

JOURNAL  
OF SOCIETY OF  
AUTOMOTIVE ENGINEERS  
OF JAPAN

# 自動車 技術

Vol. 54

2000 12



特集 | アフターマーケットで守る環境

URL : <http://www.jsae.or.jp/>

# 路線バス用アイドリングストップ & スタートシステムの技術紹介\*

## Technology of Idling Stop and Start System for Urban Buses

国部 雄次郎<sup>1)</sup>

Yujiro Kunibe

Idling Stop and Start System (ISS) for urban buses has been developed with the aim of eliminating the useless idling operation when a bus stops running due to the traffic jam, and stops on the red signal or at the bus stop. With the ISS system, the stop or start of the engine is automatically controled. This paper presents the latest technology in relation to the ISS. 1) Technology at the development stage and in the production. 2) New ISS technology for AT model version.

**Key Words:** Engine, Fuel Economy, Emission / Pollution, Bus, Idling, Stop & Start System [4]

### 1. はじめに

近年、大都市圏の主要幹線道路周辺の大気汚染がますます深刻に社会問題化しており、各自動車メーカーは排出ガス規制のクリアを初め、さまざまな低公害車の開発を行っている。その中のシステムの一つにアイドリングストップ&スタートシステム(以下ISS)が開発されている。

都市内を運行する路線バスでは、渋滞、信号待ち、停留所での乗降などアイドリングで停車している時間が非常に多く、燃料の無駄使い、排ガスによる環境汚染に影響することは容易に理解できる。ISSは車両の発進・停止に合わせ、エンジンの自動停止・再スタートを行うことによって、無駄なアイドリングをなくし、排ガスや騒音が低減され、燃料消費を少なくする効果をもつ。

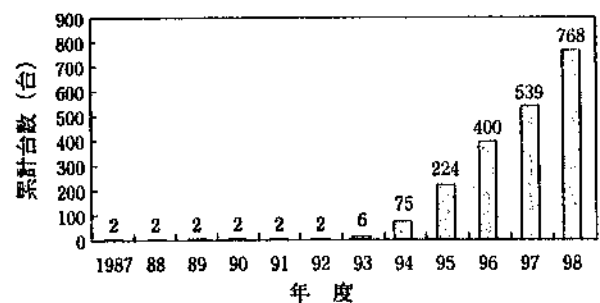
われわれはISS開発を1980年前半より始め、1987年に量産化、1994年にシステムの見直しを行い現在も継続量産している。手軽で安価な低公害車であることと、昨今の環境保全による社会的要求が追い風となり、現在路線バスにおいて普及が加速している。当社の路線バスにおけるISS普及

率を図1に示す。

本稿では、ISSに関する量産設定開始時から最近までの技術を紹介する。

### 2. 初期時のシステムの概要

量産設定開始時における構成を図2に示す。当



いすゞ大型路線バスの年度ごとのISS普及率  
普及率=(ISS販売台数/年度ごとの販売台数)×100

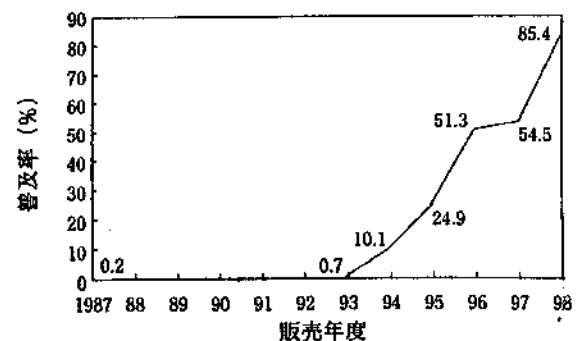


図1 いすゞ大型路線バスのISS装置

\* 2000年7月28日受付

1) いすゞ自動車(株)電子電装設計部 (210-8524 川崎市川崎区殿町3-25-1)

