

カセットガス発電機「エネポ」の開発

Development of ENEPO Gas Canister-powered Generator

飯田 道博*

Michihiro IIDA

藤沼 正訓*

Masanori FUJINUMA

前田 譲治*

Joji MAEDA

深野 純*

Jun FUKANO

笹嶋 剛*

Takeshi SASAJIMA

要 旨

燃料にカセットボンベを用いることで取扱いや保管を容易にするとともに、発電機になじみのなかった人達でも扱いやすい発電機を開発し、ホームユースを中心に新たな市場開拓を目指した。

外観はスリムな縦長フォルムとすることで、操作性の向上や設置面積最小化による保管の自由度の向上を図った。さらにはハンドルの最適化によるけん引性の向上を図り、ホームユーザが使いやすい機能的なデザインとした。

ボンベは二本仕様とすることで連続運転時間一時間以上を確保するとともに、ボンベ間の燃料の逆流を防止する構造を設定した。また、ボンベを誤装填しないための機構、本機傾斜時のエンジン停止システム、横置き後の始動時に白煙発生を防止する外部ブリーザ構造も採用した。

さらに、取扱い性に配慮した商品性向上技術として、ホイールやハンドルを標準装備して持ち運びを容易にするとともに、チョークの廃止、燃料バルブ連動エンジンスイッチの採用により、始動操作をシンプルにした。

ABSTRACT

A generator was developed that uses a gas canister for fuel in order to make it easy to handle and store, as well as to use for people who are not accustomed to generators. Development was aimed at opening up a new market opportunities focused on residential usage.

In outward appearance, the generator was given a tall, slim form in order to enhance its maneuverability and to make it more flexibility storable by minimizing its footprint. The handle was also optimized for enhanced transport, and the generator design was made functional and easy for residential user.

The generator was given a dual gas canister specification to assure continuous operation time of one hour or more, and this structure was also configured to prevent backflow of fuel between the gas canisters. A mechanism to prevent the gas canisters from being installed incorrectly, a system to stop the engine when the generator is excessively leaned, and an external breather structure to prevent the emission of white smoke when starting the generator after it has been lying on its side were also adopted.

As techniques for enhancing marketability that take handling quality into account, a wheel and handle were included as standard equipment to make the generator easier to carry. The traditional choke system was also eliminated and an engine switch interlinked with the fuel valve was adopted to simplify the starting procedure.

1. まえがき

日本の発電機市場は大部分が業務用としての市場であり、ホームユースの市場としてはあまり開拓されていなかった。その背景の一つには燃料（ガソリン）の保管や取扱いの難しさがある。

しかし一方ではオール電化住宅の増加に見られるように、電気製品に依存した生活が確立されつつある中で、ホームユースとしてさまざまな場面で電気を使用したり、防災意識の高まりに伴うバックアップ電源としての潜在

ニーズが拡大していると思われる。

また、近年の団塊世代のリタイヤに伴いセカンドライフを楽しむためのキャンピングやガーデニングなどをサポートする電源としても潜在市場があると考えられる。

本開発では手軽で入手性、保管性の良いカセットガスを燃料とした扱いやすい発電機をお客様に提供することにより、これまで発電機を使用しなかった一般ユーザの潜在ニーズを掘り起こし、新たなパーソナル市場を創造することを目的とする。

*汎用 R&D センター

2. 開発コンセプト

2.1. コンセプト

本開発のコンセプトはホームユース向けカセットガス発電機として「一家に一台」を目指し、普段は家族のレジャーやイベント、趣味などに手軽に利用でき、いざというときにはバックアップ電源になる家庭用ポータブル発電機とした。そのための具体的な要件を以下に記す。

- (1) 発電機になじみのなかった人達でも使いやすく簡単に操作できること。
- (2) 気軽に持ち運ぶことができ、家族のレジャーや趣味活動に迅速に利用できること。
- (3) 首都圏の住宅事情を考慮し、狭い場所でも保管しやすい形態であること。
- (4) 安心して使える発電機であること。
- (5) 所有する喜びが感じられる商品であること。

本発電機は Energy・Portable・Epoch を掛け合わせて「発電機の新時代を切り開く、持ち運べるエネルギー」という意味をこめて「エネポ」とネーミングした。Fig. 1 にエネポの外観を示す。

