

日本と中国の耐火物状況の比較*

Comparison of Refractory Industry Situation in Japan and China

林 煒
Wei LIN

Abstract

In recent years, the trend of China's industries has attracted attention across the world with China's rapid economic progress. The Technical Association of Refractories, Japan printed a special issue of Taikabutsu in April, 2005 on China's refractory industry situation, where China's refractory production, raw materials and so on were introduced in detail. In this report, the author will contrast the refractory industry situation of Japan and China and show some differences between the two countries in accordance with information including data from the past 2-3 years. Finally, the author will discuss future trends.

1. 現状の比較

1. 1 一般の経済状況

世界銀行の統計により、2007年の日本のGDP（国内総生産）は4.38兆USドル（世界2位）で、中国は3.28兆USドル（同4位）である。日本と中国の人口がそれぞれ1.27億と13.2億なので、1人当たりのGDPは中国の方が2460USドルで日本の約1/14となる。中国のGDPはまだ高くないが、近年顕著に成長している。実質成長率は2001年で8.3%、2007年で11.5%である（日本は2007年で1.3%）。

経済的統計数字だけではなく、人々は実生活も急速に変化していることを実感している。例えば、自動車販売台数は2005年に日本を超え、2007年は879万台に達している。この中で、個人用車は約7割を占めている。

自動車、機械や建設などの分野の需要の増加によって、中国の粗鋼生産量は2001年の1.50億tから2007年の4.89億tまで増加し（Fig. 1）、世界粗鋼総生産量の36%を占めるようになった。

1. Comparison of Current Situation

1. 1 General economy

According to the World Bank statistics, the GDP (gross domestic product) of Japan was 4.38 trillion US dollars, 2nd place in the world, while that of China was 3.28 trillion US dollars, 4th place, in 2007. China's GDP per capita was 2460 US dollars, about 1/14 of Japan's, since Japan and China have a population of 127 million and 1.32 billion, respectively. Although China's GDP is still not high, it has achieved remarkable growth over the last 20-30 years. The real growth rate was 8.3% in 2001, 11.5% in 2007 (Japan's was 1.3% in 2007).

Chinese people are realizing a rapid change in their actual life, not only the statistical data of the national macro-economy has changed. For example, China's automobile sales exceeded Japan in 2005 and reached 8.79 million units in

* この報告は、2008年10月に完成したものである（This report was finished in Oct. 2008）
品川栄源連鑄耐火材料有限公司 副総経理 工学博士 Dr. Eng., Deputy General Manager, Shinagawa Rongyuan Refractories Co., Ltd.

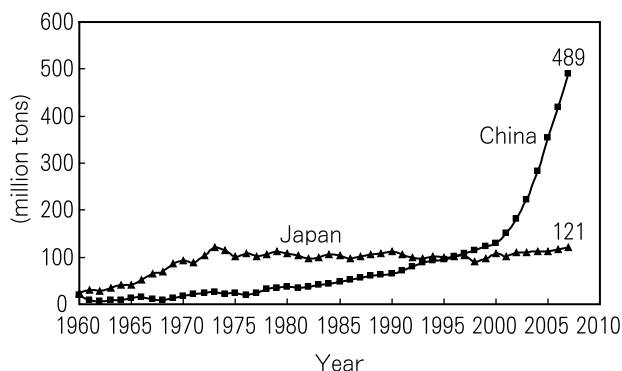


Fig. 1 Changes in annual crude steel output of Japan and China.

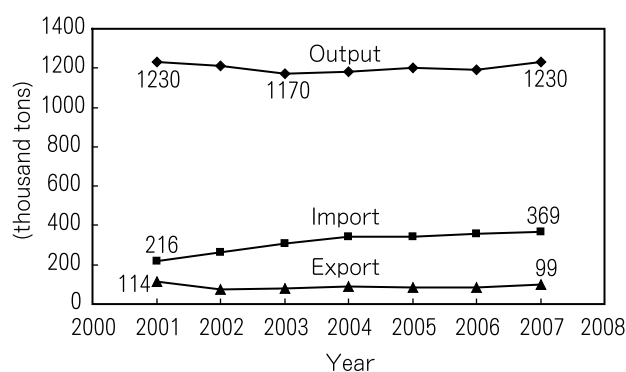


Fig. 2 Changes in annual output, import and export of refractories in Japan.

