

特集 中国新幹線

中国側が新幹線技術は中国製と強弁する理由と背景

2011 年 10 月 21 日

執筆者 河野特許事務所

弁理士 河野英仁

(月刊ザ・ローヤーズ 2011 年 9 月号掲載)

1. はじめに

中国高速鉄道は、日本、フランス、ドイツ等が長年蓄積してきた高速鉄道技術を導入し、これをベースに開発されたことは周知の事実である。それが最近になって中国高速鉄道は中国独自の技術により完成したものである、中国高速鉄道は他国を凌駕し世界一であると強弁し始めた。また、米国 GE と組み米国高速鉄道市場への参入、米国での特許権利化活動を活発化し始めた。中国に技術提供を行った日本企業としては心中穏やかではないであろう。

中国における模造品が余りに有名であることから、中国高速鉄道に限らず、我々はとかく色眼鏡で中国製品・中国企業を見ることが多い。しかしながら、偽物キャラクターが闊歩する遊園地と同じ次元で中国高速鉄道を見てはならない。

確かに 2011 年 7 月 23 日の衝突事故により安全性に問題があることが明らかとなったが、今や運営距離は世界一、最高速度も世界一となったことは事実なのである。冷静に中国企業が行ってきた開発過程、技術分野、特許戦略を分析する必要がある。何ら新たな技術を開発することなく最高時速 487.3km は達成できない。また中国企業も各国の特許制度について研究を進めており既に新規性のなくなった技術について米国で特許出願するとは考えられず、各国から導入した技術をベースに改良発明、周辺特許の取得を米国で行おうとしていることは明らかである。

本稿では、中国高速鉄道の開発背景・過程、中国高速鉄道開発に携わった中国企業、中国企業の主要技術、近年の中国企業の特許戦略を既に公開された技術に基づき分析し、なぜ中国が自国製・世界一と繰り返し主張するのかその背景を探る。

2. 時速 487.3km を達成するまでの過程

(1)中国高速鉄道開発における 3 つのステップ

世界最速を達成するまでに、中国高速鉄道は以下の 3 つのステップを経た。

(i)第 1 ステップ

高速鉄道の運営開始時は日本、フランス及びドイツの技術を導入し、これら導入した技術に基づき技術開発が行われた。基本となる統括制御技術プラットフォームシステムを採用し、時速 200km～250km を達成するに至った。この統括制御とは、新幹線ベースの車両であり、各車両が動力を持ち、一人の運転士が制御するものである。

2005 年から第 6 次鉄道高速化計画が起案され、2007 年には成都－広州間で時速 250km での運営が開始された。この際、中国企業は統括制御に関する 9 つの技術を掌握したとのことである。

(ii)第 2 ステップ

第 1 ステップで導入した統括制御をベースに、中国企業はさらに開発を進めた。主な技術分野は車輪/レール動力学、気動力学制御、車体構造、ボギー車、牽引システム、制動システム、環境制御、システム集成等である。高速化の上では、このような技術分野において様々な課題があり、技術開発によりこれらの壁を乗り越える必要があった。

この第 2 ステップに当たる 2008 年の北京オリンピックに合わせ中国企業は北京－天津間を結ぶ京津都市間鉄道に CRH2-300 を導入し最高時速 350km の運営を開始した。これを契機に、運営は北京・天津間のみならず、2009 年 12 月には、湖北省武漢市－広東省広州市を結ぶ武広旅客専用線に CRH2 型車両が投入された。さらに、2010 年河南省鄭州市－陝西省西安市間の鄭西旅客専用線にも CRH2 型車両が投入され最高時速 350km での営業運転が開始された。この第 2 のステップでは制限速度を高めるために必須の技術開発が行われた。

(iii)第 3 ステップ

さらなる高速化のため、中国は多くの科学研究試験及び試験走行を行い遂に最高時速 380km の新世代高速列車の開発に成功した。流線型の車両先頭部を採用し、気密強度・気密性、振動モデル、ボギー車、減振・静音、牽引システム、パンタグラフの受流、制動システム、旅客インターフェース、インテリジェンス化等、10 を越える重要な新技術を開発した。この新世代高速列車は CRH380 型と称され、上海市-北京市間の 1318km を結ぶ京滬(けいこ)高速鉄道に採用されている。なお安全面、エネルギー効率及び運賃面を考慮して時速 300km にて運営されている。

(iv)次のステップへ

中国高速鉄道の開発は現在も進行中であり、2011 年 1 月には遂に新世代高速列車 CRH380BL が時速 487.3km を記録し、世界最高速度記録を塗り替えた。7 月に起きた衝突事故の影響もあり、現在は最高速度へのこだわりはなくなり、むしろ安全性、信頼性、エネルギー効率、経済性を重視する方向に転換している。

(2)開発過程における諸問題

必要は発明の母といわれるように、高速化を実現する上での様々な課題、中国特有の

地質・気候上の問題をクリアすべく幅広い技術分野において新たな技術開発が行われた。一般に時速を 30-50km 毎上昇させるためには、新たな技術プラットフォームを制定し、高速列車システム動力学における車輪/レールの関係、パンタグラフ設計等を全て見直し、新設計する必要がある。

また最高時速 350km を実現するためには安全性、信頼性及び安定性の問題を解消する必要がある。このような速度ではブレーキ性能を格段に高める必要がある。またトンネルに入る際、及び、列車同士がすれ違う際(相対速度は時速 700km である)の受流問題も解消する必要がある。このように中国は他国で未だ実現していない速度領域下での走行・運営を行うべく着実に技術開発を行い、様々な特有の問題を解消しているのが事実である。

(3)中国領土面積、地質の問題

2010 年末現在中国高速鉄道の路線総延長は 8358km であり、最高時速 250km での運営距離は 5149km である。この路線距離は世界一であり、世界の高速鉄道網の 3 分の 1 に相当する。中国は、さらに新型高速鉄道の開発を進め、2012 年までに 1 万 3 千 km まで路線を伸ばす予定である。中国は領土面積が広大であり、地質及び気候条件も複雑かつ多様である。軟土、湿気が多く窪みの多い黄土、カルスト地質(石灰岩地域が雨水・地下水などにより溶解・浸食されて生じた特殊な地質)、凍土等、必ずしも高速鉄道建設に適さない地質がある。これら地質上の問題を解消すべく、様々な技術が投入された。時には高圧かつ水が多く危険性の高いカルスト地においてトンネルを掘ってまで路線が延長された。

その他、大規模な吊り橋、鉄トラスアーチ橋、コンクリート製連続桁橋等、新型構造の特殊橋梁が建設された。また、数多くの高速鉄道用の駅が新設されたが、新駅にはコージェネレーションシステム、熱ポンプ、太陽光発電、氷蓄冷等、最先端の環境保護技術が大量に投入された。このように、路線を中国全土に拡大する際に中国企業は様々なノウハウを蓄積したものである。

