

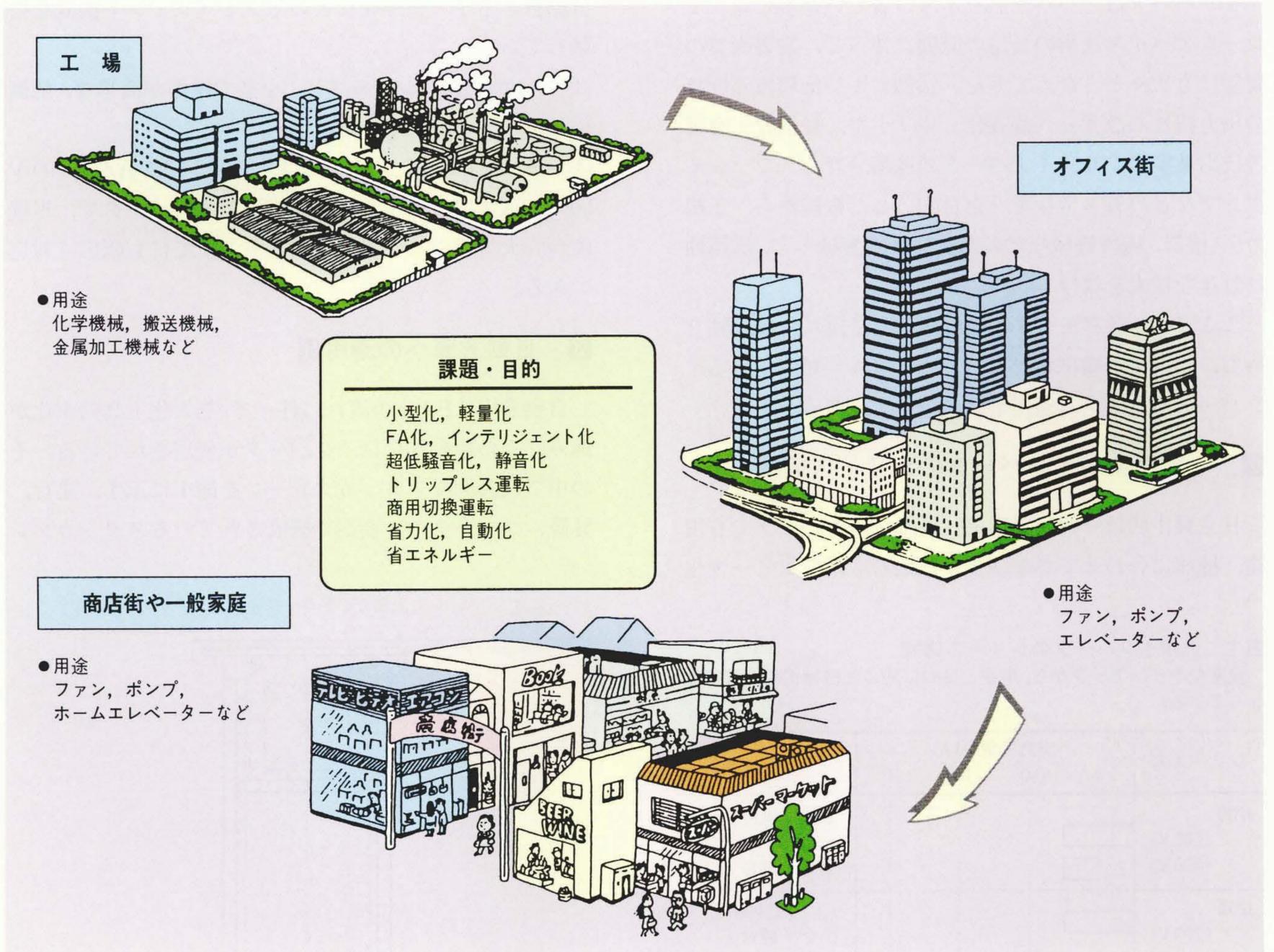
産業用インバータの適用事例

Application Examples of General-Purpose Inverters

三浦悟史* Satoshi Miura

松本 修* Osamu Matsumoto

千葉 宏* Hiroshi Chiba



産業用インバータの用途

産業用インバータの適用場所が、工場以外の場所に広がってきている。また適用分野も、ファンやポンプなどの省エネルギーを目的とした機械から工場のFA機器、繊維機械などの高付加価値機械へと広がっている。

