

マグレブ国際会議（MAGLEV 2008）報告

長嶋 賢* 小方 正文* 鈴木 江里光** 松江 仁***

Report on MAGLEV' 2008

Ken NAGASHIMA Masafumi OGATA Erimitsu SUZUKI Hitoshi MATSUE

The 20th International Conference on Magnetically-Levitated Systems “MAGLEV2008” was held in December 2008 in San Diego, California USA. There were more than 240 participants in the conference from 17 countries. About 100 technical contributions were presented and discussed from the 15th to the last day of the 18th. The next conference will be held in 2011 in Incheon, Korea.

キーワード：磁気浮上，リニアモータ，マグレブ

1. はじめに

2008年12月15日から18日までアメリカ合衆国カリフォルニア州のサンディエゴ市においてMAGLEV2008（20th International Conference on Magnetically Levitated Systems and Linear Drives）が開催された。本国際会議は、ブラジル、中国、イギリス、フランス、ドイツ、イタリア、日本、スイス、アメリカ、韓国、カナダの11カ国の委員から構成される国際運営委員会（委員長：正田英介 鉄道総研会長）により、2年に1度開催されている。今回の会場（図1）となったサンディエゴ市は米国最南西に位置する都市で、太平洋に面し、南はメキシコ国境にも近い。市内には海軍や海兵隊の基地が多く、人口はロサンゼルス市に次いでカリフォルニア州第2の規模である。また、近郊には、General Atomics社が常電導方式の磁気浮上システムを開発している施設などがある。



図1 会議会場（Manchester Grand Hyatt San Diego）

2. 会議の構成

今回の会議の出席者は世界17カ国から240人以上であった。発表は基調講演と一般講演をあわせて100件を超える件数であった。当日配布の資料によれば、一般講演の発表者の国籍内訳は表1に示すとおりである。

会議期間中、15日は運営委員会が開催され、16日と17日は、午前中は大ホールで基調講演とプレナリーセッション、午後は4部屋にわかれてパラレルセッションが行われた。最終日18日の午後はパラレルセッションのかわりにGeneral Atomics社のMaglev実験線とカリフォルニア大学サンディエゴ校への見学ツアーが開催された。

表1 国別発表件数一覧

国 名	発表件数
アメリカ	31
ドイツ	18
韓国	17
日本	11
中国	8
ブラジル	3
スイス	3
イギリス	3
ウクライナ	2
クロアチア	1
カタール	1
オランダ	1
イラン	1
イタリア	1
合 計	101

3. 講演内容

16日の会議は正田国際運営委員長の挨拶からはじまった。引き続き基調講演，“Worldwide Maglev Overview”

* 浮上式鉄道技術研究部（低温システム）

** 浮上式鉄道技術研究部（電磁力応用）

*** 浮上式鉄道技術研究部（電磁路技術）

特集：浮上式鉄道技術とその応用

と題するプレナリーセッションへと続いた。このセッションでは上海での運行実績を含むトランスラピッドの状況や、韓国での“Urban Maglev”の開発状況、日本の磁気浮上式鉄道及び、リニア地下鉄等の状況、イギリス、アメリカにおけるプロジェクト等について5カ国の講演者から包括的な報告がなされた。

全体の講演は恒例に従い、以下にあげる7つの分野について行われた。

- ① マグレブの開発状況 “MAGLEV Developments”
- ② 新技術 “Maglev- New Ideas”
- ③ 車両、浮上及び案内特性 “Vehicles and Levitation/ Guidance”
- ④ 安全と運行制御 “Safety and Operational Control”
- ⑤ 推進、リニアモータ、電力供給 “Propulsion, Linear Motors and Energy Supply”
- ⑥ 経済性、F/S “Economic and Planning/Feasibility Studies”
- ⑦ ガイドウェイ、構造物 “Guideway and Infrastructure”

この中で、磁気浮上システム別に発表件数の多い順で並べると、ドイツが開発して上海で実用化されているトランスラピッドに関しては24件、韓国で開発中の“Urban Maglev”に関しては14件、アメリカのGeneral Atomics社が開発している“Urban Maglev”に関しては9件、日本の“JR-Maglev”に関しては6件、ブラジルが開発している“Maglev-Cobra”に関しては3件であった。この5つの浮上システムだけで56件の発表件数となり、全発表件数の半数を超える。なお、はじめに挙げた3件はいわゆる常電導浮上方式であり、後の2件はシステムが全く異なるものの超電導を用いた浮上方式である。以下ではこれらの浮上システムを中心に紹介する。