(4)研究開発体制

中国高速鉄道の開発は国家プロジェクトであり、数多くの国家機関、企業、大学の技術者が参加した。11 の科学研究院、51 の国家レベル実験・工程研究センター、25 の大学、その他多数の企業が参加した。なお、開発に参加した民営中国企業については後述する。200 名以上の国家研究員、500 人以上の教授、63 名の中国科学院・中国工程院会員を含め、総勢 1 万人以上の技術者がプロジェクトに参加した。

このように、中国高速鉄道の開発過程においては、様々な分野において技術的課題が存在し、産官民挙げた長年にわたる研究開発により、一つ一つ問題点を解消して世界一の高速化を果たし、中国全土に世界一の路線を拡大したのである。このような開発過程

を理解すれば一概にパクリ・盗作といえないことは明らかであろう。

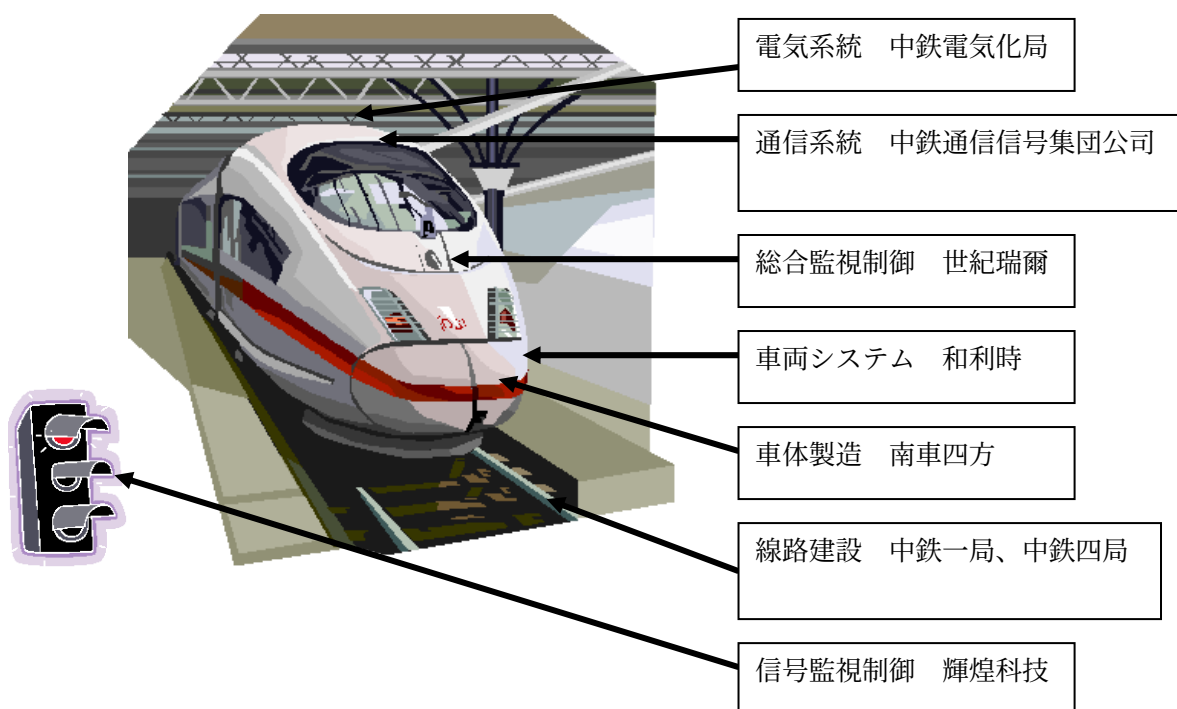
続いて、中国企業の特許戦略及び具体的な技術内容について分析する。

3. 中国企業及び中国政府機関の出願動向

(1) 技術分野別の参入企業

高速鉄道関連技術は様々な分野にわたるが、中国南車グループ、中国北車グループ、北京全路通信信号研究設計有限公司、及び、中国鉄道科学研究院等が特に特許権利化に注力している。2003 年頃から発明特許出願¹の申請を開始し、出願件数を増加させている。

様々な企業が参入しているが、技術分野別に参入企業を図示すれば参考図 1 に示すとおりである。



参考図 1 技術分野別参入企業

電気系統は中国中鉄の一部門である中鉄電氣化局が保守設計を行っている。通信系統については鉄道信号の技術分野における大手である中国通信信号集团公司が保守設計を行っている。総合監視制御は世紀瑞爾社による CTCS(Chinese Train Control System 中国列車運行制御システム) 及び CTC (Centralized traffic control 中央交通制御) が用いられている。車両システムは和利時、車体の製造は南車四方が行っている、南車四

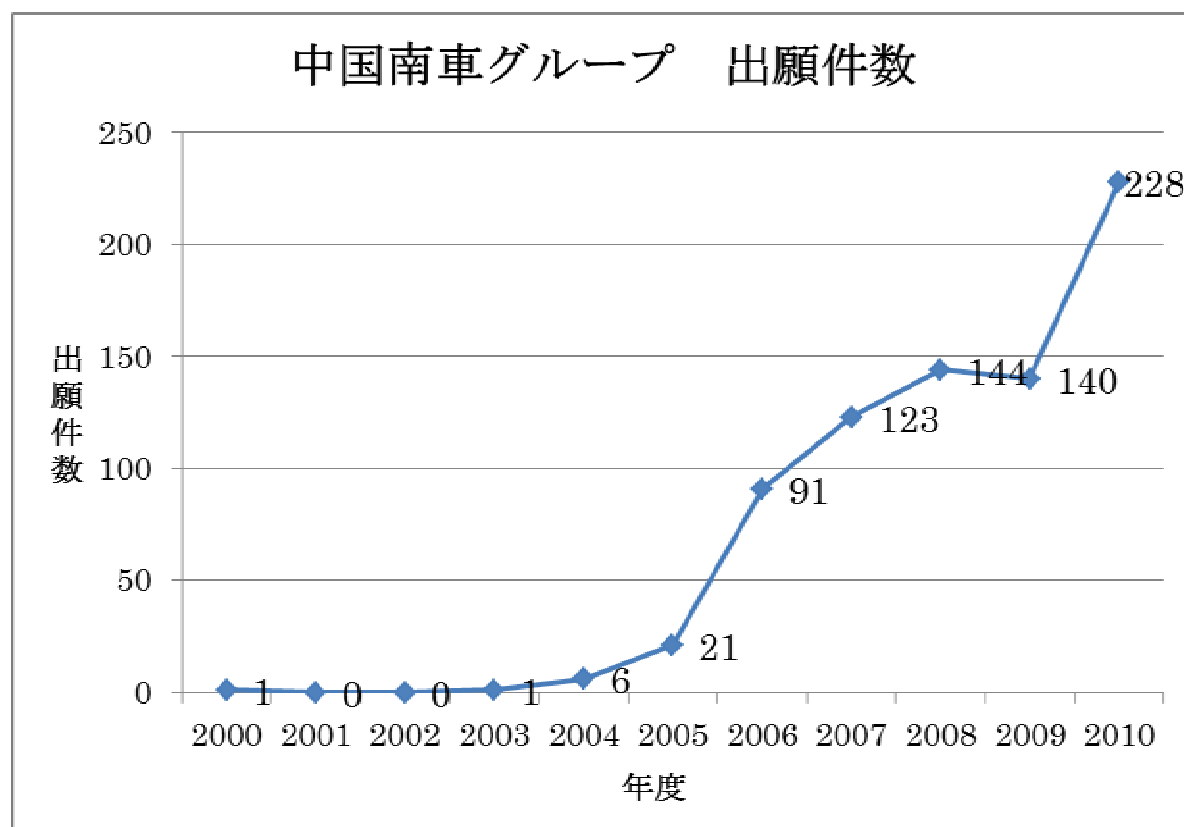
¹ 中国で特許といえば、発明特許、实用新型特許（日本の実用新案）及び外觀設計特許（日本の意匠）の 3 種をいう（専利法第 2 条第 1 項）。