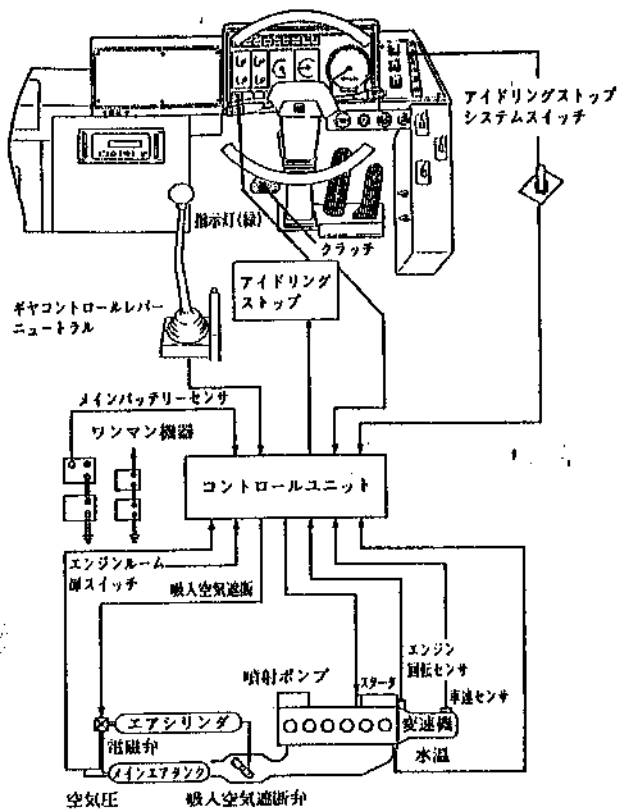
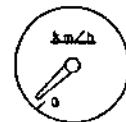
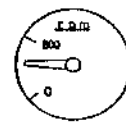


図2 システム構成図(1994年大型路線バスMT車)

① 車両停止(車速=0 km/h)



② エンジン回転 800 rpm 以下



③ ギヤ位置がニュートラル



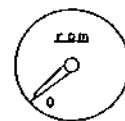
④ クラッチペダルを戻す



エンジン自動停止

図3 エンジン自動停止条件(1994年大型路線バスMT車)

① エンジン自動停止中



② ギヤ位置がニュートラル



③ クラッチペダルを踏む



エンジン自動始動

図4 エンジン自動始動条件(1994年大型路線バスMT車)

時の大型バス・トラックはメカニカルガバナのエンジンとマニュアルトランスミッションを組み合わせた車両がほとんどで、当時のシステムはそれらの車両用として開発された。基本機能としては、車速、エンジン回転、トランスミッションギヤ位置、クラッチの四つの入力状態から、エンジン停止条件・始動条件を判定し、それぞれエンジン停止用吸気カットバルブ+燃料ストップモトロイド・スタータを作動させるものであった。

### 2.1. エンジン自動停止の基本条件(図3)

- ① 車両停止(車速=0 km/h)
- ② エンジンアイドリング(エンジン回転< 800 rpm)
- ③ トランスミッションギヤ位置ニュートラル(トランスミッションニュートラルスイッチ ON)
- ④ クラッチペダルを戻す(クラッチスイッチ OFF)

の4条件が同時に成立したとき、エンジンが停止する。

### 2.2. エンジン自動始動の基本条件(図4)

- ① エンジン自動停止中
- ② トランスミッションのギヤ位置ニュートラル(トランスミッションニュートラルスイッチ ON)
- ③ クラッチペダルを踏む(クラッチスイッチ ON)