主にアジア向け輸出の増加により、日本の粗鋼生産量も近年増加し、2007年では34年ぶり最高水準を更新して1.21億tに達した。

1. 2 耐火物（製品）の生産量

日本の耐火物年間生産量は2001～2007年まであまり変化せず、120万t前後である（Fig. 2）。輸出货量も変動が小さく、年間で約10万tである。輸入量は2004年から減速の傾向があるが、年々増加し、2007年では36.9万tで生産量との比が0.3となっている。また、鉄鋼向け耐火物の比率は70～75%で、原単位（1tの粗鋼生産に消費される耐火物の重量）は2001年の8.7kgから2007年の7.4kgへ平均年間0.22kgずつ低減している。

中国の耐火物の生産量に関しては、耐火物製品と原料の合計量についての報告があるが、日本の耐火物生産量と比較できる耐火物製品のみについてのものは見当たらない。そこで、粗鋼生産量およ

2007. Private car purchases account for about 70% of the total sales now.

China's crude steel output rose from 150 million tons in 2001 to 489 million tons in 2007 (Fig. 1), 36% of the world's total output, because of the increased demand for steel products in the industries such as automobile, machine and construction.

Japan's crude steel output has also shown a tendency to rise in recent years mainly due to the increase in exports to Asia, setting a record high for the first time in 34 years with 121 million tons in 2007.

1. 2 Output of refractory products

Japan's annual output of refractory products had no striking change, around 1.20 million in 2001-2007 (Fig.2). The export showed only small variation, approximately 100 thousand tons a year. The amount of imported refractories has gone up year by year, although it has shown a tendency to slow down since 2004. It reached 369 thousand tons, the ratio of import to domestic output being 0.3 in 2007.

The share of refractories consumed by the steel industry is currently 70-75% (by weight) of the total consumption. The specific consumption of refractory products per ton of steel produced was 8.7kg in 2001, and 7.4kg in 2007, down by 0.22kg on the average per year.

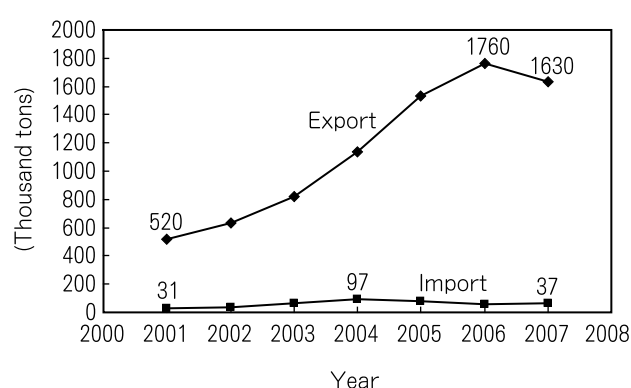
In China, there are reports on the total output of refractory products and raw materials, but no data for refractory products.

Here, we estimate the output of China's refractory products from the crude steel output and specific consumption in order to compare with Japan's refractory output.

In Oct. 2005, The Association of China Refractories Industry indicated that the specific consumption of refractories per ton of steel is about 25kg in China, and enumerated an improvement target of lowering the number to

Table 1 Estimate of consumption of refractory products in China (2007)

Crude steel output	489 (million tons)
Specific consumption of refractories per ton of steel	23 (kg)
Consumption of refractories in steel industry	11.250 (million tons)
Percentage of refractories consumed in steel industry	60-70 (%)
Total consumption of refractories	16.0-18.8 (million tons) (Average 17.4)

**Fig. 3 Changes in annual import and export of refractories in China.**

び原単位から中国の耐火物製品の生産量を次のように推算してみる。

中国耐火材料行業協會は、2005年10月に「耐火材料産業の発展政策」という報告で鉄鋼向け耐火物の原単位が現状では約25kgと述べ、また原単位を2010年までに20kg以下、2020年までに15kg以下に低減させる改善目標を挙げている。後述するように、この目標は達成される可能性が大きいと考えられる。また、同協會の報告（2007年5月）により鉄鋼向け耐火物の比率は約60～70%である。2007年の原単位を23kgとすると、鉄鋼向け耐火物の使用量は1125万t、全使用量は1600～1880万t（平均1740万t）と見積もられる（Table 1）。