方は、中国南車グループの中核企業であり、現在のところ、中国鉄道部が確定している重点 6 企業の一つである。線路建設は中国中鉄の下部組織である中鉄一局及び中鉄四局であり、信号の監視制御は鉄道部が指定した輝煌科技である。

(2)中国南車グループ

中国南車グループの中核をなす中国南車株式有限公司は従業員 8 万人、16 の子会社を持つ大型企業である。中国南車の主要業務は高速鉄道車両、統括制御、地下鉄車両の研究開発、製造、販売、メンテナンス等である。

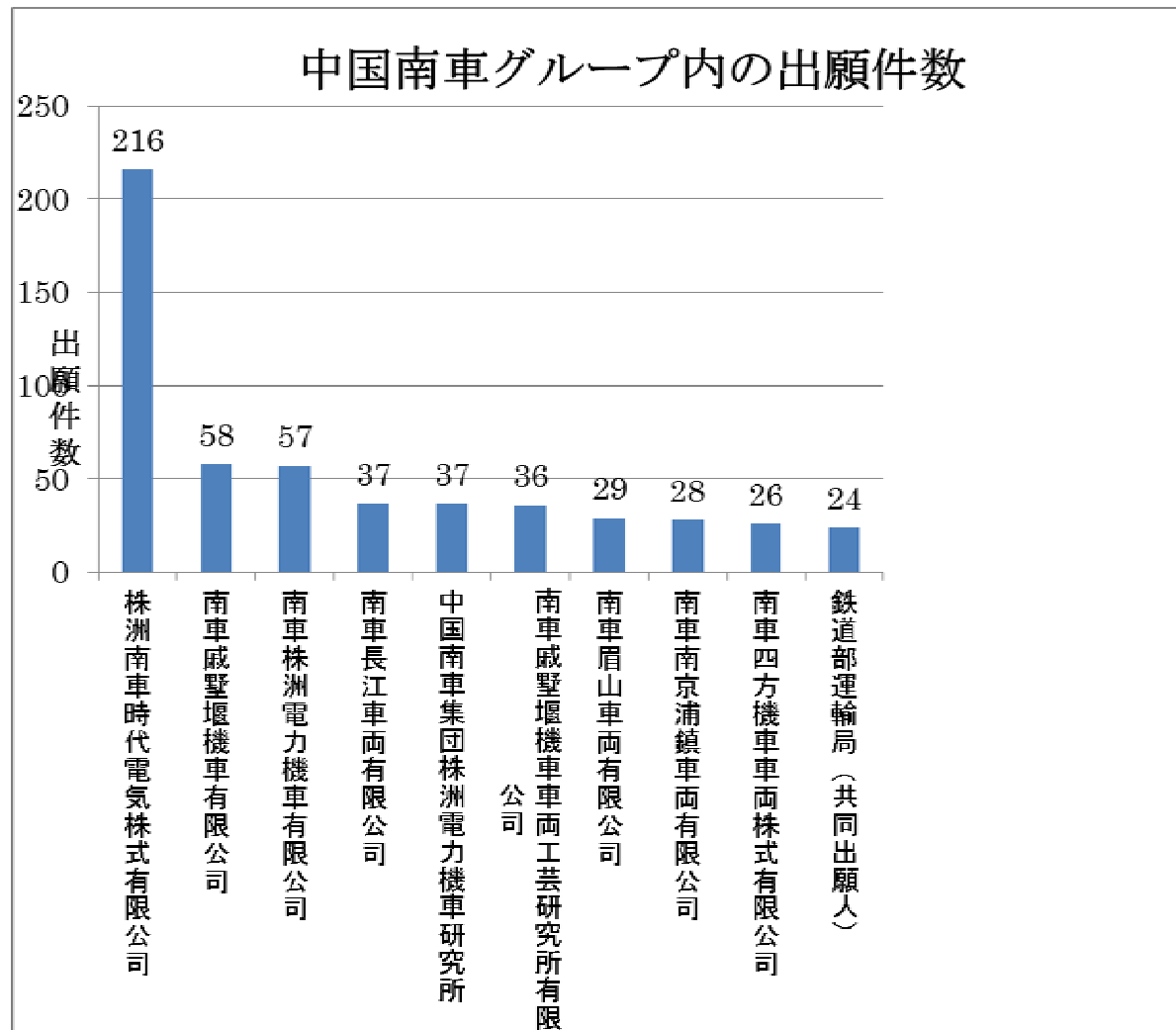
中国南車グループは 2003 年頃から特許出願数を増加させている。参考図 2 は中国南車グループの出願件数である。2003 年頃は数件しかなかった発明特許出願は今や年間 200 件を超えるまでに至っている。上述した 2006 年以降の新型高速鉄道の開発に併せて着実に権利化を進めていることが伺える。当然パリ条約または PCT(国際特許条約)を利用して次のマーケットである米国にも出願しているものと思われる。