の3条件が成立した時点でエンジンが始動する。

### 2.3. エンジン自動停止の制限条件

2.1節の基本条件が成立しても、始動性能及び安全性確保のため、下記の状態のいずれかが成立したときはエンジンが自動停止しないよう制限をつけている。

- ① エンジン水温が低いとき(40℃ 以下)
- ② 空気圧低下時(640 kPa 以下)
- ③ エンジンルーム扉開時

### 2.4. 付加機能

さらに安全性や乗務員・乗客の快適性などを配慮し、次の機能を追加している。

(1) 始動時にスタータの不成み合いを検出した場合には、一旦スタータへの通電を中止し、再始

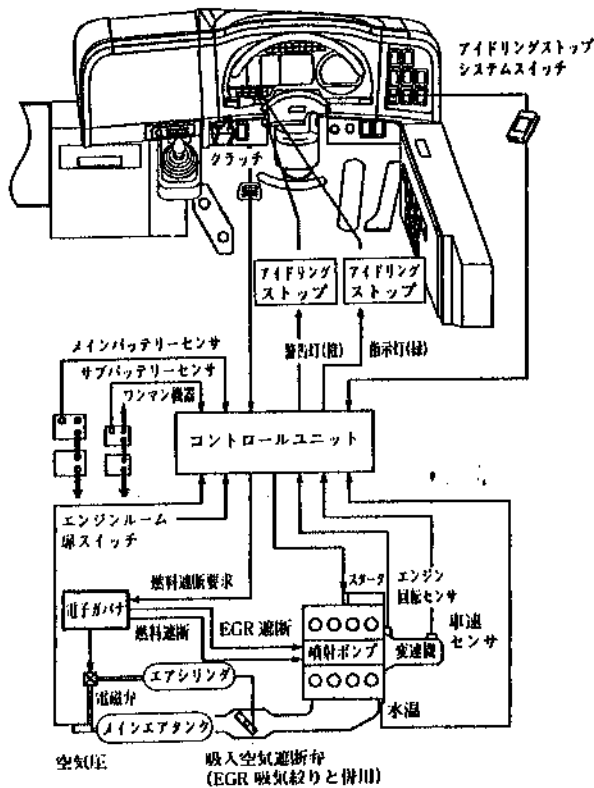


図5 システム構成図(2000年大型路線バスMT車)

動を2回まで試みる。このことでエンジン始動の失敗をリカバリーする。

(2) 乗務員の疲労軽減とエンジン停止中のバッテリーの保護のため、エンジンの停止・始動と連動し、ヘッドランプが自動消灯/点灯する。

(3) 乗客の快適性確保とエンジン停止中のバッテリーの保護のため、クーラ作動時エンジン自動停止すると、エアコンファンのみ1分間作動し、冷風を吹き出す。

(4) 運行管理データ(エンジン停止回数など)を常に記憶し、外部機器に出力することにより、効果的に対環境性確保、省燃費/経済性確保のための運転指導が行える。

### 3. 現在のシステムの概要

現在のシステム構成を図5に示す。これはマニュアルトランスミッション車用である。エンジン自動停止・始動の条件は2章と同じであるが、システム構成が異なる。

(1) 長期排気ガス規制クリアのため、燃料調節機構が電子制御化されたことにより、エンジン制御ECUに対しISSが要求制御を行っている。具体的には、

① 燃料遮断の要求をISSより行う。要求信号

はPWM(パルス幅変調)にて出力している。

② 要求を受けエンジン制御ECUは燃料とEGRバルブとインテークシャッタを作動する。エンジン停止の方式は、吸入空気と燃料の2系統を遮断する方式を採用している。前者の利点は気筒内が負圧になることを利用し、燃料遮断のみのときに発生するエンジン停止時の不快な振動を防止できると、再始動時におけるスタータとかみ合うフライホイールのリングギヤ偏摩耗を抑制できる。EGRバルブを同時に遮断するのも、排気ガスの流入を防ぎ密閉するためである。

エンジン停止時の振動とエンジン始動時の排出黒煙及びリングギヤの摩耗はトレードオフの関係にあり、現在は吸気と燃料の遮断のタイミングの調整を行うことにより最適値を求めている。

(2) サブバッテリー保護のためサブバッテリーにセンサを追加している。

センサはバッテリー液比重の状態を検出し、バッテリースタミナの状態を把握し、ISSの制御に取り込む。サブバッテリーは、エンジンが始動することによって発生するバッテリーの電圧低下に対して、バスのワンマン機器などの誤作動を防止することを目的としている。従来ワンマン機器などはバッテリーの低電圧における作動を保証していないことが多い。始動時はメインバッテリーよりサブバッテリーを分離し供給することにより、電圧降下の影響を受けないように配慮している。

設定当初はメインとサブバッテリーの充放電取支のアンバランスにより、車型によっては片減りなどの症状が発生したことがあった。バッテリー回路の分離、充電回路の見直し、及びサブバッテリーセンサの設置によりシステムとしての信頼性を確保している。

(3) ISS警告灯を設置し、運転者や整備者に対して、メンテナンス時期を表示している。ISS搭載車は、エンジン停止・始動の頻度が増加する。スタータなどの機器類の劣化が早くなることが予測されるため、摩耗劣化部位のメンテナンスを行わなければならない。ISSはシステムの作動頻度を記憶し、規定回数の90%に達したときランプを点灯させ、メンテナンスを勧告する。さらにメンテナンスをしないまま95%の回数に達すると、ISSは自動停止を禁止することでメンテナンス忘れによる再始動不良を防止している。