近年、産業機械や設備の駆動源として省エネルギー効果も高く、取扱いの容易な三相誘導電動機の可変速運転に最適なインバータの利用が増加している。

一方、パワーデバイスの進歩とコントロールデバイスの発展などにより、インバータの機能や性能は長足の進歩を遂げ、利用分野も拡大し、インバータ

は産業界の各応用分野で省エネルギー、生産性向上、品質向上などの大きな効果を発揮している。

日立製作所は、これらの多様化するインバータのニーズにこたえて、産業機械分野に対応するインバータのシリーズ拡充を図るとともに、各用途に対応した種々のシステムを開発している。

* 日立製作所 産業機器事業部

1 はじめに

各種の可変速駆動装置の中にあつて、三相誘導電動機を直接可変速運転したいという願望は強く、これを実現できるインバータには、従来多くの期待が寄せられている。

インバータは、パワーデバイスの著しい進歩とコントロールデバイス技術の長足の発展に伴って、需要面での要望にも次々とかたえてきた。「始動および低周波運転時の出力特性の改善」、「静音化」や「小型、軽量化」などの技術進歩により、インバータの適用分野も、ファンやポンプなどの省エネルギーを目的とした機械から、工場のFA機器、繊維機械などの高付加価値機械へと、広範囲に急速な拡大を続けている。

ここでは、各種モータの駆動用として優れた操作性を持ち、制御する機械状況にフレキシブルに対応できるインバータのシステム適用事例について述べる。

2 一般産業用インバータのシリーズ構成

日立製作所は一般産業用汎(はん)用インバータでも用途、機能に合わせてさまざまな種類のものをシリーズ化

表1 汎用インバータのシリーズ構成

豊富なラインアップから、用途・目的に応じた機種選定が可能となっている。

シリーズ名	出力容量(kVA)			備考
	1	10	10 ² 10 ³	
J100 (200V) (400V)	■	■		多機能汎用型 センサレスベクトル 小型・静音
J200 (200V)	■			1:10定トルク 小型・静音
J300 (200V) (400V)		■	■	多機能汎用型 センサレスベクトル 静音・パワフル
K100 (200V)	■			小型・簡単・全閉
K070 (単相100V) (200V)	■			機器組込み ワンボードタイプ
HFC-VWS3 (200V) (400V)		■	■	標準型 ワイドな機能
VAH (200V)	■			高周波 最大3,333 Hz
JH300 (200V) (400V)		■	■	高周波汎用型 最大1,000 Hz

して製作している。これらのシリーズの概要を表1に示す。

(1) J100, J300シリーズは、センサレスベクトルによって150%高始動トルクを実現し、IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)を採用した静音タイプの多機能汎用インバータである。J300シリーズにはファジィ加減速、自動省エネルギー運転などのインテリジェント機能を搭載している。

(2) K100, K070シリーズは、小型で操作が簡単な、低価格汎用インバータである。

(3) HFC-VWS3シリーズは、200V 1kVAから400V 300kVAまでのワイドレンジの汎用インバータで、単機能から大規模システム、専用ニーズまでにも幅広く対応できる。

3 自動倉庫への適用例

自動倉庫はFA化の流れに伴って、無人化・高効率化が進み、その駆動部にはインバータが使用されている。その中で代表的なスタッククレーンを図1に示す。走行、昇降、フォークの3要素で構成されているスタッククレー

