

最初のハイブリッド自動車

森本雅之（東海大学）

The First Hybrid Electric Vehicle in the world

Masayuki Morimoto (Tokai University)

This paper describes the very first hybrid electric vehicle of the world. The first hybrid electric vehicle has proposed in US already at 1898. And several prototypes were appeared in the automobile show in 1999. In early 1900th, every concept of hybrid system such as series, parallel, range extender or ISG, has developed. In this paper, technical survey result of articles, patents and journals is shown.

キーワード：技術史、電気自動車、電動機、発電機、バッテリー

(Keywords, technological history, electric vehicle, electric motor, generator, battery)

1. はじめに

わが国に初めて自動車を持ち込まれたのは 1899 年（明治 31 年）のことである。またわが国へ電気自動車が持ち込まれたのは 1998 年の皇太子御成婚への献上品である⁽¹⁾。

1904 年には、わが国で最初に山羽式蒸気自動車が試作された。その後、1907 年に吉田真太郎が「タクリ号」と呼ばれる最初の国産エンジン車を製作した。この車は実用化された。そして、大正時代になると国産の電気自動車の本格的な研究が始まったといわれている⁽²⁾。ところが欧米ではその頃すでにハイブリッド自動車の開発が始まっており、1904 年ごろにはハイブリッド車が市販され始めている⁽³⁾。

本論文では、それらのごく初期のハイブリッド自動車の技術について、特許文献なども用いて仕様なども極力明らかにしてゆきたいと思う。

1. ハイブリッド自動車の提案と試作(1898)

最初のハイブリッド自動車の提案と考えられるのは米国人の Justus B. Entz が考案した車である⁽³⁾。文献(3)には、当時電気自動車を製造していた Pope 社の黒板に 1897 年 5 月 4 日に描かれた車の構造の写真が示されている。Entz は Electric Storage Battery Co のエンジニアである。

文献によれば、発電機は回転電機子と回転界磁を備えており、エンジン出力のクラッチとしても使っている。電機子回路を短絡すると電機子は回転界磁と同期して回転する。このときはクラッチがつながった状態になり、エンジン走行する。発電機の電機子回路の短絡を緩める。するとすべりが生じ、発電機として動作する。この電流をモータに供給しアシスト動作をする。とある。

この車は 2 モータの平行ブリッドのような構成である

と考えられる。しかし、試作車は 1998 年の走行試験に向かう途中でアークによりガソリンが発火し、焼失してしまう。この実験車を製造した Pope 社は、以後はハイブリッドに手を出さなかったという。

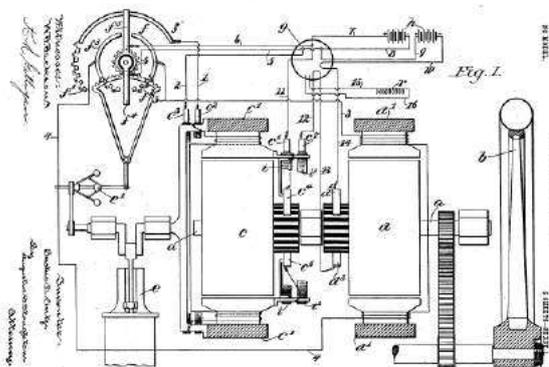


図 1 Entz のハイブリッド (US732062) ⁽⁴⁾

なお、その 10 年後の 1998 年に出願された特許（参考文献(4)）は“POWER TRANSMISSION AND CONTROL”，という名称で、制御方法が詳しく書かれている。ここに示されているのは、単なる電気式トランスミッションではなく、可変速モータでエンジンの動力をアシストする仕組みとなっている。これはハイブリッドシステムと考えてよい。またこの特許は後年ライセンスされ、電気式トランスミッションを使った車として 1915 年から 1922 年まで生産された Matheson 社の Owen Magnetic という車に搭載されている。

2. 最初のパラレルハイブリッドの展示(1899)