2.2. ターゲットユーザ

「一家に一台」という商品コンセプトから、日本における、郊外の一戸建てに暮らす二世世代家族から首都圏のマンションに暮らす核家族までを含めた幅広いユーザをターゲットとした。特に発電機になじみのなかったシニア世代も想定した。さらに用途としては、バーベキュー、オートキャンプ、お花見などの家族イベントや、DIY、ガーデニング、釣りなどの個人の趣味活動の電源も想定した。

2.3. 外観デザインの考え方

エネポのスタイリングにおいては「Smart Slim Design」というキーワードでデザインした (Fig. 2)。これは首都圏住宅の狭い間取りでも保管しやすい“スリム”な縦長フォルムをイメージしたものである。また、作業機のイメージでは



Fig. 1 External view of ENEPO

Smart Slim Design

Slim form;
Longitudinally slim for
convenient storage.

Smart movement;
Transportation with the
image of a caster bag.



Smart external appearance;
Designed with reference to
household appliances and
items of furniture that
convey a sense of
cleanliness.

Fig. 2 Conceptual image of exterior design

なく、屋内使用禁止ではあるが、家電製品や家具のような“スマート”で清潔感のあるデザインを追及し、持ち運びにおいても一般に幅広く支持されている「キャスターバッグ」を意識し、“スマート”に運べるスタイルを目指した。

3. 縦型デザインについて

3.1. 縦型デザインのメリット

3.1.1. 操作のしやすさ向上

縦型スリムデザインをより効果的に使いやすくするため、操作部を高い位置に配置している。これは、ユーザが腰をかがめる体勢での一連の操作を最小限にするためである。また、本機を上部のグリップを握って持ち上げる際も、腰やひざを大きく曲げずに済む全高 (a) を設定した (Fig. 3 および Fig. 5 に示す)。



ENEPO

EU9i

Fig. 3 Comparison of postures when lifting

最上部にはカセットガスボンベの装填機構 (b) を配置し、より近い目線で確実な装填を促した。

次にエンジンスイッチ (c) をその下に配置し、目立たせたい停止位置を上方に設定した (Fig. 4 および Fig. 5 に示す)。

リコイルグリップの位置については、ユーザがグリップを引く長さを考慮しながら、できるだけ腰を曲げない姿勢で安心して始動できる最適高さ (d) に設定した (Fig. 5)。

AC コンセントの位置 (e) は、右側面下部にレイアウトしている。これは、接続した AC コードがユーザの歩行の邪魔になりにくい位置であり、使い勝手を考慮して設定した。また、(e) の地上高 (250 mm) は、一般住宅の AC コンセントパネルの地上高とほぼ同じであり、ホームユーザには最も使い慣れた高さでもある (Fig. 5 および Fig. 6 に示す)。

3.1.2. 置き場所の自由度向上

「一家に一台」の機能として、特に首都圏の住宅に住むユーザにとっては、使用しないときの保管場所も重要な購入動機になる。屋内での使用は禁止であるが、想定される主な保管場所は物置や収納棚などで、その収納サイズは、幅は狭いもので 450 mm 程度、奥行きは 270 mm 程度であり、高さはさまざまである。これらを考慮して接地面積を決定した。「縦型デザイン」は本機の設置面積の縮小化にも大きく貢献しており、保管性能でも優れている (Fig. 7)。

