

		蓄電池を用いたシステム			
		LRV ハイ！トラム ((財)鉄道総合技術研究所) 【リチウムイオン蓄電池】	NEトレイン スマート電池くん (JR東日本) 【リチウムイオン蓄電池】	LRV SWIMO (川崎重工業(株)) 【ニッケル水素蓄電池】	
鉄道に導入した場合の効果		・蓄電装置の搭載による省エネルギー化技術の推進 (車載蓄電池による回生失効の防止) ・動力が電気エネルギーで一元化されることによる、建設(架線方式との比較)や保守(気動車との比較)の容易性	・非電化区間の環境負荷低減 (気動車からの排気ガスを削減し、CO ₂ 排出量や騒音の低減) ・エンジン等の機械部品の削減による車両メンテナンスの効率化	・密閉、コンパクト化した自社開発の蓄電池搭載による省エネルギー化 (回生電力の有効利用による省エネルギー化)	
	特徴	乗車定員	44 人/両	117 人/両(ディーゼルハイブリッド「こうみ」の車両を使用し試験中)	62 人/編成 (3 車体連節)
		車両寸法	幅 2.230(m) × 高さ 3.800(m) × 長さ 12.900(m)	幅 2.800(m) × 高さ 4.052(m) × 長さ 19.500(m)	幅 2.230(m) × 高さ 3.800(m) × 長さ 15.000(m) (3 車体連節)
		最高速度	80 km/h	100 km/h(開発目標)	50 km/h
価格		2.8 億円/両 (開発車両)		2.5～3.0 億円/編成	
主な視点	耐久性	[現状]・リチウムイオン蓄電池の寿命は、一般的に 4 年程度と考えられるが、研究開発により、蓄電池の寿命を 8 年程度に延ばすことができる蓄電池の使い方(放電深度)がわかり、実用化に向けた目標を達成できる見通しがついてきた。 ・「施設及び車両の定期検査に関する告示」及び「軌道運転規則」による車両の全般検査期間は 8 年であり、これと同程度の寿命が当面の目標	[現状]・構内及び営業線での試験において、蓄電池の耐久性を検証中である。	[現状]・一般にニッケル水素蓄電池の寿命は、現状では 4 年程度であるが、研究開発により、期待寿命が 8 年程度に延びている。 ・「施設及び車両の定期検査に関する告示」及び「軌道運転規則」による車両の全般検査期間は 8 年であり、これと同程度の寿命が当面の目標	
		[課題]・システムの普及には蓄電池の更なる長寿命化が望まれる。	[課題]・走行試験において、蓄電池の耐久性についての検証が必要である。	[課題]・実用化に向けた目標を達成しているが、システムの普及には蓄電池の更なる長寿命化が望まれる。	
	出力重量	[現状]・電力量が 72kWh、重量は約 2t / 両の蓄電池を車両に搭載し、走行可能なシステムを構成できる見通しがついてきた。 ・札幌市電での走行試験の 1 充電連続走行距離は、25.8km(営業ダイヤ運行、暖房使用)である。 ・JR 四国での高速走行(時速 80km)試験の 1 充電連続走行距離は、50.7km(急行運行ダイヤ運行、暖房不使用)である。	[現状]・電力量が 163kWh で、重量は約 6.3t / 両の蓄電池を搭載しており、蓄電池の占有空間として客室の 1/4 程度を必要としている。 ・蓄電池を小さくして床下に収納し、客室環境を改善するのが目標である。 ・1 充電連続走行距離は、平坦地で約 50km(計算値)である。	[現状]・電力量が 115.2kWh で、重量は約 3.8t / 編成の蓄電池を搭載している。 ・札幌市電での走行試験の 1 充電連続走行距離は、37.5km(営業ダイヤ運行、暖房不使用)である。	
