

UDC 669.1(510)

寄 書

中国見聞記*

——10 か所の製鋼所、大学および研究所を訪ねて (1)——

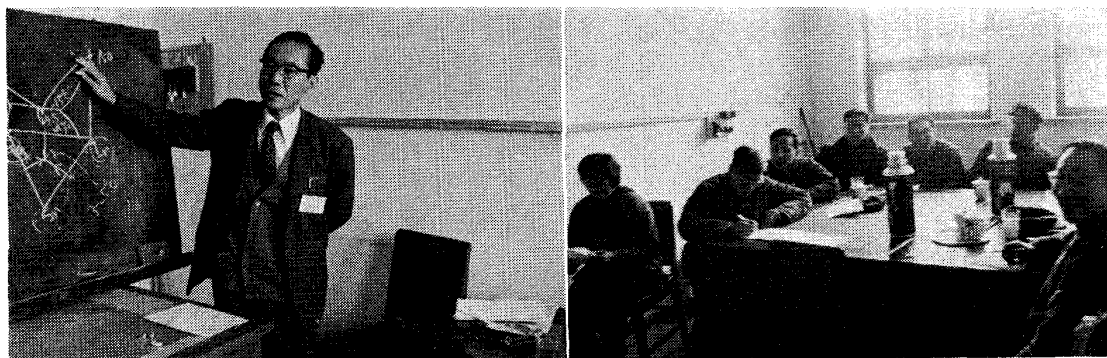
浅田 千秋**・田中 良平***・湯川 夏夫****

See and Hear of Ten Steel Plants, Universities and Research Laboratories of People's Republic of China

Chiaki ASADA, Ryohei TANAKA, and Natsuo YUKAWA

昭和 55 年春、日中科学技術交流東海懇話会(現：東海日中科学技術交流協会)の 2 名の委員(浅田千秋、湯川夏夫)の提案に応じて、学振耐熱金属材料第 123 委員会(委員長田中良平)の多くの委員が参加して耐熱金属材料訪中団^{注)}が組織され、中国金属学会の招待を受けて 3 月 15 日(土)から 3 月 27 日(木)までの 13 日間、北京、瀋陽、鞍山および上海の 4 都市を訪問した。出発前に依頼してあつた 3 つの大学、4 つの研究所、および鉄鋼関係の 3 つの工場の見学がすべて許可され、各地で熱烈な歓迎を受けた。また、鞍山を除く 3 都市で 10 名の団員全員が講演を行う機会を得た。

講演会は 3 都市のいずれの場合も同時に数会場で平行して開かれ、しかもそれらのどの会場も関連各機関より集まつた 50~80 名ぐらいの聴衆が詰めかけ、討論会もそれぞれ 2~3 時間ずつ行われたほどで、特殊鋼、とくに耐熱鋼および耐熱合金についての関心が予想以上に大きいことを痛感した。



a) 黒板で説明する湯川教授

b) 座談会に集まつた中国の研究者たち

写真 1 瀋陽の金属研究所での座談(討論)風景

本誌「鉄と鋼」には最近、本協会の訪中学術使節団の報告^りが掲載され、筆者の 1 人(田中)はそれにも参加しており、訪問先も今回と重複した大学・工場が 5 か所あるが、なるべく内容面での重複を避けながら各訪問先の組織や構成、設備、研究内容などの概要を団員諸氏の見学メモを中心にとりまとめ、3 回連載の形で報告してご参考に供したい。

* 昭和 55 年 8 月 1 日受付 (Received Aug. 1, 1980) (依頼寄書)

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

*** 東京工業大学 工博 (Tokyo Institute of Technology, 2-12-1 Ookayama Meguro-ku 152)

**** 豊橋技術科学大学 工博 (Toyohashi University of Technology)

注) 団長 浅田千秋(大同工大) 副団長 田中良平(東京工大) 団員 湯川夏夫(豊橋技科大) 藤田利夫(東京大) 細井祐三(新日鉄) 行俊照夫(住友金属) 太田定雄(神戸製鋼) 福井彰一(大同特殊鋼) 渡辺力蔵(日立金属) 根本力男(日本冶金)