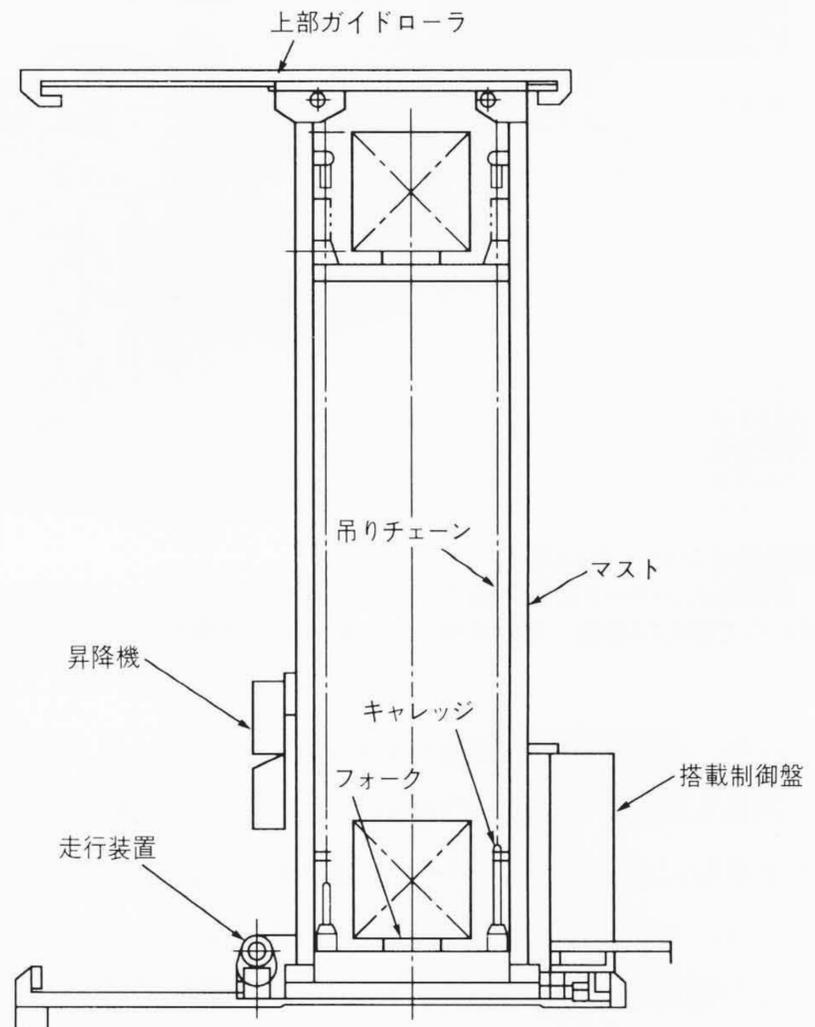


図1 スタッククレーンの構成要素

スタッククレーンの動力部は走行装置、昇降機、フォークで構成され、搭載制御盤内におおのこのインバータ、制御装置が組み込まれている。

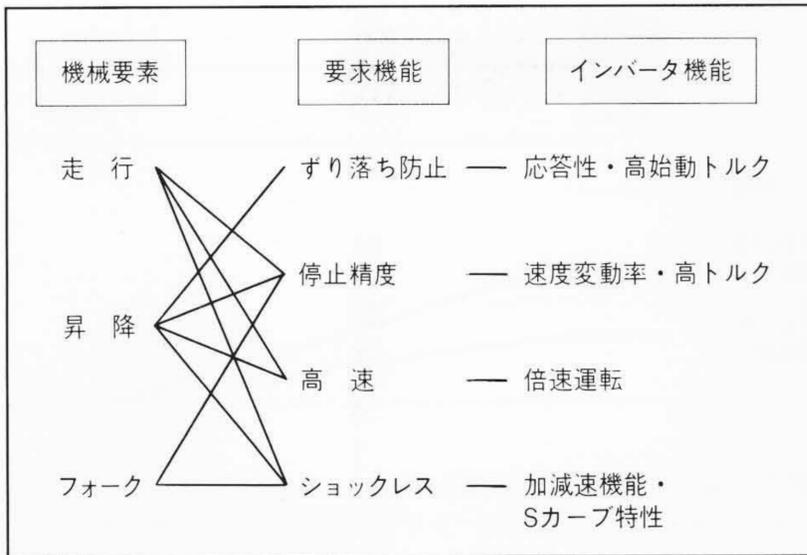


図2 スタッカクレーンの要素ごとの要求機能
機械要素によってインバータに要求される機能も異なる。これらの機能を効率よく搭載したインバータの開発が期待される。

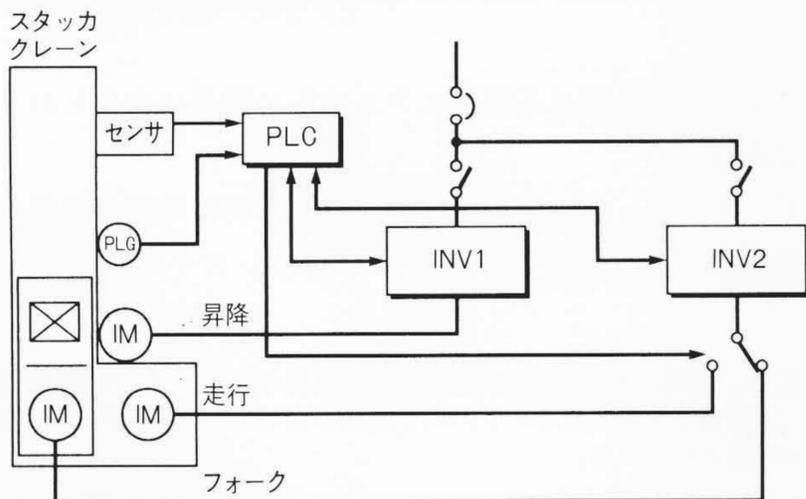
ーンには、生産性向上やコスト低減への要求が一段と強くなっている。各要素ごとの要素機能を図2に示す。

スタッカクレーンでは、高効率運転を実現し、運転サイクルの短縮を図るため、走行、昇降運転を同時に行う。しかし、フォークによる荷物の棚への入出庫は走行、昇降装置の停止中に行う必要がある。

フォークの入出庫速度は、昇降速度に比べ約 $\frac{1}{2}$ から $\frac{1}{5}$ と遅いため、モータ容量もこれに比例して小容量となる。このため、インバータ1台で走行用とフォーク用を兼用することが可能となる。

インバータのシステム構成を図3に、運転パターン例を図4に示す。