参考図 2 中国南車グループの出願件数

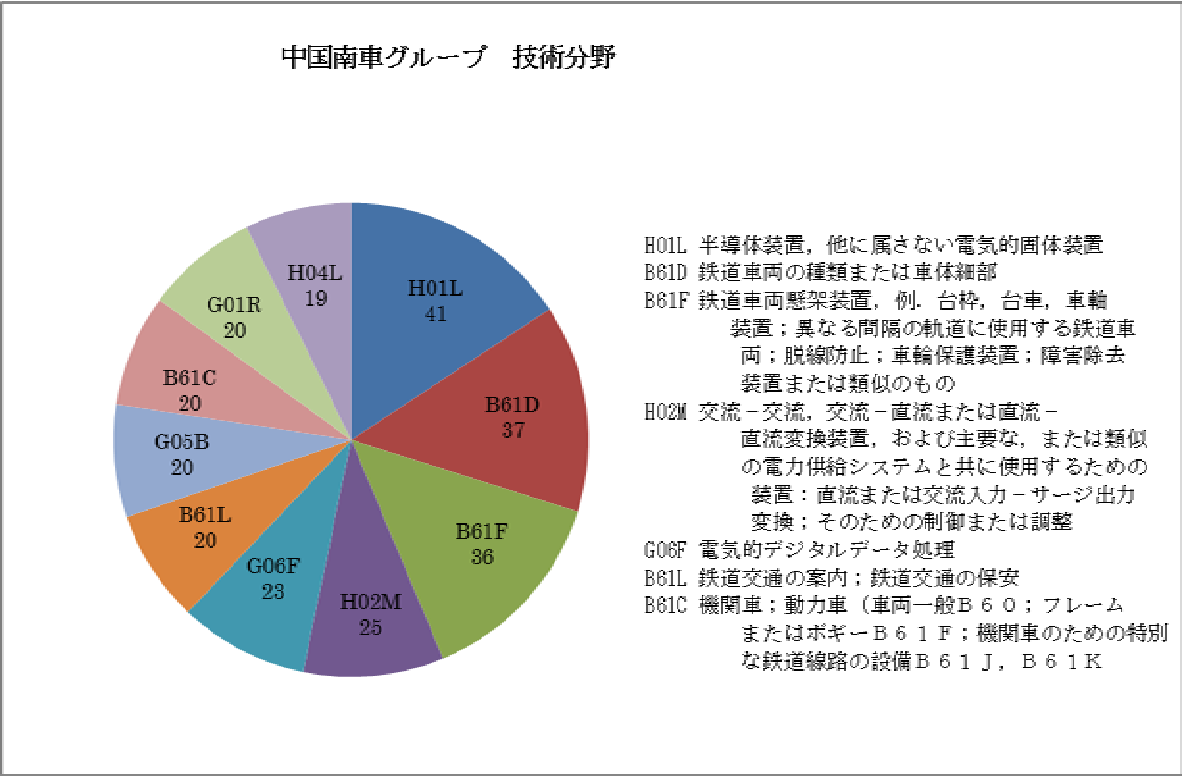
参考図 3 は中国南車グループ内の出願件数の内訳である。中国南車グループは、最大

の出願件数を誇る株洲南車時代電気株式会社、南車戚墅堰機車有限公司、南車株洲電力機車有限公司、南車長江車両有限公司、中国南車グループ株洲電力機車研究所、南車戚墅堰機車車両工芸研究所有限公司、南車眉山車両有限公司、南車南京浦鎮車両有限公司、南車四方機車車両株式会社の9社による出願が多い。また、鉄道部運輸局との共同出願も比較的多い。



参考図 3 中国南車グループ内の出願件数

参考図 4 は中国南車グループの出願技術分野である。鉄道に関する様々な技術分野について権利化を図っている。

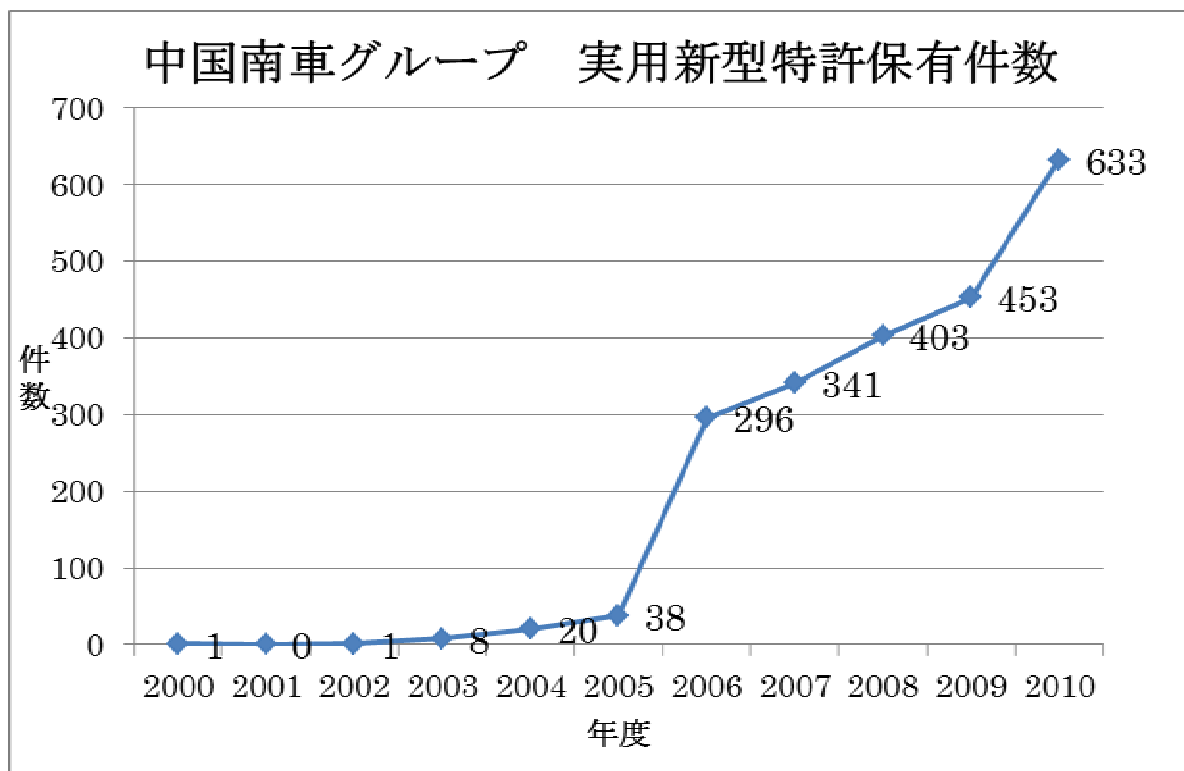


参考図 4 中国南車グループの出願技術分野

参考図 5 は中国南車グループの保有実用新型特許件数である。中国においては、実用新型は無審査で特許が付与される²。形状、構造に係る技術についても年間 600 件を超える実用新型特許を取得している。