I. 工 場

1. 北 京 鋼 廠

(1) 概況と生産量

アーク炉を中心に圧延、鍛造、鋳造、継目無管圧延、冷間引き抜きなどにより各種鋼材を生産する特殊鋼工場である。

直接生産者は約 2000 名、補助労働者を含めて約 5000 名、学卒者は約 200 名、また研究関係に従事するのは 300 名であるが、この中には化学分析などの試験業務を行う人も含まれている。現場では 1 直約 1000 名の 3 交替制をとっている。

年間の生産量は溶解量で 19 万 t、鋼材として 12 万 t。内訳は構造用炭素鋼 40%、合金鋼 25%、軸受鋼 12%、炭素工具鋼 10%、合金工具鋼と高速度工具鋼 8%、ステンレス鋼と耐熱鋼 5% などである。ステンレス鋼は 13Cr 鋼や 18-8Ti で主として化学工業用、また耐熱鋼は 9Cr-2Si (JIS SUH 11 相当)、10Cr-2Si-0.8Mo (SUH 3 相当)、21-4N (SUH 35 相当) などのバルブ鋼が主である。一方、管材は 1Cr-0.5Mo、1Cr-0.5Mo-V、2Cr-0.5Mo-W-V-Ti-B など主としてボイラ管用、また鋳物は 19Cr-12Mn-2Si-(0.15~0.3)N 鋼など浸炭用や熱処理炉底板のような製品がつくられている。

形状別の生産量は、圧延棒鋼 (8~80 mmφ) 80 000~90 000 t/年、鍛延棒鋼 (80~250 mmφ) 20 000 t/年、引き抜き棒鋼 (径又は対辺距離 8~40 mm) 6 000~7 000 t/年、継目無管 (外径 8~63.5 mm) 8 000~10 000 t/年、鋳物 (単重数 kg~2 t) 3 000~4 000 t/年。

(2) 設備と操業

a) 溶解

第 1 溶解工場 塩基性アーク炉 7 t×3 基

第 2 溶解工場 塩基性アーク炉 12 t×4 基, 22 t×1 基

ASEA-SKF 式取鍋精錬炉 15 t×1 基

鋳鋼工場 塩基性アーク炉 4 t×1 基

ESR 炉 1.5 t×2 基

第 2 溶解工場を見学したが、アーク炉で一般鋼を溶製する場合、tap to tap 220 min、造塊は下注ぎで 1 set 8~16 本の鋼塊をつくる。溶解原料はスクラップと銑鉄である。ASEA-SKF 炉は、3 年前に設置したもので、真空度 0.5 mmHg で 1 チャージ 20 min とのことであつた。主に軸受鋼 (1C-1.5Cr) に使用しているとのことであつたが、見学時には調整中で操業していなかつた。

ESR 炉は構造用合金鋼と高速度工具鋼に利用し、高速度工具鋼は主に 18-4-1 型 (SKH-2 相当) と 6-5-4-2 型 (SKH-9 相当) が生産されている。

b) 圧延

分塊はロール径 500 mm×1 500 mm/l, 2 基。

棒鋼圧延機は 3-high 430φ×1 300 l 2 基

3-high 300φ×600 l 5 基

3-high 300φ×750~900 l 2 基

2-high 250φ×600 l 5 基。

280 kg 角型鋼塊 (平均径 220 mm) を 9 パス 程度で 90~100 mm 角に分塊。頭部底部の切り捨て量は約 12%。圧延作業は 2 人、瞬間的には 3 本の鋼塊を同時に圧延機が噛んでおり、非常に能率的である。圧延機本体は輸入品で、ロールは素材を輸入しこれを加工して使用するとのことである。