この駆動システムの特徴は次のとおりである。



注：略語説明 INV (インバータ)
IM (インダクションモータ)
PLC (プログラマブルコントローラ)
PLG (パルスジェネレータ)

図3 スタッカクレーン用インバータのシステム構成
走行装置とフォーク装置はINVZ 1台で切換運転が行われる。INVZには、センサレスベクトル制御として、2台分のモータ定数が設定されている。

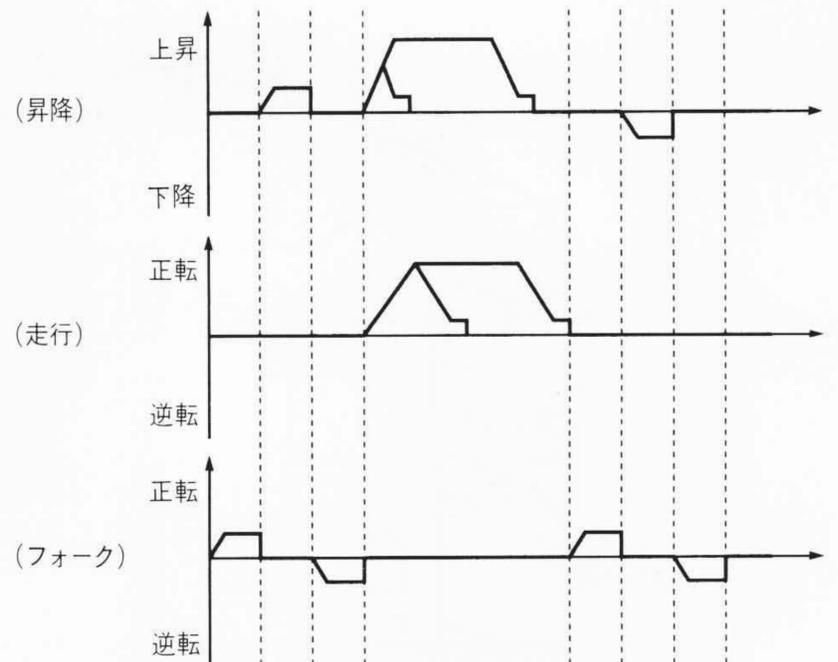


図4 スタッカクレーン運転パターン例
フォーク装置は、走行・昇降装置が稼動中は運転されない。

- (1) センサレスベクトル制御での高始動トルクにより、ブレーキ開放時のずり落ち防止とV/F (Voltage/Frequency) 制御インバータに対してモータ・インバータの枠下げが可能である。
- (2) 制御切換機能により、1台のインバータで2台のモータを個別にセンサレスベクトル制御ができる。
- (3) センサレスベクトル制御により、力行・回生モードの検出と負荷トルクの検出を行い、負荷に応じた自動速度制御、過荷重時の異常検出が可能である。
- (4) センサレスベクトル制御による変速範囲の拡大と停止精度を向上させることができる。