3.1.3. けん引しやすさの向上

キャスターバッグタイプの場合、快適なけん引感覚を

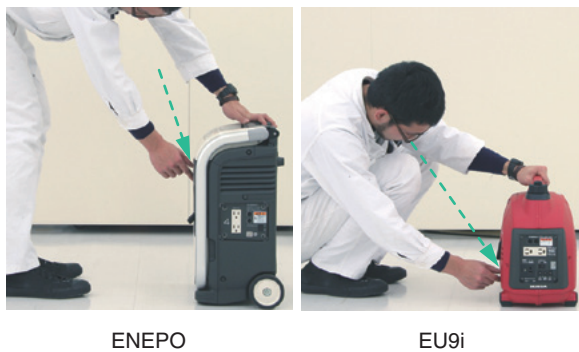


Fig. 4 Comparison of postures when using controls

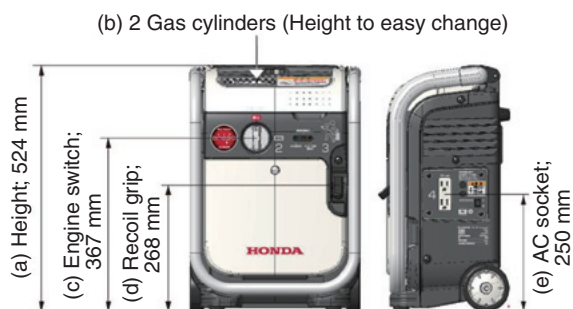


Fig. 5 Height of ENEPO controls

得るためには、オペレータ側に寄りかかる本機の荷重と、ユーザとホイールの距離を最適化することが必要である。

エネポではユーザのけん引ポイント (A) を 750 mm と定め、次に寄りかかる最適な荷重 (B) および、歩行時の本機とのクリアランス (C) を設定し、本機から延長しなければならないハンドルの長さ (D) を決定した (Fig. 8)。

ポイント (A) にハンドルを延長する際、「縦型デザイン」のメリットを生かして、本機側面の対角線上にハンドルの折れポイント (E) を設定することによって、長い延長距離を簡単で耐久性のある折り畳み方法で達成している。

3.1.4. 機能的で清潔感のある外観デザイン

操作系が高い位置で使いやすいカタチ、設置面積が少なく保管しやすいカタチ、折り畳みハンドルに適したカタチ、という機能的な形態として「縦型デザイン」を提案して



Fig. 6 Height of EU9i controls

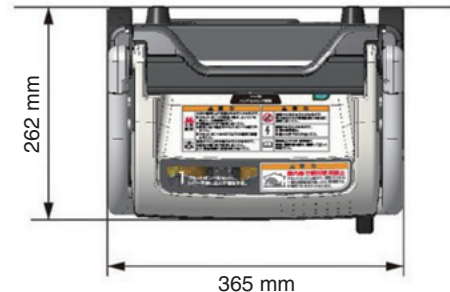


Fig. 7 ENEPO footprint

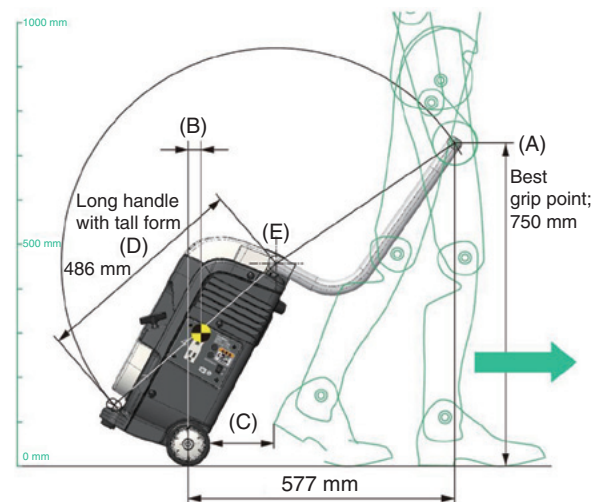


Fig. 8 Side view (generator being pulled)

いるが、さらにこれを「機能美」として洗練させるために、シンプルで清潔感ある外観デザインを与えている。目的は、開発コンセプトでもある、首都圏のホームユーザの趣向に合わせた外観商品性を実現させるためである。

手法として、

- (1) 折り畳みハンドルを銀色のアルミ押し出し材で成型し、収納時には本体に沈み込ませて一体感を出した。
- (2) 外観カバーに、ホワイト系の色とブラック系の色を用いて2トーンのカラーリングとし、複雑なルーパー形状や操作部をブラックアウト化し、見た目にシンプルでさらに「縦長スリム」に見せることで、清潔感ある外観商品性を具現化した。

その結果、屋外で使用する作業機よりは、どちらかと言えば家電製品に近いデザインとすることによって従来製品との差別化を達成した (Fig. 9)。

3.2. 操作系の表示デザイン

3.2.1. 操作手順に沿った番号表示

発電機を初めて使う人や、停電などで急に電気が必要なケースを想定し、安心して確実に操作できる表示方法を考案した。本体表面に天地 17 mm の数字 1-4 で、カセットボンベの装填からエンジン始動、コンセントへの差し込みまでの順番を示し、まず何から操作すれば良いかを伝えた。また、それぞれの番号に付随する操作説明も大きく読みやすい 4.5 - 7.5 mm の文字高さで表現するとともに、大きな絵表示を用いて、感覚的にも理解されやすいような配慮をした (Fig. 10)。