c) 製管

ロータリ式加熱炉 直径 10m, 1 基。能力 5 t/h

ピアシングミル ロール径 550 mm×350 mm/l 1 基

チューブローリングミル 460 mm×1 200 mm/l 1 基

ドロ잉ベンチ 40 t 1 基, 20 t 2 基

15 t 3 基, 5 t 2 基

ピアシングミルなどはソ連式を手直しして使用しており、約 70 mm×800 mm/l のビレットから約 100 mm×5 mm×5 mm の管に圧延する。管圧延用工具は球形で、1 個で約 1 000 本の寿命とのことであつた。また潤滑剤はおがくずと食塩を用いている。黒皮品の出荷はなくすべて冷牽を行つている。

d) 鍛造

スチームハンマー 5 t と 3 t が各 1 基, 2 t が 2 基。

いずれも両側にマニピュレータが付いており、片側鍛造後、直ちに反対側を鍛造し、1 回の加熱で仕上げる。約 150 mm 角材を 2 min 間ぐらいで 120 mmφ×2 m に鍛伸する。オペレータ 1 名、ハンマー作業補助員 2 名、操炉 1 名の計 4 名で作業し、製品は丸、角及び平角などである。

(3) 研究所

化学分析、物理的性質の試験、製品試験と研究が行われている。高温試験は短時間引張り、クリープ及びクリープ破断試験が行われており、いずれも研究用のみで、クリープ及びクリープ破断試験機は 8 台である。

以上述べたように、北京鋼廠は設備が全般に小型でありまた老朽化したものが多く、日本の昭和 30 年代初期の特殊鋼工場を見る感じであるが、種々のくふうを加えてそれらの設備をフルに動かして増産に努めている模様である。しかし、それだけに工場内の整理は不十分で、安全面も含めて作業の基本態勢の整備までは手がまわらないようである。

2. 鞍山鋼鐵公司

(1) 概況

鞍山は中国の代表的な重工業都市で、鉄鋼コンビナートは 1 市 2 県にまたがっている。鞍山市の人口は約 100 万人、隣りの海城県と台安県の 2 県の人口を合わせて約

230 万人といわれている。

鞍山鉄鋼コンビナートは鉱山、採鉱、選鉱、製鉄、製鋼、分塊、圧延の一貫工場であるが、大きく分けて鉱山、建設、鉄鋼の3部門から成っている。全従業員は21万人、鉄鋼部門だけでは約11万人。鉄鋼生産量は中国全体の約20%を占め、1979年の粗鋼生産は689万tであつた。ちなみに日本ではほぼ同規模の川崎製鉄(株)千葉製鉄所は関連協力会社を含め約2万人で600万tを生産しているとのことである。

(2) 設備と操業

鉱山は5山あり、1979年の生産量は2610万t。鉱石は大部分が赤鉄鉱で、一部に磁鉄鉱も含まれているが、Feの平均含有量は27~32%という貧鉄である。

選鉱は浮遊選鉱と磁力選鉱の2種類が併用され、昨年の生産量は881万tであつた。磁選後のFe含有量は65~66%に富化され、浮遊選鉱後のそれは約60%である。

焼結は4工場、焼結炉の容量は90, 75, および50m²の3種類があり、焼結鉄のFe含有量は53%である。高炉におけるペレットの使用量は少ない。

コークス炉は17基あり、常時1基を修理し、16基を稼動している。

高炉は10基あつて最大のものは内容積2580m³、全高炉の合計内容積は12700m³、1979年の鉄生産量は総計660万t。出鉄比は平均1.7、コークス比は約500kg、重油と石炭粉の吹き込み分を含めて555kgで、技術的にもかなり高いレベルと言えよう。