²専利法第 40 条

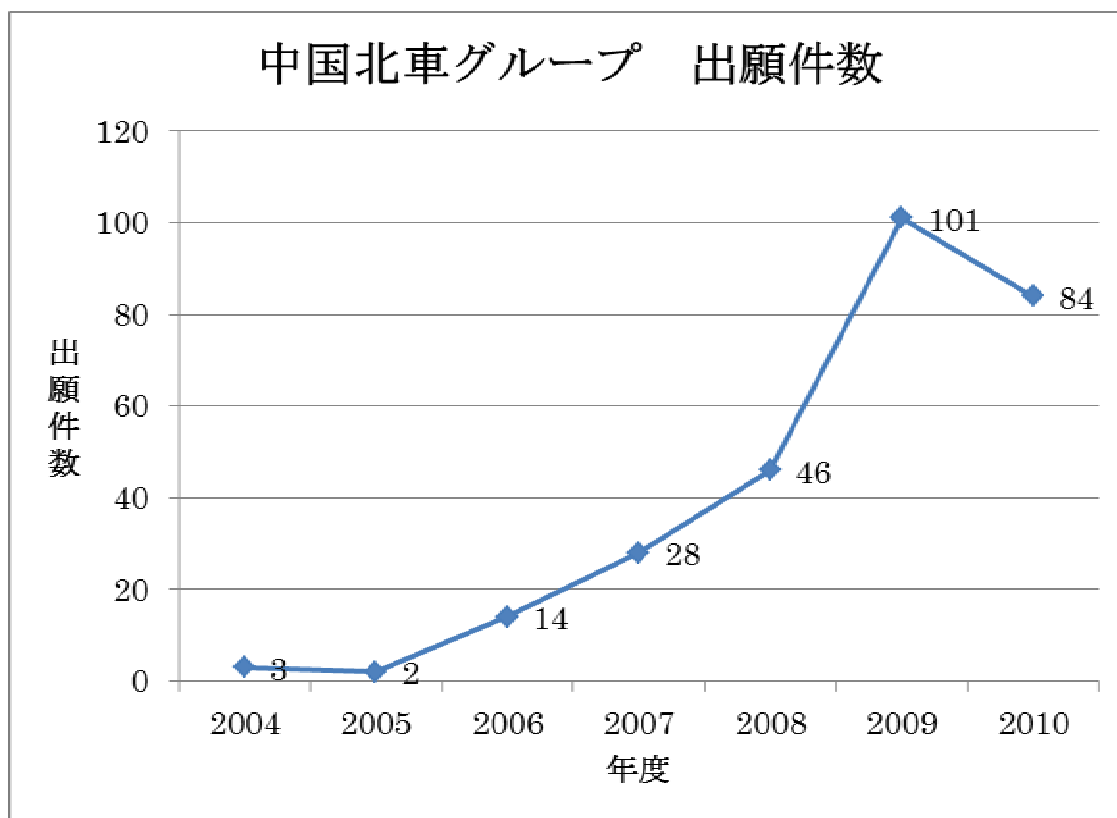
実用新型及び外観設計の特許出願が初歩的審査を経て拒絶理由を発見しなかった場合は、国务院特許行政部門は実用新型特許権又は外観設計特許権を付与する決定をし、特許証書を発行し、同時に登録と公告を行う。実用新型特許権及び外観設計特許権は公告の日より効力を生じる。



参考図 5 中国南車グループの保有実用新型特許件数

(3)中国北車グループ

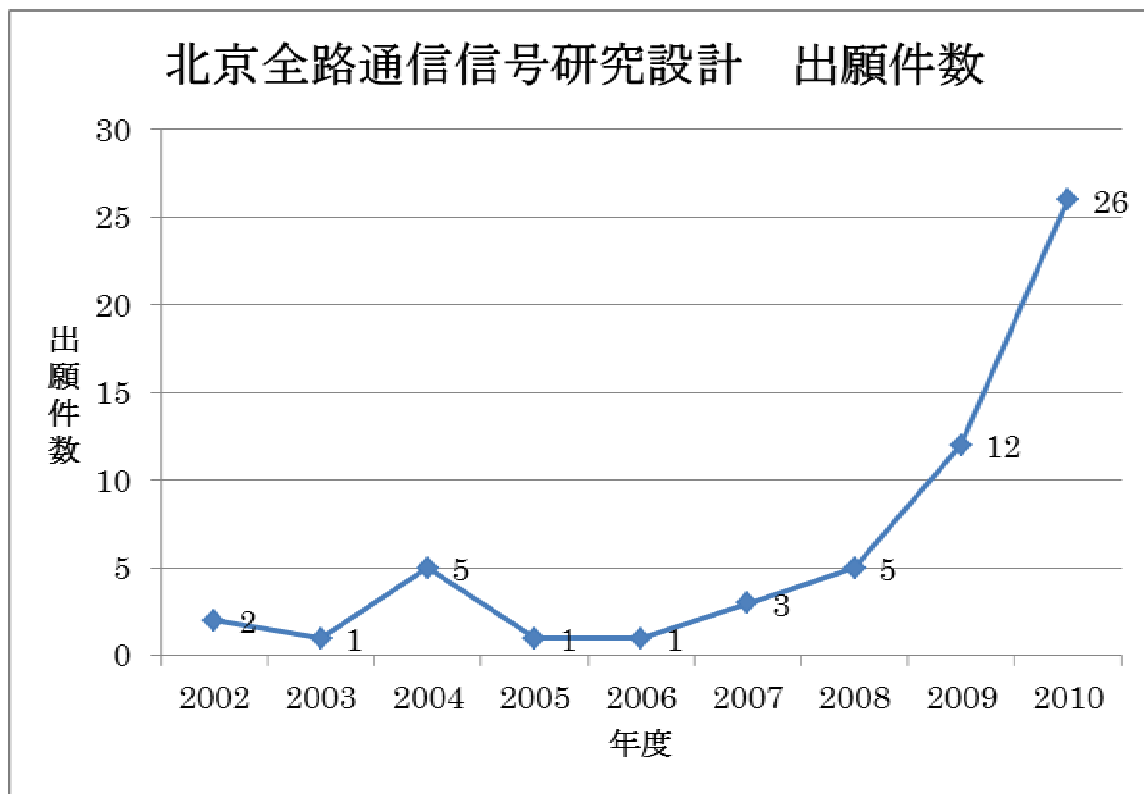
中国北車グループも中国南車グループと同じく高速鉄道の車両設計及び製造等を行う大型企業である。参考図 6 は中国北車グループの出願件数である。中国南車グループと比較すれば件数は少ない。