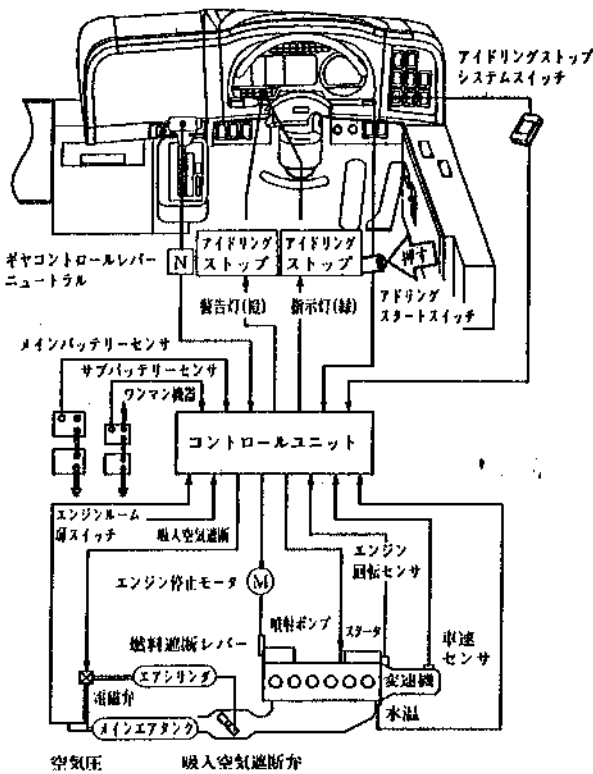


図6 システム構成図(1999年中型路線バスAT車)

#### 4. AT+ISSシステムの概要

最近ではバスにおいてもオートマチックトランスミッション(AT)車の普及が急速に進んでおり、当社はこれに対してもISSを搭載させた。MT車に対してAT車に搭載する上での技術的ネックは、エンジン停止/始動のトリガとなる運転者の意思にあたるクラッチペダルがないことにある。当社では現在二つの仕様を設定しているのでここに紹介する。

##### 4.1. 中型バス仕様

1999年に中型路線バスAT車に搭載されたISSの構成を図6に示す。運転者がチェンジレバーをニュートラルにするとエンジンが停止し、その後始動スイッチを押すとエンジンが始動する。安全を配慮し、エンジン始動時はギヤが抜けていることを基本として制御条件を設定した。ウィンカレバー先端部に始動スイッチを設定することで、運転者がハンドルに手をかけたまま操作することができる。

##### (1) エンジン自動停止の基本条件(図7)

- ① 車両停止(車速=0 km/h)
- ② エンジンアイドリング(エンジン回転< 800 rpm)

① 車両停止(車速=0 km/h)



② エンジン回転 800 rpm 以下



③ チェンジレバー位置ニュートラル



エンジン自動停止

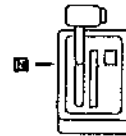
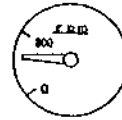


図7 エンジン自動停止条件(1999年中型路線バスAT車)

① エンジン自動停止中



② ギヤ位置がニュートラル



③ 始動SWを押す



エンジン自動始動

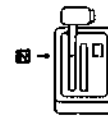
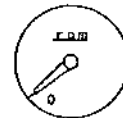


図8 エンジン自動始動条件(1999年中型路線バスAT車)

③ チェンジレバーギヤ位置ニュートラル以上の3条件が同時に成立した時点で、エンジンを自動停止させる。

##### (2) エンジン自動始動の基本条件(図8)

- ① エンジン自動停止中
- ② トランスミッションのギヤ位置ニュートラル
- ③ 始動SWを押す

以上の3条件が成立した時点で、エンジンを自動始動させる。エンジン停止時の制限条件と付加機能についてはMT車と同様である。

##### 4.2. 大型路線ノンステップバス仕様

2000年に大型路線ノンステップバスAT車に搭載されたISSの構成を図9に示す。本仕様はノンステップバス8都市技術会議にて共通化の提案を受け、自工会のバス分科会にて協議決定した仕様である。

