

【課題名】カーエアコンの省エネ促進によるCO2削減実証事業

【代表者】㈱デンソー 中村 友彦

【実施予定年度】平成29～31年度

(1)課題概要

①【課題の概要・目的】

弊社提案は年間500万台規模の弊社販売カーエアコンの熱交換器に対して新開発の表面処理を織り込むことで電力低減によるCO2排出抑制を可能とすることを目的とし、さらにCO2排出抑制に有効な電気自動車拡販の最大のボトルネックとなっている航続距離の延長に貢献することでさらなる低炭素化の波及が期待できるものである。

②【技術開発の内容】

○重要な開発要素

A1. バイオミメテックスを応用した「排水促進フィンによる通風抵抗低減蒸発器」を活用した【ファン電力低減】

課題： 排水促進に必要な表面積を確保するための溝加工技術及び最適化シミュレーション技術の確立

取組方針： 微細構造で二相流シミュレーションの妥当性を検証し、量産性考慮した最適表面を設計
実証実験により抵抗低減効果を検証し、量産性と排水性を両立する溝・溝加工ローラ形状を決定する
(実用化レベルに2020年到達見込)

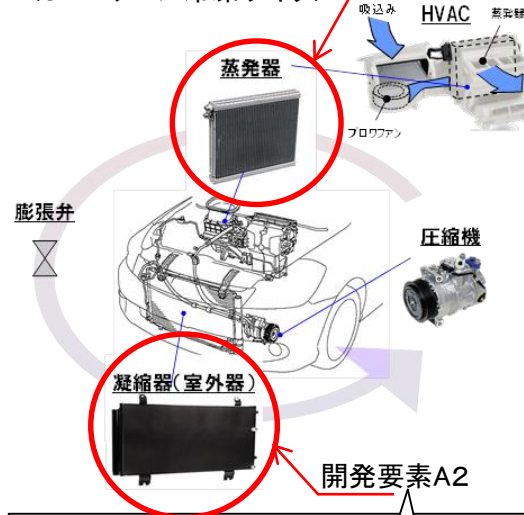
A2. 複合表面処理による「暖房時着霜抑制効果をもつ熱交換器」を活用した【除霜電力低減】

課題： 除霜電力低減熱交換器の実証効果確認および凍結制御表面設計

取組方針： [実証効果確認]
ヒートポンプシステム使用環境により効果が異なるため、地域ごとの試算を実施しCO2排出削減効果の精度を向上。最適表面設計を折り込み市場実証にて効果を確認する。
[凍結制御表面設計]
壁面上での結晶成長および、気相物質拡散のシミュレーションの連成により霜の成長過程を予測し最適表面を設計する。
(2022年実用化レベルに到達見込み)

③【システム構成】

カーエアコン冷凍サイクル



熱交換器表面の最適化により、霜成長・排水性の制御を実施し、電気ヒータによる暖房補助電力、除霜電力低減へ貢献する。

開発要素A1, A2はそれぞれ異なる熱交換器へ適用されるため、CO2排出量削減効果は積算可能

④【技術開発の目標・リスク】

○想定ユーザ・利用価値：

車両ユーザ、エアコンシステム消費電力低減による航続距離の向上

○目標となる仕様及び性能：

A1: CO2削減 13,492 t-CO2/年@2030年

A2: CO2削減 45,219 t-CO2/年@2030年

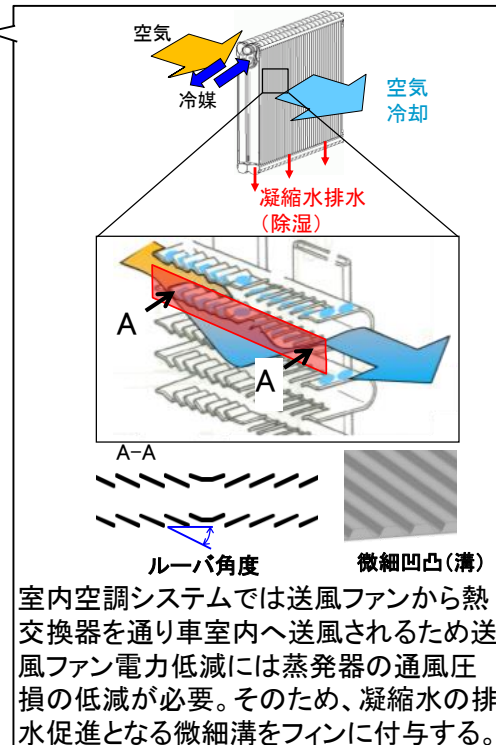
EV航続距離増加 +10%

○開発工程のリスク・対応策：

全体：排水促進、着霜抑制共に、メカニズムの解明・定量分析が困難なため、専門知識・技術を有する機関へ技術開発を委託する

A1: 溝加工ローラと溝の形状が同一にならないため、早期に溝加工ローラを試作し、狙いの溝形状を加工出来るローラ形状を見極める
ろう材量が大小どちらでも懸念があるため、早期にろう材量を振った材料を手配し、製品成立する材料仕様を見極める