なお、中国は近年耐火物（製品）を年間100万t以上輸出し、数万t輸入している（Fig. 3）。（全使用量＋輸出量－輸入量）を生産量とすると、2007年の耐火物（製品）生産量は1750～2050万t（平均1900万t）と見積もられる。これは、日

below 20kg by 2010 and below 15kg by 2020, in the report, “Development Policy on Refractory Industry”. This should be a realizable target, as discussed later.

About 60-70% of the total refractories are consumed in the steel industry in China, according to a report from the association in May 2007.

Thus, the amount of refractories for the steel industry is calculated to be 11.25 million tons, the total consumption 16.0-18.8 million tons (17.4 million tons on the average) in 2007, assuming the specific consumption in the steel industry was 23kg (Table 1).

Moreover, China exports over 1.0 million tons, and imports several hundred thousand tons of refractory products yearly in recent years (Fig.3).

China's refractory output in 2007 is estimated to have been 17.5-20.5 million tons (19.0 million tons on average), approximately 15 times Japan's, when the output is set as (the total consumption + the export – the import).

Besides the steel industry, refractories are also used for the cement industry in a large quantity. Japan's cement output was 71 million tons, China's 1.35 billion tons in 2007. The ratio of cement output to crude steel output was 0.59 in Japan, 2.78 in China. In other words, the cement output was lower than the crude steel output in China, while the cement output was higher in Japan. On this point, it can be understood that the share of refractories for the steel industry in China (60-70%) was smaller than Japan's (70-75%).

On the other hand, the Association of China Refractories Industry reported in Sept. 2007 that the total sale of refractory products and raw materials was 79.369 billion yuan RMB and the per capita sale was 312.4 thousand yuan RMB, through investigating 1505 companies including raw materials companies in 2006.

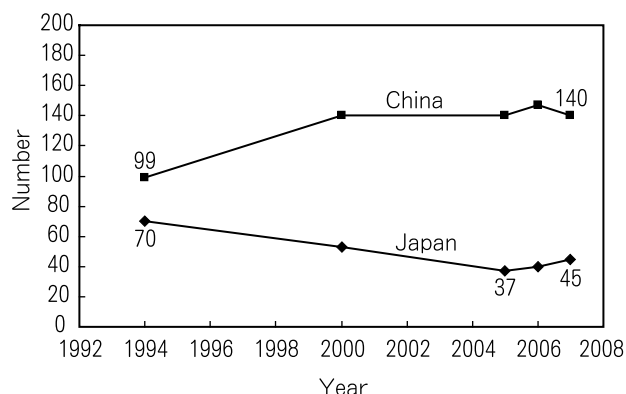


Fig. 4 Number of technical reports published on Taikabutsu in Japan and Naihuocailiao in China.

本の約15倍に相当する。

鉄鋼向けのほか、耐火物はセメント産業にも多く使用されている。2007年では日本のセメント生産量が0.71億tで、中国は13.5億tである。セメントと粗鋼の生産量の比は日本では0.59で、中国では2.76となる。日本のセメント生産量は粗鋼より低い、中国では逆に高い。このことから、中国の鉄鋼向け耐火物の比率（60～70%）が日本（70～75%）より低いことは理解できる。

一方、耐火物産業の従業員の人数については、中国耐火材料行業協会は2006年に1505社（耐火原料企業を含む）に対しての調査により、耐火物の全体販売額が793.69億（中国）元で、1人当たりの販売額が31.24万元であることを報告している（2007年9月）。これにより、中国の耐火物産業の従業員は約25.4万人と算出される。日本の従業員は1990年の1.0万、1995年の0.9万、2000年の0.7万人を経て、2006年に0.5万人まで減少している。

中国の2006年の耐火物製品と原料の合計量が3243万tなので、従業員1人当たりの生産量は128tとなる。日本は238tで中国の1.9倍となる。

1. 3 耐火物の研究開発

日本では「耐火物」、中国では「耐火材料」という技術誌が発行されている。いずれも各自国の耐火物業界の代表的な技術誌なので、その掲載の報告から両国の耐火物の研究開発動向を大体把握できると考えられる。「耐火物」誌掲載の論文と年次講演件数の合計および「耐火材料」誌掲載の論文

Based on this data, the number of employees in China's refractory industry is calculated to be almost 254 thousand.

