

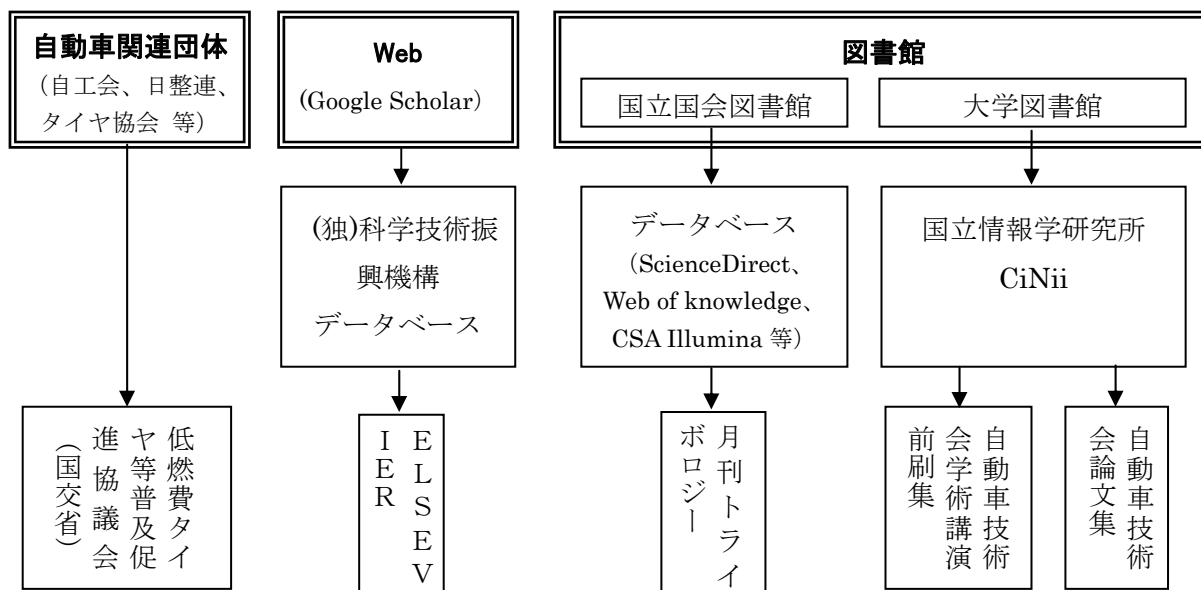
## 自動車エコ整備に関する文献調査結果

## 1. 自動車整備に関する文献調査の概要

自動車整備による CO2 削減の可能性を検討するため、CO2 削減効果がある自動車整備技術に関する国内外で公表されている研究論文の文献調査を実施した。

調査は、原則、学会や専門誌などに発表された文献を対象とし、自動車整備雑誌等に掲載された文献は除いた。

文献調査のプロセス及び閲覧や利用した文献、媒体は下記のようにになっている。



図表 1 文献調査のプロセスフロー

## 2. 文献一覧

文献名	文献発表国		整備箇所			
	日本	海外	走行装置	電気装置	エンジン	その他
①低燃費タイヤ等に関する普及促進のあり方について (低燃費タイヤ等普及促進協議会)	○		○			
②貨物自動車の営業運行時におけるタイヤ空気圧の経年変化と燃料への影響 (自動車技術会 学術講演会前刷集)	○		○			
③タイヤ空気圧の規制制度化によるエネルギー保全 (和訳) (E L S E V I E R)		○	○			
④エンジン油による低燃費化技術の動向 (月刊 トライボロジー)	○				○	
⑤超高粘度指数省燃費エンジン油の性能 (自動車技術会学術講演会前刷集論)	○				○	

## (参考)

- ・市街地走行車の燃費改善 (エンジンフラッシングの実証実験論文)