以上の駆動システムには、センサレスベクトル制御機能を持った「J300シリーズ」が適用できる。

4 繊維機械への適用例

繊維機械のドライブ方式としては、経済性、操業上のメリットのために、1台のドライブ装置で複数の機構を駆動する一括駆動方式が採用されてきた。しかし、ユーザーニーズが多様化するに従い、多品種・少量生産、コスト競争に対応した高速化、高精度化による機構部の個別駆動化が求められている。

一方、繊維機械は基本的に連続操業であり、瞬時停電によるインバータの停止は設備全体の停止につながる。特に、糸切れによる再立ち上げに要する時間は多大である。このため、瞬時停電時にも糸切れを発生させることなく、また、復電後も設定速度まで再加速することが必要となってきている。個別駆動方式では、個々のモータの負荷条件が異なるため停止状態が不均一となり、糸切

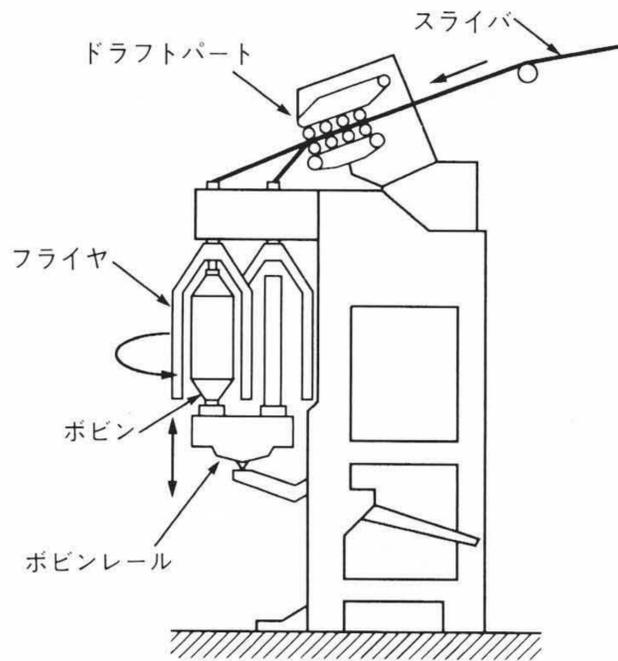


図5 繊維機械(粗紡機)の構成
ドラフトパートで撚(よ)られた綿糸は、フライヤの回転によってポビンに巻き取られていく。

れ発生に至ってしまうことがある。これを防止するため、停電検出後、回生エネルギーを利用し複数台のモータの回転を同期を保ちながら停止させるHISIC(停電時制御装置)を開発し、繊維機械の個別駆動システムに対応している。