3.2.2. カセットガスを用いる際の警告マークの設定

エネポをはじめ、エンジン発電機は二輪、四輪と同様に一酸化炭素を排出するため、屋外運転が鉄則であり、屋内等での運転では一酸化炭素中毒のおそれがある。しかし、ホームユーザ向けのカセットガス商品として最も一般的なカセットコンロは、室内で使用する商品であり、これらの扱いに慣れたホームユーザがカセットコンロと同じ商品感覚でこのエネポを室内で運転することがないように、室内運転厳禁の警告マーク (a) と、エンジン発電機一般の警

告マーク (b) を設定した。特に警告マーク (a) には「カセットコンロと異なり、排気ガス中の一酸化炭素濃度が高いので、短時間でも中毒死するおそれがあります。」と表現した。また、これらをユーザが運転前に認識できるように、先に述べた操作手順の数字表示「1」(c) の付近の最も目立つ位置に (a)、(b) を絵表示とともに大きく表示するデザインを施し、視界に入りやすくした (Fig. 11)。



Fig. 10 Numbers indicating operating procedure sequence

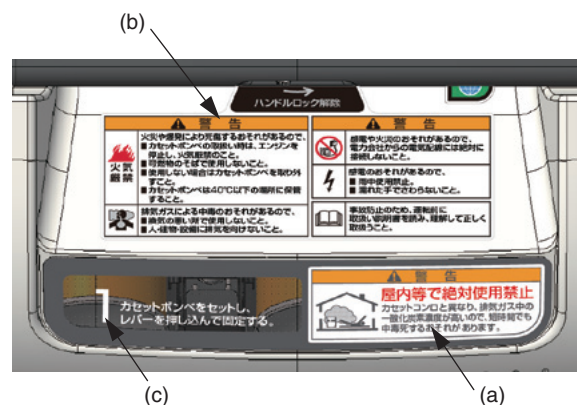


Fig. 11 Warning marks

4. エネポに採用した技術

4.1. エネポのカセットガスシステムについて

カセットボンベの装填部において、ガスパワー商品第一弾である「家庭用ミニ耕うん機 ピアンタ」⁽¹⁾との違いはボンベを二本装填できるようにし、定格負荷 900 VA での連続運転時間を 1.1 時間確保したことである (Fig. 12)。

次にカセットボンベ二本との燃料接続部であるボンベアダプタの構造図を Fig. 13 に示す。

このボンベアダプタは以下の三つの機能を持っている。

- (1) ボンベより液相状態で取り出した燃料通路を開閉する手動コック
- (2) 燃料の圧力により作動する燃料閉止弁



Fig. 9 ENEPO coloring

(3) ポンベの燃料充填を防ぐ逆流防止弁

この三つの機能の内、(3)の逆流防止弁を考案した経緯および機能と構造を次に説明する。

4.1.1. 逆流防止弁考案の経緯

カセットポンベは再充填禁止容器であり高圧ガス保安法により、カセットポンベへの再充填が禁じられている。しかし、ポンベの内圧はポンベ内の成分比（イソブタン：ノルマルブタン）、ポンベの温度により変化するため、必ずしも双方のポンベの内圧が同一にはならない。したがって、カセットポンベアダプタを介して並列につながれた場合、カセットポンベアダプタ内で合流した燃料は高い圧力のポンベから低い圧力のポンベへ流れてしまい、再充填や過充填と同様の事象が起こりうる。そこで、エネポでは、二本装填をした際にそれぞれのポンベから燃料が他方へ流れることを防止する構造を考案し採用した。

4.1.2. 逆流防止弁の機能と構造

逆流防止弁のメカニズム作動イメージを Fig. 14 に示す。例えばポンベ A の内圧がポンベ B の内圧より大きいとき、ポンベ A 側の逆流防止弁が開弁し、ポンベ B 側の逆流防止弁は閉弁しポンベ B への燃料逆流を防止する。その結果ポンベ B への充填が発生しない。

4.1.3. ポンベ装填方式について

エネポのポンベ装填方式はリンク機構を持つ操作レバーを動かすことで、スプリングからカセットポンベを固定するのに必要な力が得られる構造とした。これにより一本の操作レバーでカセットポンベ二本を押さえることを可能とした (Fig. 15 および Fig. 16 に示す)。