		[課題]・蓄電池の出力や重量については、実用化に向けた目標を達成しつつあるが、システムの普及には蓄電池の更なる小型軽量化が望まれる。	[課題]・走行試験において、蓄電池の出力についての検証が必要である。	[課題]・蓄電池の出力や重量については、実用化に向けた目標を達成しているが、システムの普及には、蓄電池の更なる小型軽量化が望まれる。	
	エネルギー供給設備	[現状]・急速充電設備は、1 分間の充電(電池容量の 15%相当)で 4～8km 程度の走行が可能であり、実用化に向けた開発が進んでいる。	[現状]・充電については、駅等での停車中や架線区間の走行時にパンタグラフを通じて行う。 ・走行距離 10km 分の充電を 5 分で行うことが目標である。	[現状]・急速充電設備は、5 分間の充電(電池容量の 20%相当)で 10 km 程度の走行が可能であり、実用化に向けた設備性能を備えている。将来的には、車両運行への影響を考慮し、充電時間を 30 秒程度とする設備開発が目標である。	
		[課題]・充電設備の構成については、見通しがつきつつあるが、システムの普及には、充電時間の短縮が望まれる。	[課題]・充電設備の設置場所や箇所数、充電設備の機器構成の検討が課題である。	[課題]・充電設備の構成については見通しがついているが、システムの普及には、充電時間の短縮が望まれる。	
希少資源	[現状]・一般のリチウムイオン蓄電池の原材料には、リチウムの他、コバルトやマンガン等の希少資源が必要であるが、コバルトやマンガン等を使用しないリチウムイオン蓄電池(鉄系)の開発が進められている。		[現状]・一般のニッケル水素蓄電池の原材料には、ニッケル、コバルト、ミッシュメタル等の希少資源が必要である。SWIMO に搭載する大型ニッケル水素電池「ギガセル」では、コバルトを使用していない蓄電池が実用化されている。		
	[課題]・蓄電池の原材料には、希少資源が必要である。希少資源は高価で供給が不安定なため、システムの普及には更なる使用量の削減が望まれる。		[課題]・現在、「ギガセル」の高効率化を目指した研究開発を引き続き行っている。		
最近の動向 (平成 18 年以降)	・平成 19 年 11 月から 5 ヶ月間、札幌市市電営業路線において、低温環境での走行試験を実施 ・平成 21 年 11 月、JR 四国予讃線及び高徳線において、高速走行試験を実施	・平成 21 年 10 月、試験車両による構内走行試験を実施 ・平成 22 年 2 月、東北本線において電化区間の走行試験を実施 ・平成 22 年 3 月、日光線において非電化区間の走行試験を実施 ・平成 22 年度は、引き続き本線走行試験を行い、充電設備等の開発及び試験を行う予定	・平成 20 年度から受注活動を開始 ・平成 22 年度からは、海外需要に対応するため、最高速度を時速 80km に引き上げる等の高出力化した試験車両の開発に着手 ・国内仕様においては、電池の高容量化や充電設備の高効率化に向けた開発を行う予定		
まとめ	・耐久性、出力、重量、エネルギー供給設備等の技術的な課題が一定程度整理され、システムの実用化に向けた見通しがつきつつある。今後は、蓄電池の更なる長寿命化、小型軽量化等に向けた技術開発とそれに伴う時間が必要である。	・平成 21 年度からシステム開発を行っており、最適な電池容量の見極めや充電時間の検証、充電設備の開発が必要である。 ・平成 22 年度には、車両と充電設備を組み合わせたシステムとしての総合試験を実施予定である。	・平成 20 年度から車両の販売を開始しているが、急速充電設備の充電時間短縮や「ギガセル」の高効率化を目指した研究開発とそれに伴う時間が必要である。		