HISICは各インバータへの周波数指令の比率を維持しつつ低下させ、かつ回生エネルギーを適正值に制御することで複数モータの同期停止を実現している。

繊維機械の一例として粗紡機の機械構成を図5に、インバータのシステム構成を図6に、停電時での各モータの運転特性を図7に示す。

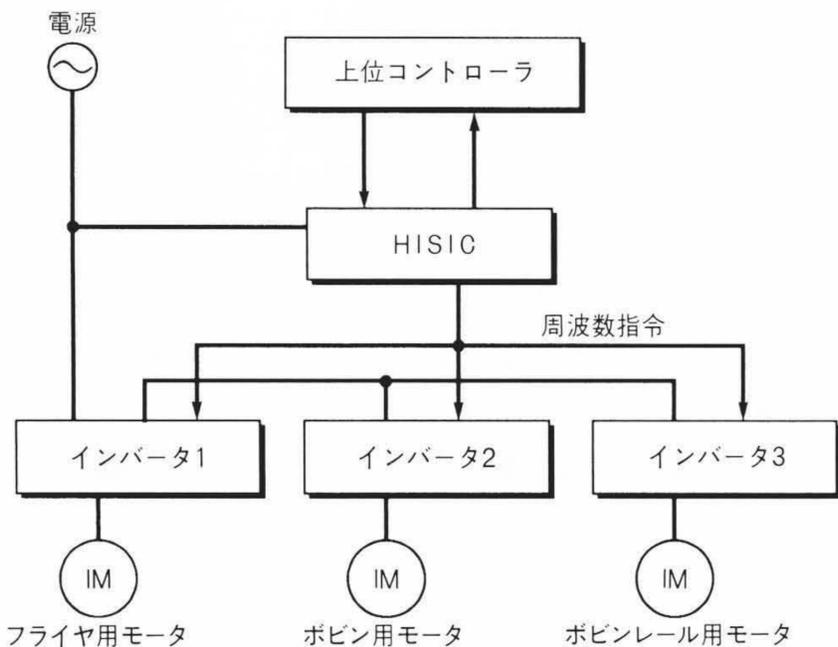


図6 繊維機械インバータのシステム構成
HISICは停電検出を行って、おのおののモータを同期停止させるように、インバータの周波数指令を自動制御する。

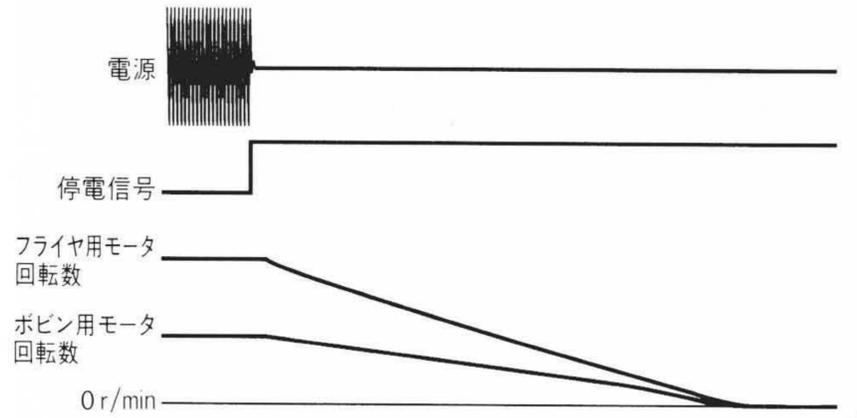


図7 繊維機械の停電時運転特性
メインモータとポビンモータが同時に停止しても糸切れしないように、HISICで2台のインバータを制御している。

5 太陽光発電装置でのインバータの適用例

インバータの駆動方法の一つに直流受電による駆動方法がある。最近、商用電源供給が困難な地域、日照時間が多い地域などに対し、太陽光利用電源システムの導入が増えており、このためインバータは不可欠の装置となっている。

太陽光利用電源システムでの産業用インバータの主な利用分野を表2に示す。国内では石垣島に、第1号の「太陽エネルギーを利用した農業用水給水システム」が導入された。3,160 haのさとうきび・パイナップル畑、そして300 haの水田に用水を送る「国営宮良川農業水利事業」で、ダムからの自然流下と加圧ポンプによる揚水で給水するものである。このポンプ駆動用に対し太陽光を利用したインバータ駆動システムの事例について述べる。このシステムの主な仕様を表3に、システム系統を図8に示す。

この太陽光利用電源システムの主な特長は次のとおりである。

- (1) クリーンなエネルギーの太陽光と商用電源を連携したため、地域環境にマッチした給水システムが実現で

表2 太陽光利用電源による産業用インバータの主な利用分野
太陽電池受電によるインバータ駆動方式は、種々の分野での利用が期待されている。

利用分野	用途
農業用	かんがい用水ポンプ駆動 散水設備 施設園芸用
公共施設	河川、湖浄化システム 噴水制御 淡水化装置 村落電力

表3 太陽光を利用したインバータ駆動システムの主な仕様
太陽光出力電圧を565Vとすることにより、400V級汎用インバータの利用が可能となっている。

太陽光出力	150.5 kW×1基
太陽電池型式	シリコン単結晶型
直流出力電圧	565 V
連係方式	常時並列・直流連係
インバータ	電圧型トランジスタインバータ×3台
負荷設備	95 kW×1, 37 kW×1, 15 kW×1 かんがい用ポンプ
付帯設備	気象観測用装置(日射量計, 温度計, 風速計), 記録演算装置(パーソナルコンピュータ)