A2: 機械的、化学的手法の両面からアプローチすることで表面状態制御を行い、各々単独または組合せで成立見極めを実施することでリスク対応をとる



室内空調システムでは送風ファンから熱交換器を通り車室内へ送風されるため送風ファン電力低減には蒸発器の通風圧損の低減が必要。そのため、凝縮水の排水促進となる微細溝をフィンに付与する。

(2)実施計画等

①【実施体制】

技術開発代表者

(株)デンソー
中村友彦

カーエアコン分野で24年間の開発実績あり
事業終了後の製品化を担当

共同実施者

東京大学
塩見淳一郎教授

マイクロスケールの濡れや凍結現象の研究実績あり
濡れ・凍結現象の実験を担当

東京大学
鹿園直毅教授

熱交換器分野で多数の開発実績あり
濡れ・凍結現象の解析を担当

東京大学
長谷川洋介准教授

熱流体現象への制御理論の応用で実績あり
表面構造の最適化設計を担当

②【実施スケジュール】

	H29年度 (実績)	H30年度 (実績)	H31年度 (実績)	総額
開発要素A1の開発	—————→			
	56,362千円	64,232千円	51,040千円	
開発要素A2の開発	—————→			
	3,947千円	37,401千円	21,254千円	
合計	60,309千円	101,633千円	72,295千円	234,237千円

③【事業化・普及の見込み】

○事業化計画

事業化を担う主たる事業者	株式会社デンソー
--------------	----------

- ・開発要素A1: 2022年 製品販売開始
- ・開発要素A2: 2025年以降のEV・PHEVの展開拡大にともない製品販売開始

○事業展開における普及の見込み(コスト目標)

- ・開発要素A1: 従来型システムとのコスト差額+25%
- ・開発要素A2: 従来型システムとのコスト差額+20%

○年度別販売見込み

【提案時当初計画】

年度		2020	2025	2030
目標単年度販売台数(台)	A1	0	4,020,000	5,000,000
	A2	0	925,000	1,500,000
目標累積販売台数(台)	A1	0	10,300,000	17,760,000
	A2	0	925,000	7,275,000

【現時点見込み】

年度		2020	2022	2030	2050
目標単年度販売台数(台)	A1	0	40,000	5,000,000	(5,000,000)
	A2	0	10	1,500,000	(1,500,000)
目標累積販売台数(台)	A1	0	40,000	17,000,000	(117,100,000)
	A2	0	10	7,275,000	(37,300,000)

・車両展開、パワートレインミックスに依るところが大きいため、2030年以降は2030年度の販売台数予測をもとに推算

○普及におけるリスク(課題・障壁)

- ・開初要素A1,A2: コロナ禍による設備投資及び車両開発の遅延、中断に依存
- ・開発要素A2: EV車の展開拡大速度に依存

(3)技術開発成果

①【これまでの成果】

- ・開発要素A1:年間を通じたカーエアコンの使われ方に対し▲30%の通風抵抗低減の検証
- ・開発技術A2:冬季暖房時省動力0.493kWhの効果検証

②【エネルギー起源CO2削減効果】

【提案時当初計画】 ※実施期間中における分科会等で計画変更が認められた場合等はその設定値

開発品1台当たりの単年度CO2削減量(t-CO2/台・年)	0.0328 t-CO2/年・台
開発品の法定耐用年数	6年

一般的な車両耐用年数で試算

年度	2025	2030
単年度CO2削減量(万t-CO2/年)	3.9	5.9
累積CO2削減量(万t-CO2)	247.2	937.5
CO2削減コスト(円/t-CO2)	0.014	0.004

熱交換器の市場売価35,000円として試算

【現時点見込み】

開発品1台当たりの単年度CO2削減量(t-CO2/台・年)	0.0328 t-CO2/年・台
開発品の法定耐用年数(車両保証の一般的な耐用年数)	6年

年度	2020	2022	2030	2050
単年度CO2削減量(万t-CO2/年)	0	0.01	5.9	(5.9)
累積CO2削減量(万t-CO2)	0	0.9	536.1	(3398.7)
CO2削減コスト(円/t-CO2)	-	3.973	0.007	0.001

