

被災地生活支援 寒冷地対応エネルギービークル

1. はじめに

日本は地震や台風など自然災害が多い国である。災害によってインフラ（電気、都市ガス、水道）が停止した場合、それらが復旧するまで被災者やボランティアの方々は、電気が使えないだけでなく、入浴などで清潔を保てないといった不自由な生活を送らざるを得ない。そこで被災地の復興を支援するため、当社独自技術を使った移動式自立型コージェネ利用システム（通称エネルギービークル）を開発し、東日本大震災や熊本震災の際に出動させた。避難所へ電気とシャワーを提供し、利用した方々からは喜びの声が多く集まった一方、課題も多く見つかった。そこで今回、これらの課題を解決した『新エネルギービークル』を開発した。

2. エネルギービークルとは

エネルギービークルとは、プロパンガスを燃料として「電気とお湯をつくるコージェネレーションシステム」「つくったお湯を貯めるタンク」「貯めたお湯を利用する男女別の脱衣シャワールーム」「給湯ポンプや排水ポンプ、バッテリーの充放電をコントロールする制御盤」で構成され（図1）、災害発生時、トラックへ積載し被災地へ移動できるようユニット化したシステムである。現在、刈谷本社グラウンド、西尾工場、新豊工場、藤岡試験場の各拠点に1台ずつ配備されている（図2）。

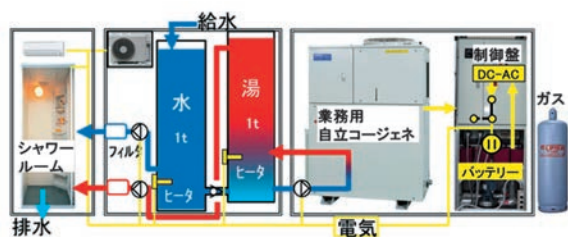


図1 エネルギービークル システム図



図2 エネルギービークル 西尾工場設置状態

3. 課題

3.1 被災地の声

2016年4月の熊本震災発生時、エネルギービークルは被災地へ出動した。しかし到着後、冬季保管時の凍結によりシャワー水栓が破損していたため修理に時間を要し、被災者には「まだ使えないのか」「本当に使えるのか」という不安や不満を感じさせてしまった。

3.2 【課題1】積み降ろしに時間がかかる

現在、アイシンの各拠点配備されているエネルギービークルは地上に保管され、運搬トラックの積載許容重量とエネルギービークルの重量の関係上、被災地でのシャワー利用の際も地上で使用する。出動指示から被災地でのシャワー利用までの工程は図3の通りとなる。トラックへの積み降ろし工程は、拠点にてユニック車で1ユニットずつトラックへ積み込み、被災地へ到着後、再びユニック車で1機ずつ降ろす（図4）。この作業に約5時間を要した。

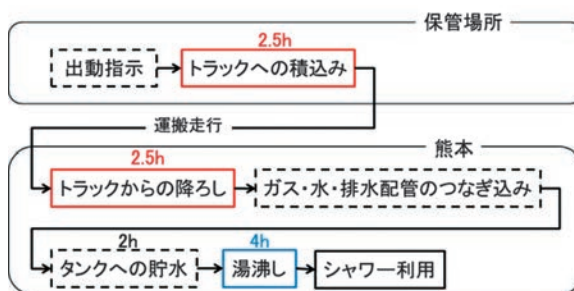


図3 出動指示からシャワー利用までの工程



図4 トラックへの積み込み作業

3.3 【課題2】湯沸しに時間がかかる

シャワーに使用のお湯は、図1に示すようにタンクへ2tの水を給水し、コージェネでお湯用タンクの水を沸かした後、シャワー水栓でブレンドしてつくられる。コージェネの発生熱（定格9.6kW）と電気ヒータ（1kW）で、お湯用タンクの水を65℃へ昇温するには現行4時間程度必要であった（図3）。

3.4 【課題3】水配管の凍結

冬期にエネルギーピークルを使用した後、配管の水抜き処理をしてから保管していたが、水が完全には抜けない構造になっていたため、シャワー水栓や水ポンプが凍結し、破損した。

4. 改善活動

4.1 開発の目標の設定

【目標1】出勤指示からシャワー利用までの時間短縮

即座に出勤し、到着後すぐにシャワーを利用できるよう、積み降ろし、給水、湯沸し時間の目標を1時間以内とした。

【目標2】寒冷地で使用できる

北海道や東北地方でもエネルギーピークルを保管し、使用できるよう、使用可能環境温度を-10℃以上と設定した。

4.2 システムの見直し

上記目標を達成するため、エネルギーピークルのシステム構成や保管方法、運用方法を見直した。

4.2.1 トラックに載せたまま保管・利用を可能に

ロングトラックの荷台スペースL6,200×W2,360×H2,700に収まるよう構成機器を見直した。また車上で利用できるよう固縛方法も再検討。さらに、被災地到着後スムーズな準備とトラブルに備えるため、初動用部材や予備ポンプの収納用スペースも確保できるよう大幅な小型化に向けた搭載設計を行った。

