

西独の研究安全車UNI-CAR

高 行 男

はじめに

車の安全技術開発のための実験安全車（ESV, Experimental Safety Vehicles）に対する研究計画は、アメリカにおいて1970年に運輸省を中心に開始され、1974年からの研究安全車（RSV, Research Safety Vehicles）計画を経て今日の総合安全車（ISV, Integrated Safety Vehicles）計画に至っている。この過程で得られた画期的成果は、耐久性の観点でとらえられてきた車体を衝突エネルギーの吸収体として見直したという点であるといわれている。

西独においては、1978年より資源・エネルギー・安全・公害（騒音など）といった総合的観点から独自の研究車開発計画が連邦技術研究開発省*1の下で推進され、フォルクスワーゲンやベンツ等の自動車会社*2で開発が行われた外に、4つの工科大学の連合チームがその計画に参加した。連合チームにより開発されたUNI-CARは、安全車としてばかりでなく未来車としての総合理念を持ち、歩行者や自動車に対する安全対策、騒音対策および今日の自動車が有する構造上の弱点の一つである側面衝突事故における乗員保護に対処している等、非常に興味ある内容を有している。しかし、そのことについて一般にはあまり知られていないので、本稿で、UNI-CARについての報告*の内容を紹介する。

UNI-CAR（大学チームの研究安全車）

独文要約

連邦技術・研究開発省の“乗用車の研究モデルの総合全体コンセプトにおける自動車工学研究成果の実証”と銘うったプロジェクトにおいて、その第二段階の原型車の開発と製作に、3つの自動車会社ならびに大学の自動車工学研究所（Aachen, Berlin, Darmstadt, Stuttgart）チームがそれぞれ独自に参加した。その試作車は1981年9月に公開され、以後1982年9月30日までの期間、広範囲な試験が行われた。

本報告では、UNI-CARで採用した技術的解決策について報告するが、それは未来の乗用車に課せられた要求をいかにして満たすかの一例でもある。

英文要約

Aachen, Berlin, Darmstadt, Stuttgart の4つのドイツ自動車工学研究所が研究車の定義付け、開発、原型製作、試験を実施してきた。この研究車UNI-CARの計画には、ドイツ連邦技術・研究開発省が1978年から1982年4年半の期間に渡り資金を提供している。

大学チームは、政府指定の一般仕様に従って、そのハイライトである車外の交通関係者^{*3}に対する特別な保護と最小限の燃費を、直接噴射ディーゼルエンジン、機能的自動無段変速機、優れた空気力学的特性値を有する5ドアの中型車を試作することによって達成している。最初の原型車がテスト段階に入ったので、UNI-CARの主な特色を以下に記述する。

1. 結 言

連邦技術・研究開発省^{*1} (BMFT, Bundesminister für Forschung und Technologie) の研究乗用車のプロジェクトは、未来の乗用車のいくつかの原型の開発、試作および試験を目的としている。その際、既往における別の類いのプロジェクト^{*4}のように、唯一の重点を追求するのではなく、この研究車は乗用車として様々な要求を満たすべきであり、また

- 省エネルギー・省資源
- 環境好適性
- 安全
- 経済性と実用性

という諸点においては、今日の量産乗用車に比べて格段の改良をもたらす必要がある¹⁾。

告示(募集)は1978年の始めに、まずドイツ自動車工業界に向かって行われた。しかし、幾人かの大学教授達は、大学もまた自動車の将来を考え、課題に挑戦して具体的な研究上の寄与を果し得ることを示すべきだと感じた。この複雑な計画には、一つの特定な大学研究所で果すことはできないので、4つの大学の自動車技術研究所チームを創設した。

I K A 自動車研究所 (Institut für Kraftfahrwesen), Aachen 工科大学 (TH), Helling教授

I F T 自動車技術研究所 (Institut für Fahrzeugtechnik), Berlin 工科大学 (TU), Appel, Willumeit 両教授

F Z D 自動車技術部門 (Fachgebiet Fahrzeugtechnik), Darmstadt 工科大学 (TH), Breuner教授

F K F S 自動車・エンジン研究所 (Forschungsinstitut für Kraftfahrwesen und Fahrzeugmotoren), Stuttgart 大学 (Uni), Essers教授

この大学チームは表1に従って任務を分担して来た。原型乗員車の部品製造に関しては大学の仕様書^{2,3)}のハンディによって有名な企業の請負を得た。組立と仕上げにはわずか23ヶ月という極めて短期間を要しただけで、1981年9月のFrankfurt 国際自動車博覧会を機会に図1のUNI

表1 大学チーム内の任務分担

FKFS (Stuttgart)	IFT (Berlin)	IKA (Achen)	FZD (Darmstadt)
ディーゼルエンジン 騒音低減 室内空気調節 サスペンションと水平姿勢制御 ブレーキ 空気力学とデザイン 風防ワイパ	車体構造 歩行者保護 乗員保護 人間工学 座席、ペダルおよびハンドル	変速機制御 車輪懸架 タイヤ 操向装置 運動力学調整 実用性の検討 (Nutzwert-Kontrolle)	計画指導 車体仕上 原型の結合 電気装置 運転車への情報システム タンク

-CARの最初の原型を公開し得た⁴⁾。

2. 大学チームの重点項目

BMFTの条件枠では各個に重点を設定する余地を与えていた。同じプロジェクトに参加した自動車会社の設計に対して一つの魅力的なコントラストを実現するため、我々は、外部の交通関係者すなわち車外の人々に特別な配慮をした。というのは、これは自動車工業では優先的目標には属していなかったからである。それ故、UNI-CARの計画では最初から、歩行者、自転車そして交通量の多い騒々しい道路沿の住民を考慮した⁵⁾。

さらに、一つの大きなおくれを取りどもさなければならなかった点は、今まで正面衝突に比較して大変おくらしていた側面衝突における乗用車乗員の保護を認識したことであった。国民経済と社会的観点より、大学チームは最終的に

- 燃費低減
- 騒音低減
- 歩行者および自転車乗員の保護
- 側面衝突時の乗員保護

という重点項目を設定することになった。大学チームに参加した協力者は、UNI-CARが、悪い意味でアカデミックな車、つまり高度に複雑化してただ技術者だけに使われるものであってはならないと常に意識していた。すべての構成部品については実用的であり、経済的に引合ものかどうかを考慮した。いつでも可能な限り、多くの重点設定に同時に積極的に寄与するような技術的解決法を優先するようにした。BMFTから選択を任された3種の重量級の中から中型