各社システム構成上の若干の違いはあるが、エンジン停止/始動上の操作は統一化した。中型バ

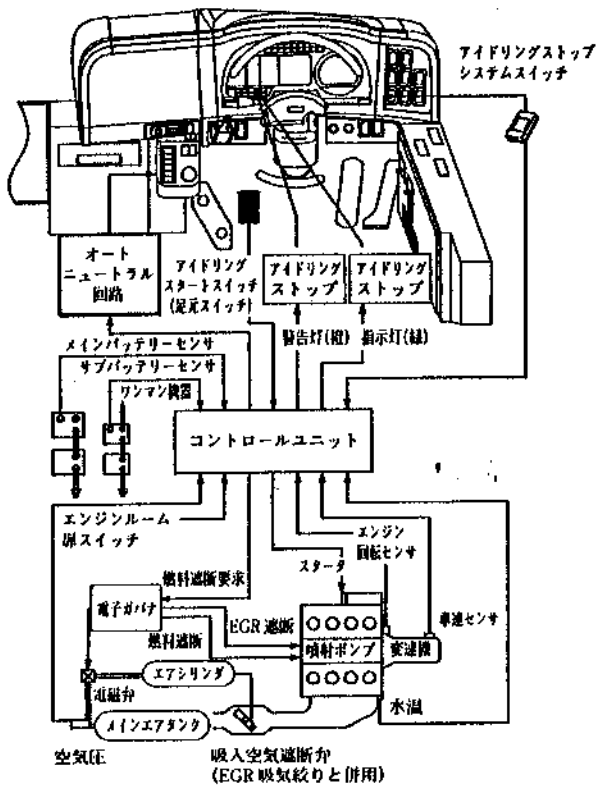


図9 システム構成図(2000年大型ノンステップバスAT車)

ス仕様と同様に、エンジン始動中はギヤをニュートラルにするため、ATチェンジレバーとATコントローラ間にオートニュートラル回路を設け、チェンジレバーはドライブレンジのままでも、エンジン始動中はギヤをニュートラルにする構成とした。

(1) エンジン自動停止の基本条件(図10)

- ① 車両停止(車速=0 km/h)
- ② エンジンアイドリング(エンジン回転< 800 rpm)
- ③ 車両停止前 10 km/h 以上で走行
- ④ ブレーキを踏んでいる
- ⑤ 停止/始動スイッチ(足元ペダルスイッチ)が踏み込まれていない

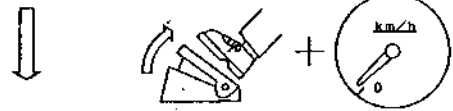
以上5条件が同時に成立した時点で、エンジンを停止させる。

(2) エンジン自動始動の基本条件(図11)

- ① エンジン自動停止中
- ② ブレーキを踏込み中
- ③ 停止/始動スイッチ(足元ペダルスイッチ)が踏み込まれている

以上3条件が成立した時点で、エンジンを始動させる。

- ① 車両停止時に足元スイッチが離されていること



- ② エンジン回転 800 rpm 以下



- ③ ブレーキを踏んでいる



エンジン自動停止

図10 エンジン自動停止条件(2000年大型ノンステップバスAT車)

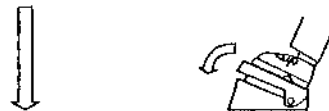
- ① エンジン自動停止中



- ② ブレーキを踏んでいる



- ③ 足元スイッチを踏み



エンジン自動始動

図11 エンジン自動始動条件(2000年大型ノンステップバスAT車)

エンジン停止時の制限条件と付加機能はMT車と同様である。車両が停止する前に足元ペダルスイッチを踏み込んでいる場合と、エンジン始動走行後に車速が10 km/h 以上にならなかった場合は、エンジン停止を行わないようにしている。足元ペダルスイッチを一旦離してから再度踏み込むとエンジンを停止するようにしているのので、一旦走行した車速が10 km/h に満たなかった場合にもエンジンを停止することができる。

以上がAT車に搭載されたISSの紹介である。市場での使い勝手などを参考にさせていただき、AT車のイーゼードライブ性とシステムの安全性をさらに充実させたAT車用ISSを開発していきたいと考えている。