1899年のパリ自動車ショーには2台のハイブリッド車が展示された。そのうちの1台が本格的なパラレルハイブリッド車であったと考えられる。その車はベルギーの Henri Pieper が製作した” pétrole et électricité”である⁽⁵⁾。

車体の前部に空冷の小型エンジンを搭載し、エンジンと発電機が直結されている。発電機はエンジンのスタータモータとしても使用する。定常走行時は発電してバッテリーを充電するが、モータとして使ってエンジンのアシストも可能である。運転モードの切り換えはドライバがレバーで行う。面白いことには、エンジンが故障してもモータだけで自力走行可能で、帰宅できることがうたわれている。この時代のエンジンの信頼性が推測できる。さらに、この車は回生も行って、照明の電源としていたようである。しかしこれは当時すでに鉄道車両では使われていた技術である。

この車は1モータ方式のパラレルハイブリッドの機能を完全に有していると思われる。また電気式スタータを採用した最初の車であるとも考えられる。図2に示した図は原典が明らかではないが、Pieper の車として各所に示されている図である。なお、図中のCはクラッチを示していると考えられる。

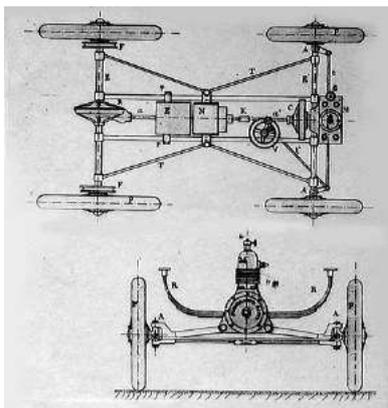


図2 piper のものと思われる構造図⁽⁶⁾

表1 Pieper のハイブリッド車の仕様⁽⁷⁾

形式	パラレルハイブリッド
エンジン	De Dion Bouton 製 単気筒 3.5 馬力
最高速度	20km/h

なお、この車の開発者はドイツ生まれの Henri Pieper といわれている。Pieper はベルギーの Piper 社 (LES ANCIENS ETABLISSEMENTS PIEPER) という銃器の製造会社の創業者である。しかし彼は 1898 年に死亡している。後年 (1905) に米国に出願された特許 (US913,846) の出願者は” HENRI PIEPER, a subject of the King of Belgium, residing at 18 rue des Bayards, in Liege, Belgium”となっている⁽⁸⁾。そのため、この車の開発者と特許の出願者は同姓同名の別人であるという説がある。しかし筆者は息子に同名をつけていたと考えている。

なぜなら、銃器製造事業は Nicolas Pieper という息子が継承し、発展させている。従って自動車事業は Henri junior という兄弟である可能性が高いと思っている。

なお、Piper 社は rue des Bayards に 6000m² の広大な工場敷地を持っていたようで、後に銃器製造に絞られるが、1903 年までは自転車や自動車の製造も行ってた。エンジン車、電気自動車も製造していた。また、後年にはブローニングと提携し、同じ FN 社のグループとなった。その FN 社のグループの前身 (Fabrique Nationale d'Herstal) は 1900 年ごろから FN と呼ばれるベルギーの国産車 (エンジン車) を製造していた会社である⁽⁹⁾。

このシステムは Pieper システムと呼ばれ、後に他社にライセンスを供与することになる。これを用いた “Auto-Mixte” は、1905 年頃から米国で量産されている。

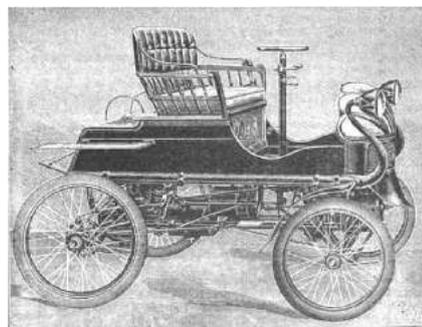


図3 パリショーに展示された Pieper 車 (1899)⁽¹⁰⁾

3. 最初のレンジエクステンダー(1899)

1899年のパリ自動車ショーに出品された2台のハイブリッド車のもう1台はフランスの Vendvelli & Priestly 社の”Handsom”と呼ばれる3輪電気自動車である⁽¹⁰⁾。