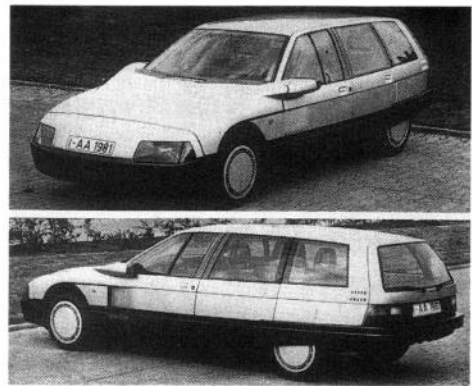


図1 UNI-CARの概観

全長：4650mm	$\left. \begin{array}{l} \text{全幅：1830mm} \\ \text{全高：1340mm} \\ \text{車両重量：1375kg} \end{array} \right\}^{*5}$
後写鏡間の幅：1980mm	
ホイールベース：2750mm	
前輪の輪距：1500mm	
後輪の輪距：1410mm	

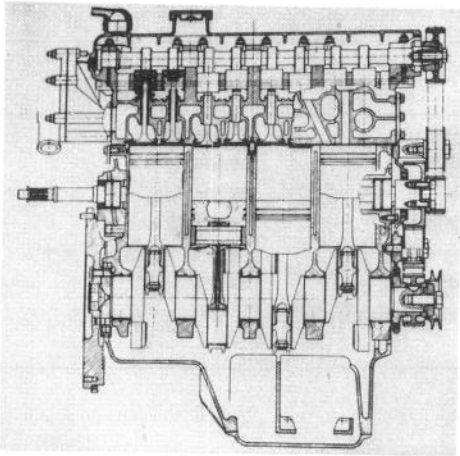


図2 直接噴射とターボチャージャー付き4シリンダディーゼルエンジンの縦断面

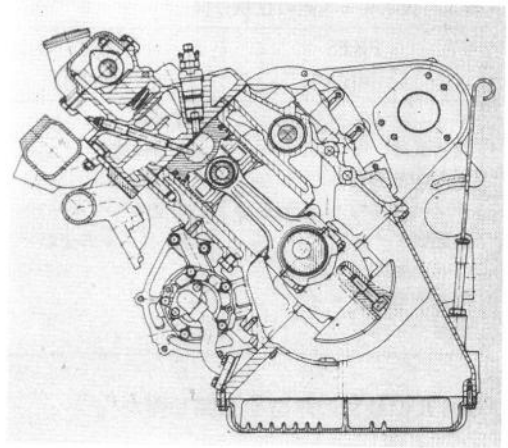


図3 エンジンの横断面

車を選定したのは、乗用車利用習慣に対する先行調査に基づいている。その調査は、乗用車の所有者は、更に高騰して行く運転費用のために、通勤には一番早く自分の車の使用を断念するが、自由時間と休暇に断念するのは最も少ないことを明らかにしていた。これを達成すべく努めた輸送空間 (Transportraum) は、BMFTの告示の下方の重量級においては実現できなかった。それは、車の軽量構造には大学では対処できない長期の系統的経験を必要とするからである。

3. 駆動部とトランスミッション

3.1 ディーゼルエンジン

大学チームは、低燃費達成のために、たとえ量産乗用車の世界で今日まで前例がないにしても、直接噴射のディーゼルエンジンを選んだ。良好な燃費特性と良好な排気・騒音性能を結びつけるため、M. A. N.-C D I (Controlled Direct Injection, 制御直接噴射) 方式を選んだ。M. A. N.*⁶ は、大学チームの希望と特殊な組付け形態に順応した特別なエンジンの構成と製作に対するパートナーとして得るところがあった。空気力学の観点より大学チームは前輪駆動コンセプトを選択することになり、歩行者保護に対する配慮のため、直列エンジン⁶⁾を選んでこれを縦置きにした。

M. A. N.-C D I 方式は混合気を次のように運転状態に順応させて形成する。すなわち、高負荷と高回転域においては大部分が近似的に球形のピストン凹部壁面の膜状燃料で作動させ、一方低回転域と低負荷では主に燃料の過剰空気分配で達成させるのである。燃焼方法の著しい特徴は、次のように文献(7)に記されている。

- 回転対称の燃焼室
- より強い空気のスワール
- 空気のスワールの接線方向への噴射
- 横断面調整ノズルと中央ピストン付きノズルホルダーによる噴射の調整

目標とする走行性能は4300 rpm で70から75kWのエンジン出力を必要とするが、それは選んだ2.5 lの行程容積（直径93mm, 行程93mm）のエンジンに圧力比が1.7から1.8であるターボチャージャーによって達成した。

大学チームの狙いは、横に45°, 縦に6°傾むいたエンジンの造作替えを必要とした(空気力学と歩行者保護に対する考慮のためで文献(6)参照)。この強い傾斜, 燃焼方法の要件および大学チームのより広い開発目標の達成には、コグベルト駆動のカム軸を上置した軽金属シリンダヘッドの部分とオイルパンの部分において特別な処置が必要であった(図2, 3および文献(8)を参照)。

3.2 無段変速機

自動車の駆動効率、実際の運転においては、単に内燃機関の良否ではなく、変速機の特性によって決定的に決まる。

今日の乗用車用オートサイクルエンジンでは、最良の性能の効率は30から35%に達するが、乗用車の全走行時に対する平均駆動効率たった12%程度である。この急激な効率低下の原因は、内燃機関が、大部分の時間、低回転域の部分負荷の範囲、すなわち不利な性能領域において運転されていることによる。それ故改良の可能性は、内燃機関から調整の責任(Regelautgaben)をできるだけ軽減させ、そしてそれを変速機に引受けさせることにある。このためのうまい方法として、広い変速範囲(オーバードライブ効果)を有する電子制御付き無段変速機が適している。その理由は、変速比とエンジンのトルク(燃料供給)の適当な調節によって、各々の要求されるエンジン出力に対して常に最良効率の性能領域点を調整することが可能となるからである。

この駆動コンセプトの実現のために、機械的に無段に制御し得るオランダの van Doorne's⁷ Transmissie 社の Transmatic 型ベルト駆動変速機(図4)を選んだ。この変速機は、入力馬力と変速比範囲(R=1:7)によってこの使用例に十分である。この変速機は、コンパクトで騒音の少ない構造を有し、入手容易で試験済みであり、調査したすべての無段変速機の中で最高の効率を持っている。限りある変速比範囲のため、発進時にロックアップ付きのハイドロダイナミックカップリングを付加する必要がある。

変速機の調節は電子サーボモータで行われ、運転範囲の選択は運転席近くの中央トンネル上のチェンジレバーで行われる。無段変速機とディファレンシャルは共通のオイルシステムによって作動する。カプセル型エンジンルームの高い温度のため、ラジエータ上部に配置された別の変速機用オイルクーラが必要となる。