参考図 6 中国北車グループの出願件数

(4) 北京全路通信信号研究設計

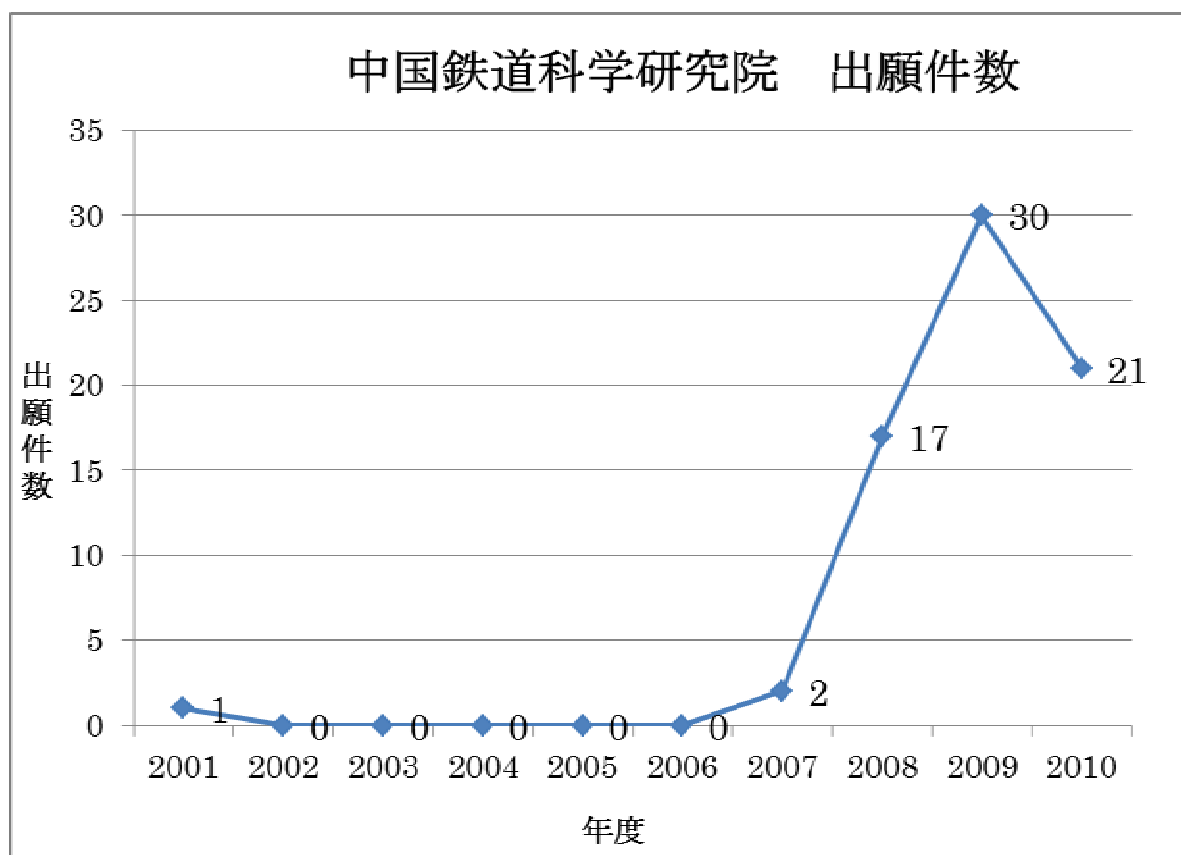
北京全路通信信号研究設計は信号設備に関する技術に特化して多数の特許出願を行っている。参考図 7 は北京全路通信信号研究設計の出願件数である。



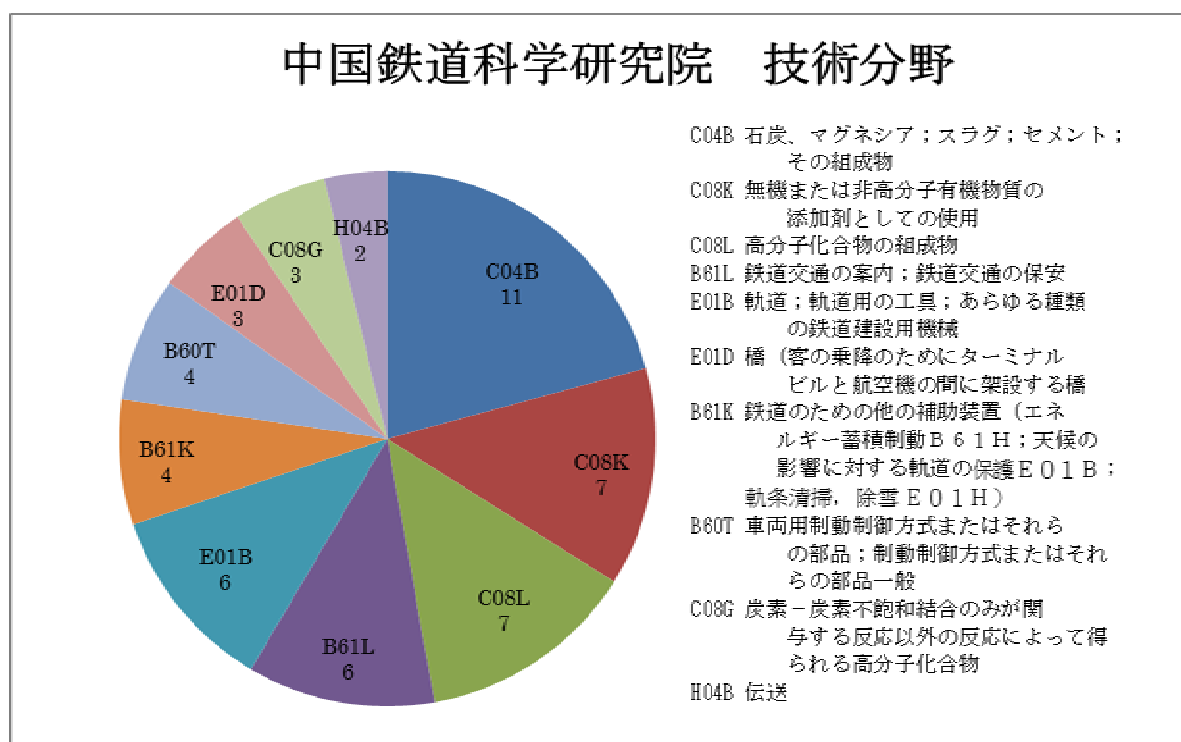
参考図 7 北京全路通信信号研究設計の出願件数

(5)中国鉄道科学研究院

中国鉄道科学研究院は 1950 年 3 月 1 日に設立された鉄道業界における専門の研究機関である。科学技術研究、開発、生産等を行う鉄道部直属の機関である。参考図 8 は中国鉄道科学研究院の出願件数である。以前は全く特許に興味のなかった研究院であるが、2007 年頃から特許権利化を活発化させている。参考図 9 は中国鉄道科学研究院の出願技術分野である。中国南車及び中国北車と異なり、化学分野の出願件数も多いことが伺える。