The number of employees in Japan's refractory industry has decreased to 5 thousand in 2006 from 10 thousand in 1990, 9 thousand in 1995 and 7 thousand in 2000.

China's total output of refractories including the products and raw materials was 32.43 million tons in 2006. So the output per employee was 128 tons, lower than Japan's 238 tons.

1. 3 Research and development on refractories

The technical journal, Taikabutsu, is issued in Japan, and Naihuocailiao in China. They are the typical journals in the refractory industry of the respective countries. The trend of research and development on refractories in the two countries can be understood roughly from the published reports.

Fig.4 shows the total number of papers and technical reports published in Taikabutsu and Naihuocailiao, respectively. The number for Japan almost halved to 37 in 2005 from 70 in 1994. It had a tendency to rally in this past two years. The number for China was 99 in 1994, rising up to 140 in 2000. Afterwards, it has hardly changed.

The percentage of the author's affiliation in 2007 is shown in Table 2. The number of reports from refractory makers was the most, reaching 68.2%, and then 11.3% from universities, 9.1% of steelmakers, and 6.8% from public research institutes in Japan.

The situation in China is different from Japan. The most reports were from universities, 43.4%, followed by 16.4% for the joint research between universities and refractory makers, then 9.0% for the joint research between universities and steelmaker. The percentage of the studies in which universities participated made up for

と技術報告件数の合計をFig. 4に示す。日本の報告件数は1994年の70件から2005年の37件まではほぼ半減し、最近2年間回復の傾向が見られる。中国では1994年で99件、2000年で140件、その後はあまり変化していない。

著者所属部門の比率をみると、2007年で日本では耐火物企業（単独）の報告が68.2%と最も多く、次いで大学（11.3%）、製鉄所（9.1%）および公立研究機関（6.8%）の順である（Table 2）。しかし、中国の場合は日本と大きく異なり、大学（単独）の報告が43.4%と最も多く、次いで大学と耐火物企業の共同報告（16.4%）、大学と製鉄所の共同報告（9.0%）の順となり、大学関与のものは75.4%も占めている。この傾向は、2007年以外でも同じである。このことから、耐火物の研究開発は日本では企業が、中国では大学が中心となっていて行っていると言える。

中国の大学が関与した報告例を挙げると、大学（単独）では、1) 還元雰囲気下でのAl熱還元法によるTiN-Al₂O₃複合材料の合成、2) β -SiAlON/Si₃N₄結合のAl₂O₃-SiC材料の高温力学特性、3) アルミナセラミックスにおけるアルミナファイバーのじん性向上の機構、4) ジルコンの炭素熱還元によるZrO₂-SiC複合材料の合成およびAl₂O₃-C質耐火物への適用、5) MgO質キャスタブルの焼結性に及ぼすスピネルおよびCr鉱石の影響、6) MgO-Al₂O₃-TiO₂系キャスタブルの性質に及ぼす純アルミン酸カルシウムセメントの影響；大学と耐火物企業の共同では、1) 金属Al-Si結合のAl₂O₃-C質連铸用プレートの特性および適用、2) タンディッシュ内張り用高アルミナキャスタブルの特性に及ぼすカオリン超微粉の影響、3) MgO質キャスタブルの耐スラグ浸食に及ぼすSi₃N₄の影響；大学と製鉄所の共同では、1) 低カーボンMgO-Cれんがの特性に及ぼすTi (C,N) の影響、2) MgO-Al₂O₃-TiO₂材料の焼結性および微構造に及ぼすTiO₂の影響、などがある。

耐火物企業（単独）からは、1) 取鍋用MgO-CおよびMgO-Al₂O₃-Cれんがへの使用済み炭素含有れんがのリサイクル、2) 取鍋用アルミゲル結合キャスタブルの開発および適用、3) 連铸用Al₂O₃-

75.4%。The tendency in other years was the same as that in 2007.