3.1 トランスラピッド¹⁾

トランスラピッドは常電導磁気浮上システムの代表例であるが、浮上は電磁吸引方式、推進には高速化のためにリニア同期モータを採用した方式である。本システムに関しては、開発国のドイツ、営業線を有する中国の他に、適用を検討しているスイス、アメリカ、カタールからの発表があった。ドイツ国内での話としては、2006年9月の事故以降試験を中止していたエムスランド試験線での試験走行が2008年7月に再開したこと、その試験には空港アクセス路線を意識した設計の新型車両TR09(図2)を投入したこと、ドイツ国内での初の実用化が期待されたミュンヘン空港線(ミュンヘン中央駅-ミュンヘン空港駅間37.7km)の計画が2008年3月に建設費が当初見込みより高くなったために取りやめになったこと等が紹介された。上海トランスラピッド(浦東国際空港駅-龍陽路駅間30km)に関しては、開業以来5年間の運



図2 トランスラピッドの新型車両TR09

行実績²⁾や、上海トランスラピッドを杭州まで延伸する計画(浦東国際空港駅-杭州間191km、2010年建設開始予定)の紹介があった。その他に、スイスの“SwissRapid Express”建設計画(ベルン-チューリヒ間114km、2017年営業開始予定)、中東のカタールとバーレーンでの建設計画(新ドーハ国際空港-バーレーン国際空港間182km)、アメリカ国内でのアトランタ-チャタヌーガー-ナッシュビル間や、アナハイム-ラスベガス間、米国東海岸ルート(ボストン-ニューヨーク-ワシントン-シャーロット)の建設計画等も紹介された。

3.2 韓国の“Urban Maglev”³⁾

韓国で開発が進められている“Urban Maglev”は「リニモ」の愛称で実用化されている日本のHSST方式に近いシステムであり、常電導の電磁吸引方式で浮上し、リニア誘導モータで推進する。最高時速は現在110km/hに設定されている。研究開発は1989年に韓国機械研究院で開始され、既に1km規模の実験線あるいはデモンストレーション線の実績がある。

現在は2013年に仁川国際空港にデモンストレーション線を開業する計画が進められている(図3)。3つのフェーズで開発が計画されており、はじめのフェーズでは延長6.1kmの線が、最終的には延長57kmとなるとのことである。今回の会議ではこのデモンストレーション線に関連した発表が多く、車両基地でのメンテナンスからガイドウェイの構造、分岐の開発、電力供給システム、国際規格RAMSに関する話題まで幅広い内容が紹介された。

2011年には6.1kmの建設が終了して試験運転が開始される予定であり、これにあわせて、次のマグレブ国際会議は2011年に仁川で開催されることになった。



図3 仁川空港のデモンストレーション線(予想図)

3.3 General Atomics 社の“Urban Maglev”⁴⁾

アメリカの General Atomics 社は、ローレンスリバモア国立研究所で開発がはじまった“Inductruck”方式の磁気浮上システムの実用化に向けた開発を進めている。貨客輸送として“Urban Maglev”の名称で、貨物輸送としては“Electric Cargo Conveyor”あるいは“ECCO”の名称で呼んでいる。このシステムは、常電導磁気浮上の1種ではあるが、トランスラピッドや韓国の“Urban Maglev”とは異なり、車上側に電磁石ではなく、永久磁石を搭載している。強力な永久磁石をハルバツハ配列という並べ方で配置することによって、磁場を強化し、JR-Maglevと同じ電磁誘導方式で浮上する。推進方式もリニア同期モータを採用している。

旅客輸送としては、現在、カリフォルニアペンシルバニア大学（ペンシルバニア州にあり、カリフォルニア州立大学とは無関係）構内での短距離旅客輸送“Maglev Sky Shuttle”（延長584.3m）が検討されている（図4）。2年前の会議（MAGLEV 2006）では「2年以内に第一期分の工事を開始予定」と報告されていたが、資金面の理由から計画は遅れている。

