

4. 車両

4.1. 市内線専用車

「つくば南北線」の通常の運行で用いられる車両である。中量交通機関として軌道系交通機関を導入するわけであり、少なくともバスより単位辺りの輸送力が高い比較的大型の車両を用いる。具体的には全長 25 程度、定員 140 名程度（おおむねバスの 2 倍程度）の連節車両を想定しているが、将来的の増結（中間ユニットを追加することで、全長を 35 - 40m 程度に延長し、定員 200 - 250 名とする）による輸送力増強が可能なような仕様としておく。また、市民・来街者に気軽に使ってもらうためには、快適で安全かつ明るく清潔感のある車両を用いる必要がある。主な仕様についての検討事項は次の通りである。

1) 車体構成

全線新設、鉄道線への直通も検討していることから、在来車両 + プラットホームの採用も検討の余地があるが、歩道からのアクセス性とホーム転落事故の少なさといったメリットから市内線専用車については、超低床車の導入を想定している。

超低床車ということで、車体構成として様々なものが考えられるが、平面交差の多い LRT の性質上ブレーキ性能は高い方が望ましく、車内転倒事故を防ぐ観点からは車内段差は極力少なくする方がよいと考えられる。一方で、動力台車については、独立車輪を用いない従来方式の台車、走行機器が、現時点では、コストパフォーマンスとメンテナンス性、そして高速走行性能などの点でメリットがある。この二つを両立させるため、「つくば南北線」向けの車両では、動力台車を両端の運転台ユニットに配置することを考えた。両端の台車のみ動力車として、客室部分は完全な超低床とする方式については、既にフランス・リール向けのブレダ社製車両と鹿児島市電向けのアルナ車両製車両（「ユートラム」1000 型車両）で採用例が存在する。今回の「つくば南北線」構想線向け車両では、全長が 25m 程度の連節車を想定しているため、両端の運転台ユニット下に配置された 2 つの動力台車の他に、中央に付随台車を配置し、運転台ユニットの間にフローティング車体の客室をつなぐという車体構成を想定している。なお車両中央、短車体のユニットの下に配置される付随台車は、その上の客室床面をフラットにするために独立車輪方式を採用することとするが、付随台車であるため、技術的ハードルは高くはないと考えられる。なお運転台ユニットにも、補助的な座席を設けるため、完全な 100%超低床車とはいえないが（この部分については転倒事故を防ぐため立席は設けず、座席のみとする）、客室床面の低床化率は 90%以上に達し、限りなく 100%超低床車に近い性質を持った車両とすることができる。なお、2004 年現在、国産 100%超低床車の開発の途上にあり、十分に低価格に供給されるようになった場合には、動力台車も特殊構造を用いた完全な 100%超低床方式の採用も検討するものとする。

2) 動力性能

駅間が比較的短い区間の多い LRT において、高い速達性を維持するには、高加減速車の導入が必要不可欠である。地下鉄並み（かそれ以上）の加速度 4km/h/s、常用減速度 4km/h/s 程度の水準を想定している。なお、いわゆる都市間列車ではないので、（つくばエクスプレス直通車に比べて）超高速運転が行える必要はないが、郊外区間での高速運転に対応するため、最高 80km/h 運転程度までは対応できる動力性能を持った車両を導入する。

なお、平面交差の多い LRT において、安全に高速運転を実施するには、高いブレーキ性能を持った車両の導入が必要不可欠である。具体的には、非常ブレーキとして、対するレールブレーキを装備することで、欧米の LRV と同レベルの 10km/h/s 程度の非常減速度を確保し、保安性能を高める。こうした施策を通じて、トランジットモール区間や電停周辺部など一部区間以外では、60km/h～80km/h 程度の高速運転を実施することを可能にする。

一方で、高いブレーキ性能の LRV を導入するうえで問題となってくるのは、不意の急ブレーキによる車内転倒事故の可能性である。部分低床車の場合、車内に段差が生じることになり、特に注意が必要である。欧米の LRT では非常減速度 10km/h/s 程度の強力な減速度を持った車両が一般的に用いられているし、安全確保に役立っているようである。そしてバスにおいては欧米の例を持ち出すまでもなく、日本でも急加速急減速を常用している。

