

国産バッテリー駆動式 GPU の開発

～カーボンニュートラルへの新ツール 「Be power. GPU」～

株式会社エージーピー
技術開発部
松山兼稔 鈴木佑輔

1. はじめに

弊社はこれまで、GPU（Ground Power Unit）を通して空港の脱炭素化に取り組んできた。この度、移動式 GPU（電力）の新たな方式として国産初となるバッテリー駆動式 GPU を開発したので、その開発コンセプトや仕様、運用方法に関する報告を行う。

2. 中小規模空港への展開を見据えた開発コンセプト

2.1 GPU 概論

GPU とは駐機中の航空機に電力や空調を供給するための固定式又は移動式の地上動力設備である。海外文献の訳文や本邦航空関係者のなかで「地上電源装置」として解釈されることも見受けられるが、「地上動力設備」として空港脱炭素化推進基本方針で定義されている。

GPU の体系図を図 1 に示す。GPU は固定式と移動式に大別される。その特徴とえば、固定式は動力供給用ケーブルやホースが航空機近傍に収納されているため、短時間での着脱が可能となり、航空機周辺の作業環境の向上に効果的である。



図 1 GPU 体系図

弊社においては、耐用年数の長い地下埋設式（図 2）が主流であるが、旅客搭乗橋に懸架する方式やエプロン上で伸縮させる地上走行方式などの固定式

GPU もある。地下埋設式は、エプロンの新設や改修工事等と並行して施工しなければならず、単独で固定式 GPU を増設する場合には地上走行方式や PBB 懸架方式を選択せざるを得ないのが実情である。

一方、移動式 GPU（図 3）は場所を選ばず、フレキシブルな対応が可能である。比較的供給機会の少ない空港やスポットでの動力供給用として採用されている。移動式には自走式と牽引式があるが、自走式が主流であり走行用発動機と動力用発電機の燃料は軽油で共用しているのが一般的である。

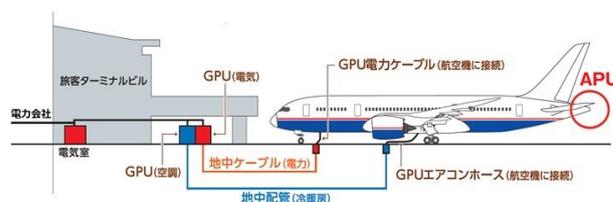


図 2 固定式 GPU（電力・空調）



図 3 移動式 GPU（電力・空調）

弊社では、GPU は「APU に比して約 1/10 の CO₂ 排出量」と公表しているが、それは弊社が事業を行う空港において、標準的な運航便が駐機中に APU を使用した場合の CO₂ 排出量に対し、固定式 GPU の電力・空調及び移動式 GPU 電力・空調を使用した場合の CO₂ 排出量を総合的に年間で比較した値である。そこで、Boeing 767 クラスを例にとり、GPU（電力）の APU に対する CO₂ 排出量を図 4 に示す。

航空機の大きさや搭載する APU によって CO₂ 排出量は当然異なるため参考値となるが、Boeing 767 クラス（航空機コード D）の就航数により加重平均した CO₂ 排出量と比較した場合、軽油使用の移動式 GPU の CO₂ 排出量は約 14%、固定式 GPU の CO₂ 排出量は約 5%になる。

2.2 バッテリー駆動式 GPU の開発コンセプト

前述の CO₂ 削減比で示したとおり、APU に代わり航空機へ動力（電力）を供給する移動式 GPU は、CO₂ 排出量の削減に大きく貢献するものだが、現状、ディーゼル発電機関の燃料使用（CO₂ 排出量）を抑制する燃費向上等には限界がある。弊社でもバイオディーゼル燃料の GPU 使用について実証試験を実施しているが、バイオディーゼル燃料の流通や供給施設等については、中小規模空港において先行きが不透明である。