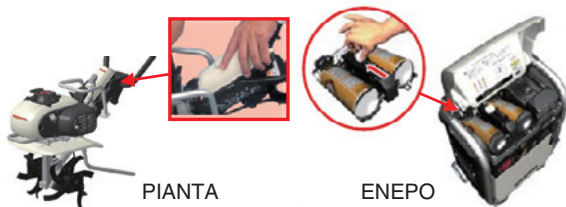


Fig. 12 Comparison of gas canister connectors

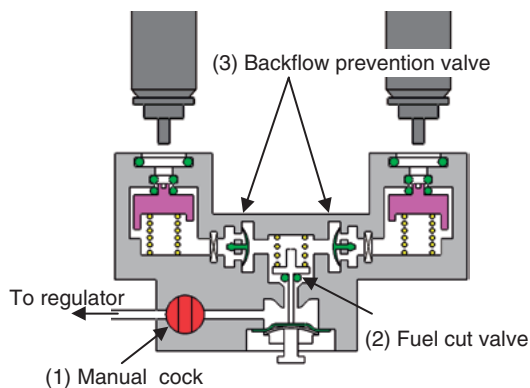


Fig. 13 Structural drawing of gas canisters and adaptor

エネポではピアンタと同様にカセットポンベから液相で燃料を取り出すため、カセットポンベの切欠を下にした状態で固定する必要があるため、ユーザには切欠を下にしてカセットポンベをセットしてもらう必要がある⁽¹⁾。

このため、カセットポンベのフランジ部の切欠が下向き

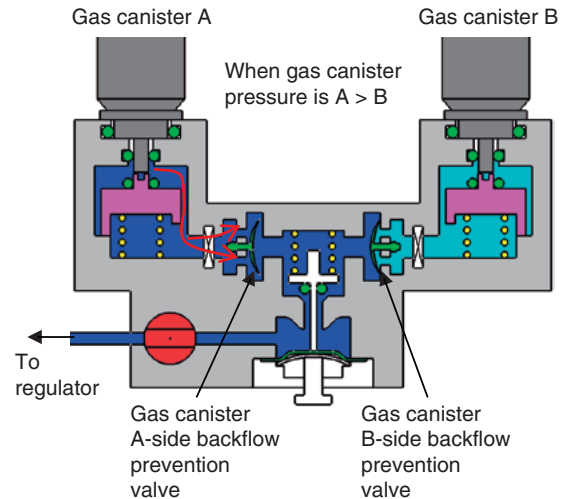


Fig. 14 Conceptual image of operation of backflow prevention valve

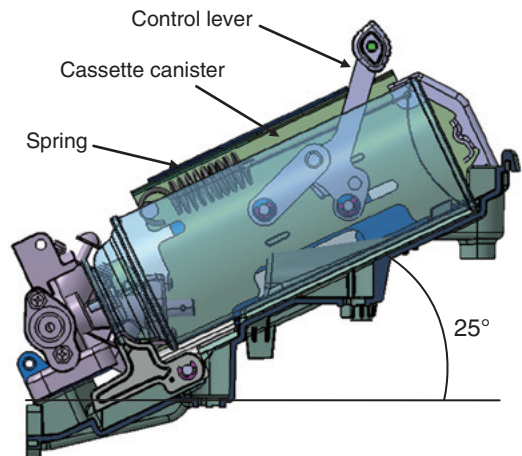


Fig. 15 Before setting

The gas canister loading system yields the force against a spring by moving a control lever.

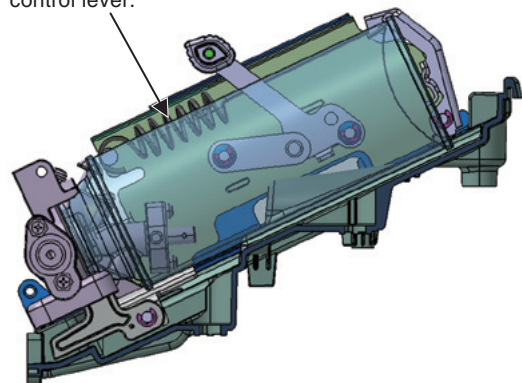


Fig. 16 After setting

に合っていない場合、リターンスプリングの力で持ち上げられているセンサアームがカセットボンベのフランジ部で押し下げる構造とし、この状態で操作レバーを動かしたすとセンサアームとトップカバーが接触し、操作レバーが動かせなくなるようにした (Fig. 17)。