ノンステップバスに関しては、車内段差も存在する。ともすると福祉目的の側面が目立って注目がちなノンステップバスでさえも、車内段差がありながら現実的に運用可能なのであるから、LRT でも必ずしも不可能とはいえないと考えられる。問題は、「少なからず電車はバスに比べて急加減速が少ない」というイメージ（実際そうだが）があり、LRT で強力なブレーキを装備した車両を導入する場合、バスのように、急減速に対する注意喚起を周知する必要があるかもしれない。また、徐々に減速度を上げていき、また車速が下がって停止寸前になったら再び減速度を落としていくことで、ショックを和らげるような機構の開発も重要かもしれない。

なお、電源は架空式直流 600V を想定しているが、さらに技術革新が進んだ場合には、架線レス方式の採用も検討する。この場合には、床下あるいは天井に薄型（できる限り小型・軽量化）のリチウム二次バッテリーを搭載し、これを電源とすることになる。いずれにせよ、回生ブレーキを装備したインバータ制御の省エネルギー車両の導入を基本とする。

3) デザイン・車内設備

車両外観については、研究学園都市に相応しい「近未来」的かつ緑の街並みに調和した近代的なものとし、軽い流線型・メタリック塗装を検討する。ラインカラーとして「緑」を想定しているため、適切な場所に「緑」をアクセントとして加える。行き先表示などは LED を用いるが、視認性の優れた高輝度タイプの採用を想定している。

ドアは片側 4 箇所を想定している。ワンマン運転を想定しているが、出口部に簡易型の自

動改札機を設けることを想定しており、後方のドア化からも下車が可能な構造とする。なお最前方のドアに関しては、運転席近くに設置、車椅子利用時に乗務員が介助を行ったりすることが容易にできるようにすることを検討している（鹿児島新型車両のように、電停停車時には運転席が入り口ドア付近にスライドする方式を検討）。残りの出入り口については、簡易型自動改札 & 清算機で対応すると共に、呼び出しボタンと TV 電話システムを設けて、監視盤室や運転手とやりとりができるようにしておく。

車内設備については、明るく清潔感のある内装を使用し、LED あるいは液晶モニターの案内装置を設置する。また座席については、運転台ユニット上にも補助的な座席（運賃箱 & 簡易自動改札は運転台側に収納できる構造として、進行方向後ろ側は、その空いたスペースにも補助席を設置する）を設置する。さらにホームは必ず進行方向左側（相対式）に設置されるため、開かない反対側のドアにもクロスシートタイプの補助席を設置する。このように多彩なシートアレンジを可能にし、できる限り座席定員を増やし、足腰の弱い人にも気軽に使ってもらえるようにする。ロングシート部分については、視覚的に目立つ色のラバーコートで巻かれたポールを設置する。これは着席マナー向上に加えて、制動時にとっさにつかまることができる棒を増やして車内転倒事故防止を狙ったものである。

さらに窓については、JR 東日本の E231 系などで採用されている汎用型の熱線吸収・UV カットのガラスを採用、できるだけ大型の物として、車内が明るい雰囲気になるようにする。なお、市内線専用車について、現時点で想定している仕様は次の通りである。

< 想定車両主要諸元・市内線専用車 >

車種	5 車体 3 台車超低床構造 電動客車 低床率 90%以上 (前後動台車：在来方式、中央付随台車：独立車輪方式)
軌間	狭軌 1067mm
電気方式	DC 600V あるいはバッテリー方式
全長	27m
車幅	2.5m
床面高さ (客室)	レール面より 35cm
最小曲線半径	15m
乗車定員	140 名 (座席 60 名)
運転最高速度	80km/h
加速度	4.0km/h/s
常用減速度	4.0km/h/s
非常減速度	10.0km/h/s (レールブレーキ装備)

(*) 架線レス方式を採用する場合には、充電用の給電シュー（シングルアームパンタなど）の他に、駆動用のバッテリーを装備する。

4.2. 直通運転仕様車

「つくば南北線」においては、高速鉄道「つくばエクスプレス」に直通することで、「つくば南北線」線内から東京に直通する電車の運行を計画している。東京方面から、つくば市内の研究所や大学を訪問する人やその逆に東京へ向かう人そのどちらも相応の需要が見込めるため、4列シートの指定席列車として直通着席サービスを提供する車両を想定している。車両としては、鉄道線内で最高130km/h運転に対応するため、台車構造などは在来方式とし、車輪径も普通鉄道なみの大きさとする。つくば南北線内では少々大き目となるが、幅についてはすそを絞ることで、車両限界に対応させる。全長40m程度で、急カーブにも対応して連節構造（3連接車）、さらに定員は全員着席で100名程度を想定している。