サンディエゴ市郊外の General Atomics 社内に図5のような実験線を建設しており、前述の通り会議最終日に見学ツアーで参加者に走行試験が披露された。この時は、貨物輸送応用“ECCO”の車両がセッティングされていたが、120m程度の短い実験線の上を非常にスムーズに走行している様子が見られた。

また、同じ場所で General Atomics 社がアメリカ空軍向けに開発を進めている“Holloman Maglev”システムの展示もされていた（図6）。こちらは交通向けではなく、ミサイルのセンサー等の性能試験向けで、超電導コイルを用いて電磁誘導方式で浮上・案内をして、ロケットで推進するシステムである。ニューメキシコ州の Holloman 空軍基地で2008年の4月に673km/hの速度を記録し、現在音速を超える高速浮上走行試験を目指している⁵⁾。

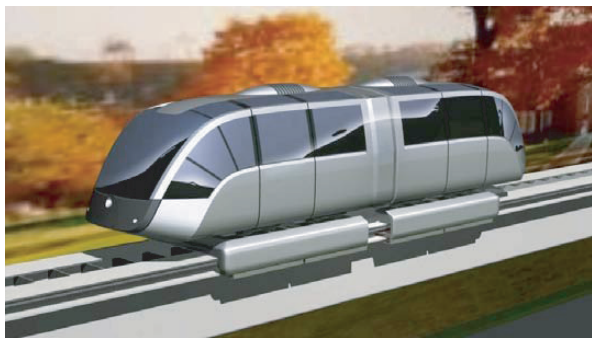


図4 General Atomics 社の“Maglev Sky Shuttle”
（予想図）



図5 General Atomics 社の Maglev 実験線



図6 見学ツアーで展示された“Holloman Maglev”

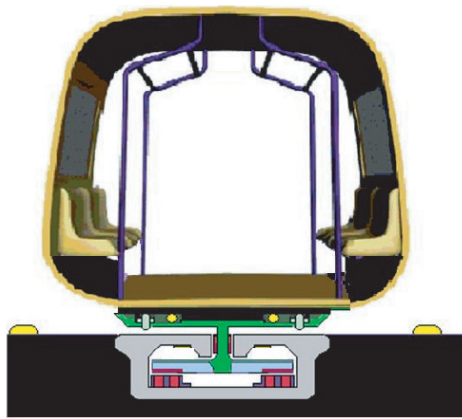
3.4 超電導を用いた磁気浮上システム

超電導を用いた磁気浮上システムとしては、前述の通り“JR-Maglev”に関しての報告件数が最も多かった。JR 東海より、山梨実験線での試験の実績や今後の計画を含む全般的な紹介があり⁶⁾、東京大学の大崎教授や鉄道総研からは“JR-Maglev”への高温超電導材料の適用性に関する検討についての報告等があった^{7, 8)}。

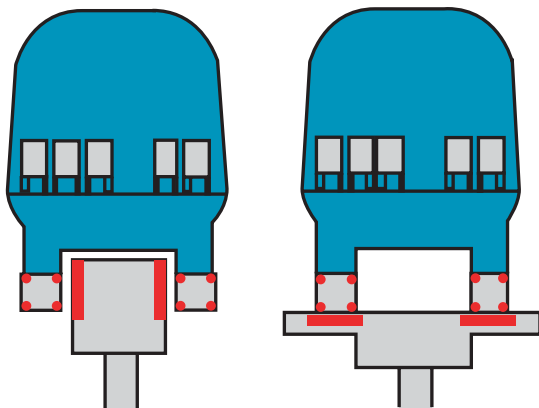
一方、ブラジルのリオデジャネイロ連邦大学では、高温超電導バルク体と永久磁石の軌道を組み合わせて「磁束のピン止め効果」によって車両を安定浮上させ、リニアモータで推進する磁気浮上システム“Maglev-cobra”の開発を行っている⁹⁾。現在、短い実験線をリオデジャネイロ連邦大学の構内に建設する計画があり、それに向けた研究開発が紹介された。第1段階として、2010年までに大学内に114mの試験線を建設する予定とのことである。この磁気浮上システムは車上に液体窒素で冷却した高温超電導バルク体を搭載し、軌道側に強力な永久磁石を敷き詰める。中国やドイツでも類似のシステムの開発例があるが、気になるのは、軌道側のコストや鉄などの落下物からの軌道の防護である。発表では、コストダウンのために軌道の磁気回路の最適化を行ったことが紹介された。また、鉄などの落下物等から軌道を防護するため、図7に示すように、永久磁石軌道（図中の赤と青で塗られた部分）を地中の溝の中に配置して地表面に出さない構造にすること等も報告された。