また、25°傾けた角度でカセットボンベを固定する部品配置とすることで、カセットボンベ内の燃料を極力使い切る仕様とした (Fig. 15)。

4.2. エンジンストップシステム

過度な傾斜状態でエンジンを運転し続けると、潤滑オイルが燃焼室に流入、またはブリーザからエアクリーナをとおり燃焼室に浸入することで、オイルが燃焼室内で燃焼し、白煙が発生する。そこで、発電機の運転姿勢の傾きを検知し、自動的にエンジンが停止するシステムを考案した。

本機角度の検出および制御は、インバータユニット内の加速度センサとそれを処理する電子制御部を用いて、地軸に対する加速度方向から実機の傾きを検出し、任意の角度しきい値を設定し、自立不可能な運転姿勢時のエンジン発電機の点火停止、発電停止を任意の時間経過後に実行できる設定とした。

加速度センサの X, Y, Z 軸の合成加速度となる G_{xyz} は、下記の式のとおりに 1 g となる。

$$G_{xyz} = \sqrt{G_x^2 + G_y^2 + G_z^2} = 1g \quad (1)$$

Z 軸角度を求めることにより全方位の角度検出が可能である。

$$\theta_z = \sin^{-1} \frac{G_z}{G_{xyz}} \quad (2)$$

本機の傾き角度は、 $\angle \theta = 90^\circ - \theta_z$ となる。

しかし、Z 軸方向は、エンジン振動等による加速度の影響を受け、実際の角度検出値にも影響があるため、検出に用いるのは難しいことがテスト結果から判明した。

そこで加速度センサの Z 軸成分を用いず X 軸, Y 軸の

加速度の合成加速度となる G_{xy} と G_{xyz} を用いて本機の傾きである $\angle \theta$ を算出する。 G_{xy} は以下のように算出する。

$$G_{xy} = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \quad (3)$$

G_x : X 軸方向の加速度

G_y : Y 軸方向の加速度

G_{xy} : X, Y 軸の合成加速度

G_{xyz} と G_{xy} を用いて Fig. 18 の $\angle \theta$ を算出することができる。

$$\angle \theta = \sin^{-1} \frac{G_{xy}}{G_{xyz}} \quad (4)$$

X 軸と Y 軸のみで、 $\angle \theta$ の角度算出がおこなえることから、X 軸, Y 軸にて全方位の角度検出が可能となることがわかる。しかしながら、 G_{xy} は天地逆転 (逆さま) の状態を判別できない。よって、この状態の検出には Z 軸の加速度を使用して、判別することとした。本開発においては、ユーザの使い勝手に支障がなく、かつ過度な傾斜状態を確実に検出する判定角度として $\angle \theta = 53^\circ$ にしている。

以上の XY 軸合成加速度での周囲 360° の角度検出と、Z 軸による天地逆転検出を含ませた本機の全検出範囲は Fig. 19 のような範囲となっており、全範囲の検出を可能としている。

4.3. 外部ブリーザ構造

エネポは車などでの運搬時の利便性を考慮し、横置きが可能な構造とした。本機を横置きで保持した場合、始動時にブリージング流路内に滞留したオイルがエンジン燃焼室内に入り込み白煙が発生する場合がある。そこで、チェックバ