5. ISSシステムの効果

5.1. 燃費効果

実際の路線バスでの営業運行状況を測定した。

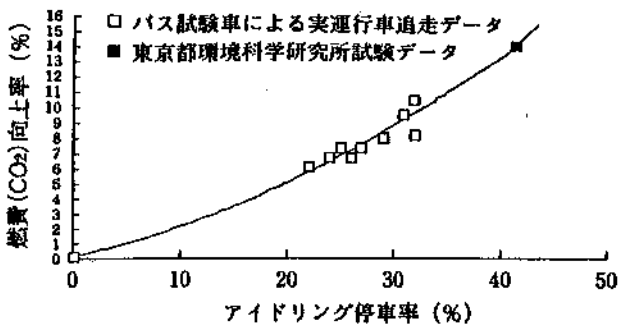


図12 アイドリング停車率と燃費(CO<sub>2</sub>)向上率<sup>(1)</sup>

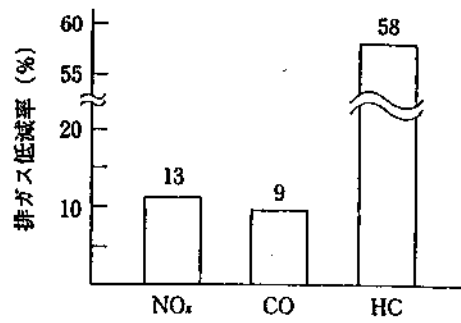


図14 排ガス低減効果<sup>(1)</sup>

ヲウ ウンコウ シヅカン  
 1886h01m09s  
 ヲウコウ シヅカン  
 585h41m09s  
 テイショ シヅカン  
 500h13m25s  
 アイﾄﾞﾘﾝｸﾞ シヅカン  
 496h54m42s  
 シﾞﾄﾞウ テイショ シヅカン  
 311h00m52s  
 スﾀｰﾀﾞｰ シﾞﾄﾞウ カｲｽﾞ  
 18233カイ  
 シﾞﾄﾞウ テイショ カｲｽﾞ  
 18636カイ  
 (メンテナンス)  
 トｰｸﾙ シﾞﾄﾞウ カｲｽﾞ  
 18233カイ

シﾞﾄﾞウ テイショシヅカン カンカウ  
 く 5ヒョウ 1718カイ  
 6<30ヒョウ 9414カイ  
 30<60ヒョウ 3160カイ  
 61< ヒョウ 3918カイ

図13 運行管理データ出力結果

アイドリング停車率と燃費向上率との関係を図12に示す(アイドリング停車率とは運行時間に対するアイドリング停車時間の割合をいう)。東京都が行った試験では14%もの効果が出ており、アイドリング停車率が大きくなると燃費(CO<sub>2</sub>低減)向上率も高くなるのは、停車回数の増加だけでなく1回当たりの停車時間が長くなるためと考えられる。

当社の路線バス用エンジン(8PE1)のアイドリング500rpmにおける燃料消費量は、約22cc/minである。エンジン始動時に消費する燃料は約2cc/回であり、これを換算すると約6秒間のアイドリングに相当する。7秒以下の短い時間の停車では逆に燃費は悪化するといえる。しかし、通常の運行では7秒以上の停車がほとんどであるため影響は少ない。前述したが、付加機能として運行管理データを記憶できるようになっている。現在では計測項目に自動停止した時間の間隔も頻度として記憶できるようになっている。図13に出力結果の用

紙を示す。

## 5.2. 排出ガスの低減効果

図12中の東京都環境科学研究所が行った試験において、同時に排出ガスの測定を行った結果を図14に示す。この測定は都内渋滞路パターンで行っており、排ガス低減率も高い効果を得ている。

## 6. ま と め

路線バスにおけるISSの急速な普及は安価で手軽なこともあるが、停車中にエンジンを止めていることが誰から見ても、「クリーン」で「燃費効果がある」ことが容易に理解を得られることにもある。その理解もあって本システムは光栄なことに先日、交通エコロジー・モビリティ財団主催による「エコドライブ支援装置部門」にて、運輸大臣賞を頂いた。

本システムの基本動作は、エンジンを始動停止する単純なことであり、他の制御装置への応用・併用は十分考えられる。

今後は車内LANなどを用いて他の制御装置と協調・融和しながらISSを構築することと、保守部品の耐久・信頼性をさらに向上させることに重点を置いて開発を進めていきたい。

## 参 考 文 献

(1) 福岡ほか：東京都環境科学研究所報告書，1999年1月

## □フェース



國部雄次郎

本文でも述べたように、本システムの作動は単純明快なので、今後も幅広く普及・発展させていくことを常に考え、地球環境の保護に少しでも貢献したいと考えております。