(1) コージェネ機器の小型化

省スペース化を狙い、従来の業務用コージェネ（停電対応タイプ：4kW）から家庭用コージェネ（標準タイプ：1.5kW）へ変更。家庭用コージェネの停電モードでの発電出力は半減の0.75kWと少なくなるため、標準機2台を連係モードで使用し発電出力を3.0kWとした（表1）。通常、家庭用コージェネは系統電力と連系していれば最大1.5kWの出力が可能であるが、停電時には停電時専用出力として最大0.75kWの発電電力となる（図5）。新エネルギーピークルでは、12Vのバッテリー電力をDC-ACインバータを使いAC200Vとすることで、系統

電力を模擬し、2台で最大3.0kWの発電電力出力を確保した。この工夫によりコージェネの占める体積を56%、重量を52%低減できる。

表1 コージェネの仕様比較

項目	現行採用機	候補機		
	業務用コージェネ	家庭用コージェネ		
タイプ	停電対応	停電対応	標準	標準 2台
外形寸法	H1500×D660×W1300	H1018×D400×W700		
体積	1.3 m ³	0.29 m ³		0.58 m ³
定格発電出力	6.0 kW	1.5 kW		3.0 kW
停電モード発電出力	4.0 kW	0.75 kW	—	—
定格熱出力	11.7 kW	3.7 kW		7.4 kW
重量	523 kg	126 kg		252 kg

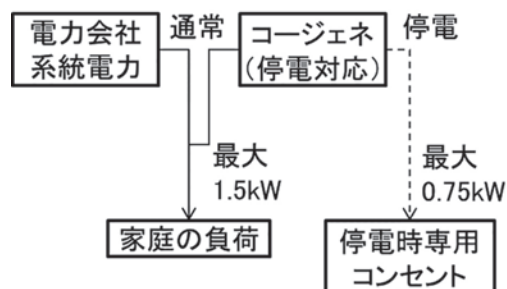


図5 家庭用コージェネの発電電力

(2) タンクの容量の適正化による小型化

一般的な100人規模の避難所において、1日の利用者を調査すると、1日25人程度であることが分かった。また、水は給水車により比較的容易に入手できるため、タンク容量を2tから1tへ変更。これにより、タンクの占める体積を50%、重量（水除く）を30%低減した。

(3) ユニット数の低減による小型化

図1と図2に示すようにシャワーユニット、タンクユニット、コージェネユニットの3ユニットで構成していたが、タンクユニットとコージェネユニットを統合することでユニット間の隙間スペースを削減した。これは(1)(2)でコージェネとタンクを小型化することで一体化できるものである。以上の構成要素の体積削減の結果を図6に示す。現行機は収納スペースを確保するとロングトラックの積載有効体積を超えるが、今回の開発機は余裕を持った積載体積となる。

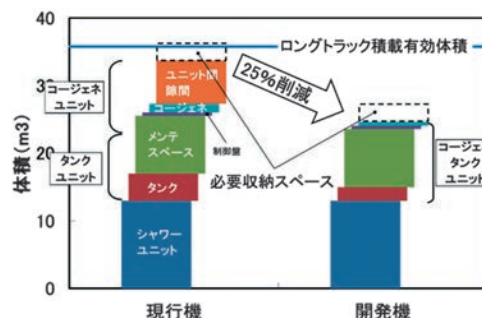


図6 エネルギーピークル構成要素の体積削減

(4)固縛の強化

現行機はトラックから降ろして利用するため、運搬の際、簡易的にラッシングベルトでトラックへ固縛していたが、トラックに載せたまま利用するため、より強固な固縛方法に変更。コンテナを運ぶ際に使われるツイストロックという固縛装置を採用した(図7)。



図7 ツイストロックによる固縛方法

4.2.2 即湯システムへの変更

コージェネの発生熱と電気ヒータによる貯湯式にガス給湯器を追加することで、タンクへ給水すれば即座にシャワーが利用できるようにした。また、コージェネの発生熱は、タンクへの蓄熱だけでなく、後述するユニット内の暖房へ利用できるよう工夫した。

4.2.3 ユニット全体を暖房することによる凍結防止

水配管の凍結防止策として、今回全ての水配管は5度以上の勾配を付け、バルブ操作で水が抜けるよう設計した。また利用時の凍結防止策は、ユニットを高断熱パネル構造とし、コージェネの発生熱を利用した温水暖房機でユニット内を暖房する仕組みにした。

4.2.4 発電電力と電力負荷の検討

業務用コージェネ1台から家庭用コージェネ2台へ変更するにあたり、発電電力が4kWから3kWになるが(表1)、エネルギーピークルの内部消費およびエアコンの消費電力を考慮しても0.8kW程度の電力を使用できるため、数十台のスマートフォンの充電や外灯照明の電力を賄うことができる(図8)。また、新エネルギーピークルの負荷電力はコージェネの発電電力で賄うが、電力負荷が急変した場合や、不平衡な負荷ある場合は系統電力を模擬した12Vバッテリーで電力を補う(図9)。よって、バッテリー電力が減少した場合に予備バッテリーに切り換え、充放電の交番運転ができる仕組みを追加した(表2)。