3.3 エンジン—変速機の電子制御

制御の主な課題はエンジンのトルクと回転数の調整である。この目的のために制御要素としてインジェクションポンプと無段変速機を取付けた。図5

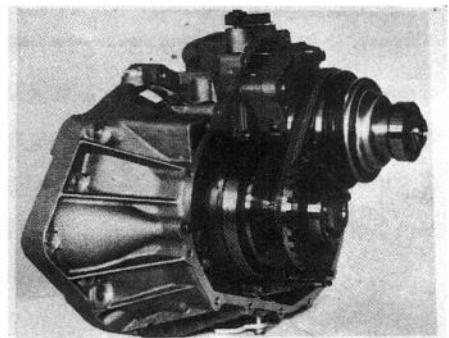


図4 無段変速機の概観

に制御のブロックダイアグラムを示す。運転者がアクセルとブレーキペダルによって指示する走行要求は、エンジンの回転数と同トルクの適当な選択による制御によって低燃費の作動点に置きかえられる。このために、それぞれの駆動状態に応じて適当な制御アルゴリズムが使えるような制御方法を考案した⁹⁾。

原則として、時間的に定常的あるいは非定常的な運転状態が可能である。定常的な作動点では、本質的にプログラム制御を用いる。すなわち、エンジン回転数は変速比で制御され、エンジントルクは実回転数に応じてインジェクションポンプで調整される。

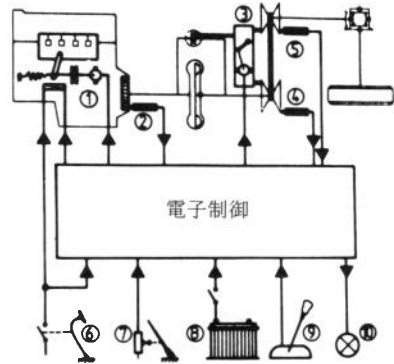
過後時間と無段変速機の限られた制御範囲のため、慣性モーメントと結合してダイナミックな運転状態が起こり得るので、その経過は適当な方法で処理しなければならない。段階的な出力増加の場合は、作動点は、無段変速機の過後応答速度で可能な限り制御ラインを見失わぬように新しい位置へ持ってこ

なければならない。出力減少の場合は、作動点は制御ラインの下部に導かれる、すなわち、最初に出力が新しい予定値に制御され、その後変速機の过后応答速度で新しい作動点に到達する。したがって、この経過は、変速機の过后時間内に一般に望まれるよりも多くの出力を生ずることなしに、少なめの出力要望が満たされるので都合である。制御の確実な機能を保証するため、スイッチ・インの後には、マイクロコンピューターが Reset/Start プログラムで始動し、万全の機能が試験される (Selbsttest)。同様に、走行中の12V車載電圧の短時間の欠落後には Selbsttest が遂行され、必要な場合には駆動は緊急プログラムに切り替わる。

機能が円滑に機能しているときは、駆動の物理的状态量が Input プログラムで検出され、プログラムデコーダで測定値を解析した後、適当なサブルーチンが選ばれる。駆動の不完全な機能は、測定値の Plausibilitäts コントロールを有するプログラムデコーダにおいて検知され、そして必要な場合には、駆動は緊急プログラムに切り替わる。その後、Reset/Start プログラムによって新たに Selbsttest が行われ、この結果は運転者に中央情報板で伝えられる。

空気力学的に大変良い自動車(切断図 6 *⁸⁾)が³⁾、直接噴射のディーゼルエンジンおよびそれと共通の電子制御の無段変速機を備えたため、非常に良い燃料消費値を得た。

定速走行 90km/h 4.6 l/100km 以下



- ①サーボモータ付きインジェクションポンプ
- ②エンジン回転計
- ③変速機調節
- ④アウトプット回転計
- ⑤変速機回転計
- ⑥ブレーキペダル
- ⑦アクセルペダルポテンショメータ
- ⑧イグニッションスイッチ
- ⑨チェンジレバー
- ⑩警告灯 (中央計器板)

図5 エンジン-変速機制御のブロックダイアグラム

同	120km/h	6.0
都市圏		7.8
平均使用（上記の平均）		6.15
達成された走行性能は		
0から100km/hまでの加速		13秒
最高速度		190km/h
である。		

3.4 騒音低減措置

直接噴射ディーゼルエンジンは一般に騒々しいことで知られているが、M. A. N.-C D I方式により比較的音が静かな燃焼方式が達成された。さらに、ターボチャージャは燃焼騒音に好い効果を発揮した。BMFTの告示において要求されている騒音低減目標を達成するために、加速通過の際の73dB(A)なる規制極限值をUNI-CARにおいては可能な限り下まわらねばならぬのだが、FKFSにおけるトラックエンジンルームのカプセル化(しゃへい化)の現在までの経験¹⁰⁾からしてもエンジンルームのカプセル化は必要もしくは少なくとも有効であると思われた。図6に示したように、UNI-CARのカプセルは、一枚の底面板、エンジンのボンネットおよびホイールハウスの内部両壁によって作られている。ボンネットは内部側面に厚さ30mmの吸音層を持たせている。この吸音材料は、下方部分を除き、従って水に浸される心配がない限り、エンジンルームの多数の鋸断面にも張りつけた。両側部の空気排出管の吸音被覆にも特別の注意を払った。同様の注意は、クーラとエンジンルームを貫流する冷却空気を誘導する、中心線上に配置した中央トンネルにも払われた。“Soft-Nose”に組みこまれた空気供給管にも吸音内張りがなされている。

カプセル型エンジンルームと今日の標準型自動車のエンジンルームを比較すると、走行時の風によるオイルパンの冷却および同様な冷却効果が消滅することが明らかである。そのため、クーラの送風機から供給される空気の分配に大きな注意を払う必要がある。それ故、FKFSにおいて、エンジンルームの模造品を普通のエンジン試験台に取付け予備実験を行っている。前以って結果が確かめられていたので、エンジンルームで危険な温度には達しなかった¹¹⁾。

閉じた平滑なアンダーカバー（底面）を有するUNI-CARの方式は、空気低抗に極めて良い作用をし、ひいては一方で燃料消費に他方で騒音低減に役立つ。気流にさらされる障害物を持たないアンダーカバーはボディ内部に排気系を設ける必要がある。ここで、前輪駆動の場合に、中央トンネルの領域がプロペラシャフトを不要とするので、決定的な軽量化となる。中央トンネルは流体工学的観点から、図6から推定できるように大規模な容積が取られている。冷却風が通ることによって排気系による中央トンネル囲壁の許容しがたい加熱は避けられることになった。それでも、排気系の音と熱を制限する巻付けを用意する。

ここで、中央トンネル囲壁の適切なコーティングによって同じ効果を達成した。すなわち、多くの標準型乗用車においては、排気系の騒音放射は排気口騒音よりも囲壁放射に大きく起因する