超電導磁石を用いた磁気による浮上・案内の方式を1966年に発表した J.R. パウエルと G.R. ダンビイは“Maglev-2000”の開発を進めている。このシステムは車

特集：浮上式鉄道技術とその応用

図7 “Maglev-cobra”の永久磁石軌道防護構造⁴⁾

両に搭載した超電導磁石によって電磁誘導方式で浮上し、推進にはリニア同期モータを採用しており、JR-Maglevと原理的には同じである。違いは、図8のように車上側に4極超電導磁石を搭載し、ボックス型軌道も板型軌道も走行可能な構造を採用した点である。2種類の軌道を採用することによって建設費を低減することを目指している。今回は実物大の4極超電導磁石や8の字型地上コイル等を製作して電磁力等を測定したことも報告された¹⁰⁾。また、同じシステムによる貨物輸送についても検討している。



(a) ボックス型軌道

(b) 板型軌道

図8 “Maglev-2000”システムの断面構造⁵⁾

4. おわりに

ドイツのトランスラピッドに関しては、前回の会議(MAGLEV2006)直後に発生した事故を乗り越えてエムスランド実験線での走行が再開されたことは大変喜ばしいことであるが、期待されたミュンヘン空港線の建設が急遽キャンセルされるなど、悲喜こもごもであった。

また今回の会議では、トランスラピッドや、General Atomics社の“ECCO”を含むいくつかのシステムにおいて、貨物輸送を想定した検討例の紹介が目立った。

その他に今回も多くのリニア新線の建設計画が報告され

た。この中で、韓国の“Urban Maglev”は前述したように2011年までに建設を終えて、次回の会議では参加者の試乗を目指して計画を進めているとのことである。これにむけた雰囲気作りのためか、会場では図9の様な車両模型の展示等もあり、プロジェクト関係者に活気や勢いを感じた。次回、2011年に仁川で開催される会議が楽しみである。



図9 会場に展示された韓国“Urban Maglev”の模型

文献

- 1) Loser, F., “Transrapid - Transportation System with High Potential”, *MAGLEV' 2008*, pp.93-99, 2008.
- 2) Wu, X., “Operation Practice of Shanghai Maglev Demonstration Line”, *MAGLEV' 2008*, pp.113-115, 2008.
- 3) Shin, B.C., Park, D.Y., Baik, S. and Kang, H.S., “Status of Korea's Urban Maglev Program”, *MAGLEV' 2008*, pp.24-28, 2008.
- 4) Riester, T.E. and Golden, A., “California University of Pennsylvania (CALU)-Maglev Sky Shuttle”, *MAGLEV' 2008*, pp.67-76, 2008.
- 5) Hsu, Y., Ketchen, D., Holland, L., Langhorn, A., Minto, D., Doll, D., “Status of the Magnetic Levitation Upgrade to Holloman High Speed Test Track”, *MAGLEV' 2008*, pp.11-16, 2008.
- 6) Sawada, K., “Outlook of the Superconducting Maglev”, *MAGLEV' 2008*, pp.116-120, 2008.
- 7) Ohsaki, H., “Impact of High-Temperature Superconductors on the Superconducting Maglev”, *MAGLEV' 2008*, pp.293-267, 2008.
- 8) Nagashima, K., Ogata, M., Miyazaki, Y., Sasakawa, T., and Iwamatsu, M., “Preliminary Study of High-Temperature Superconducting Magnets Using 2G Wires” *MAGLEV' 2008*, pp.264-267, 2008.
- 9) Stephan, R.M., David, E.G. and Haas, O., “Maglev-Cobra: An Urban Transportation Solution Using HTS-Superconductors and Permanent Magnets”, *MAGLEV' 2008*, pp.135-138, 2008.
- 10) Danby, G., Finch, L., Harmer, E., Jordan, J., Morena, J., Walsh, J. and Wagner, T., “Fabrication and Testing of Full Scale Components for the 2nd Gen. Maglev-2000 System”, *MAGLEV' 2008*, pp.321-330, 2008.