製鋼は第1製鋼：平炉9基、第2製鋼：平炉10基、第3製鋼は平炉5基+150t転炉2基から成っている。ただし一部の平炉は休止中である。

分塊は、第1分塊：ロール径1100mm、第2分塊：同1150mm(スラブ専用)。1979年の分塊量は591万tであつた。

圧延は、板：厚板、中板、薄板の3工場。形鋼：大形、中形、小形、レール、H形の5工場。ほかに継目無鋼管工場、溶接鋼管工場、熱延および冷延薄板工場があり、1979年に国家に納入した圧延鋼材は406万tであつた。



写真2 鞍山製鋼所の入口に写真入りではり出された表彰者

つた。

その他の施設としては、発電、修理、運輸などの部門がある。

研究所は、鋼鉄研究所(別記)のほか、環境、労働、情報、経済管理、自動化、鉱山など数研究所がある。

また、設計院があり、高炉、転炉など、できるものなるべく自家製作方式を採用している。ほかに鞍山設計院と耐火物設計研究院もある。

ところで、この鞍山も4人組の妨害によつて発展が遅れていたが、1977~79年にわたつて生産秩序もしだいに回復し、79年の歩留りは76.69%であつたが、現在はいとくに品質についての問題が指摘されている。生産上の重点項目としては、品種の拡大、質の向上、エネルギーの節約、収益の向上、保全、福祉の6項目が挙げられている。

将来の計画としては、1985年までに粗鋼生産を800万t、鉄を750万tにまで引き上げる計画であり、また第3製鋼工場は平炉をすべて撤去して180t転炉3基を入れ2/3稼動で360万t/年とする。また連続铸造機2基を新設し、その生産能力を100万t/年とする予定であり、さらに80万t/年規模の全連続線材圧延機を建設する計画とのことであつた。

見学は第3製鋼、第2分塊および冷間圧延工場の3か所であつた。

第3製鋼では、500t平炉は2基とも稼動中、また380t平炉は3基のうち1基が稼動しており、作業員は1基当たり8名。また、転炉は150t炉2基で1/2操業。作業員は1基当たり10名。tap to tap 40minで、内張耐火物の寿命は1721回を記録したことがあるとのことであつた。鑄込みは下注ぎ、5本取りまたは8本取り。

第2分塊工場では、1150mmφ分塊圧延機はソ連製でスラブ専用、鋼塊は11~15t、作業員は4名、その他の作業員を含めて1組17名。設計上の能力は210万t/年であるが、1979年は2倍の420万tを達成したといわれる。

1600tシャーもソ連製であり、連続ビレット圧延機はロール径850mm→750mm→500mmであつた。

冷間圧延工場では、ホットコイルの酸洗設備、1700mm幅と1200mm幅のソ連製4段冷間圧延機を見学した。この圧延機はいずれも素材は4.0mm厚、最小圧延厚さは前者で0.35mm、後者で0.2mm、また前者の圧延速度は10m/sで1960年から稼動しているとのことであつた。

3. 上海第5鋼廠

(1) 概況

上海市呉淞区にあり宝山製鉄所の建設地から近い。1958年に設立された特殊鋼工場で生産量は100万t/年(転炉、電気炉各50万tずつ)であるが、高温合金やチ

タン合金も少量生産されている。

人員は総数 17 000 名。ただしこの中には食堂、病院、託児所、学校、輸送、動力関係などすべてが含まれ、鋼生産に直接携わる人員は約 40% といわれる。

(2) 製品

1) 圧延製品 ステンレス鋼 (Cr 系, Cr-Ni 系), 合金鋼, 工具鋼 (高速度工具鋼を含む), 軸受鋼及び耐熱合金 (Fe, Ni, Co 基) の 8~130 mm ϕ 圧延棒材。