### 3. 個別文献概要

#### (1) 低燃費タイヤ等に関する普及促進のあり方について

研究者	低燃費タイヤ等普及促進協議会								
発表年月	2009年7月								
発表資料	低燃費タイヤ等に関する普及促進のあり方について（取りまとめ）								
概要	タイヤ空気圧が減少することで、タイヤの転がり抵抗に変化を与え、燃費効率が減少することを示した資料。タイヤ空気圧の減少を防ぐため、タイヤメーカー各社が販売している転がり抵抗に配慮したタイヤ、タイヤ空気圧モニタリングシステム（TPMS）などを事例として示している。								
燃費への影響	<p>タイヤの燃費に対する寄与度は、一般市街地においても7~10%となっている。仮に、空気圧が50kpa不足している状態で市街地、郊外、高速道路を走行した場合、それぞれ2.5%、4.3%、4.8%も燃費が悪化することになる。</p> <table border="1" data-bbox="379 824 874 976"> <thead> <tr> <th>走行条件</th> <th>タイヤの燃費への寄与率</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>一定速度走行</td> <td>20~25%</td> </tr> <tr> <td>モード燃費試験</td> <td>10~20%</td> </tr> <tr> <td>一般市街地走行</td> <td>7~10%</td> </tr> </tbody> </table> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="389 1084 868 1379"> <p>図表4 タイヤの燃費への寄与率</p> <p>図表5 タイヤの空気圧と転がり抵抗</p> </div> <div data-bbox="900 1025 1369 1370"> <p>図表6 空気圧の不足が燃費に与える影響</p> </div> </div>	走行条件	タイヤの燃費への寄与率	一定速度走行	20~25%	モード燃費試験	10~20%	一般市街地走行	7~10%
走行条件	タイヤの燃費への寄与率								
一定速度走行	20~25%								
モード燃費試験	10~20%								
一般市街地走行	7~10%								

(2) 貨物自動車の営業運行時におけるタイヤ空気圧の経年変化と燃料への影響

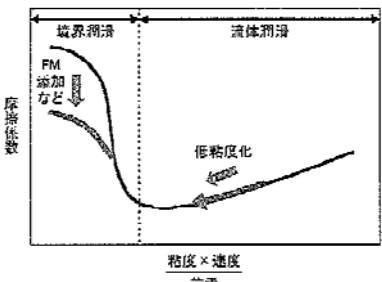
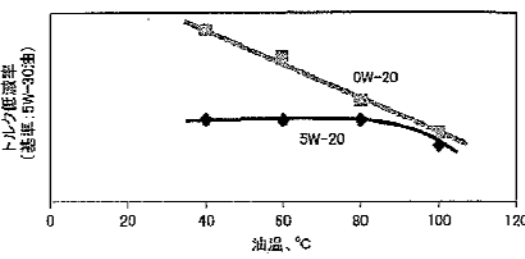
研究者	永富やよい、斎藤晃、植木繁、高田寛 ((財) 運輸低公害車普及機構)																				
発表年月	2006年9月																				
発表資料	(社) 自動車技術会 学術講演会前刷集 No.112-06																				
概要	トラックやバスなどのタイヤ空気圧管理の啓発を目的とし、運送事業者のタイヤ空気圧点検の実態及び実際の営業運行時の自然漏えいによるタイヤ空気圧の経時変化を調査した。加えて、タイヤ空気圧の管理を適切な頻度で行うことによる貨物自動車の燃料経済性改善効果についても試算した。																				
実験	<p>&lt;実験概要&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・小型車と中型車の空気圧充填の実施頻度は、1ヵ月に1回、2ヵ月に1回、3ヵ月に1回がそれぞれ1/3ずつを占めているが、大型車は全体の6割が1ヵ月に1回行っている</li> <li>・対象車両は18台</li> <li>・タイヤの空気圧は、外気温により変化するため2005年度東京の平均気温である16.2℃を基準値として、理想気体の状態方程式により計測値の補正実施</li> </ul> <p>&lt;実験結果&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・初回測定値を100%としたときの調査対象車両の4輪平均空気圧変化は、1ヵ月目は95.8%、2ヵ月目は94.9%、3ヵ月目は92.2%と自然減少していた。</li> </ul> <table border="1" data-bbox="849 1043 1394 1216"> <thead> <tr> <th></th> <th>Tire pressure (kPa)</th> <th>Ratio of tire pressure</th> <th>Ratio of running energy</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>600</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1 month</td> <td>584.4</td> <td>0.974</td> <td>1.00274</td> </tr> <tr> <td>2 months</td> <td>568.8</td> <td>0.948</td> <td>1.00548</td> </tr> <tr> <td>3 months</td> <td>553.2</td> <td>0.922</td> <td>1.00821</td> </tr> </tbody> </table> <p>図表7 タイヤ空気圧と燃費の関係</p>		Tire pressure (kPa)	Ratio of tire pressure	Ratio of running energy	0	600	1	1	1 month	584.4	0.974	1.00274	2 months	568.8	0.948	1.00548	3 months	553.2	0.922	1.00821
	Tire pressure (kPa)	Ratio of tire pressure	Ratio of running energy																		
0	600	1	1																		
1 month	584.4	0.974	1.00274																		
2 months	568.8	0.948	1.00548																		
3 months	553.2	0.922	1.00821																		
燃費への影響	<p>標準空気圧における仕事量を1とし、タイヤに空気圧を充填しなかった場合、仕事量の比は1ヵ月後に1.0027増加し、1ヶ月間の積分仕事量は0.14%の増加となる。3ヶ月間タイヤに空気圧を充填しなかった場合、仕事量の比は1.0082増加し、その間の積分仕事量は0.41%の増加となる。</p> <p>すなわち、空気圧の適正化を3ヵ月に1回から1ヵ月に1回にすると、仕事量は0.27%減少する。この減少が燃費改善に繋がるとした場合、小型貨物自動車1台が年間で削減できるCO<sub>2</sub>排出量は下記ようになる。</p> <table border="1" data-bbox="432 1688 1375 1856"> <tbody> <tr> <td>・年間の燃料(軽油)消費量</td> <td>: 18.210の削減</td> </tr> <tr> <td>・CO<sub>2</sub>排出量</td> <td>: 47.7kg/CO<sub>2</sub>の削減</td> </tr> <tr> <td>・燃料費</td> <td>: 1,682円の削減</td> </tr> </tbody> </table>	・年間の燃料(軽油)消費量	: 18.210の削減	・CO <sub>2</sub> 排出量	: 47.7kg/CO <sub>2</sub> の削減	・燃料費	: 1,682円の削減														
・年間の燃料(軽油)消費量	: 18.210の削減																				
・CO <sub>2</sub> 排出量	: 47.7kg/CO <sub>2</sub> の削減																				
・燃料費	: 1,682円の削減																				