1) 車体構成

つくばエクスプレス線内での高速運転に対応するために、台車構造などは在来方式とし、車輪径も普通鉄道なみの大きさとする。全長は30m、幅2.65mとするが、市内線内で急カーブ（半径50mを運行上の最小半径とする）に対応するため、3連節構造とする。

客室床面はレール高1m程度と普通鉄道並みになることが予想されるが、つくば南北線では、ホーム高はレール面25-35cm程度であると想定しているため、つくば南北線内での利用に対応して可動式ステップを装備する。ちなみにつくばエクスプレス線内ではホーム高と車両床面の差は少ないが、車体幅が若干少な目なので、この隙間を埋めるために可動ステップを動作させる。

なお、つくばエクスプレス線では、可動式ホーム柵の採用が行われており、増結する「つくば南北線」直通列車についても、20m4ドア車のドア位置に対応したところに乗降口を設け、可動式ホーム柵に採用する。乗降口数は、30m（3連節）で2箇所程度を想定しているため、全てのホーム柵を空けては危険である。ドアの部分のホーム柵のみが作動するように装置を工夫する必要がある。

2) 動力性能

市内線での運行に対応した、高加減速性能（加速度4km/h/s、常用減速度4km/h/s、非常減速度10km/h/s）を持つと共に、つくばエクスプレス線内では快速運転に併結して最高130km/h運転を可能な仕様とする。つくばエクスプレス側の車両との協調運転ができる仕様にしておく必要があるのはいうまでもない。

ちなみに、つくば南北線は、低圧（直通600V）あるいは架線レス方式（バッテリー）の採用を検討しているのに対して、つくばエクスプレス線は、交流電化区間（20000V）と直流電化区間（1500V）が存在する。これに対応するにはかなり複雑な構造の設備が必要になる恐れがあるが、つくばエクスプレス線内では、ミニ新幹線のように、つくばエクスプレスの快速列車と併決運転することになっており、走行時は連結部位から電源供給

を受けることで上記問題を解決している。

3) デザイン・車内設備

併結するつくばエクスプレス車両と調和のとれたデザインとする。一方で、市内線で走行中は、市内線車両と容易に区別がつくようなデザインにしておく必要があるが、一方で、統一感も保たれることが望ましいと考えられる。つくばエクスプレスの車両はアルミ無塗装であり、当然、メタリック塗装も視野に入れる。

一方車内施設としては、2×2列の4列リクライニングシートを設置する。通常の特急列車よりやや狭いシートとなるが（高速バス程度）、快適でかつ、落ち着いたデザインとなるように心がける。市内線区間に関しては、出札業務が必要であり、客室乗務員の添乗も検討する。

< 想定車両主要諸元・直通運転仕様車 >

車種	3車体4台車連節構造 電動客車 (台車：在来方式)
軌間	狭軌 1067mm
電気方式	DC 600V あるいはバッテリー方式 / AC20000V・DC1500V (鉄道車両併結時)
全長	30m
車幅	車幅 2.65m
床面高さ (客室部)	レール面より 100cm・可動ステップ装備
最小曲線半径	最小曲線半径 25m
乗車定員	乗車定員 80名 (座席定員：2×2シート)
運転最高速度	低床率 約 15%
加速度	4.0km/h/s (鉄道車両併結時は鉄道線車両と共通)
常用減速度	4.0km/h/s (鉄道車両併結時は鉄道線車両と共通)
非常減速度	10.0km/h/s (LRT 線内；レールブレーキ装備)

(*) 架線レス方式を採用する場合には、充電用の給電シュー（シングルアームパンタなど）の他に、駆動用のバッテリーを装備する。

参考資料

「路面電車の技術と歩み」(吉川文夫、2003) グランプリ出版

超低床車の技術開発とその構造については同書第 20 章を参考にした。

「日本の路面電車ハンドブック 2001 年度版」(日本路面電車同好会、2001)

他都市の既存車輛の車輛諸元(サイズ・定員など)を参考とした。

「つくば南北線」構想報告書

(C) Makoto, 2004

本構想は、あくまで個人的な架空の私案です。