本資料は、各関係機関で公表している資料及びヒアリング等を参考に、川崎市で作成したものです。

動力システムの特徴、導入効果、課題等の整理

		燃料電池を用いたシステム
		燃料電池・バッテリーハイブリッド試験電車 ((財)鉄道総合技術研究所) 【燃料電池、リチウムイオン蓄電池】
鉄道に導入した場合の効果		・非電化区間における気動車(ディーゼル車両)からの置き換えによる、CO ₂ 発生量や環境負荷の軽減 ・化石燃料枯渇対策
特徴	試験車両の形状	幅 2.950(m) × 高さ 3.640(m) × 長さ 20.000(m) (1両当たりの車両寸法) (JR西日本 223系 2000番台を使用) 定員 134人/1両、2両1編成
	最高速度	100 km/h (開発目標)
	試験車両の価格	6億円 / 2両1編成
主な視点	耐久性	【現状】・現時点では、100kW級試験車両で燃料電池を用いたシステムの構成確認を行った段階である。 【課題】・一般の都市近郊型車両では、車両1両あたり300kW程度の出力が必要であるため、燃料電池を用いたシステムの実用化には、300kW程度の出力を確保した耐久性確認試験の実施が課題である。
	出力重量	【現状】・現在開発中の燃料電池を用いたシステムは、出力の安定供給と回生電力の有効利用を目的として、燃料電池とリチウムイオン蓄電池を併用している。 【課題】・燃料電池を用いたシステムの実用化には、300kW程度の出力を確保した上で、システムを小型軽量化することが課題である。
	希少資源	【現状】・燃料電池の原材料には、白金等の希少資源が使われている。 【課題】・希少資源は、高価で供給が不安定な資源であることから、燃料電池の実用化にあたっては、希少資源の使用量削減が課題であり、これに向けた研究開発が進められている。
	エネルギー供給設備	【現状】・燃料電池を用いたシステムは、車両走行用の架線や変電所が不要となるが、燃料である水素を供給する水素ステーションの設置が必要である。 ・現時点では、鉄道での使用を前提とした水素ステーションの設備構成の検討や開発については未着手である。 【課題】・効率的な燃料供給の観点から、水素ステーションは車両基地に設置することが想定されることから、車両には1回の燃料供給で1日の走行距離(350~400km程度)を走行できる性能が必要である。現在の100kW級試験車両での燃費は、1回の供給で50~70km程度であるため、燃費の改善や車両への水素搭載方法の検討が今後の課題である。
	最近の動向(平成18年以降)	・平成18年9月試験車両による構内走行試験を実施 ・平成21年8月燃料電池と蓄電池をハイブリッド化した試験車両による構内走行試験を実施
まとめ		・これまでの走行試験により、エネルギー効率や充放電特性等を確認し、現在は燃料電池の耐久性等の試験を行っている。

		他の事例
		NEトレイン 燃料電池ハイブリッド鉄道車両 (JR東日本) 【燃料電池、リチウムイオン蓄電池】
鉄道に導入した場合の効果		・燃料電池の使用による環境負荷の低減(燃料は水素) ・化石燃料枯渇に対応できる動力システムの実現 ・自立分散型動力システムの実現及びそれに伴う地上設備のスリム化
特徴	試験車両の形状	幅 2.800(m) × 高さ 4.052(m) × 長さ 20.000(m) (ディーゼルハイブリッド「こうみ」を使用) 定員 117人/1両
	最高速度	100 km/h (開発目標)
最近の動向(平成18年以降)		・平成18年7月以降、試験車両による構内走行試験を実施 ・平成19年4月、営業路線で基礎的なデータ収集のための走行試験実施し、燃料電池システムの鉄道使用についての課題を把握
課題		・燃料電池の鉄道車両向け仕様(出力、寿命、コスト)の最適化 ・高圧水素搭載に対する安全対策評価 ・日車キロ500kmのための水素搭載方式 ・最適な水素の製造、貯蔵、供給方式の検討 等
まとめ		・燃料電池を鉄道車両に適用する開発は途上段階である。 ・燃料電池を用いたシステムの実用化のためには、燃料電池の寿命やコスト、CO ₂ を排出しない水素インフラなどの技術革新が必要であり、相当な時間を要する。

本資料は、各関係機関で公表している資料及びヒアリング等を参考に、川崎市で作成したものです。

現計画と他の交通システムの特徴(導入可能な新技術などの検討に向けて)