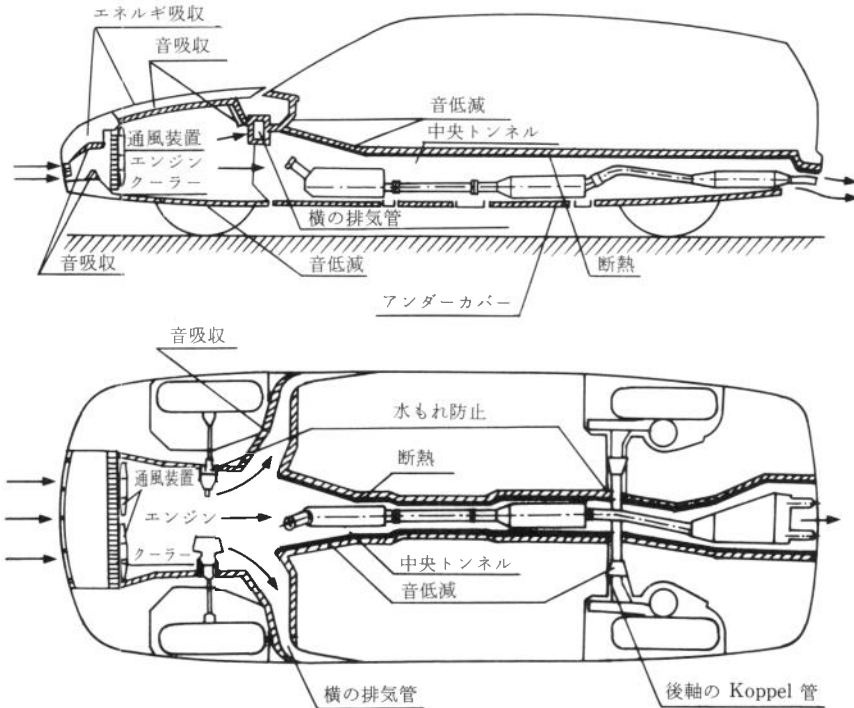


図6 騒音対策を特別に考慮したUNI-CARの切断面

が、UNI-CARにおいては、排気口騒音だけが本質的に排気系の騒音に寄与していると評価し得た。

4. 走行装置

4.1 車輪懸架

空気力学の要求からフロント部の全高は大変低いものとなり、前輪懸架としてダブルウィッシュボーンを選択が決定的となった。走行安定と快適さをうまく妥協させることは、軽量とより良いリサイクル性と併せ、本質的な開発目標として挙げられねばならない。上記の二つの要求は、製作材料としてアルミニウムを採用することによって考慮した。図7は試験台上の耐久試験中の前軸を示す。

後輪懸架は、前輪駆動車において、その運動学的特性、軽量およびコンパクトな構造によって実証済みで、両輪のセミリジッドコネクションを作り上げているコッペレンケルアクゼ (Koppellenkerachse) を利用した。

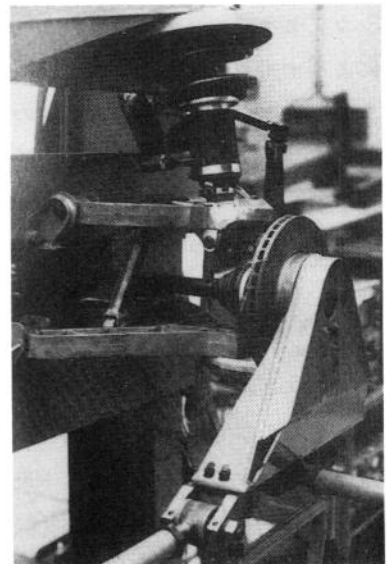


図7 ハイドロバルス試験台上のUNI-CARの前輪懸架

4.2 前軸のサスペンション

車輪懸架の選択と全く同様に、前輪スプリングの構造方式もフロント部が低いことで決まる。最小の外寸のために載頭円錐スプリングを使うこととし、1.2Hzの一定のバネ上固有振動数に対する漸進的特性曲線（progressive Kennlinie）を設定した。ダンパーの課題は前軸上にスプリングと同心線に配置した単筒型ダンパーによる軽い構造で解決した。

4.3 ガス密封型スプリング・ダンパー要素

UNI-CARは前輪駆動の全殻構造（Vollheck）乗用車として比較的一定の前軸荷重を持っているが、この種の型式の乗用車と同様、後軸荷重は積載重量に強く影響される。それ故、後軸の水平制御が特に必要となる。これによって、積載荷重による車体の空気力学的係数への不利な影響が避けられ、またヘッドライトの照明範囲の特別な制御を必要としなくなる。

UNI-CARには、後軸にいわゆる図8のGFD（Gas-Feder-Dämpfer-Einheit、ガス密封型スプリング・ダンパー装置）を用いているが、その理論についてはすでに H. Goldが1974年報告しており¹²⁾、また彼は受託者としてそれをUNI-CARの開発分野で本質的により広く発展させている。UNI-CARはサスペンションとダンパーに専ら空気を用いた。水平制御に関してUNI-CARは、サスペンションなかんずくダンパー特性がその時々荷重に対し、図9から推定できるように自動的に順応する性質を有している。いわゆる標準車方式は、振幅増幅の強い荷重依存性（満載荷重においてダンパーは比較的弱い）を示すが、UNI-CARはGFDによりほとんど荷重に依存しないので、標準車方式における積載依存の振幅増幅性によって生じる乗心地と走

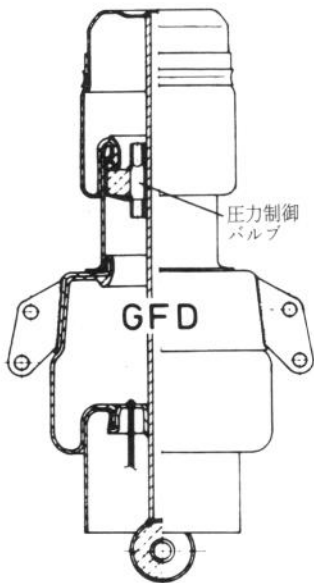


図8 ガス密封型スプリング・ダンパー装置（GFD）の切断面

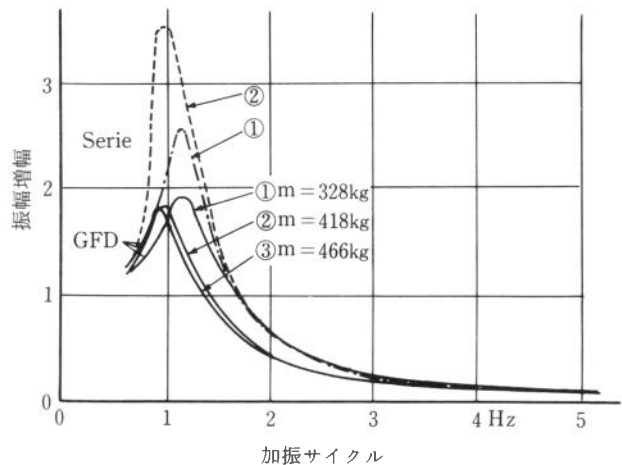


図9 ガス密封型スプリング・ダンパー装置（GFD）を付けた単質量振動体の振幅増幅機能とコイルスプリングおよび液体ショックアブソーバから成る標準品（Serie）のそれとの比較（試験結果）