そこで、弊社はカーボンニュートラルの高みに向けたイノベーションが必要と考え、具体的には固定式 GPU と同様に再エネ電力を航空機へ供給できるよう国産初のバッテリー駆動式 GPU を開発した。図 5 に再エネ電力を用いた供給イメージを示す。

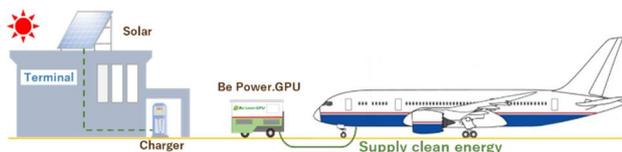


図 5 再エネ電力を用いた供給イメージ

写真はバッテリー駆動式 GPU のプロトタイプである。この GPU の名称を「Be power. GPU」として商標登録を行っている。



図 4 GPU（電力）の CO₂ 削減比



バッテリー駆動式 GPU 「Be power. GPU」

Be power. GPU は被牽引式である。自走車両への架装も可能であったが、ディーゼル車両への架装は脱炭素化に逆行するため、電動式トローリングトラクターでの牽引を想定している。EV 或いは FCV 車両への架装により自走式とすることは、ユーザーニーズ等を捉えながら将来的に検討したいと考えている。

Be power. GPU の出力容量は 90kVA とした。GPU の大分類での特徴でも述べたとおり、移動式 GPU は比較的供給機会の少ない空港やスポット使用に採用されることが多いため、中小規模空港でのニーズに対応する機材として、それらの空港での就航率が高い Boeing 767 クラスまでの航空機に対しコストパフォーマンスを含め効率良く電力を供給できる容量とした。詳細は後述するが、航空機の電力使用量や電力供給オペレーションなど、これまで弊社が培ったノウハウの結果から設計したものである。

また、一部の航空機には、APU から GPU の電源切り替えに伴う瞬断を防ぐため、電源を切り替える時に APU と GPU の電源を瞬間的に並列運転させてから片方の電源を切る「No Break Power Transfer」という機能が備わっており、大きな循環電流が発生するが、Be power. GPU はこれに対応している。

3. ライフサイクル CO₂を重視したバッテリー仕様

Be power. GPU に搭載するバッテリーは高い安全性や寒冷地での使用、航空機の負荷変動に対応できることが求められる。そのため、Be power. GPU にはこれらの条件を満たす東芝製の高性能リチウムイオンバッテリー「SCiB™」を採用した。本バッテリーは外圧による内部短絡（くぎを刺した）状態であっても発火せず、-20°C~40°Cの環境下においても十分な放電能力を持つ。さらに、負荷変動にも柔軟に対応するものとなっている。

リチウムイオンバッテリーは使用中の CO₂ 排出量はゼロであるが、その製造過程においては多くの CO₂ を排出する。CO₂ 削減を念頭にバッテリーを選定するのであれば、バッテリー容量は可能な限り小さくする必要がある。

前項にも述べたが、Be power. GPU は供給機会の少ない中小規模空港に向けた GPU である。そこで、弊社は中小規模空港に就航している航空機とその運行状況から電源需要を確認し、弊社が蓄積してきた航空機の電力負荷データから航空機の電源需要を満たす適正なバッテリー容量（35kWh）を選定した。

図 6 にバッテリー製造時の CO₂ 排出量を示す。Be power. GPU に採用したリチウムイオンバッテリーは、今回選定した容量では、製造時に約 4.6t の CO₂ を排出する。参考として、海外製バッテリー駆動式 GPU に搭載されているバッテリー（容量 160kWh、310kWh）の製造時の CO₂ 排出量も示しているが、バッテリー容量の増加に伴い CO₂ 排出量も増加することが分かる。