項目	地下鉄 (現計画)	リニアメトロ (車輪式)	新交通システム (AGT)	常電導吸引型磁気浮上 リニアモーターカー (HSST)	次世代型 路面電車システム (LRT)
主な特徴	地上の他の交通機関の影響を受けることなく、大量・高速輸送が可能な大都市圏の公共交通機関	建設費の抑制を目的に、車両を小型化し、トンネル断面を縮小	自動運転も可能な新しいシステムを導入 都市内道路の上部空間を有効利用	騒音、振動が少ないことから快適性、安全性に優れている	都市部における公共交通機関の利用促進、環境負荷の低減、利便性確保に対応した路面電車
ピーク時に おける輸送量	19千人/h 乗車率150%として算出 1編成当り定員:852人 編成数:6両 乗車率:150% ラッシュ時の運行本数:15本/h	8.5千人/h (他都市実績) 乗車率150%として算出 1編成当り定員:378人 編成数:4両 乗車率:150% ラッシュ時の運行本数:15本/h	9.1千人/h (東京臨海新交通臨海線) 乗車率150%として算出 1編成当り定員:338人 編成数:6両 乗車率:150% ラッシュ時の運行本数:18本/h	3.3千人/h (愛知高速交通東部丘陵線) 乗車率150%として算出 1編成当り定員:244人 編成数:3両 乗車率:150% ラッシュ時の運行本数:9本/h	0.72千人/h (富山ライトレール富山港線) 乗車率150%として算出 1編成当り定員:80人 編成数:2両 乗車率:150% ラッシュ時の運行本数:6本/h
設計 最高速度	90 km/h 表定速度:38km/h(各駅)、63km/h(急行) 最小曲線半径:250m 最急勾配:35‰	70km/h (他都市実績) 表定速度:30km/h 最小曲線半径:100m 最急勾配:40‰ (他都市実績)	60 km/h (運輸政策研究機構資料より) 表定速度:28km/h 最小曲線半径:100m 最急勾配:60‰ (運輸政策研究機構資料より)	100 km/h (愛知高速交通東部丘陵線) 表定速度:31km/h・(実績値) 最小曲線半径:100m 最急勾配:60‰ (運輸政策研究機構資料より)	60 km/h (富山ライトレール富山港線) 表定速度:19km/h 最小曲線半径:25m 最急勾配:22‰ (富山ライトレール富山港線)
他路線への 乗換利便性	軌道、電気、信号、通信及び車両構造などの規格が合えば、他路線との相互直通運転が可能となり乗換えが不要である。 小田急多摩線と相互直通を前提	軌道、電気、信号、通信及び車両構造などの規格が合えば、他路線との相互直通運転が可能となり乗換えが不要である。	他の交通システムを用いた路線へは乗換えを要する。	他の交通システムを用いた路線へは乗換えを要する。	軌道、電気、信号、通信及び車両構造などの規格が合えば、他路線との相互直通運転が可能となり乗換えが不要である。
建設コスト	キロあたり建設コスト 258億円/建設km	221億円/建設km (他都市実績)	90億円/建設km (運輸政策研究機構資料より)	120億円/建設km (運輸政策研究機構資料より)	7.5億円/建設km (社団法人 日本交通計画協会資料より)
トンネル断面 車両寸法	単線シールドのトンネル断面寸法 6.5m 【車両寸法】相直を前提 幅(m)×高さ(m):2.880×4.150	5.3m (他都市実績) 【車両寸法】他都市実績 幅(m)×高さ(m):2.490×3.145	約6.0m (想定値) 【車両寸法】東京臨海新交通臨海線 幅(m)×高さ(m):2.490×3.340 ・車両寸法は小さいが側方に電車線を設置するスペースが必要	約6.5m (想定値) 【車両寸法】愛知高速交通東部丘陵線 幅(m)×高さ(m):2.600×3.450 ・車両寸法は小さいが走行台車を設置するスペースが必要	約5.8m (想定値) 【車両寸法】富山ライトレール富山港線 幅(m)×高さ(m):2.4×3.407 ・車両寸法は小さいが上方に架空線設置スペースが必要
二酸化炭素 排出量	1人を1km輸送する際の二酸化炭素排出量 16g - CO ₂ /人km (国土交通白書より)	(データ無し)	27g - CO ₂ /人km (国土交通白書より)	(データ無し)	36g - CO ₂ /人km (国土交通白書より)
地下への 導入実績			路線の一部で実績あり (広島アストラムライン) (地下区間1.9km/全線18.4km)	路線の一部で実績あり (愛知高速交通東部丘陵線) (地下区間1.4km/全線8.9km)	海外で実績あり (ポルト市(ポルトガル)等) (地下区間7km/全線59.6km)

本資料は、各関係機関で公表している資料及びヒアリング等を参考に、川崎市で作成したものです。