The above data indicate that the group engaging in research and development on refractories are mostly refractory makers in Japan, but they are universities in China.

The following reports were in the independent research of the universities in China.

1) Synthesis of TiN-Al₂O₃ compound material by aluminum-thermal reduction method under reduction atmosphere, 2) High-temperature mechanical characteristics of β -SiAlON/Si₃N₄ bonded Al₂O₃-SiC material, 3) Mechanism of toughness improvement of alumina fiber in alumina ceramics, 4) Synthesis of ZrO₂-SiC compound material by carbon-thermal reduction of zircon and its application into Al₂O₃-C system refractories, 5) Influence of added spinel and chromium ore on sintering characteristics of MgO based castable, 6) Influence of added pure calcium aluminate cement on properties of MgO-Al₂O₃-TiO₂ system castable.

Report examples from the joint research between universities and refractory makers are given below.

1) Characteristics and application of metal Al-Si bonded Al₂O₃-C system slide gate valve for steel continuous casting, 2) Influence of added ultrafine kaolin raw materials on characteristics of high-alumina castable for tundish lining, 3) Influence of added Si₃N₄ on corrosion resistance against slag of MgO based castable.

The next are the report examples of joint research between universities and steelmakers.

1) Influence of added Ti(C,N) on characteristics of low-carbon MgO-C refractories. 2) Influence of added TiO₂ on sintering characteristics and microstructure of MgO-Al₂O₃-TiO₂ material.

The independent research of refractory makers is as follow.

1) Recycling of used carbon-containing bricks

Table 2 Percentage of technical reports from different affiliations published on the journals (2007)

Affiliations	Japan		China	
Universities	11.3	13.6	43.4	75.4
Collaborations between universities and public research institutes	-		4.1	
Collaborations between universities and refractory makers	-		16.4	
Collaborations between universities and steel makers	2.3		9.0	
Collaborations among universities, public research institutes and refractory makers	-		2.5	
Public research institutes	6.8		5.7	
Refractory makers	68.2		6.6	
Steel makers	9.1		7.4	
Collaborations between refractory makers and steel makers	2.3		4.9	

ZrO₂-C質プレートの浸食反応, 4) 薄板鋼板鑄造におけるタンディッシュ用MgO質吹付け材の浸食機構, などが報告されている。

Table 2 に示されているように, 中国の耐火物企業 (単独) の報告はわずか数%で, 日本企業に比べて著しく低い。中国企業の自主開発能力は全体的にまだ高くなく, 耐火物技術は向上しているものの, 主に海外技術 (外資企業を含む) の導入・吸収および大学からの協力によるのが実情である。中国耐火材料行業協会は, 海外品に比べて中国の耐火物は材質耐用性, 品質安定性および外觀加工精度などの面でまだ差があると指摘している。

1. 4 耐火物の大学教育

著者の知っている限り, 中国には耐火物研究室・講座を設けている大学が9つある (Table 3. アルファベット順)。その中で, 武漢科技大学, 遼寧科技大学, 西安建築科技大学および北京科技大学が耐火物関係在籍学生の人数が比較的多いと言われている。クラスの数が毎年異なる場合があり, ヒアリング情報から中国大学の耐火物関係在

into MgO-C and MgO-Al₂O₃-C bricks for steel ladle, 2) Development and application of aluminum hydroxide gel bonded castable for steel ladle, 3) Corrosion reaction of Al₂O₃-ZrO₂-C system slide gate valve for steel continuous casting, 4) Corrosion mechanism of MgO spray materials for tundish in thin steel plate continuous casting.

As shown above, the number of reports from refractory makers in China was notably lower than Japan's. In fact, the independent development capability of China's makers is not high yet. Although the refractory technology has been improved, it depends heavily on the introduction and absorption of overseas technology (including the technology of Chinese-foreign joint venture in China) and on the cooperation of universities.

The Association of China Refractories Industry pointed out that China's refractory products still have some shortcoming in durability of materials, stability of quality and machining accuracy in comparison with the overseas products.