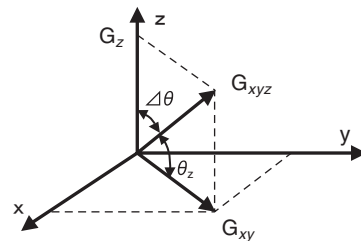


Fig. 18 Relationship of $\angle \theta$ and coordinate axes

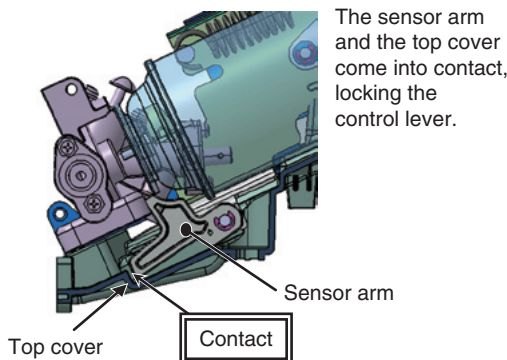


Fig. 17 Incorrect setting

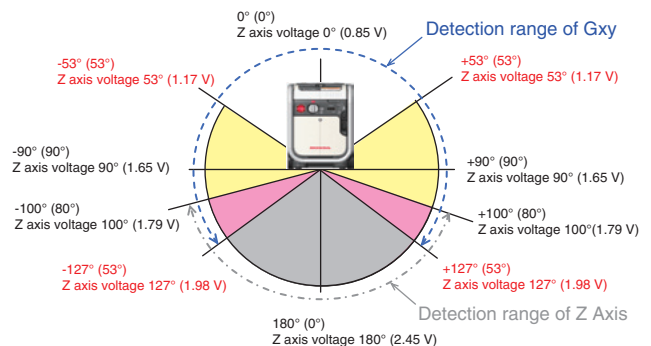


Fig. 19 Generator tilt-angle detection range

ルブの位置を Fig. 20 のように外部ブリーザタンク内にすることで本機を横置きにした場合、また万一前方または後方に転倒した場合でも、オイルがブリージング流路内に滞留しない構造を採用した (Fig. 21 および Fig. 22 に示す)。

4.4. キャリーハンドルのロック機構

常時ハンドルロックピンはリターン Springs の荷重により外に押し出されており、ハンドルが規定の位置にくると、ハンドルロックピンがハンドルの穴に入り込み自動的にロックされる構造を考案した。

ハンドルノブをハンドルロック解除の方向に動かすこ

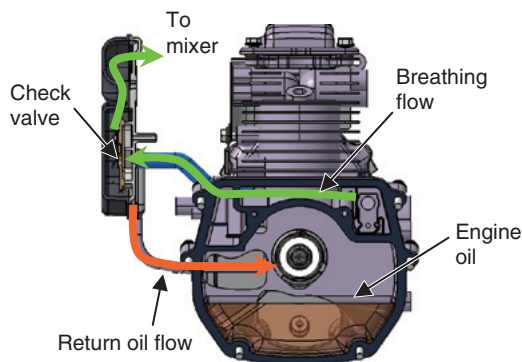


Fig. 20 External breather structure

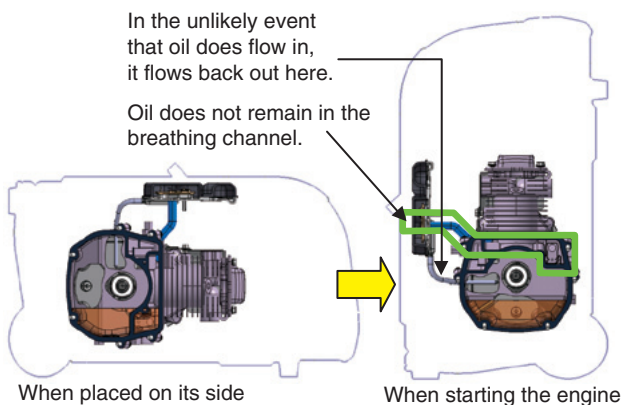


Fig. 21 When generator is placed on its side

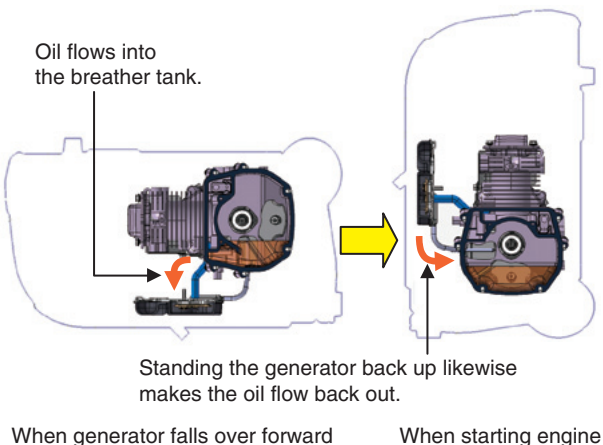


Fig. 22 When generator falls over forward

とにより、左右のハンドルロックピンを同時に内側に動かし、ロックを解除できる (Fig. 23) 構造とした。

この構造により、ハンドルの自動ロックおよび一つのノブでの左右のロック同時解除を可能とした。

4.5. シンプルな始動操作のための構造

エネポは、1:ポンペを装填する 2:エンジン SW を操作する 3:リコイルを引く のシンプルなアクションでエンジン始動可能なことを特徴としている。

4.5.1. チョークレス構造

ガス燃料の場合、エンジン停止時に燃料通路を自動遮断するシャットオフバルブが必要になる。シャットオフバルブの機構は電気式 (ソレノイドバルブ等) やメカニカル式 (負圧コック式等) などさまざまである。