行性への悪影響が避けられる。さらにGFDは、希望に応ずる周波数選択ダンパーを持っているので、バネ上共振の範囲で強いダンパーそしてバネ下共振の範囲で普通のダンパーが達成され得るが、バネ下共振の上方域で減衰作用は望ましい方法で減少している。

4.4 操向装置

操向装置—Friedrichshafen AG歯車会社の製品—では、可変ステアリングギヤ比と電子制御速度感応型のサーボ補助装置付きのボールナット型パワーステアリングが特色である。この特別な構造特性により、走行動力学的に重要な操向角範囲において、車の特性と人間の制御特性間の最良の調和を損うことなく、駐車動作範囲における操縦者の肉体的負担の軽減が可能となっている。

4.5 タイヤ

タイヤとしてはGoodyear SAの195/65HR15の扁平タイヤを採用した。このタイヤは、緊急時に走行できる性能を持つ安全タイヤとしての構造により、空気圧力監視装置と相まって予備タイヤを持って走る無駄をなくした。たとえ空気が抜けても、このタイヤによって、80km/h以下の速度と 3 m/s^2 以下の横向加速度においてならば、損傷することなく150km以上も走行することができるようになった。

5. 空気力学と外形デザイン

自動車とエンジンに関する研究所の伝統と経験に基づき、Stuttgartは、UNI-CARの開発に、自動車空気力学の領域においてデザインと併せて特に活発に活動している。すなわち、研究所の1/5の縮尺の模型用風洞において、高精度の細部複製プラスチック模型を用いて多数の車体バリエーション〔段テール (Stufenheck)、ハッチ・バック (Fließheck)、結合テール (Kombiheck)、Kテール (K-Heck)〕が試験された。この際、乗用車の実用性への配慮と歩行者保護というテーマに対する新しい認識をいつも念頭に置かなければならなかった。二者択一的解決とめばしい開発段階の概要を表2に示す。

目標に対する数多い矛盾への最良の解法として、最終的に適度のKテールが選ばれた¹⁹⁾。図10は、UNI-CARが本質的な空気力学的特徴においてはK車を受継いでいることを示している。したがって、研究所創設者 Wunibald Kamm 教授が戦前に行った自動車の空気力学領域における先駆的研究に結びついていることがよく知られているのである。







K車とUNI-CARは、最大の横断面の範囲からテールに向かっておよそ最良の縮小を示す点で共通している。しかし、K車においては、縮小は主としてルーフの傾きによっているが、良い外形デザイン、後軸の軽い揚力⁹⁾そして同時に十分な積載高を持ったトランクリッドの納入性という近代の要望は、車のボディの縮小を側面で大きくとり、ルーフの傾斜とアンダーカバーの傾きをわずかにとるようにさせている。下記の空気力学的処理により、

○Kテールのルーフと側面の大きなひっこみ

- 外板, 特に窓と後輪えぐり領域の平滑面形成
- アンダーカバーとそれに応ずる車輪懸架の組付け領域における凹凸を最小にすること
- エンジンルーム入口と中央トンネルを覆うこと
- 冷却空気誘導を高効率化すること
- 外部ミラーと車のボディの一体化

例えば, 図11のウール糸写真で読みとられるような良い空気力学的形状が見つかった。プラスチック模型と実寸模型で達成された空気抵抗係数 C_w の良い値は最初の原型車の試験において確認された。バネ延伸の各姿勢に対しても, 200km/h 以下の速度でダイムラーベンツ社の風洞中のバネ延伸の自由な原型車に対し, 空気抵抗係数 C_w は表2のように0.236から0.243の範囲の測定値

表2 種々のテール形を有する $\frac{1}{5}$ 模型および研究乗用車UNI-CARの原型に対する空気力学係数 C_w , C_A , C_{AV} , C_{Ah} と投影横断面積A (模型はFKFSの模型風洞で測定, 原型はDaimler-Benz社の風洞で測定)

UNI-CARの $\frac{1}{5}$ のFKFSのプラスチック模型(冷却風常時吹抜け)の詳細		空気抵抗係数				揚力係数と前後軸成分	投影面積縮尺 $\frac{1}{5}$ ()内は実寸を示す。 A_x [m ²]
		C_w	C_A	C_{AV}	C_{Ah}		
①段テールの箱型自動車 模型形態 (外部ミラー1個)		1A00	0.327	0.114	0.045	0.069	0.07467 (1.867)
		1B10	0.298	0.118	0.023	0.095	
		1B14	0.291	0.065	0.032	0.033	
②ハッチバックの箱型自動車 模型形態 (外部ミラー1個)		1B16	0.292	0.011	0.032	-0.021	0.07467 (1.867)
③従来型 Vollheck の結合箱型自動車 模型形態 (外部ミラー2個)		2C00	0.364	-0.196	0.021	-0.217	0.07535 (1.884)
Kテールの結合箱型自動車 模型形態 (外部ミラー2個)		2C23	0.299	-0.057	-0.018	-0.039	0.07535 (1.884)
		2C43	0.277	-0.104	-0.054	-0.050	
		2C54	0.266	-0.108	-0.052	-0.056	
Kテールの結合箱型自動車 模型形態 (外部ミラーなし)		3D20	0.243	-0.101	-0.063	-0.038	0.07574 (1.894)
模型形態 (外部ミラー2個)		3D23	0.254	-0.147	-0.086	-0.061	0.07721 (1.930)
原型車No.1 1981年のIAAの組立状態 (frei getedert)						2.0102	
標準状態高さ 225kg荷重(50%), 床地上高さ前/後170/150mm 第2段階における冷却風通風と2送風装置 冷却風通風あり 冷却風通風なし			0.240	-0.030	-0.017	-0.013	
			0.239	-0.031	-0.016	-0.015	
			0.229	-0.047	-0.033	-0.014	