1. 4 University education on refractories

As far as I know, there are nine universities with laboratories and courses in refractories in China (Table 3. Arranged in the alphabetical order of the university's name). Among them, Wuhan University of Science and Technology, University of Science and Technology Liaoning, Xi'an University of Architecture and Technology and University of Science and Technology Beijing have relatively many registered students in the refractory courses. The number of classes every year is different in some universities. The number of undergraduate students in refractory courses is surmised to be approximately 1500, and graduate students total about 1200.

Many textbooks are used in the refractory courses at China's universities. As an example,

Table 3 Universities with refractory course in China

Anhui University of Technology (安徽工業大学)	Ma'anshan City, Anhui Province (安徽・馬鞍山)
Hebei Polytechnic University (河北理工大学)	Tangshan City, Hebei Province (河北・唐山)
Henan University of Science and Technology (河南科技大学)	Luoyang City, Henan Province (河南・洛陽)
Northeastern University (東北大学)	Shenyang City, Liaoning Province (遼寧・瀋陽)
University of Science and Technology Beijing (北京科技大学)	Beijing City (北京)
University of Science and Technology Liaoning (遼寧科技大学)	Anshan City, Liaoning Province (遼寧・鞍山)
Wuhan University of Science and Technology (武漢科技大学)	Wuhan City, Hubei Province (湖北・武漢)
Xi'an University of Architecture and Technology (西安建築科技大学)	Xi'an City, Shaanxi Province (陝西・西安)
Zhengzhou University (鄭州大学)	Zhengzhou City, Henan Province (河南・鄭州)

籍学生は学部生が1500人程度、院生が200人程度ではないかと推測される。

中国の大学の耐火物講座用教材については、一例として耐火物工学（冶金工業出版社）という教材（A 4, 249ページ）の目次を次に示す。

第1章 耐火材料の組成および性質、第2章 耐火材料製造プロセスの基本原理、第3～7章 $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ および Al_2O_3 質、 SiO_2 質、 MgO-CaO 質、 $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3$ スピネル質、 ZrO_2 含有材料、第8章 炭素含有材料、第9章 不定形材料、第10章 断熱材料、第11章 特殊材料。

日本では、耐火物講座を設けている大学はないのが現状である。ただし、物質や材料関係の専門を持つ大学が多い。これらの専門を卒業した新入社員は材料学の基礎知識を持っているため、また日本の企業が新人教育に大きな力を入れているため、速い段階で耐火物の研究開発・生産の実戦力を身につけると、著者は感じている。

2. 今後の動向

2. 1 中国の耐火物

耐火物産業は、鉄鋼産業に大いに依存してい

the contents of the textbook, Science and Engineering of Refractories (Metallurgical Industry Press A4 size, 249 pages), are shown as follows.

Chapter 1 Composition and characteristics of refractories, Chapter 2 Fundamental principles of manufacturing processes of refractories, Chapter 3-7 $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ and Al_2O_3 -based, SiO_2 -based, MgO-CaO -based, $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3$ spinel-based and ZrO_2 -containing refractory materials, Chapter 8 Carbon-containing refractory materials, Chapter 9 Unshaped refractory materials, Chapter 10 Thermal insulation refractory materials, Chapter 11 Special refractory materials.

In Japan, there is no university with a refractory course now. But many universities have majors on materials science and engineering. The graduates from the majors can master the ability to research, develop and manufacture refractories in an early stage after joining companies, because they have the fundamental knowledge of materials and Japan's companies put great energy into the education of new employees.

2. Future Trends

2. 1 China's refractory industry

The refractory industry depends heavily on the steel industry. Although China's crude steel has developed greatly, the annual growth rate began to fall from a peak of 27.0% in 2004 (Fig.5).

China's crude steel output this year (2008) was predicted to be approximately 530 million tons at the beginning of this year. But the achievement of this predicted value is becoming difficult, because the world economy is worsening rapidly recently.