図4 Vendvelli & Priestly 社の3輪電気自動車⁽¹⁰⁾

この車は対面式で4名の乗客が乗ることができるといわれている。ショーではハイブリッドということよりもハンドル式のステアリングに注目された。ディファレンシャルギアを

用いたような機構で操舵する。しかし、電気自動車として見ると、走行距離を延ばすための充電ユニットを車体下に積むことができることに注目する。これはレンジエクステンダーである。エンジンと発電機を含む充電ユニットは停車中に充電し、満充電になると自動停止する。搭載バッテリーの電力は16candle(1candle=1cd)の照明に使うことも可能であるとしている。

表2 Vendvelii & Priestly のレンジエクステンダーの仕様⁽¹⁰⁾

形式	レンジエクステンダー
一充電走行距離	42-48 マイル
電動機	後輪に2台
エンジン	De Dion-Bouton ガソリンエンジン 3/4馬力
発電機	110V 10A
充電ユニット重量	308 ポンド (約 140kg)

4. ISGの特許出願(1901)

ISG(Integrated Starter Generator)の最初の特許というべきものが1901年に出願されている。これについてはパラレルハイブリッドの基本特許であるという誤解があるが⁽¹¹⁾、特許文献を読む限り、モータの動力を走行には利用していないと思われる。

この特許は”Improvements in or relating to the Propulsion of Motor Vehicles and Vessels.”、(GB190111006)である。発明者は米国人の PRICE JOHN PUGH と BENSON ANDREW である⁽¹²⁾。

特許の添付図からはエンジンとモータがギアで接続され、パラレルハイブリッドのような構成となっている。しかし、モータはエンジンスタータとしてのみ使用し、エンジン走行中には発電機として利用している。この特許の特徴はモータによりエンジンが正転中でもすぐに逆転始動できることである。つまり、この特許の特徴は電気始動によりエンジンの正逆転が自由にできることであり、そのために必要な電力の充電を走行中に行うことである。エンジンスタータモータの実用化を行った1911年のKetteringの特許より10年早い⁽¹³⁾。

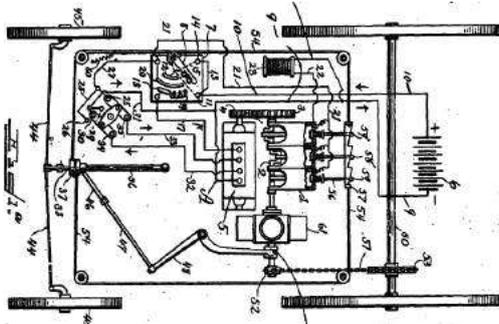


図5 1901年に出願されたISGの特許⁽¹²⁾

(1:エンジン、61:クラッチ、5:モータ、6:バッテリー)

5. 最初のシリーズハイブリッド(1901)

フェルディナント・ポルシェ博士はローナー社で電気自動車を開発しており、その車はローナーポルシェと呼ばれている⁽¹⁴⁾。ポルシェは1898年に2輪駆動のバッテリー式電気自動車を開発し、さらに1900年のパリ博覧会に4輪駆動車を出展した。

その後、電気自動車の改良を行った。電気自動車のバッテリーを減らし、そのスペースにエンジンと発電機を搭載する。エンジンは常時稼働し、バッテリーに充電する。走行はすべてモータで行う、シリーズハイブリッド自動車である。この車は1901年パリモーターショーに出品された⁽¹⁵⁾。ただし、このショーを報じた文献⁽¹⁶⁾には特に取り上げられていない。

ローナーポルシェのうち、エンジンとモータの双方を搭載した車をローナーポルシェミクステ(Lohner-Porsche Mixte)と呼んでいる。最初のカスタムは”Semper Vivus”(ゼンパービバ)と呼ばれた。