(3) タイヤ空気圧の規制制度化によるエネルギー保全

(原文タイトル : Energy Conservation from Systematic tire pressure regulation)

研究者	ジョシュア M.ピアース (元アメリカの Clarion University of Pennsylvania の物理学科の教授、現カナダの Queen's University in Kingston の助教授)、ジョンソン T.ハンロン
発表年月	2006 年 9 月
発表資料	Energy Policy(volume35、issue4、April 2007)
概要	<p>アメリカでは、2000 TREAD Act により、新車にタイヤ空気圧監視システムを備えることを自動車メーカーに義務付けたが、一方で、法律施行前に販売された自動車への対応策は整備されていない。</p> <p>このため、これら法施行前に販売された自動車の対応策として、自動車部品小売店などでオイルチェンジが行われた自動車は無差別に選び、タイヤ空気圧の状態について調べ、さらに、オイルチェンジ時にタイヤ空気圧チェックをすることによる自動車事故数や死亡者の低減、ガソリン消費量の低減、温室効果ガス排出量の低減等について考察した。</p>
調査内容	<p>&lt;調査概要&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・ウォルマート・オート・センター (ペンシルベニア州の克蘭ベリー市) において、オイルチェンジのエコノミーパッケージのサービスを受けた 275 台の乗用車を対象</li><li>・各自動車のタイヤ空気圧、年式、モデル、メーカーも記録</li><li>・タイヤ空気圧から燃料効率の増加を試算 (参考文献に公式あり)</li></ul> <p>&lt;調査結果&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・燃料効率 (市街地と高速道路の平均) は 23.1mile/ガロン (9.8ℓ/km)</li><li>・調査車両の約 12%は OEM 仕様より 5psi (34.5kPa) タイヤ空気圧が低い。</li><li>・少なくとも全 4 本のタイヤ空気圧が平均で 2.639psi (18.568kPa) 未満の場合の燃費ロスは、市街地では 0.162~0.216 mile/ガロン (0.069~0.092 km/ℓ)、高速道路では 0.216~0.288 mile/ガロン (0.092~ 0.122km/ℓ) となる。</li></ul>
燃費への影響	<ul style="list-style-type: none"><li>・自動車メーカーが推奨するタイヤ空気圧にすることで、自動車 1 台あたり 4.0~5.4 ガロン/年 (15.1~20.4 ℓ/年) のガソリン消費量削減、11.63~15.58 ドル/年の節約、35~48CO<sub>2</sub>/kg の CO<sub>2</sub> 排出量削減できる。</li><li>・全米の全自動車に適正なタイヤ空気圧になり、燃料効率が 0.216 mile/ガロン (0.092 ℓ/km) 増加すれば、13.88 億ガロン (52.54 億ℓ) のガソリンが節約でき、消費者は 40 億ドルを節約することができる。</li></ul>

