型, 10 t 高サイクル, 1 台. バイブルフォー型 10 t 1 台, 2 t 1 台. ロール材料の破壊靱性を調査していた.

##### 5) 試験工場

- ・500 kg エル式アーク炉 (1960 年).
- ・熱間圧延機 4 および 3 段各 1 基, 650 mm 幅の板圧延可能.

見学終了後, 日本での研究テーマの選び方, 研究組織, 研究の進め方の 3 点について質問があり, 懇談した.

### 4. 上海鋼鉄研究所

#### (1) 概況

上海冶金工業局に属し, 研究テーマの出所は冶金工業局より 50%, 需要家より 10~20%, 自発研究が 30~40% の割合であるが, 1977 年には重要テーマ 22 のう

ち 17 が工場と直接関係するもので、全テーマ 2964 の  
 中では 1028 が工場と関係しそれぞれに報告書を提出し  
 ている。主要なテーマは次のように分類されている。

(a) 金属の製造プロセス……製錬, 炉外精錬,  
 ESR.

(b) 金属材料……耐食合金, 耐熱合金, チタン合金,  
 精密合金, 合金鋼, 特殊合金など.

10 の研究室があり, その外に金属物理試験, 化学分析,  
 機械試験の補助設備がある。また試作工場を持ち, 一部  
 のニーズが量的に少ない製品の生産も行っている。

研究所の人員は工場労働者も含めて約 3000 名。うち  
 700 名が研究者でその 1/2 は材料開発, 他の 1/2 は測  
 定機器などの研究および試験に従事している。

研究費: 1979 年は売上げ 2050 万元を国家に納め,  
 そのうち約 1000 万元 (約 16 億円) を研究費として支  
 給されたというが, 中国の給料や生活費が日本の 1/20  
 程度と考えれば, この研究費はかなり多いと言えよう。

(2) 見 学

a) 展示室 1980 年 2 月に設置したもので, 広さは  
 150~200 m<sup>2</sup> 程度かと思われる室内の周囲に次のような  
 開発品が 200~300 点も並べられていた (写真 9, 10)。

- 圧延による磁性材料, 電子材料の板: パーマロイ,  
 エリンパー, 6.5Si-Fe, 12Al-Fe, 希土類磁石, Fe-  
 Co-V 半硬質磁石, 方向性ケイ素鋼板, 42%Ni-Fe  
 合金, コパールなど.
- 焼結磁性材料

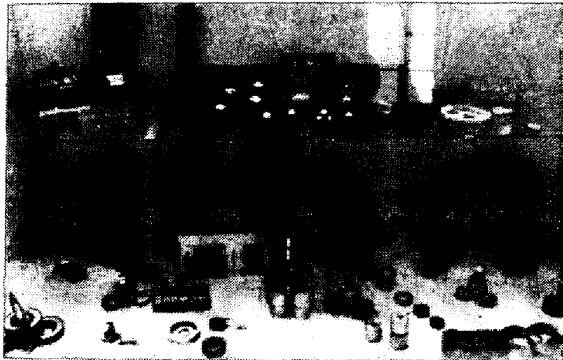


写真 9 製品展示室の一部 (上海鋼鐵研究所)

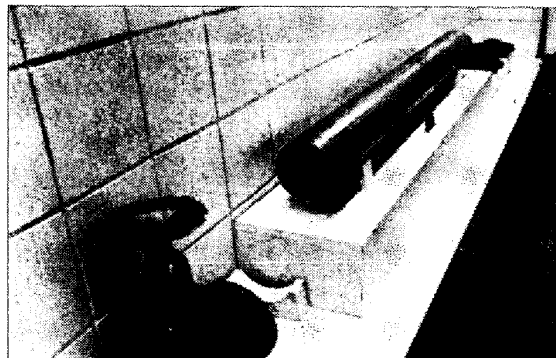


写真 10 製品陳列の一部. HK40 溶造管

- PH 鋼スプリング: 12Cr-5Mn-4Ni-3Mo-Al
- 消音材料: 30Mn-Fe, 紡織用スピンドルのホルダー
- 時計側材: Se, S 入り快削ステンレス鋼
- 三層の composite 合金
- マルエージ鋼, TRIP 鋼
- 形状記憶合金 Ni-Ti (ワイヤー)
- Ti-3Al-2.5V 合金: ガスタービン圧縮機動翼, ボ  
 ルト, 管
- N-155: タービン翼, 精鑄材
- ハステロイ X, W: ワイヤー
- インコネル 600: ガスタービン部品精鑄材
- W 合金: 25 mmφ × 0.5 mmt 継目無管, 板, 棒
- Mo 合金: 35 mmφ × 0.5 mmt 継目無管, 板, 棒
- HK 40 溶造管: 140 mmφ × 10 mmt × 2 m, 最大 3 m  
 まで可能
- 熱間押出鋼管
- ステンレス注射針
- ステンレス替刃材
- 圧延クラッド鋼: Cu-ステンレス, Cu-Ni 合金
- ガラス金型: Ni-Cr 合金を溶射したもの
- 人体用材料: 接骨材, 関節材. Ti 合金など
- 自溶性合金粉末: Ni-B-Si 合金. 各種医療機器材料  
 用
- 各種溶接部品: 硬化肉盛など
- 耐海水ステンレス鋼: 18Cr-4~5Ni-2~3Mo 二相鋼
- アモルファス合金: (Fe, Ni, Co)<sub>76</sub>Si<sub>8</sub>B<sub>16</sub> など,  
 0.1 mmt 箔

b) 第 4 研究室 時間の都合で研究室はここ 1 つだけ  
 を見学した。人員は 105 名, うち大学卒は 37 名。

◦ クリープ試験室 (移転実施中)

中国製卓上型試験機 30 台。最終的には 100 台に増や  
 す予定。クリープ試験用は 3 t, 27 台。

試験温度は 600~900°C を主とし最高は 1000°C。ま  
 た試験材はガスタービン, ジェットエンジン用の耐熱合  
 金とボイラ, 蒸気タービン用の耐熱鋼。

◦ 電頭室 日立製 200 kV, (1977 年輸入) 1 台

ケンブリッジ S4-10 型走査電顕 (1975 年輸入) 1 台。

◦ 顕微鏡画像解析室 カンチメット 720 型 (1978 年  
 輸入) 1 台, 米国 PPP のコンピュータ付き。フェライ  
 ト量, 粉末の大きさ, 分布などを測定していた。

◦ 疲労試験室 低温用 8 台, 高温用 10 台。

研究室などの設備はごく一部だけを見学したにすぎな  
 いが, 展示室の陳列品はきわめて多彩であり, 水準もか  
 なり高いように感じられた。Ni 基耐熱合金の一方角凝  
 固精鑄材も陳列されており, 後述する上海交通大学と共  
 同で研究しているとのことであつたが, 中空ではなく中  
 実のものであつた。