きる。

(2) 直交変換装置をポンプの系統ごとに取り付けることにより、太陽光エネルギーが有効に利用できる。

(3) ポンプの運転を日射量に合わせて行っているため、商用電源の使用量が低減できる。

6 単相受電へのインバータ適用例

一般産業機械の中でも、軽工業、農業機械などの分野ではモータ容量も0.1~1.5 kWと小容量で、単相受電方式が多い。このため、これまでは単相モータが多く使用されていたが、これらの分野でも、生産性向上、品質向上、省エネルギー化のための可変速化のニーズは高く、インバータによる汎用三相モータ駆動方式が拡大している。このような単相受電でのインバータの主な利用分野を表4に示す。インバータは受電電圧によって方式が異なるが、いずれも三相汎用モータを採用している。おのこの相違点と特徴を表5に示す。

回路方式には、受電電圧をそのまま整流し、三相交流を得る図9に示す方式と、2倍の直流電圧に整流し、受電電圧に対して2倍の三相交流を得る図10に示す方式がある。

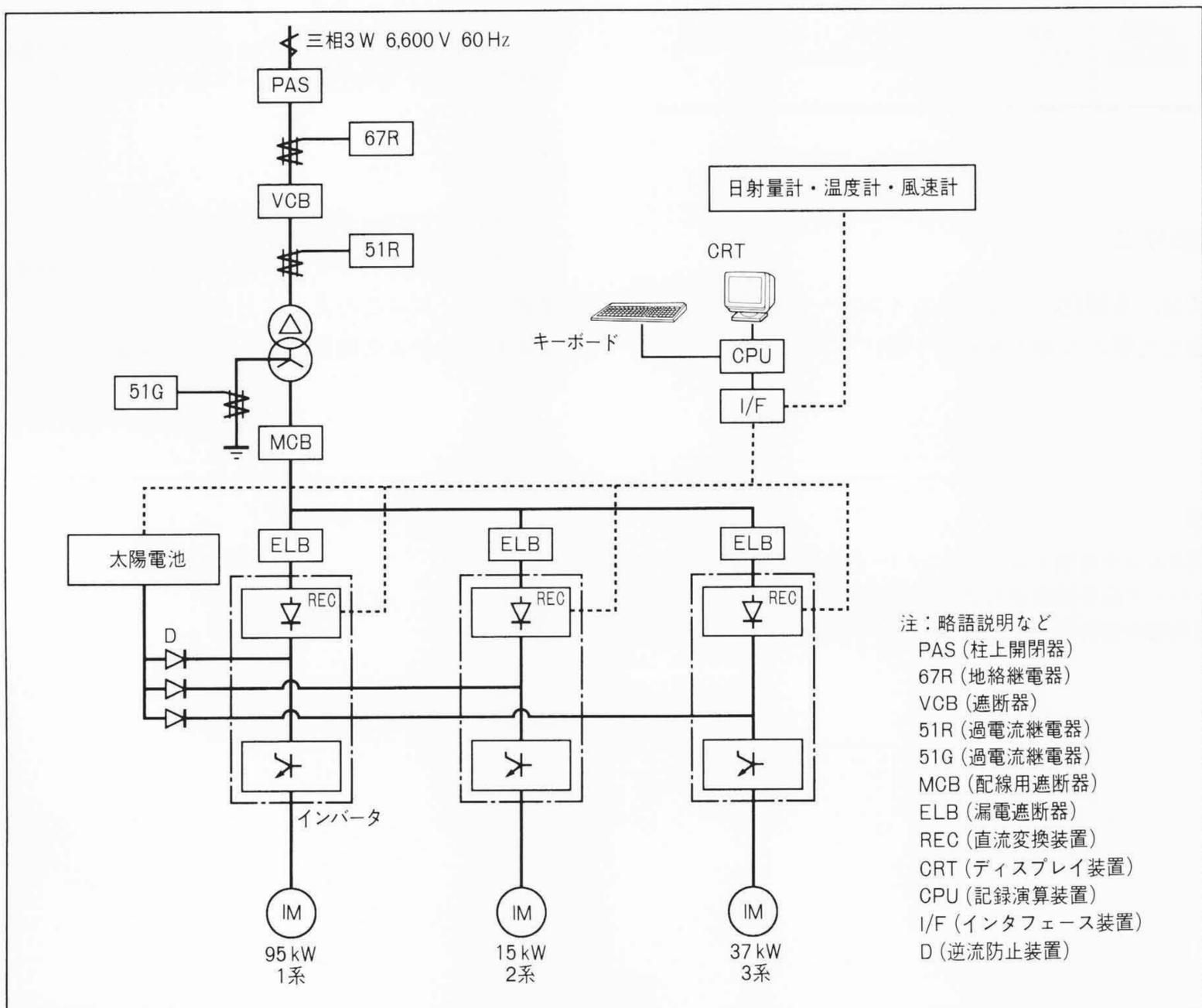


図8 太陽光利用インバータ駆動システムの構成

電源は、太陽電池と商用電源の常時並列・直流連係のシステムをとっている。

表4 単相受電インバータの主な利用分野
単相受電インバータの利用分野も拡大している。

分野	用途
農 水 産 用	食品機械 精米機 製茶機 選別機械
住 宅	立体駐車装置 ホームエレベーター
業 務 用	業務用アイロン 業務用ミシン
娯 楽 施 設 健 康 器 具	ピッチングマシーン 歩行訓練装置