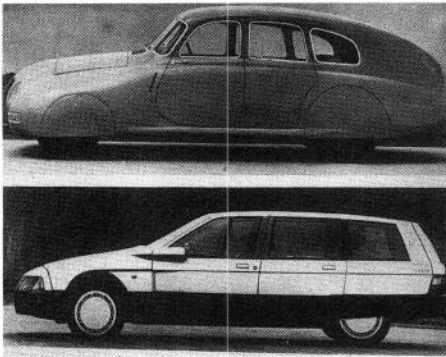


図10 1937年以來のK車（上図）と研究乗用車 UNI-CAR（下図，空気力学の立場により改善されている）

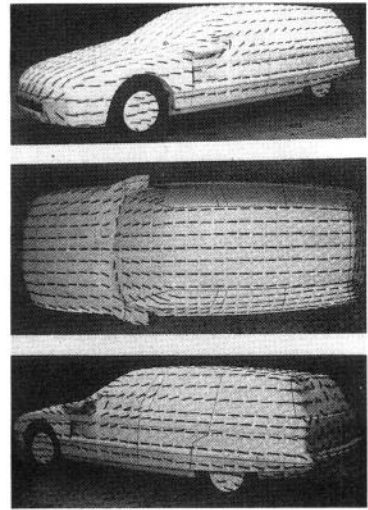


図11 UNI-CARの実寸模型表面上の左右対称流れにおける流れパターン

を得た。

著しいデザインの特徴は特色ある前部ボンネット形態であり，そこで外部ミラーが乗用車ボディに一体化されている。このミラーのない平滑なボディは全く平常的に作用するが，この外部ミラーによって代え難い一つのアクセントを持つ。しかし，この形の開発において，次のことが前提となっている。すなわち，外部ミラーを含めることは，空気抵抗全体およびミラーと側面ガラスのピラーの立場から良い作用を持っていることである。さらに，このミラーは，歩行者あるいは自動車との接触の衝突の場合に，危険にさらされる事故相手をそらして保護するように作用する。

Kテールにおいては，車のボディの後方へ向けての縮小によって得られた空気力学的に良好なボディがテールの部分で切断されていることが特徴的である。妥協することなく最良の空気力学的解決を実現しようとするときは，テール面への移行は角度をつけて行わねばならない。しかし，その時乗用車の外観は不満足なものとなるだろう。UNI-CARにおいては，テール面のルーフと側面への移行は大きく円められている。それによってテール面の定義された限界（definierten Grenzen）は消失し，そしてこのことはデザインの観点からテール面に対し望ましく，見かけ上大きくした効果をもたらす。

6. 安全計画

UNI-CARの安全計画は以下の目標概念で特徴づけられている。

- 中型・中重量の乗用車を選ぶことによって，自己と相手の両方を保護するために特別の妥協を考えたこと

- 正面衝突安全性の相当な改善
- 側面衝突安全性の著しい改善
- 歩行者と二輪車に対する外部安全性のかなりの改善

これらの目標設定の根拠は、第1に、全交通事故死者の半数以上が車外の交通関係者である事故発生の実状にある。第2に、車内の安全に比較して車外の安全には今まで明らかに少ない努力しかはらわれていなくて、大学チームはこれを挑戦すべき事態と考えたことを認識されたい。第3に、効用対費用比の考察の結果、より高い利用配分の衝撃吸収システムの導入と前部構造の改良は、車外の安全と側面衝突保護を高めることに効果的であること¹⁴⁾がわかった。

能動的安全(aktiven Sicherheit)の高揚は種々の処置によって達成するよう努めている。ここで、数値的に表し得る安全上の利益は、UNI-CARのために選んだアンチスキッドシステムのみであろう。

空気抵抗と騒音の低減という目標設定から、車体計画に対する制限条件と課題が生ずるが、それは他方でまた安全計画と内部空間形態¹⁵⁾に影響を及ぼした。この制御条件は個々に示すと、

- 平たく長いフロント部
- 平たく傾いた風防ガラス
- 平滑で円めた外板
- 側面のルーフのひっこみ(Dacheinzug)
- 強化して貫通している中央トンネル
- 滑かなアンダーカバー

以下に、UNI-CARにおける要求の置換(Umsetzung)と実現を検討する。

6.1 外部の交通関係者の保護

前述のフロント部の造形上の特徴は、気流の滑らかさと歩行者保護に対して補完的である。唯、ボンネット前縁は歩行者保護とエンジンルームの自由度確保の立場から十分優先的に形成されるべきである。一体化バンパー、ヘッドランプ、バックミラーそしてドリップモルディング(Regenrinn)によって最小限の形態上の障害はある。

たわみはポリウレタン発泡材の使用によって達成する。図12に示した乗用車前端的な軟体正面部は薄い外板とエネルギー吸収基礎体から構成されている。ボンネットは、その剛性をアルミニウムあるいはガラス繊維強化のサポート材(GFK-Traggerüst)によって保つが、サポート材の上に約50mmの強いエネルギー吸収発泡材料層が張られ、それに安定的作用をする薄いGFK層が続き、それは更に荷重を分散する粘弾性の一体発泡層で水密性を保っている。風防ガラスはその取付けにあたり、周りを囲んでいる約45mm厚のポリウレタンクッションにはりつけることによって局所的たわみを保持する。頭が衝突した場合の局所的な引込みが風防ガラスの局所的破壊に先立って生じるようになっている(図13)。

側面も前方も、ルーフ縁は、上部のドアフレームと全く同様に、オートバイの側面衝突とその

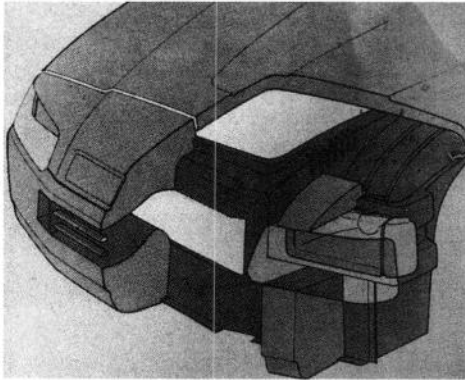


図12 前端部の衝突防護 (soft nose, 歩行者および低速度衝突時の保護)

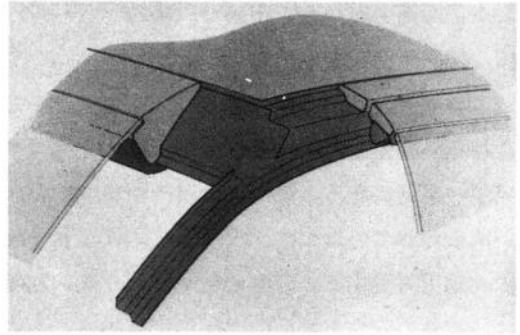


図13 風防ガラスのフローティングサポートとルーフ縁のクッション

運転者および同乗者の頭の衝突を考慮して、約15mmの強いポリウレタンのはめ込みによってクッション化されている。

6.2 乗員保護と内部空間形態

強力な内部貫通の中央トンネルは、必然的に、側面衝突において乗員がおしつぶされることのないよう特に高い構造強度を必要とする。このためB一柱間⁹に横結構を入れたが、それは下部と上部の横はりをつなぐ薄板材から構成されている。ドアブレース(Türleitschienen)とドアロック(Verhakungen)とは、側面衝突の際には結合体となり、最初に曲げそして大変形時には引張りに耐えるように配慮する(図14)。中央トンネルと横結構¹⁰は乗員同士の内部衝突を妨げる。