参考図 8 中国鉄道科学研究所の出願件数



参考図 9 中国鉄道科学研究所の出願技術分野

以上の統計から明らかなとおり、最大規模の中国南車等の中国企業、專業部品メーカ、その他、中国鉄道科学研究院等の国家機関が高速鉄道の開発にあわせて急激に特許出願を増加させていることが理解できる。おそらく数年後には次なる市場である米国においてもこれらの出願をベースとする特許の権利化が進められるであろう。

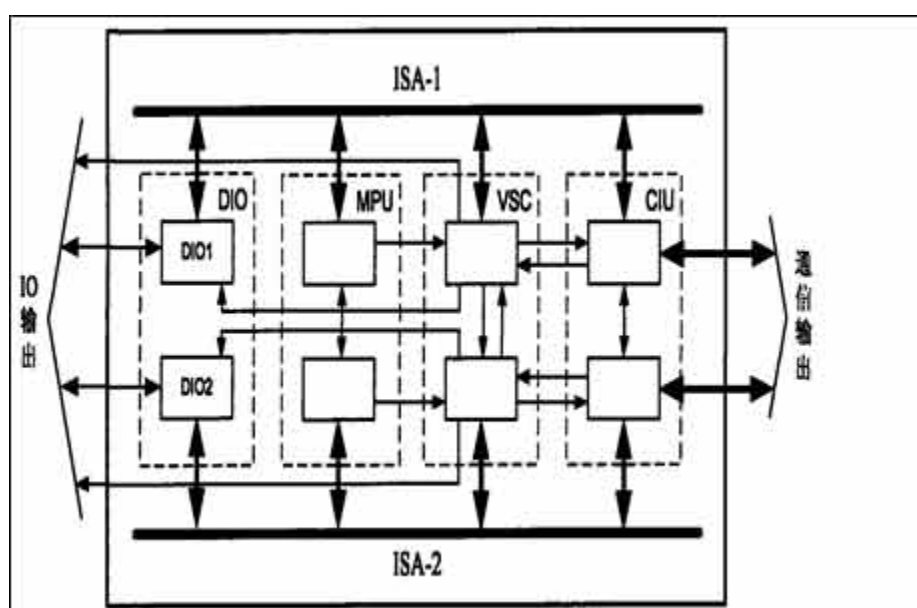
4. 中国企業の重要特許

中国企業が出願、権利化している 4 つの特許の詳細を以下に説明する。最初の 2 つは列車制御に関する技術であり、残り 2 件はブレーキに関する技術である。

(1)列車制御センターシステムプラットフォーム

上述した北京全路通信信号研究設計による出願であり、湖北省武漢市—広東省広州市を結ぶ武広高速鉄道に用いられている。この技術は主に、“二乗二取二(double two out of two)”の冗長技術を用いるものである。“二乗二取二”は鉄道関係の技術に広く応用されている技術であり、安全性及び信頼性を高めるものである。

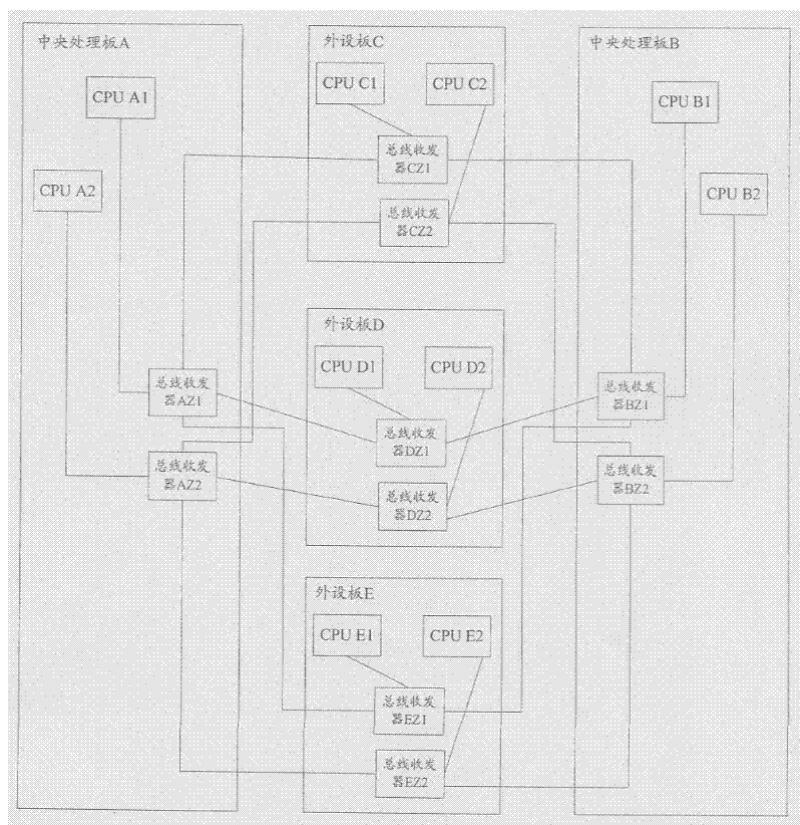
二乗二はシステムの安定性と信頼性に重きを置き、二取二はシステムの安全性と安定性に重きを置く。コマンド段階の同期とタスク段階の同期をとる。システムプラットフォームは多階層の安全防護措置を採用しており、全ての安全出力は 2 つの独立した非相関のソフトウェア及びハードウェアシステムにより共同で確定する。コマンドは出力前に比較が行われ、誤りを検出した場合、出力が停止される。出力後もさらに検査が行われ、誤出力の発生を防止するものである(参考図 10 参照)。



参考図 10 列車制御センターシステムプラットフォーム主要図

(2)同じく北京全路通信信号研究設計が応用した発明特許“コンピュータ冗長システム”を紹介する。本特許は既に国家知識産権局により特許(CN101149695)が付与されている。この発明はコンピュータ冗長システムであり、2つの中央処理ボードと、少なくとも一つの外設ボードを含み、各中央処理ボード上には2つのCPUが実装される。また、各外設ボード上にも2つのCPUが実装され、これらのCPUは共にそれぞれが有するバストランシーバーに接続され、各バストランシーバーを相互に接続することによって、通信回路を構成し、これにより冗長を達成するものである。