2) ステンレス鋼を中心とする継目無鋼管。主に電気炉溶解によるが、要求のきびしいものは VAR も行う。

Cr-Mo 鋼は少ない。

3) 帯鋼 0.1~2 mm $\times$ 400 mm (最大) の帯鋼コイル。

4) 鍛造品 リング鍛造。鋼とチタン合金がある。

5) 冷間引き抜き鋼材 ボルト、ナット、エンジン・バルブなどで、耐熱合金が主である。

6) 鋼塊 転炉溶製のもの (外部に供給)

7) チタンとチタン合金 チタン合金は Ti-6Al-4V 合金が主で、スポンジから VAR (3 t) で溶解する。100 t/年の生産量がある。

(3) 生産設備と操業

1) 製鋼工場

a) 転炉工場 14 t 転炉 7 基 (1958 年に設置したもので来年改造の予定) と連铸機 (ビレット断面 140 $\times$ 220 mm) 2 基を備え、転炉の 50 万 t/年のうち 15 万 t/年は連铸による。なお、転炉による鋼塊と連铸ビレットはそのまま外部に出され、中・小型工場で建築用鋼材に加工される。

転炉用の溶銑はキューボラで冷銑を溶解して供給する。したがって石炭消費量が鋼 1 t 当たり 70 kg 必要である。

b) 電気炉工場 25 t $\times$ 6 基, 15 t $\times$ 6 基を備え, 25 t 炉 6 基+15 t 炉 1 基の工場と, 15 t 炉 5 基の 2 工場から成っている。前者の工場の年間能力は 32 万 t である。鋼塊の大きさは 2.2 t (約 500 mm 角) で、電気炉の鋼塊はすべてこの工場で加工し製品とする。

高速度工具鋼も電気炉を使用して溶製する。その他 2.5 kHz, 430 kVA, 500 kg の高周波炉があり主に実験用で、ときには小規模生産にも用いている。

铸型は、炭素鋼では通常のものを用いるが、合金鋼では底のあるガスマン型のものを用いて歩留りの改善に努めている (底部の切捨て 1.5%, 頭部は 15%)。

2) 分塊圧延工場 均熱炉は 4 基。3m 深さ $\times$ 4m 幅 $\times$ 8m 長さ及び 2.3m 深さ $\times$ 3.5m 幅 $\times$ 5.3m 長さの 2 基を見学したが、均熱温度は最高 1300°C, 均熱時間は約 12 h, 燃料には発生炉ガスを用いている。

分塊ロールは径 750 mm, 43 万 t/y の生産を上げている。660 mm ϕ の鋼塊を 120 mm ϕ まで分塊していたが、ロールは鍛造ロールで外部から購入したものとい



写真 3. 高温回転曲げ疲労試験機 (上海第 5 鋼廠)

う。

3) その他 圧延工場は 3 つで 8~130 mm ϕ の鋼材を圧延し、ほかにハンマと液圧プレスを備えた鍛造工場、引き抜き鋼材工場、管材工場、帯鋼工場などがある。

(4) 研究所の設備

1) インストロン 1251 型 1 台 (1975 年), 2 年以内にもう 1 台増設の予定。疲労試験と破壊靱性試験の両方に用いており、後者の試験は三点曲げで行っている。

2) 高温回転曲げ疲労試験機 7 台 (1965 年), 中国製最高 1200°C, 回転数 10 000/5 000 rpm 切り換えて、砂時計型試験片を用いている。

3) 高温引張試験機

島津リレー型 10 t, 最高 800°C

中国製, 10 t, 最高 900°C

島津リレー型 10 t, ひずみ速度制御盤付

4) 万能試験機 中国製, 30 t 機械式及び 25 t 油圧式

5) シャルピー試験機 常温 3 台, 高温 1 台。高温用は試験片セット台に電気炉が付いている。

6) サイクリッククリープ試験機 11 台 中国製 (1975 年)。最高 900°C, 2 t。重錘受けをねじ棒で上下して、荷重のかけはずしを行い、応力を周期的に変動させる。主に発電用タービンブレード、一部航空機材料の試験を行っている。