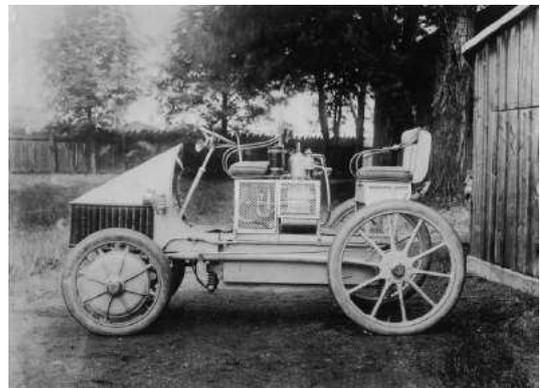


図6 ローナーポルシェミクステ (Semper Vivus) (1901)

表3 ローナーポルシェミクステ (Semper Vivus) の仕様⁽¹⁵⁾

形式	シリーズハイブリッド
駆動方式	前輪2輪駆動 インホイールモータ
エンジン	単気筒 ド・ディオン・ブートン社製エンジン (De Dion Bouton) 2台
エンジン冷却	水冷 (エンジンで駆動する水ポンプを使用)
エンジン出力	3.5馬力(2.6kW) 2台
電動機	2.7馬力(2kW) 2台、前輪ハブモータ
発電機	2.5馬力(1.84kW) 20A,90V 2台
バッテリー	44セル (電気自動車では74セル)
最高速度	22mph(35km/h)
走行距離	124miles(200km)
車体寸法	3390(L)×1880(W)×1850(H)
重量	1200kg

ハイブリッド化にあたり、電気自動車で使っていたバッテリーを74セルから44セルに減らしている。車体中央に2台の水冷エンジンを搭載し、それぞれのエンジンに発電機が接続されている。発電機の出力は走行用のハブモータに接続され、余剰電力はバッテリーに充電される。完璧なシリーズハイブリ

ッド方式である。なお、発電機は回路の切り換えによりエンジンスタータにも使われている。

6. 最初の2モータの平行ハイブリッド(1901)

1901年のパリショーに出品された車のうち文献(16)に詳しく述べられている平行ハイブリッド車がある。この車は電気自動車で世界最高速を達成する(17)など車の高性能化を図っていた Camille Jenatzy が開発した車である。

この車は2モータの平行ハイブリッドである。通常はシリーズハイブリッド走行を行う。このときエンジンは発電機のみ駆動する。大出力が必要ときには発電機もモータとして使う。減速時は回生ブレーキを使用する。このように走行モードを使い分ける。最高速ではエンジンとモータを併用し 20 馬力が出力できるという。エンジンによる充電なしに 20 マイルの走行が可能である(3)(18)。したがって、最初のプラグインハイブリッドと考えることもできる。



JENATZY ELECTRICAL AND PETROLEUM CARRIAGE.

図7 Jenatzyの平行ハイブリッド車(16)

表4 Jenatzyの平行ハイブリッド車の仕様(16)

形式	2モータハイブリッド
エンジン	6馬力
発電機	14馬力
最大出力	20馬力
バッテリー	18kW、4kWh
バッテリー重量	370lb (168kg) 後部に搭載
EV 走行距離	エンジン停止でも 20マイル

7. 最初のハイブリッドバス(1901)

トロリーバスは Siemens によって 1882 年に走行試験が行われている(19)。しかし、大型のバッテリー式電気自動車はバッテリーの重量の問題からだと思われるが、19世紀には見かけない。

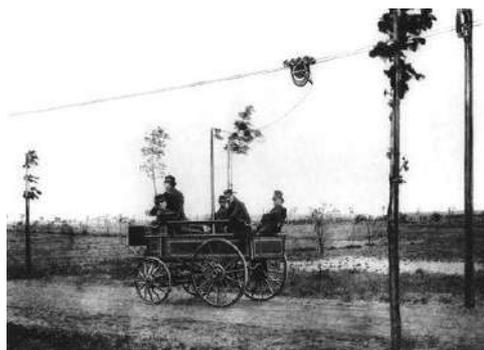


図8 最初のトロリーバスの実験走行(19)