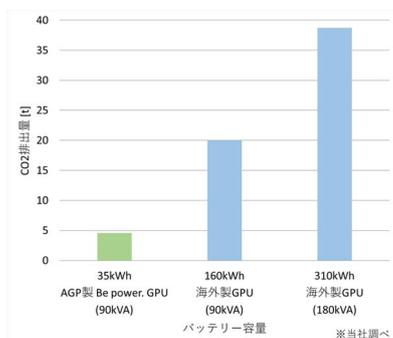


図 6 バッテリー製造時の CO₂ 排出量

Be power. GPU は海外製品と比較して小容量のバッテリーを選定しているが、本バッテリーは 2 万回の充放電後であっても十分な容量を維持するため、長寿命であり、バッテリー本体の更新頻度を抑え、バッテリー製造過程を含めたライフサイクル CO₂ の排出量を抑制するものであると考える。

4. 寒冷地及び高温多湿地での試験運用結果

Be power. GPU の試験運用を成田国際空港、新千歳空港、広島空港及び関西国際空港にて実施した。対象機種は Boeing 767、Airbus A320、Boeing 737 及び Embraer 170 である。試験運用期間を表 1 に示す。新千歳空港を寒冷地、関西国際空港を高温多湿地とし、定期運航便による試験運用において要求仕様の能力を発揮した。なお、急速充電、電力供給の運転サイクル及び操作性等に問題のないことも確認した。

表 1 試験運用の日程（実績）

工程	2022年度		2023年度	
	第3四半期	第4四半期	第1四半期	第2四半期
成田国際空港	試験運用 10~11月末	(プレスお披露目) 試運転を経て実機を用いた試験運用を開始		
新千歳空港		冬季運用 1~2月末	寒冷地での実機を用いた試験運用を実施	
広島空港		1スポットにて実運航での電力供給作業を実施	春季運用 5月	
関西国際空港			高温多湿地での実機を用いた試験運用を実施	夏季運用 7~8月末

5. 運転サイクル及びカーボンゼロの例

5.1 供給可能時間と充電時間の目安

Be power. GPU の定格電力は 90kVA であるが、搭載するリチウムイオンバッテリーの容量により供給可能時間に制約がある。弊社が蓄積してきた各種航空機の駐機中に使用する電力負荷データから、Be power. GPU が 1 回の充電により電力供給できる時間の目安と急速充電器によってバッテリーをフル充電する時間の目安を表 2 及び表 3 に示す。

Airbus A320-200 では約 60 分、Boeing 737-800 では約 90 分、Boeing 767-300 では約 45 分が供給可能

時間の目安である。充電時間は急速充電器の出力容量によるが、50kW で約 65 分が充電時間の目安である。なお、バッテリー容量は倍の 70kWh まで搭載可能であり、その場合、供給可能時間及び急速充電時間はそれぞれ倍の時間になる。ただし、これらの時間を保証するものではないことにご留意いただきたい。

表 2 航空機への供給可能時間（目安）

Be power. GPU (35kWh)	航空機 (機種)	供給可能時間 (バッテリー容量 100%→0%)
	A320-200	約 60 分
B737-800	約 90 分	
B767-300	約 45 分	

表 3 Be power. GPU の急速充電時間（目安）

CHAdEMO 急速充電器	出力容量	急速充電時間 (バッテリー容量 0%→100%)
	50kW	約 65 分 (1C 充電)
30kW	約 90 分 (0.7C 充電)	
10kW	約 250 分 (0.2C 充電)	

5.2 電力供給と充電の運転サイクルの例

Be power. GPU は CHAdEMO 急速充電器での充電を推奨している。前項で航空機種ごとの供給可能時間の目安を示したが、急速充電を行なうことにより充放電サイクルで 1 日に複数便の航空機へ電力供給を行うことが可能である。

また、充電特性では、バッテリー容量 90% から 100% の充電が 90% までの充電に比べ緩やかに上昇するため、充電時間の短縮という観点からバッテリー容量 90% までの充放電が有効と考える。