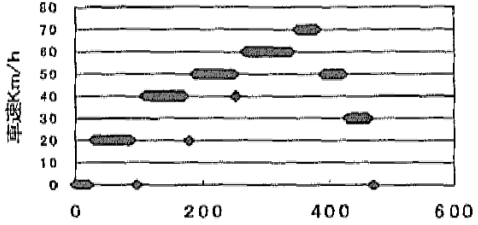
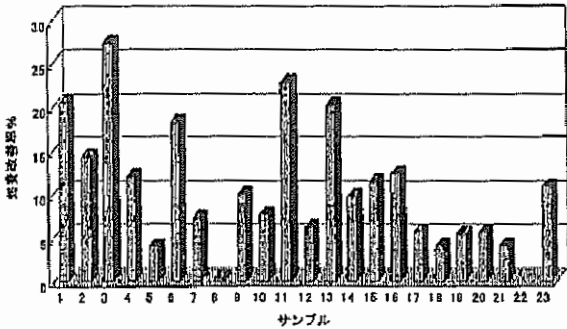
(4) エンジン油による低燃費化技術の動向

研究者	小野寺康（東燃ゼネラル石油(株)中央研究所 潤滑油部門 主任研究員）	
発表年月	2006年10月	
発表資料	月刊トライボロジー	
概要	エンジン本体の燃費改善方法の中でエンジン油の貢献が可能な対象は、ピストン系、クランク系、動弁系などのエンジン各部位の低フリクション化による摩擦損失の低減である。本稿では、エンジン油による低燃費化技術の考え方を記し、さらに最新の技術動向について記している。	
燃費への影響	<p>エンジン油による低燃費化の条件には、流体潤滑領域と境界潤滑領域での摩擦低減が必要であり、具体的な内容は下記のとおりである。</p> <p>① 流体潤滑領域</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・粘度を低減することで油膜切れによる摩擦防止性能などの悪化が見込まれることから、SAE粘度分類（SAE J300）には各粘度グレードの必要最低レベルの高温高せん断粘度（HTHS 粘度@150℃）が定められており、SAE J300 で定められている高温側で最も低粘度なグレードでは、初期燃費改善率が5W-30 基準油の2.3%以上の燃費基準を満たしているものもある。</li> <li>・低粘度基油を使用し HTHS 粘度を 1.6mPa・s まで低減し、80℃の高せん断粘度（TBS Viscosity）を大幅に低減した試作油 MFO-1 を調整し、80℃におけるモータリングトルクは、5W-30 油と比較して 8.5%~12.5%低減した（MFO-1 は実車では3%程度の燃費改善が可能と見られる）</li> <li>・低温時のトルク低減率は、高温度の粘度がほぼ等しい 5W-20 油と 0W-20 油において、80℃以上では両者の差は小さいが、油温が低くなるにつれて低粘度グレードの 0W 油の方がトルク低減率が大きく、<u>低温時の粘度を低減するほど燃費改善が期待できる。</u></li> </ul> <p>② 境界潤滑領域</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・摩擦調整剤（FM）による摩擦低減技術は、境界摩擦領域に有効とされているモリブデン系 FM（Mo 系 FM）は、転がりタイプの動弁系（Roller Follower Type）を用いたエンジンにおいては、燃費改善に対し有効ではないという報告がある。</li> </ul>	 <p>図表 10 ストライベック線図</p>
	 <p>図表 11 低油温時のトルクに及ぼす粘度グレードの影響</p>	