米国のフィッシャー社のオムニバスはハイブリッド駆動のバスである。このバスは 1901 年に開発され、ロンドンのバス会社に持ち込んで試験した。その後、改良され、実際の運行開始は 1903 年であるといわれている。しかし重量と燃費からすぐに使われなくなったようである。その後車体をトラックにした車両はニューヨークで 1905 年ごろから使われたらしい(20)。

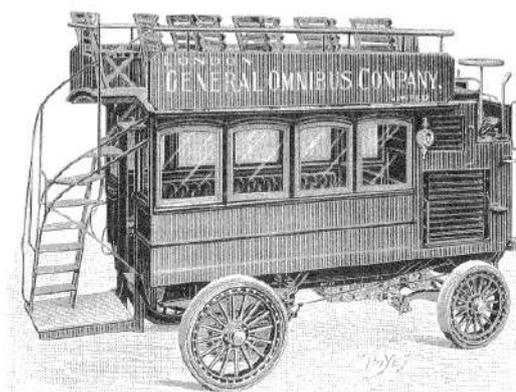


図9 フィッシャーのハイブリッドバス(21)

運転席の下にエンジンがあり、発電機が直結されている。後輪に 2 台の電動機を接続したシリーズハイブリッドである。複巻電動機を使い前進 5 段、後進 3 段の変速が可能である。バッテリーはロングシートの客席下に収納されている。運転手と車掌を含んで 30 人乗りである。

このバスは、当時わが国で自動車の輸入をおこなっていた「モーター商会」の明治 35 年 (1902) 版カタログに「電気瓦斯乗合自動車」として掲載されていたという(22)。しかし、実際に輸入されたかどうかは不明である。

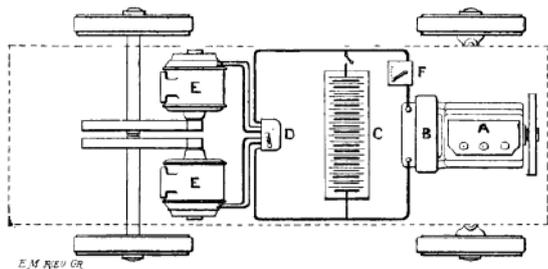


Fig. 2. — Schéma du dispositif. — A, moteur à pétrole; B, dynamo; C, batterie d'accumulateurs; D, contrôleur; E, moteurs électriques; F, mise en marche du moteur à pétrole.

図10 フィッシャーのパワートレイン構成⁽²¹⁾

表5 フィッシャーオムニバスの仕様⁽²⁰⁾⁽²³⁾

形式	シリーズハイブリッド
定員	車内 12 席 合計 50 人
エンジン	4 気筒、16 馬力、475min-1、
発電機	125V、9kW、475min-1
モータ	後輪に 2 台直列接続、各 8 馬力、600min-1
最高速度	18km/h 後進 8km/h
バッテリー	48 セル、125Ah
車両重量	約 5 トン

8. 最初のレース用ハイブリッド(1902)

1902 年にニューヨークボストン間の自動車耐久レースが行われた。出場 75 台中に Knight Neftal の製作したハイブリッド車があった。この車はモータの水冷系のトラブルで走走できなかった⁽²⁴⁾。



図11 Knight Neftal のレース用ハイブリッド⁽²⁴⁾

この車は大容量のバッテリーを搭載しておりバッテリーだけで 15 マイル (25km) 走行可能であるといわれている。エンジンは充電のみに使われており、完全なシリーズハイブリッドである。またプラグインハイブリッドとして考えてもよい。

これ以外の電気自動車は出場しておらず、すでにこの時点で、電気自動車が長距離を走ることは難しいと考えていたようである。

表6 Knight Neftal のレース用ハイブリッドの仕様⁽²⁴⁾

形式	シリーズハイブリッド
バッテリー	64 セル、75Ah
エンジン	8 馬力
車両重量	3500 ポンド (約 1600kg)

9. 2巻線モータのハイブリッド (1903)