バッテリー容量 90% までの電力供給で使用する場合において、電力供給時間と 90% までの充電時間は概ね同等という試験結果となっている。Airbus A320 を例にとれば、バッテリー容量 90% までの供給可能時間は約 50 分となるが、90% までの急速充電時間も約 50 分となる。

Be power. GPU の中小規模空港での展開を見据えたとき、国内線 Turn-Around 便での GPU 電力供給時間を概ね 30 分～45 分と想定した場合の運転サイクルを考察した。

Airbus A320 に電力供給を 45 分行う例では、電力供給 45 分、充電器設置場所への移動と充電器接続が α 分、急速充電が 45 分、次の航空機までの移動と接続が α 分となるため、90 分 + α 分が 1 サイクルとなり、次の航空機への電力供給が可能となる。Boeing 737 でも同様である。

なお、Boeing 767 に電力供給を 45 分行う例ではフル充電が必要となるため、電力供給 45 分、充電器設置場所への移動と充電器接続が α 分、急速充電が 65 分、次の航空機までの移動と接続が α 分となり、110 分 + α 分が 1 サイクルとなるが、電力供給をバッテリー容量 90% までの 40 分で運用した場合には 80 分 + α 分が 1 サイクルとなる。

つまり、バッテリー容量 90% 以内での電力供給では下式で概ねの運転サイクルを表すことができる。
 運転サイクル = 電力供給時間 × 2 + 移動接続時間 × 2

5.3 再生可能エネルギーとの組み合わせ例

図 7 に電源系統に再生可能エネルギーが組み込まれ、Be power. GPU に電力が供給される例を示す。ターミナルビル等の大規模施設の電力系統に、大規模な太陽光自家発電が組み込まれたり、再生可能エネルギーの購入等により、その電力系統から Be power. GPU へ充電することが可能となれば、駐機中の航空機へ供給される電力はカーボンゼロとなる。

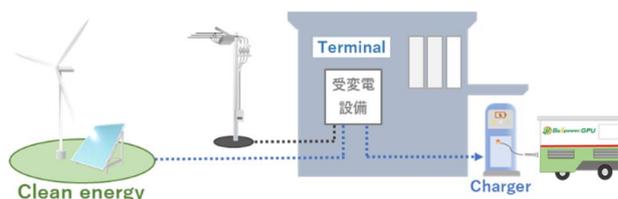


図 7 再生可能エネルギーとの組み合わせ例

図 8 は Be power. GPU の電力供給（蓄電）能力を高める例として、開発予定の Hot Connect 蓄電装置を接続したものである。同装置は Be power. GPU に

接続することで、瞬時にバッテリーを切り替えることが可能な蓄電装置である。バッテリー容量は Be power. GPU のバッテリーと同等とする予定で、駐機中の航空機へ供給可能な電力容量が倍増することとなる。また、バッテリー容量が増えることで、太陽光発電能力や建物の電力消費量によるが、太陽光発電の余剰電力を Be power. GPU と Hot Connect 蓄電装置に蓄えて、夜間に自家消費することも可能になると考える。ただし、太陽光発電設備や発電用と蓄電池用パワーステーションの設備投資が必要になる。



図8 電力供給（蓄電）能力を高めた例

6. 充電設備及び災害レジリエンス対応

6.1 現在の充電装置の種類

充電装置規格を表4に示す。電気自動車用充電装置は交流電気で充電する普通充電器と直流電気で充電する急速充電器に大別される。現在、国際標準規格として承認されているのは「CHAdEMO方式」「コンボ方式(米国)」「コンボ方式(欧州)」「中国のGB/T」の4つである。コンボ方式とは、普通充電用のインレット（車側の差しこみ口）と急速充電用の2本のピンを組み合わせた瓢箪型のプラグを使用する充電方式である。