The total steel output from Jan. to Sept. in this year (2008) was 391 million tons, 6.2% more than the same period in 2007. However,

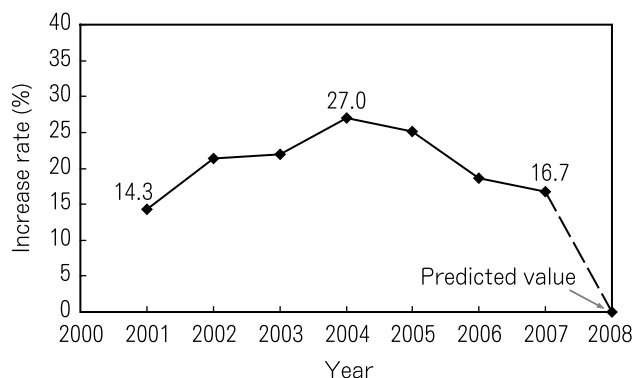


Fig. 5 Annual increase rate of China's crude steel output.

る。中国の粗鋼生産量は年々増加しているが、伸び率は2004年の27.0%をピークに減少している (Fig. 5)。今年 (2008年) の粗鋼生産量は、当初約 5.3億 t と予測されたが、最近世界の経済が急激に悪化し、その予測値に達することは難しくなっている。1～9月 (現在) の累計は3.91億 t で前年同期比6.2%増となっているが、9月度の月次生産量は同9.1%減で7年11ヶ月ぶりのマイナス成長に転じた。この傾向は今後しばらく強まり、2008年の伸び率はゼロ%近くに落ち込む可能性がある。

しかし、中国の鋼材の需要量は今後も大きいと考えられる。例えば、これまで中国のGDPは急速に上昇してきたが、農業人口の比率は変化が小さく、いまでも約60%と非常に高い (2005年の農業人口比率は中国では63.7%、日本では2.9%)。これから工業化・都市化の進行が加速し、大量の鋼材が必要と予想される。長期的に見ると、中国の粗鋼生産量は大幅に減少する可能性は小さく、引き続いて世界総生産の高いシェアを占め、高位で推移していくと予想される。

鉄鋼向けの耐火物については、原単位は現在20～25kgで日本の7.4kg (2007年) に対してきわめて大きい。日本では、原単位を25kgから20kgまで低減させるには約4年間 (1971～75年)、20kgから15kgまでは約5年間かかった (1975～80年)。海外の製鋼技術および耐火物技術を積極的に導入している中国では、20～40年前の日本に比べて原単位はより速く低減していると考えられる。このこ

the monthly output in Sept. declined by 9.1% compared to the same month in 2007, marking the first minus growth in 7 years 11 months. This tendency will become stronger, and the growth rate in 2008 may fall close to zero.

China's latent demand for steel products would still be high. For example, the GDP has grown rapidly until now, but the proportion of agriculture population has shown a very slow change, still approximately 60% in China (the proportion for China was 63.7%, while Japan's was 2.9% in 2005). The industrialization and urbanization of China will quicken from now on, which will strongly increase the demand for steel products. In the long term, China's crude steel output should not decline drastically, and continues to occupy a high share of the world total output.

The specific consumption of refractories for steelmaking is 20-25kg now, markedly higher than Japan's, 7.4kg in 2007. It took about 4 years to reduce the specific consumption from 25kg to 20kg (1971-1975), about 5 years from 20kg to 15kg (1975-1980) in Japan. The foreign steelmaking and refractory technologies have been introduced actively in China. The decrease in the specific consumption in present China should be faster than Japan of 20-40 years ago. Therefore, China's target to lower the specific consumption to 20kg by 2010, 15kg by 2020 could be achieved. In fact, there were reports showing that the specific consumption has been reduced to 8-9kg in Baosteel, the largest steel producer in China. The demand for refractories in China would show a sharp decrease with the reduction of the specific consumption, and moreover a decline in the crude steel output.