フランス Kreiger 社の Louis Antoine Krieger が開発したモータは並列に回生用の巻線を設けて制動力を高めている。車体の重い車両の性能強化を狙ったようである。このモータが搭載されたと考えられる KRIEGER-BRASIER Hybride を図 12 に示す。前輪をモータで駆動するシリーズハイブリッドだと考えられる。



図12 クリーガーのハイブリッド車⁽²⁷⁾

11 市販されたパレルハイブリッド(1904)

スイスの Rene Thury は交流直流論争の時代に直流の高圧送電のシステムを作り上げたエンジニアである。彼が gasoline-electric というシステムを 1904 年に公表している⁽²⁵⁾。

この車のパワートレインを図 12 に示す。A はガソリンエンジン、C は電動発電機、E はディファレンシャルギア、F はバッテリーである。また D と H の二つのクラッチが備えられている。

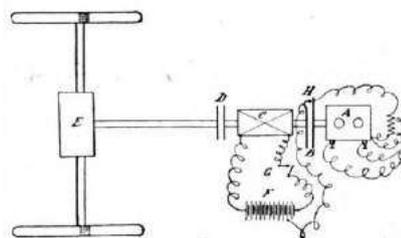


図12 Thury のハイブリッドシステム⁽²⁵⁾

この車は定常走行の 1000min⁻¹ で発電機の電圧とバッテリーの電圧が等しくなるように設定されている。3-5% の下り勾配では発電機は 1200 min⁻¹ で回転し、発電電圧が高くなるのでバッテリーを充電する。一方 10% の勾配を上るときには回転が

800 min⁻¹となり、バッテリー電圧より低くなる。このとき、自動的に発電機に電流が供給されエンジンをアシストする。

なお、クラッチ H はエンジンのイグニッションの電流を供給するためにバッテリー 1 セルからの電力供給を断続している。また、この車ではバッテリーの電流を照明だけでなく、図 1 3 に示す床暖房にも使っている。さらにお湯を沸かして飲み物が飲めるという豪華な仕様である。バッテリーは家の照明や機械など外部の電源にも利用できるとうたわれている。さらにエンジンが故障してもバッテリーのみで数マイル走行することができ、安心な車とも宣伝している。車両は Compagnie Electrique Mecanique により 4 車種が製造販売された。販売台数などは不明である。

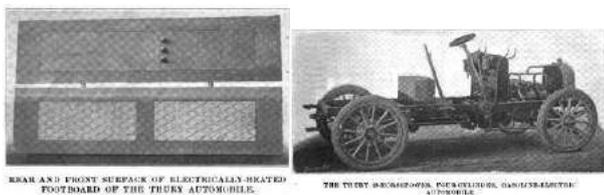


図 1 3 Thury のハイブリッド車の床暖房とシャシ

表 7 Thury の市販車種の仕様

	標準型 (ハイブリッド)		エンジン/ガソリン単独 走行可能型	
	シャシ重量	1984lb	2425lb	2865lb
V 型エンジン	2 気筒	4 気筒	2 気筒	4 気筒
	8HP	16HP	8HP	16HP
バッテリー	30 セル、30Ah、330lb		44 セル 重量 1100lb	
最高速度	17-18mph	30mph	12-15mph	25mph
Ev 走行距離	数マイル		25 マイル	30 マイル
用途	City		City	

11. おわりに

ここで述べたもののほかにも種々のハイブリッドの試みがあったようである。例えば 1901 年から 1905 年までフランスの Levallois-Perret 社により製造された De Champrobert という車は pétroléo-électriques といわれている。しかし、詳細は明らかではない。

1910 年ごろから SLI(Starting, Lighting and Ignition)用のバッテリーシステムが開発され、ガソリンエンジン車の利便性が高まった。これに伴う電気自動車の衰退と同時にハイブリッドの利用及び開発も廃れてしまった。

現在のハイブリッド車はマイルドハイブリッドではエンジン車の改良、プラグインハイブリッド車は電気自動車の改良というそれぞれ異なった観点で開発されていると思う。しかし、これは 100 年以上も昔のエンジニア（当時は学者または発明家と呼ばれていたかもしれない）が行ってきたことと同じことである。いつも思うように温故知新なのか、歴史は繰