③【成果発表状況】

エコプロ2019
環境省「COOL CHOICE」ブース内
CO2排出削減対策強化誘導型技術開発・実証の1テーマとしてポスターを掲示

④【技術開発終了後の事業展開】

○量産化・販売計画

開発要素A1:新領域(小型EV車両,建設機器車両)に対し積極的に拡販を進め
2022年までに量産化を実現する
開発要素A2:EV車両展開が拡大する2025年度を目途に,量産化技術確立とともに
車両メーカーへの提案を進める

○事業拡大シナリオ

年度	2020	2022	2025	2030 (最終目標)
開発要素A1: 新領域拡販	→			
開発要素A1: 量産		→	→	→
開発要素A2: 車両メーカー提案	→	→		
開発要素A2: 量産			→	→

○シナリオ実現上の課題

- ・開発要素A1:COVID-19による車両全体の計画台数低減
- ・開発要素A2:EV車両拡大と車両メーカーのヒートポンプシステム採用に依存

○参考資料1 CO2削減効果について

○2020年時点の削減効果 (試算方法パターン B-a, II-i)

- ・2020年度販売実績 0台
- ・国内潜在市場規模:500万台(弊社生産実績に基づき推計)
- ・2020年度までに期待される最大普及量: -
- ・開発機器(システム、モデル)1台当たりのCO2削減量: 0.0328 t-CO2/年
- ・削減原単位: 開発要素A1 0.0027 t-CO2/台/年(ファン電力低減効果 ▲0.0047 kW × 事業者別排出係数 0.000579 t-CO2/kWh × 車両走行時間 1008 hr)
開発要素A2 0.0301 t-CO2/台/年(冬季暖房時省動力効果 ▲0.513kW × 事業者別排出係数 0.000579 t-CO2/kWh × 着霜発生時間 101.5 hr(全国平均))
- ・累積CO2削減量: 0万t-CO2
- ・CO2削減コスト:-

○2022年時点の削減効果 (試算方法パターン B-a, II-i)

- ・国内潜在市場規模:開発要素A1 20万台
開発要素A2 0万台
- ・2022年度までに期待される最大普及量:開発要素A1: 4万台(弊社展開計画に基づき推計)
- ・開発機器(システム、モデル)1台当たりのCO2削減量: 0.0328 t-CO2/年
- ・削減原単位: 開発要素A1 0.0027 t-CO2/台/年(ファン電力低減効果 ▲0.0047 kW × 事業者別排出係数 0.000579 t-CO2/kWh × 車両走行時間 1008 hr)
開発要素A2 0.0301 t-CO2/台/年(冬季暖房時省動力効果 ▲0.513kW × 事業者別排出係数 0.000579 t-CO2/kWh × 着霜発生時間 101.5 hr(全国平均))
- ・累積CO2削減量:0.88万t-CO2
- ・CO2削減コスト:3.973 円/t-CO2

○2030年時点の削減効果 (試算方法パターン B-a, II-i)

- ・国内潜在市場規模:開発要素A1 500万台
開発要素A2 150万台
- ・2030年度までに期待される最大普及量:開発要素A1: 500万台(弊社展開計画に基づき推計)
:開発要素A2: 150万台(EV,PHEV社展開予測に基づき推計)
- ・開発機器(システム、モデル)1台当たりのCO2削減量: 0.0328 t-CO2/年
- ・削減原単位: 開発要素A1 0.0027 t-CO2/台/年(ファン電力低減効果 ▲0.0047 kW × 事業者別排出係数 0.000579 t-CO2/kWh × 車両走行時間 1008 hr)
開発要素A2 0.0301 t-CO2/台/年(冬季暖房時省動力効果 ▲0.513kW × 事業者別排出係数 0.000579 t-CO2/kWh × 着霜発生時間 101.5 hr(全国平均))
- ・累積CO2削減量:536.1万t-CO2
- ・CO2削減コスト:0.007円/t-CO2

○2050年時点の削減効果 (試算方法パターン B-a, II-i)

- ・国内潜在市場規模:開発要素A1 500万台
開発要素A2 150万台
 - ・2050年度までに期待される最大普及量:開発要素A1: 500万台(弊社展開計画に基づき推計)
:開発要素A2: 150万台(EV,PHEV社展開予測に基づき推計)
 - ・開発機器(システム、モデル)1台当たりのCO2削減量: 0.0328 t-CO2/年
 - ・削減原単位: 開発要素A1 0.0027 t-CO2/台/年(ファン電力低減効果 ▲0.0047 kW × 事業者別排出係数 0.000579 t-CO2/kWh × 車両走行時間 1008 hr)
開発要素A2 0.0301 t-CO2/台/年(冬季暖房時省動力効果 ▲0.513kW × 事業者別排出係数 0.000579 t-CO2/kWh × 着霜発生時間 101.5 hr(全国平均))
 - ・累積CO2削減量:3398.7万t-CO2
 - ・CO2削減コスト:0.001円/t-CO2
- ※2030年度以降市場規模一定で生産を続ける前提にて試算