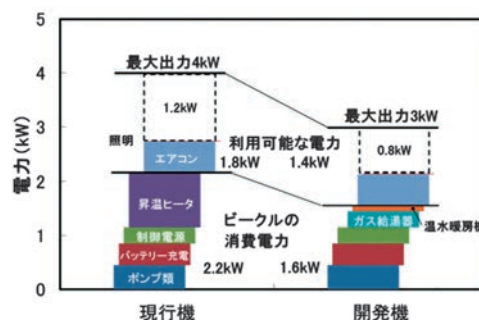


図8 最大発電出力と消費電力の関係

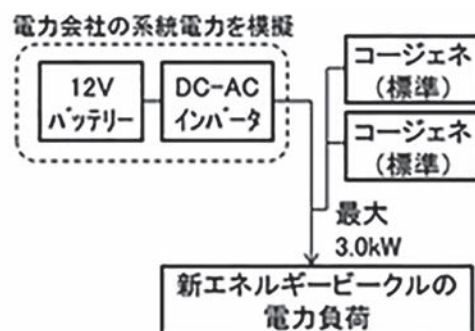


図9 新エネルギーピークルの発電電力

表2 バッテリーの充放電交番運転

時間帯	朝～夜	深夜～翌早朝
バッテリーA	系統電力を模擬する放電	コージェネによる充電
バッテリーB	コージェネによる充電	系統電力を模擬する放電

5. 結果

1次試作機の仕様を表3にまとめる。

表3 1次試作機の仕様

1次試作機 仕様			
コージェネ タンク ユニット	発電	出力方式・電圧	単相3線式 100V/200V
		定格出力	3.0kW(1.5kW×2)
	熱出力	家庭用コージェネ	7.4kW(3.7kW×2)
		ガス給湯暖房機	給湯:41.8kW 暖房:14.0kW
	ガス消費量	家庭用コージェネ	11.6kW(5.8kW×2)
		ガス給湯暖房機	60.7kW
シャワー ユニット	バッテリー容量	472Ah(鉛蓄電池59Ah×4:2セット)	
	設置設備	シャワー室×2	
		脱衣室冷暖房(エアコン、パネルヒータ、床暖房)	
		外部電源コンセント(100V/200V)、ユーティリティ水栓	
外形寸法	8t車車載時	W2,350×L8,250×H3,780	
	コージェネ・タンク ユニット	W2,200×L3,300×H2,690	
	シャワー ユニット	W2,200×L2,700×H2,690	
質量	8t車車載時	9.2t	
		許容重量13.4t(6.4t車:10.5t)	
	コージェネユニット	2.9t	
使用温度範囲	シャワーユニット	1.7t	
	-10～35℃(発電機起動:-25℃)		

5.1 出動指令からシャワー利用までの時間を短縮

構成要素の体積の削減により、ロングトラック1台へシャワーユニットとコージェネタンクユニット、収納庫を搭載することが可能となった。これにより、トラックへ載せたまま常時保管し、出動指示後、即座に避難所へ出動し

車上で利用できる(図10)。よって、給水のみの準備となり、目標である1時間以内を達成した(図11)。



図10 新エネルギービークル外観

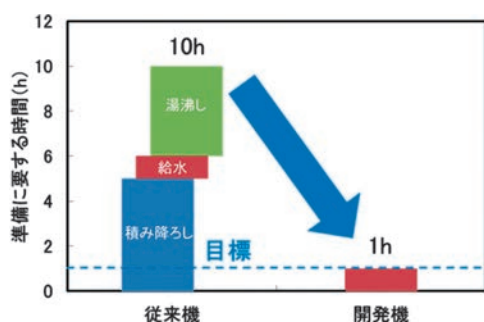


図11 準備に要する時間の推移

5.2 寒冷地(-10℃)で利用できる

藤岡試験場内環境試験室にて低温環境評価を実施。-10℃環境下において、エネルギービークル起動後1hでシャワーユニットの脱衣室内は20℃以上、コージェネタンクユニット内は5℃以上に昇温可能であることを確認。一方、配管の水抜き処理後、残水が凍結し、一部通水不良が発生。また脱衣室の床が冷たく不快であるといった官能的な課題もあった。

今後はこれらの課題を解決した後、豊頃試験場屋外でのモニター評価、課題対応を行い設計を完了する。

6. おわりに

今回の新エネルギービークルの開発終了後、最初の設置拠点は豊頃試験場になる。新エネルギービークルを使用する状況が発生しないことを切に祈るが、そのような状況が発生した場合には「すぐに駆けつけ」「すぐに使える」という機動力を生かし、被災地の生活支援に役

立つと確信している。今回の開発に対し協力頂いた社内関連部署の総務部、信頼性技術部、デザイン部、PE環境推進部、社外ではアイシン開発殿、エフティテクノ殿、光南工業殿の皆様に感謝を申し上げます。

筆者



杉浦 篤

L&E先行開発部
エネルギーシステム開発



伊藤 茂樹

L&E先行開発部
エネルギーシステム開発



保田 敬司

L&E先行開発部
エネルギーシステム開発



神谷 洋

L&E先行開発部
エネルギーシステム開発