(5) 超高粘度指数省燃費エンジン油の性能

研究者	山田亮（出光興産(株) 営業研究所）、田中芳隆（出光興産(株) 営業研究所）、 江川達哉（出光興産(株) 中央研究所）																
発表年月	2006年9月																
発表資料	（社）自動車技術会 学術講演会前刷集論																
概要	<p>現在、一般に使用されているエンジンで使用可能で且つ省燃費を確保する方法として、モノエーテル系混合油 ET-1 を基油とし最適なポリマーを配合することで、150℃の HTHS 粘度 2.6mPa・s を維持しつつ、中・低温度の粘度を低下させたエンジンオイルを試作し、その結果、粘度指数が 300 以上あり、80℃動粘度を 25% 程度低下させた超高粘度指数エンジンオイルを完成させた。</p> <p>本稿では、超高粘度指数エンジン油の性能及び省燃費効果について示した。</p>																
実験	<p>&lt;実験概要&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 超高粘度指数エンジン油の省燃費特性を評価するために、エンジンを電気モーターで駆動するエンジンモータリング試験を実施した</li> <li>・ 試験に使用するエンジンは、日本や北米で量産されている乗用車用ガソリンエンジンである</li> <li>・ 試験エンジンは、電気モーターで駆動され所定の回転で運転した時の駆動トルクをエンジンとモーター間に設置したトルクメーターで計測した</li> </ul> <p>&lt;実験結果&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 超高粘度指数エンジン油は、高温条件では粘性が従来油と変わらないため、省燃費効果は小さいが、低温になると粘度差が大きくなり大きな省燃費効果を発揮する</li> <li>・ 油温 80℃で 4.5%から 6.2%のモータリングトルクの削減が可能である</li> </ul>																
燃費への影響	<p>・ 実車の 10.15 モード燃費の改善率はモータリング試験における摩擦トルク低減率の 1/3 程度と考えられることから、超高粘度指数エンジン油は 10.15 モードにおいて鉱油系 0W-20 油対比 2.0%程度の燃費改善が可能である</p> <div data-bbox="571 1570 1054 1921" data-label="Figure"> <table border="1"> <caption>Figure 12: Friction Reduction Ratio (%) vs SM 0W-20 vs Temperature (°C)</caption> <thead> <tr> <th>Temperature (°C)</th> <th>1500rpm</th> <th>2000rpm</th> <th>2500rpm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>60</td> <td>~7.5</td> <td>~7.2</td> <td>~5.8</td> </tr> <tr> <td>80</td> <td>~6.2</td> <td>~6.5</td> <td>~4.5</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>~2.0</td> <td>~2.0</td> <td>~1.8</td> </tr> </tbody> </table> </div> <p>図表 12 超高粘度指数エンジン油の燃費効率</p>	Temperature (°C)	1500rpm	2000rpm	2500rpm	60	~7.5	~7.2	~5.8	80	~6.2	~6.5	~4.5	100	~2.0	~2.0	~1.8
Temperature (°C)	1500rpm	2000rpm	2500rpm														
60	~7.5	~7.2	~5.8														
80	~6.2	~6.5	~4.5														
100	~2.0	~2.0	~1.8														

(参考) 市街地走行車の燃費改善

研究者	鷲野翔一 (鳥取環境大学教授)
発表年月	2005 年 5 月
発表資料	(社) 自動車技術会 学術講演会前刷集 No.79-05
概要	<p>本稿は、理論的かつ定量的に説明可能な実走行燃費を改善できる手法として、エンジン及びオイル系統のフラッシングにより燃費改善を行い、きめられたモード運転でデータを取得・解析している。さらに、燃費が改善されることを理論的に裏付け、新車の状態では燃費の良い車でも走行とともに燃費が悪くなることを実証し、二酸化炭素削減のための市街地走行車に対する行政施策の必要性を示している</p>
実験	<p>&lt;実験概要&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 走行モード、10 モードより速度を高め設定</li> <li>・ モード走行時間 469 秒、走行距離 5337.5m</li> </ul> <div style="text-align: right;">  <p>図表 8 走行モード</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 手順は下記の通り</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 走行モードで燃費を計測</li> <li>② エンジンとオイル系統のフラッシング</li> <li>③ ①の走行モードで燃費を計測</li> <li>④ ③で計測した燃費を①で計測した燃費で比較し改善度を百分率で示す</li> </ol> </div> <p>&lt;実験結果&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ガソリン車の改善平均値は 10%程度、ディーゼル車の改善平均値は 13%程度</li> </ul> <div style="text-align: center;">  <p>図表 9 ガソリンの燃費改善値</p> </div>
燃費への影響	<p>実験結果のフラッシング改善度 10%は、走行モードによるため妥当ではないが、仮に 1%の燃費が改善できた場合、フラッシングで年間 183 万トン*の二酸化炭素が削減できる計算となる。</p> <p>※年間 CO2 排出量 790.8 億リットル=18347 万 t・CO2</p>