これにより、一つの中央処理ボードに故障が発生した場合でも、外設ボードは依然としてデータ交換を続行することができ、かつ、自身の機能を実現することができる(参考図 11 参照)。



参考図 11

(3)ブレーキの実用新型特許

中国はブレーキについても国産化を進めている。博深工具公司の研究開発能力は高く、多くのブレーキ片を製造、販売している。博深工具公司是“高速鉄道車両ブレーキ片”の実用新型特許と、“高速列車ブレーキ片及び調製方法”の発明特許を有しており、既に時速 300km 以下の高速鉄道車両のブレーキ片の生産技術を有している。

時速 300km 以上の高速鉄道ブレーキ片は現在研究中であるが、すでに試験を通じた

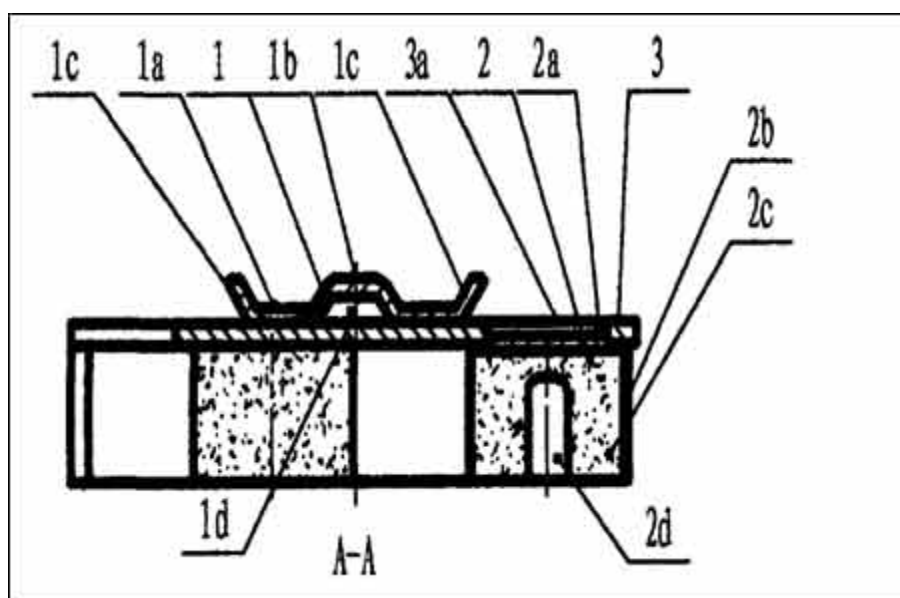
検証を行っており、外国製品と同様のレベルにまで達してきた。

現在鉄道部の機械の受け座試験及び走行試験を待っているところであり、順調に進めば、2012 年下半期に鉄道部の認証を獲得し、1 年の試用段階を経て、2013 年末には量産される見込みである。

請求項は以下のとおりである（参考図 12）

高速鉄道車両ブレーキ片は燕尾板 1、摩擦部 2 及び基板 3 により構成され、
基板 3 の一平面は摩擦部 2 に対し一体に接続されており、
基板 3 の他平面上には燕尾板 1 が設けられ、
燕尾板 1 は基板 3 に対し接続固定されている。

本実用新型特許は従来の無石綿半金属樹脂ベースのブレーキ片が有する各種問題（短寿命、低放熱性、低速車両にしか利用できない）を解消したものがある。本実用新型によれば加工が簡単であり、製造工程が短く、生産効率に優れる。また本実用新型は放熱に優れ、熱安定性が良く、制動・性能が安定し、長寿命化を図ることができる。



参考図 12

(4) ブレーキの発明特許

最後に博深工具公司の高速列車ブレーキ片及び調製方法を紹介する。本発明特許は、粉末冶金材料の技術領域に属し、半金属基の合成ブレーキ片摩擦係数の不安定問題を解消するために用いられる。改良後のブレーキ塊材料は以下の重量単位の粉末原料により組成される。

具体的には、

銅粉 25-55、ニッケル粉 5-20、鉄粉 4-12、マンガン粉 1-4、クロム粉 1-9、グラファイト 5-20、エメリー 5-10、タングステン粉 1-8、二酸化チタン粉 3-6、二酸化ケイ素 3-10、

チタン粉 1-4、アルミニウム粉 1-5 を含み、粒度は平均 200 目(1 インチ当たり編み目の数)より細かいことを特徴とするものである。

このように本発明のブレーキ塊は金属基複合原料を用いて生成される。基体原料は高い導熱率及び良好な塑性の銅合金を備え、配合した原料の合理的な選択及び最適化した組成成分比率により、調製したブレーキ片は様々な効果を有する。具体的には基体は耐熱性能に優れ、裂け目が発生せず、摩擦により温度が上昇した状況下でも、摩擦係数は急変しない。さらに本発明に係るブレーキ片は摩耗率が低く、長寿命化を図ることができる。

5.終わりに

約 6 年間にわたる中国高速鉄道の開発過程、特許出願動向及び特許の内容を分析することで外国からの技術をベースとしつつも改良を施し、その改良点について着実に権利化を図っていることが理解できる。

本稿では中国高速鉄道についての問題点について述べたが同様の問題は他の産業分野でもおこっているであろう。技術は日々進歩するものであり、新たな技術については貪欲に権利化を行うと共に、市場となる他国においても特許網を構築しなければならない。

中国企業は 5-6 年前から国際的な特許強化戦略をとっている。中国国内の発明特許出願は 2010 年度に日本の年間 35 万件を追い抜き、39 万件に達した。今期も増加傾向にあり上半期で 21.8 万件、即ち年間 42 万件を越える勢いにある。国際特許出願も韓国を追い抜き世界第 4 位にまで順位を上げてきた。第 11 期全国人民代表大会第 4 回会議で採択された「第十二期五ヵ年計画（十二五）綱要」によれば、2015 年までに発明、実用新型、外観設計の 3 種類の年間出願件数を現在の 120 万件から 200 万件まで引き上げることを国家目標としている。この計画通りに事が進むとすれば中国における発明特許出願件数は 2015 年に約 66 万件に達し、米国を抜いて世界一となる。

韓国サムスン電子の李健熙(イ・ゴンヒ)会長は、2011 年 7 月末「ソフト技術、S(Super)級人材、特許」を、サムスン電子の 3 大重要課題として示した。アジア間では日本、韓国、台湾に中国を加えた競争が世界各国市場においてますます激化していくであろう。特許に対する重要性、危機感が他国に比して低下してきている日本はこの中国高速鉄道事件を教訓に戦略を見直すべきではないであろうか。

以上