横結構の一つの成果は、どんな場合にも縦方向に固く取り付けられた前席である。席の高さと傾きは調節可能であるので、5%の女子と95%の男子の間でのアイポイント(Augpunkt)の差は比較的わずかとなり、座席に固定されるシートベルトのアンカー点に関して最適なベルト幾何学

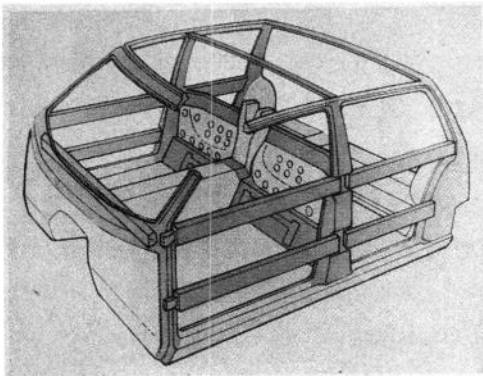


図14 側面衝撃に対する保護のため横はり側面はりを有する乗員室の構造

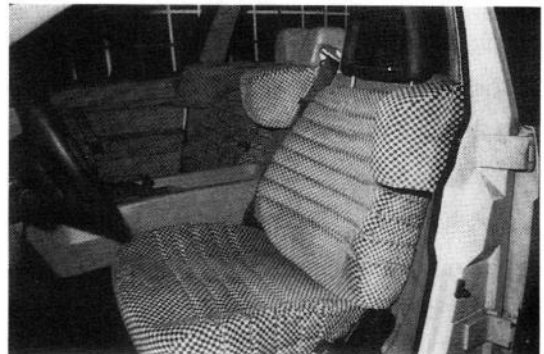


図15 車の内部形態と安全ベルトの配置(図では実物模型で示してある)

(Gurtgeometrie)がもたらされ、肩部のクッションも常に最適に利用されるようになる。それで上部の横はりによって自動車中央の堅固なアンカー点が利用できるから、ベルトは上部中心に持ってこられる。上部へのベルト固定のこの方式はここで説明している全体システムにおいて重要であり、図15に後部より前部をより多くして一緒に示す。

座席が縦方向にずれなくしてある結果として、ハンドル、ペダルそしてインストルメントパネルは移動可能なように配置されなければいけない。それによって、インストルメントパネルに対する不変の大きな間隔、すなわち事故時における最大の前方変位の可能性という長所が生まれる。

全体として、中央トンネルのハンディキャップがあっても、構造安全、内部安全そして内部空間形態に関して、閉じた堅固な全体的概念 (Gesamtkonzept) が存在することは確認すべきである。

7. 運転者情報システム

人間工学の観点から、計器の構成は無条件に必要な範囲にとどめ、運転者への過度の負担や誤認を避けるべきである。初期視野 (primären Sichtbereich) に、ハンドルと共に高さが調節できるインストルメントパネル (図16) が存在し、それは運転者がいつも見なければいけないすべての情報を含んでいる。情報は、一方では、クーラの水温、タンク残量そして経済的走行方法の動機づけとしての各瞬間の燃料消費についてアナログ形式の常に視認し得る情報であり、他方では、法的に規定されているのとそうでない制御灯 (Kontrollleuchten)、例えば、ウインカー、ハイビーム、手動ブレーキそして予熱装置 (Vorglühanlage) である。さらに、自動監視システム (automatische Überwachungssystem) の構成要素である大きい中央警告灯をインストルメントパネルに加えた¹⁶⁾。

上記4種のアナログ情報は液晶ディスプレイとして仕上げられ、しかも円形配置の光ベルトとして透過反射表示となっている。障害もない正常な運転の場合には、全体のインストルメントパネルには専ら緑色の光ベルトが見られる。燃料消費率が増えていくと始めてエコメータはその色を黄色と赤色に変える。クーラの水温とタンク残量においても警戒状態になると、赤色の部分が作用する。

能動的中央監視システムは、運転者に重要な作動部の故障あるいは不十分な機能について自動的に情報を与える。第1視野に配置された中央警告灯のまたたきと同じリズムで鳴り響く音響信号によって、故障の出現は即刻知らされ、故障の様相は第2視野にある中央コンソール上のギリシャ数字の表示板の文字として読みとることができ

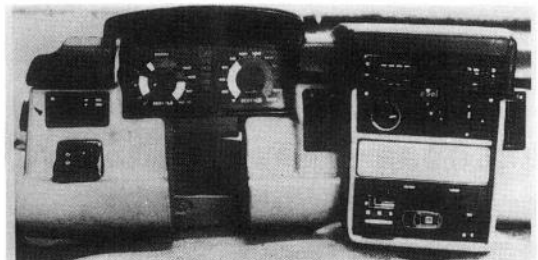


図16 運転者の前の可調節液晶ディスプレイを持ったインストルメントパネルと中央コンソールの中央コントロールシステム要素

る。運転および交通の安全に対する重要さに応じて、警告は二つの優先段階に分けられている。

第1優先段階は、即刻停止を要する。これには、エンジンオイル圧、エンジンと変速機のオイル温度、エンジン-変速機の電子制御、ブレーキ回路そしてブレーキ液の状態が入る。運転者が中央コンソールのキャンセルボタン(Quittertaste)を働かせると、持続光と持続音の警告信号に移り変わる。そして、工場で故障修理の後に始めて作動が止まる。

第2優先段階は、状況に応じ適当な走行方法で走行を続けることが許され、エンジンオイル状態、ブレーキサーボシステム、アンチスキッドシステム(Anti-Blockier-System)、タイヤ圧、水平姿勢制御(Niveauregelung)、ブレーキライニングの摩耗、タンク残量、車の照明装置が含まれる。運転者によるキャンセルで、警告信号は消され、故障自身だけはギリシャ数字の情報としてその後も読めるように残る。

全監視システムの機能の可否(Funktionsbereitschaft)の検査には、点火スイッチを入れるごとに自動的な自己制御がなされる。

必要な場合は、運転者は平均消費量、平均速度そしてその時々々のタンク残量に応ずる到達距離を中央コンソールの計器板(Bordrechner)で求めることができる。

8. 結 言

大学チームは、未来の乗用車の数種の原型を開発し製作することによって、大学が企業とのアイデア競争(Ideenwettbewerb)において、時間の制約の下で複雑な研究計画の実行方針を定めて着手しかつ目的を達成し得ることを示すために利用し得る唯一の機会を持ち得た。UNI-CARは量産車として製作されるべきではない。それは、むしろアイデア保持車(Ideenträger)であり、思考インパクト(Denkanstöße)を与えるべきものである(図17)。発表以来1982年9月30日におよぶ試験段階において今やUNI-CARが、仕様書に約束された性質をすべて所有しているかどうかを示さなければならないのである。