The specific consumption may be approximately 20kg, and the crude steel output around 450 million tons in 2010. So, the demand for refractories in the steel industry in 2010 is

とから、原単位を2010年までに20kg、2015年までに15kg以下まで低減させる中国の目標は達成することが可能と考えられる。実際に、中国で生産規模が最も大きい宝山鋼鉄公司では、耐火物の原単位はすでに8～9 kgまで低減していると言われている。

今後、原単位の低減、さらに粗鋼生産量の減少に伴って、中国の耐火物の需要量は現状より大幅に減少すると予測できる。仮に2010年の耐火物の原単位を20kg、粗鋼生産量を4.5億tとすると、鉄鋼向け耐火物の需要量は900万tとなり、2007年（Table 1）より225万t減となる。そのときの鉄鋼向け耐火物の比率も60～70%であるとすれば、耐火物の全需要量は320～375万t減となる。需要量の減少に伴って耐火物の生産過剰が深刻化し、一部の企業の閉鎖・合併が生じ、また耐火物の輸出がさらに図られると予想される。

2. 2 日本の耐火物

日本の耐火物企業は、現在 1) 人材の確保と技術継承、2) 原料の価格高騰と調達難および 3) 中国輸入品の増加、などの課題に直面している。これからは、さらに粗鋼生産量の減少による耐火物の需要量の低下という問題が生じると考えられる（現在、日本の鉄鋼産業も減産体制に入っている）。

中国から日本への耐火物（製品）の輸入は、2001年の11.3万tから2007年の29.8万tへと平均年間3万tずつ増加している（Fig. 6）。2007年で、中国輸入品は全輸入品でのシェアが80.8%ま

estimated to be 9 million tons, down about 2.25 million tons from 2007 (Table 1). Moreover, if the share of refractories for the steel industry is still 60-70% in 2010, the total demand for refractories will decline by 3.20-3.75 million tons. Thus the overproduction of refractories will become more serious, and some makers will stop production or merge with other makers. They are also bound to expand the export of refractories.

2. 2 Japan's refractory industry

Japan's refractory makers are facing some problems, such as 1) shortness of talented people and difficulty in succession of technology, 2) steep rise in raw material prices and difficulties in getting some raw materials, 3) increase in refractories product imports from China. Moreover, a problem that the demand of refractories is decreased due to the drop in crude steel output will be caused (Japan's steel makers has begun to reduce the steel output).

The import of refractory products from China rose to 298 thousand tons in 2007 from 113 thousand tons in 2001, up 30 thousand tons a year on the average (Fig.6). The share of imports from China among the total imports rose to 80.8% in 2007. The ratio of import from China to Japan's domestic output reached 0.24. This ratio may be larger in the future.

The increase in the import of refractory products from China is mainly because China's products are inexpensive and the differences in quality with Japan's products are becoming small.

As stated above, technical improvement of China's makers relates greatly to the introduction of overseas technology, but Japan's makers chiefly depend on independent research and development. Generally, technology introduction is faster than independent research and development. Therefore, Japan's makers should further

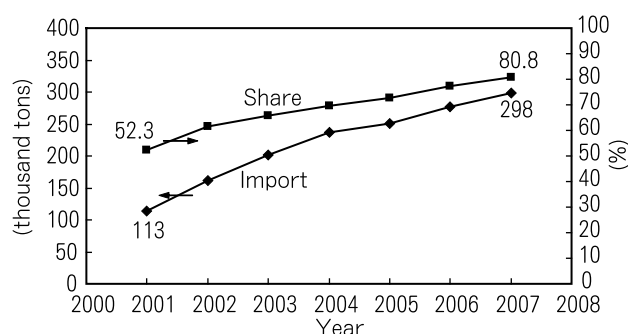


Fig. 6 Import of refractories from China and its share of total refractory import in Japan.

で上昇し、国内生産量との比が0.24に達している。この傾向は、今後も続くと予想される。

中国品輸入増加の主な理由は中国品が安価で、また日本品との品質差が小さくなっていると考えられる。中国企業の技術向上は海外技術の導入と大きく関係し、日本企業は主に自主研究開発による。一般的に自主研究開発より技術導入の方が速いことから、日本企業は今後も技術優位を維持するため、もっと研究開発を強化し、さらにその成果の特許権利化する必要があると考えられる。

一方、中国は世界の重要な「製造基地」のみでなく、重要な「消費市場」にもなりつつある。日本企業にとっては、中国の高級耐火物市場への参入がビジネスチャンスの1つになると考えられる。

strengthen the research and development and obtain patents on the results, in order to retain their technical predominance.

On the other hand, China not only is a key manufacturing industry base in the world, but is also becoming gradually a major consumption market. So, it should be a chance for Japan's makers to enter into the market of high-grade refractories in China.