車 両	空調, 換気装置

表5 回路方式による相違点と特徴
単相受電には100V, 200Vの2種類があり, おのおのに対応可能なインバータを提供している。

受電	整流回路	出力電圧	特 徴	図示
単相 200V	—	三相 200V	・汎用モータをそのまま使用できる。	図9
単相 100V	倍電圧 整流回路	三相 200V	・汎用モータをそのまま使用できる。 ・倍電圧整流回路が必要である。	図10

7 おわりに

ここでは, 多様化, 高度化したインバータ駆動のニーズに対応した新たな適用事例の一端について述べた。

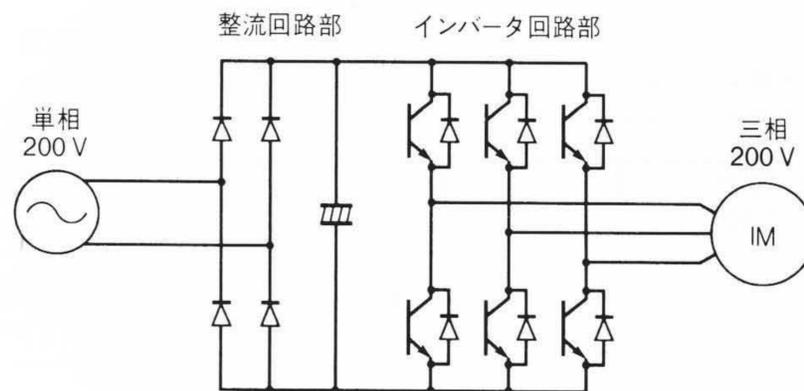


図9 単相200V入力, 三相200V出力インバータの回路図
インバータ回路部を三相構成とすることにより, 単相入力・三相出力対応が可能となる。

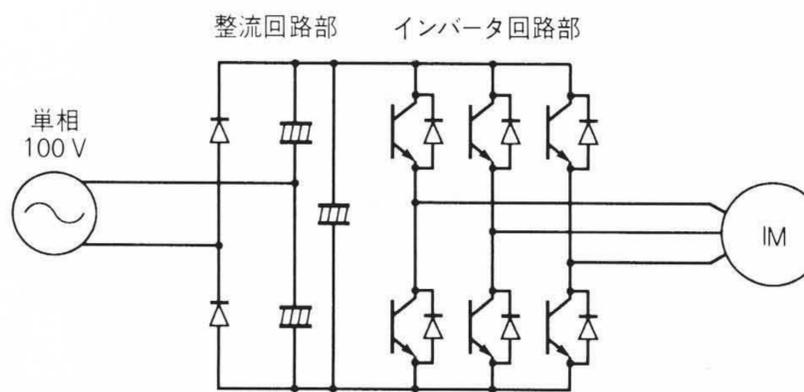


図10 単相100V入力, 三相200V出力インバータの回路図
整流回路部は, 倍電圧整流によって100Vから200Vに昇圧している。

今後, インバータ制御技術の進歩に伴い, その利用分野もさらに拡大すると思われる。その変化に対応し, 産業界のニーズにこたえることができるように, インバータ駆動システムの開発のいっそうの推進を図っていく。

参考文献

- 1) 社団法人日本電機工業会: インバータの上手な使い方
- 2) インバータ応用技術研究会(日立製作所共著): インバータ技術総合資料集, 総合電子リサーチ(1991-6)