7) クリープ試験機 Rauenstein 製 (5 台) は一つの大きなフレームを仕切つて 3 つの炉とレバー系が横に並んでいる。Denison 製 30 台 (1969 年) はレバーの前後 2 か所に重錘をかける。前は 300 kg, 後は 3 t。

ほかに中国製卓上型の試験機 136 台 (1968 年) は最高 1050°C, 2 t で温度の調節、記録にコンピュータを用いている。ガスタービン、ボイラ用材料の試験に用い、試験時間は 1000 h まで。製品の検査と研究の両方に用いている。

8) X線マイクロアナライザー フランス・Cameca 製 Camebax (1977 年)。非金属介在物の調査が主で、破面解析にも用いている。

9) 電子顕微鏡 中国製 (上海) (1976 年). 加速電圧 100 kV で, レプリカ, 薄膜の両方に使用.

(5) その他

上海にはかつて第 1~第 10 の鋼廠が設置されていたが, 現在は次のように整理されている.

第 1 鋼廠 高炉 2 基, LD 転炉 2 基.

第 2 鋼廠 線材圧延工場

第 3 鋼廠 平炉を有し鋼板工場

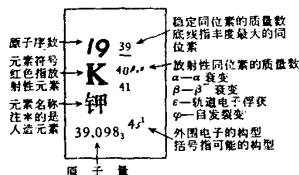
第 5 鋼廠 特殊鋼工場

第 8 と第 10 鋼廠 加工工場. 転炉鋼塊の加工.