○参考資料2 事業化計画について

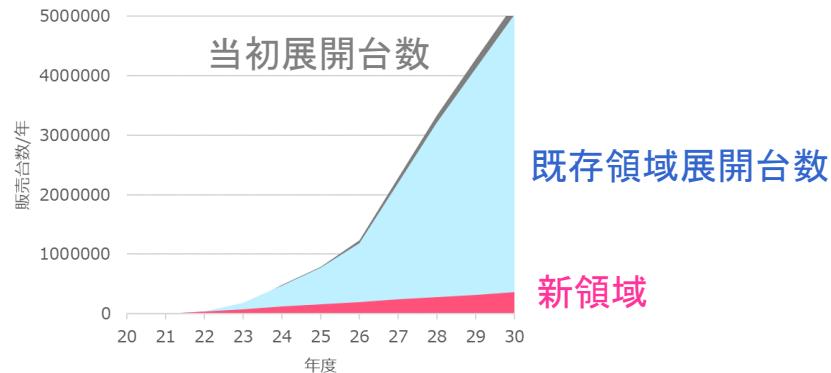
開発要素A1

- ・2020年時点,COVID-19の影響により車両展開計画台数の低減(2025年▲8.5%,2030年▲7.8%)に対し,これまでの車両領域に加え,新領域(小型EV車両,建設機器車両)への展開を検討し,各車両メーカーへ提案検討開始

開発要素A2

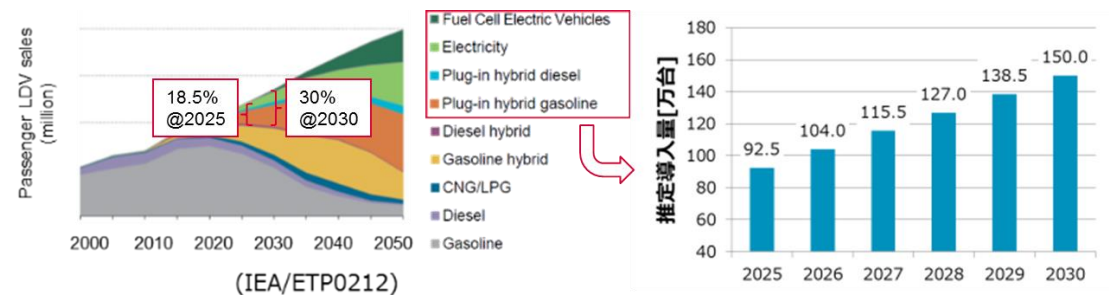
- ・2025年以降のEV,PHEV車両の本格的な導入へ向け,車両メーカーへヒートポンプシステムの着霜抑制技術として提案検討開始.
- ・2020年時点,2025年以降のEV・PHEVの展開へのCOVID-19の影響を推定できないことが課題.本実証事業開始時の展開計画を狙い,今後の状況を踏まえ展開精度を上げる

開発要素A1 展開計画



開発要素A2 展開計画

事業開始時点での計画



CO₂排出削減対策技術評価委員会による終了課題事後評価の結果

- ・ 評価点 6.9 点 (10点満点中)
- ・ 評価コメント

【評価される点】

- 技術開発目標については概ね数値目標を達成している。カーエアコンにおいて、通風抵抗30%低減、暖房時電力の0.493kWh低減を達成している。
- 開発技術はEVの普及に貢献できるものであり、車両メーカーとしてビジネスタargetが明確であり、早期に実用化が見込める。

【今後の課題】

- 本技術開発は、すでに製品化している電動車用のヒートポンプの蒸発器や熱交換器の延長線上にある開発と考えられるので、車両メーカーと協力し早期の実用化と本格普及に努めることが望まれる。
- 本事業は、エネルギー効率の数値目標と並行してシミュレーターの高度化、汎用化、ノウハウ継承という側面がある。作成したシミュレーションモデルが製品の開発ツールとして、どのような有用性や汎用性を持ち、他モデルに対する優位性があるのかを明示することが望まれる。
- 開発成果の積極的な外部発表に努めるとともに、積極的な特許出願も望まれる。特に、濡れ現象や着霜挙動のシミュレーションについては、他分野でも活用できるよう、論文等で積極的に成果を公表することが望まれる。