急速充電器には、急速充電のコントロールを行うシステムで、①自動車側のコンピューターと通信して最適な充電電流を制御する通信設備、②高い電圧に対応し防水性能なども備える専用形状のプラグ、③故障や火災などを防ぐため緊急時に充電を中止するフェールセーフ機能が必要で、これらの機能を総合して急速充電規格と呼んでおり、充電器側と自動車側の急速充電規格がマッチしなければ急速充電は実施できない。

Be power. GPU は、国内での圧倒的な普及により汎用性が高いことを踏まえ CHAdEMO を採用している。

表4 充電規格一覧

地域	日本	コンボ方式		中国	テスラ
		米国	欧州		
AC 普通充電	 J1772 (Type1)	 J1772 (Type1)	 Mennekes (Type2)	 GB/T	 TPC
DC 急速充電	 CHAdEMO	 CCS1	 CCS2	 GB/T	

6.2 災害レジリエンス対応

2020年7月、経済産業省、国土交通省、電動車活用社会推進協議会が、災害時における電動車の活用促進マニュアルを公表しているように、災害時等の停電において、EV自動車から給電することは有効とされている。現在開発中で次期モデルからとなるが、Be power. GPU の給電端子から給電することが可能となる。

CHAdEMO 充電器は汎用性が高く、数々の活用製品が各社から安価で発売されている。よって、Be power. GPU 専用の充電設備である必要はなく、CHAdEMO 充電器であれば何処でも充電可能となる。さらに、Be power. GPU と種々の活用製品との組合せにより、災害に対するレジリエンス向上に役立つと考えている。

図9は前述の Hot connect 蓄電装置接続例(図8)で示した形態と同様であるが、建物側に蓄電池用パワーステーションを設置することで、停電等の非

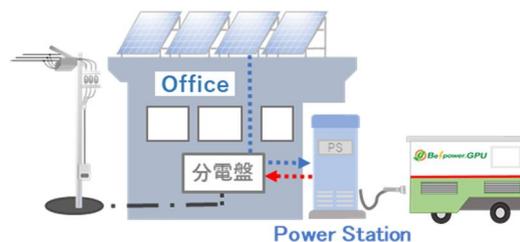


図9 パワーステーションとの組み合わせ

常時に Be power. GPU に蓄えた電力 (35kWh) を建物側に供給することも可能となる。

7. 量産機について

表 5 に Be power. GPU 量産機の構成を示す。量産機には出力容量及びバッテリー容量を選択できるようにし、需要に合わせた追加オプションの設定を予定している。追加オプションとして、①ターボプロップ機用の DC28V 電源とケーブル架装、②バッテリーの残量を確認できるよう、モバイル端末による充電率の表示 (図 10) や警告メールの発信機能、③普通充電器での充電、④駐機場内を一人で動かせるよう、近距離移動用として防水性の電動アシスト、⑤災害時にも使える AC100V 商用電源の設定を予定している。

8. おわりに

空港の脱炭素化実現に向けての新ツールとして、国産初となるバッテリー駆動式 GPU「Be power. GPU」の開発について報告した。

Be power. GPU は移動式 GPU の場所を選ばず需要に応じたフレキシブルな対応という特性を持ちながら固定式 GPU と同等の CO₂ 排出量とすることを可能にしたものである。

更に再生可能エネルギーを Be power. GPU に充電することが可能となれば、駐機中の航空機への電力供給にかかるカーボンニュートラル実現に資するものと考えている。

今後も環境社会に貢献する企業として、弊社の取り組みがカーボンニュートラル実現の一助となれば幸いである。

表 5 Be power. GPU 量産機の構成

交流出力		40kVA	90kVA		
バッテリー容量		17.5kWh	35kWh	52kWh	70kWh
追加オプション	直流出力	○ (22.4kW)		×	
	モバイル アプリ	○ (Google 閲覧)			
	普通充電器	○ (1φ AC200V 2kW/4kW)			
	電動アシスト装置	○ (防水 ハーモニックドライブ)			
	商用電源	○ (1φ AC100V)			



図 10 モバイル端末による表示の例