文 献

1) 日本鉄鋼協会中国訪問学術使節団報告, 鉄と鋼, 66 (1980), p. 582

族 期	IA												IIA		
1	1 ¹₂ H 氢 1.0079 1s¹														
2	3 ⁶₇ Li 锂 6.94₁ 2s¹												4 ⁹ Be 铍 9.01218 2s²		
3	11 ²³ Na 钠 22.98977 3s¹												12 ²⁴₂₅₂₆ Mg 镁 24.305 3s²		
4	19 ³⁹₄₀₄₁ K 钾 39.098₃ 4s¹		20 ⁴⁰₄₂₄₃₄₄₄₆₄₈ Ca 钙 40.08 4s²		21 ⁴⁵ Sc 钪 44.9559 3d¹4s²	22 ⁴⁶₄₇₄₈₄₉₅₀ Ti 钛 47.9₈ 3d²4s²	23 ⁵⁰₅₁ V 钒 50.9415 3d³4s²	24 ⁵⁰₅₂₅₃₅₄ Cr 铬 51.996 3d⁵4s¹	25 ⁵⁵ Mn 锰 54.9380 3d⁵4s²	26 ⁵⁴₅₆₅₇₅₈ Fe 铁 55.84₇ 3d⁶4s²	27 ⁵⁹ Co 钴 58.9332 3d⁷4s²	28 ⁵⁸₆₀₆₁₆₂₆₄ Ni 镍 58.70 3d⁸4s²	29 ⁶³₆₅ Cu 铜 63.54₆ 3d¹⁰4s¹	30 ⁶⁴₆₆₆₇₆₈₇₀ Zn 锌 65.38₆ 3d¹⁰4s²	
5	37 ⁸⁵₈₇₈₈ Rb 铷 85.467₄ 5s¹		38 ⁸⁴₈₆₈₇₈₈ Sr 锶 87.62 5s²		39 ⁸⁹ Y 钇 88.9059 4d¹5s²	40 ⁹⁰₉₁₉₂₉₄₉₆ Zr 锆 91.22 4d²5s²	41 ⁹³ Nb 铌 92.9064 4d⁴5s¹	42 ⁹²₉₄₉₈₉₉₁₀₀ Mo 钼 95.94 4d⁵5s¹	43 ⁹⁷₉₉₁₀₀ Tc 锝 98 4d⁵5s²	44 ⁹⁶₉₈₁₀₁₁₀₂₁₀₄₁₀₀ Ru 钌 101.0₇ 4d⁷5s¹	45 ¹⁰³ Rh 铑 102.9055 4d⁸5s¹	46 ¹⁰²₁₀₆₁₀₄₁₀₈₁₀₅₁₁₀ Pd 钯 106.4 4d¹⁰	47 ¹⁰⁷₁₀₉ Ag 银 107.868 4d¹⁰5s¹	48 ¹⁰⁶₁₀₈₁₁₀₁₁₂₁₁₀₁₁₄₁₁₁₁₁₆ Cd 镉 112.41 4d¹⁰5s²	
6	55 ¹³³ Cs 铯 132.9054 6s¹		56 ¹³⁰₁₃₂₁₃₇₁₃₄₁₃₈₁₃₅ Ba 钡 137.33 6s²		57—71 La—Lu 镧系		72 ¹⁷⁴₁₇₆₁₇₉₁₇₇₁₈₀ Hf 铪 178.4₉ 5d²6s²	73 ¹⁸⁰₁₈₁ Ta 钽 180.947₅ 5d³6s²	74 ¹⁸⁰₁₈₂₁₈₃₁₈₄₁₈₆ W 钨 183.8₄ 5d⁴6s²	75 ¹⁸⁵₁₈₇₁₈₈ Re 铼 186.207 5d⁵6s²	76 ¹⁸⁴₁₈₆₁₉₀₁₈₇₁₉₂₁₈₈ Os 锇 190.2 5d⁶6s²	77 ¹⁹¹₁₉₃ Ir 铱 192.2₂ 5d⁷6s²	78 ¹⁹⁰₁₉₂₁₉₆₁₉₄₁₉₈ Pt 铂 195.0₈ 5d⁹6s¹	79 ¹⁹⁷ Au 金 196.9665 5d¹⁰6s¹	80 ¹⁹⁶₁₉₈₂₀₂₁₉₉₂₀₄₂₀₀ Hg 汞 200.5₉ 5d¹⁰6s²
7	87 ²²³₂₂₆ Fr 钫 7s¹		88 ²²⁶₂₂₆ Ra 镭 226.0254 7s²		89—103 Ac—Lr 锕系		104 ²⁶¹_* Unq (6d²7s²)	105 ²⁶²_* Unp (6d³7s²)	106 ²⁶³_* Unh (6d⁴7s²)	107 ²⁶¹_* (6d⁵7s²)					



57 La 138.905 5d ¹ 6s ²	58 Ce 140.12 4f ¹ 5d ¹ 6s ²	59 Pr 140.9077 4f ³ 6s ²	60 Nd 144.24 4f ⁴ 6s ²	61 Pm 144.9127 4f ⁵ 6s ²	62 Sm 150.36 4f ⁶ 6s ²	63 Eu 151.96 4f ⁷ 6s ²	64 Gd 157.25 4f ⁷ 5d ¹ 6s ²	65 Tb 158.9254 4f ⁹ 6s ²	66 Dy 162.50 4f ¹⁰ 6s ²	67 Ho 164.9303 4f ¹¹ 6s ²
89 Ac 227.0278 6d ¹ 7s ²	90 Th 232.0381 6d ² 7s ²	91 Pa 231.0359 5f ² 6d ¹ 7s ²	92 U 238.029 5f ³ 6d ¹ 7s ²	93 Np 237.0482 5f ⁴ 6d ¹ 7s ²	94 Pu 239.0522 5f ⁶ 7s ²	95 Am 243.0613 5f ⁷ 7s ²	96 Cm 247.0764 5f ⁷ 6d ¹ 7s ²	97 Bk 247.0713 5f ⁹ 7s ²	98 Cf 251.0825 5f ¹⁰ 7s ²	99 Es 252.0833 5f ¹¹ 7s ²

図 15. 中国の元素周期表 (一部)