一般的にバッテリーを装備しない商品は負圧コック式シャットオフバルブを採用しているが、その負圧源としてインテークマニホールド負圧を使用すると始動時スロットル開度およびリコイル引き回転数の関係上、インテークマニホールド負圧が確保できなくなる場合があり、ガソリンと同様のチョークを設定し始動時に操作が必要となる。そこでエネポはクランク室負圧によるシャットオフバルブ開閉方式を採用しチョークを不要とした。

シャットオフバルブ駆動システムを Fig. 24 に示す。

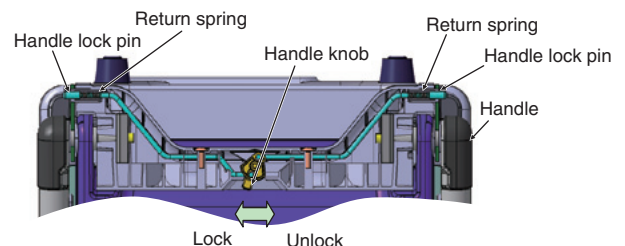


Fig. 23 Handle lock (unlock)

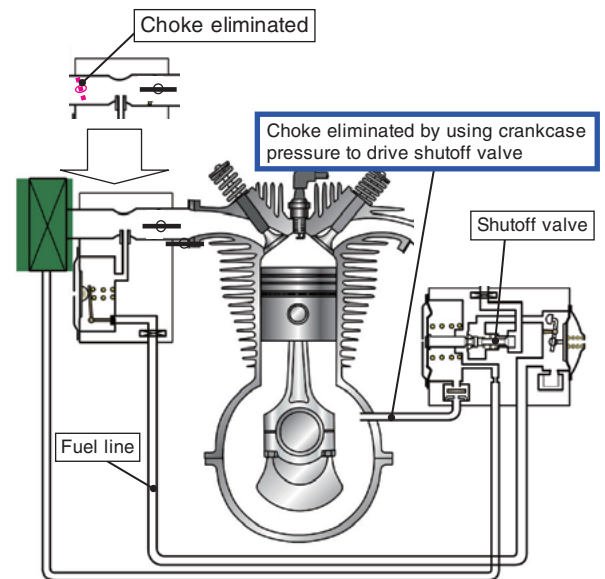


Fig. 24 Shutoff valve drive system

4.5.2. 燃料バルブ連動エンジンスイッチ

コネクティングジョイントでエンジンスイッチ部と燃料バルブ部を連結し、一つのノブでエンジンスイッチと燃料バルブの同時操作を可能とした。

これにより、エンジン始動までの操作手順を減らし、発電機始動までの操作を簡単にした (Fig. 25)。

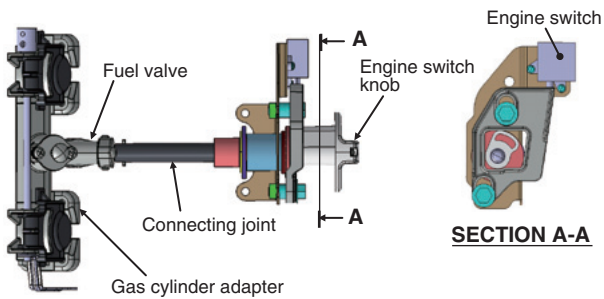


Fig. 25 Engine switch interlinked with fuel valve

5. まとめ

本開発により、扱いやすい発電機を商品化することができた。同時にスリムで機能的なデザインとすることで、これまで発電機を使用したことのないユーザに対しても垣根を低くすることができ、新規市場開拓商品としての期待が大きなものとなった。

今後は日本市場のみならず海外市場の可能性についても検討し、全世界商品へと育てていきたい。

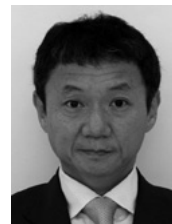
参考文献

- (1) 小嶋洋明, 伊藤智樹, 佐藤貴之, 藤沼正訓: カセットボンベを使用した家庭菜園用小型耕うん機 ピアンの開発, Honda R&D Technical Review, Vol. 21, No. 2, p. 26-36

■ 著 者 ■



飯田道博



前田譲治



笹嶋剛



藤沼正訓



深野純