り返されているのか、という感想を抱く。

なお、本稿の執筆に当たっては参考文献に挙げさせていただいているが、Ernest H. Wakefield, 氏の著書 “History of the Electric Automobiles Hybrid Electric Vehicles”⁽³⁾、および Boursin Philippe 氏の労作ウェブサイト”HISTOIRE DE LA VOITURE ELECTRIQUE”⁽²⁶⁾ には大変お世話になった。この場を借りてお礼を申し上げたい。

文 献

- (1) 森本、「我が国で最初に走った電気自動車」電気学会半導体電力変換・自動車・家電・民生合同研究会、SPC-12-169、VT-12-020、HCA-12-054 (2012)
- (2) 宮田應義、「我國の電気自動車とその将来性」、自動車技術會報、Vol.2, No.4, p44-45(1941)
- (3) “History of the Electric Automobiles Hybrid Electric Vehicles”, E.H. Wakefield, SAE, ISBN 0-7680-0125-0(1998).
- (4) US732062, “POWER TRANSMISSION AND GONTROL”, (1898 出願)
- (5) “ELECTRIC CARRIAGES AT EXPOSITION OF THE AUTOMOBILE CLUB No.11”, Scientific American supplement, vol.48, Jul-Dec, p.19796(1899)
- (6) <http://www.automania.be/fr/auto/automobilia/automobilia-historiques/les-voitures-hybrides-dans-l-histoire.html>
- (7) <http://histomobile.com/history.php?id=2097435&lan=1>
- (8) US913,846, “MIXED DRIVE FOR AUTOVEHICLES”(1905 出願)
- (9) <http://www.fhnerstal.com/primary-menu/about-us.html>
- (10) “ELECTRIC CARRIAGES AT EXPOSITION OF THE AUTOMOBILE CLUB No.11”, Scientific American supplement, vol.48, Jul-Dec, p.19795(1899)
- (11) 特許庁、特許検索ガイドブック～ハイブリッド自動車～、平成 17 年 3 月、http://www.jpo.go.jp/shiryous/sonota/pdf/pat_guidebook/04.pdf
- (12) “Improvements in or relating to the Propulsion of Motor Vehicles and Vessels.”, GB190111006(1901 出願)
- (13) “ENGINE STARTING DEVICE”, US1150523(1911 年出願)
- (14) 森本、「ポルシェ博士の電気自動車」電気学会半導体 電力変換自動車 家電・民生合同研究会、SPC-13-146、VT-13-029、HCA-13-051(2013)
- (15) <http://press.porsche.com/news/release.php?id=642>
- (16) “Paris automobile and cycle show”, Scientific American supplement, NO. 1319, April 13, p21142(1901)
- (17) 森本、「最初の電気自動車についての考察」、電気学会論文誌 D、Vol. 133, No. 1, p105-110 (2013)
- (18) <http://philippe.boursin.perso.sfr.fr/velec/1901.htm>
- (19) https://www.siemens.com/history/en/news/1071_trolleybus.htm
- (20) <http://philippe.boursin.perso.sfr.fr/velec/1903.htm>
- (21) 原典 Henri de Thiersant — La Nature N°1571 - 4 juillet 1903 <http://sciences.gloubik.info/spip.php?article1585> より孫引き
- (22) 「20 世紀の国産車」、鈴木一義、三樹書房(2000)
- (23) <http://sciences.gloubik.info/spip.php?article1585>
- (24) “NEWYORK-BOSTON AUTOMOBILE RELIABILITY TEST”, Scientific American, Vol. 87, No. 17, p271(1902)
- (25) “The Thury gasoline-electric automobile”, Scientific American supplement, NO. 1467, February 13, p23505(1904)
- (26) <http://philippe.boursin.perso.sfr.fr/velec/velec.htm>
- (27) <http://www.modernracer.com/memfeatures/historyofthehybrid/krieger1.jpg>