UNI-CARのプロジェクトの仕事は、すべての参加教授、学術上の協力者および学生にとって、技術的問題の克服についてのみならず、研究所の境界を越えた教育と研究の共同作業として重要な業績である。

この機会に、大学チームはUNI-CARに参加されたすべての企業の共同者(Industriepartner)に感謝したい。特に、既に仕様書段階でプロジェクトの達成に全面的な信頼を以て協力の用意をして下さった方々に謝意を表する。

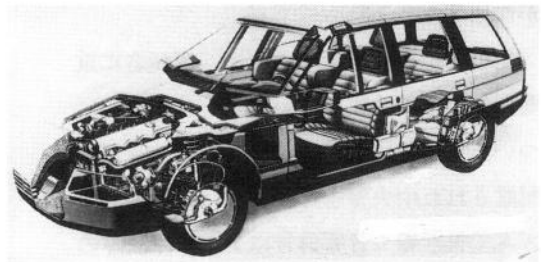


図17 UNI-CARの透視図

お わ り に

西独の大学チームによる研究安全車，UNI-CARの報告を翻訳してその内容を紹介した。本稿が，未来車の概念の一端を知る上で，また真の“車社会”の在り方を考える上で参考になれば幸いである。

本稿作製の動機は，本学客員教授をなされた近藤政市東京工業大学名誉教授のお勧めによるものである。筆者の浅学のため，原文（独語）の内容を十分に表現できなかった箇所があること，本稿作製に手間取り，UNI-CARの概要を紹介する時期が大幅に（数年）おくれたことを付記しておく。

終わりに，本稿の作製にあたり御教示を賜った近藤政市東京工業大学名誉教授に謝意を表するとともに，御助力いただいた本学高須英一講師，実習室西側通雄氏，名城大学石原研究室をはじめとする関係各位に深謝します。

参 考 文 献

- 1) Bandel, J.: Der Forschungs-Personenwagen. ATZ82 (1980)2, S. 59—62.
- 2) Hochschularbeitsgemeinschaft IKA Aachen, IFT Berlin, FKFS Stuttgart, FZD Darmstadt: H.A.G.-Forschungs-Pkw. Abschlußbericht der Phase I, Kurz- und Langfassung, Förderungskennzeichen BMFT-TV 7856, Juni 1979 (unveröffentlicht)
- 3) UNI-CAR-Der Forschungs-Personenwagen der Hochschularbeitsgemeinschaft. ATZ82 (1980) 4, S. 197—198
- 4) Breuer, B.: Das Projekt UNI-CAR-der Forschungs-Pkw der Hochschulen. Vortrag auf der Jahrestagung der VDI-Gesellschaft Fahrzeugtechnik 1981 in München
- 5) Breuer, B.: The pedestrian-oriented, lownoise and economical research car. Proceedings International Symposium on Traffic and Transportation Technologies, Volume C II, S. 70—88, Verlag TUV Rheinland GmbH, Köln 1979.
- 6) Essers, U., Greiner, R., Liedl, W. und Potthoff, J.: Auswirkungen des Frontantriebs auf das Karosseriekonzept des Forschungs-Pkw UNI-CAR. VDI-Berichte Nr. 418, 1981, S. 209—217.
- 7) Neitz, A. und D'Alfonso, N. : Das M. A. N. Verfahren mit gesteuerter Dirkteinspritzung (GDE) für Personenwagen-Dieselmotoren. MTZ42 (1981) 7/8, S. 265—270.
- 8) D'Alfonso, N. und Greiner, R. : Entwicklungsstand des Dieselmotors im Forschungs-Pkw UNI-CAR. 9. Statusseminar BMFT Neu-Ulm, 1981.
- 9) Helling, J. und Stall, D. : Elektronische Regelung für kraftstoffsparendes Motor-Getriebe-Management im Forschungs-PKW UNI-CAR. VDI-Berichte Nr. 481, 1981, S. 93—98.
- 10) Essers, U., Liedl, W., Denker, D. und Gerngroß, H.-G.: Untersuchung von versuchsmäßig dargestellten Lösungen zur Geräuschminderung eines Serien-Lastkraftwagens. Vortrag auf dem X VIII. FISITA-Kongreß, Mai 1980, Hamburg. VDI-Berichte Nr. 367, 1980.
- 11) Liedl, W. und Schwarz, R.: Noise reduction concept for UNI-CAR research passenger car. Internoise 1981, Amsterdam.
- 12) Gold, H.: Dämpfungsverhalten von Kfz-Gasfedern. Vortrag auf der Jahrestagung der VDI-Gesellschaft Fahrzeugtechnik. 1974 in Düsseldorf.
- 13) Potthoff, J.: Zur aerodynamischen Formgebung des Forschungs-Pkw UNI-CAR. VDI-Berichte Nr. 418,

1981, S. 219—230.

- 14) Appel, H., Blödorn, J., Kühnel, A., Pasch, R., Rattaj, H., Willumeit, H. P., Wollert, W.: Das Sicherheitskonzept des Forschungs-Pkw UNI-CAR. VDI-Berichte Nr. 418, 1981. S. 123-130.
- 15) Kühnel, A., Rattaj, H., Willumeit, H. P., Pasch, R., Blödorn, J., Appel, H.: Die Innenraumgestaltung des Forschungs-Pkw UNI-CAR. VDI-Berichte Nr. 418, 1981, S. 231—236.
- 16) Sauerbier, K. und Rehm, B.: Dieelektrische Anlage und die Instrumentierung des Forschungs-Pkw UNI-CAR. VDI-Berichte Nr. 418, 1981, S. 189-196.

筆者 訳 注

- * Hermann Appel, Bert Breuer, Ulf Essers, Jürgen Helling u. Hans-Peter Willumeit, UNI-CAR-Der Forschungs-Personenwagen der Hochsularbeitsgemeinschaft, ATZ, Jg. 84, Nr. 3, März, 1982, S. 107—115.
- * 1 西独科学省とも訳されている。
- * 2 他にもう一社あるようだが、不明
- * 3 歩行者、自転車、オートバイ等を意味する。
- * 4 まえがきで述べた実験安全車計画等を意味する。
- * 5 文献（松本・相馬，自動車技術，38—1（1984），99）より引用。
- * 6 会社名である。
- * 7 日本ではバンドーネと称されている場合が多いが，オランダではファンドールヌと発音するようである。無段変速機は，一般に，ベルト式，トラクションドライブ式，油圧式に大別され，20種以上ある。その中で Van Doorne 社の金属ベルト式が最良（実用的）であるようで，今年，市販車に適用された。すなわち，1987年2月に富士重工のスパルジャスティ，同年4月フォードのフィエスタ，5月フィアットのウーノに用いられている。
- * 8 原文は5と記されている。
- * 9 センターピラーを意味すると考えられる。
- * 10 原文は Querverbund（横結構）だが，図15に示されている肩パット（肩部のクッション）であると考えられる。