

## Ⅱ. 社会システム

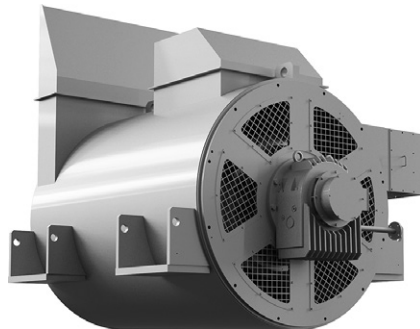
### 1 発電

#### 1-1 川崎重工業(株)納入ガスエンジン用発電機

川崎重工業(株)にガスエンジン用発電機2台を納入した。発電機は共通台板上に設置してエンジンと直結され、国内のコージェネレーション設備用に使用される。軸受は片軸受スリーブタイプの強制潤滑油方式を用い、また中性点側には三次巻線付きダブルコアCT（計器用変流器）を搭載しており、AVR（自動電圧制御）用・保護継電器用・計測用に使用される。

納入機器の仕様は、以下のとおりである。

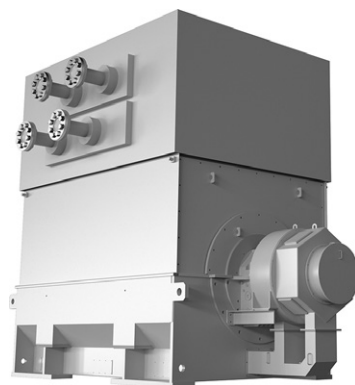
- (1) 形式：自由通風形、回転界磁突極形三相交流同期発電機
- (2) 用途：系統との連系運転
- (3) 定格：8333kVA-6.6kV-60Hz-10P-0.9pf
- (4) 励磁方式：PMG付きブラシレス方式



第1図 ガスエンジン用発電機

#### 1-2 新形4極タービン発電機

当社は、これまで10～45MVAの4極タービン発電機で、回転子構造として積層鉄心を用いた円筒形を採用してきた。この円筒形は回転子外径の遠心力による出力増加の制約などの問題があり、これを解決するため、塊状突極回転子を用いた4極タービン発電機を開発した。円筒形の巻線は絶縁電線を分割した溝にそれぞれ同心巻としているのに対し、突極形は一極に集中的に電線を巻けるため占積率が良く、銅量を増やすことができる。このため界磁損失を大幅に低減でき、効率が向上する。また電線を直接冷却でき、さらに冷却フィンを設置することもできることから冷却効率が格段に向上し、出力を増加することができる。今回製作した試作機（48.75MVA-11kV-50Hz）で効率98.3%を達成し、質量は従来形発電機に対し約30%の低減を実現した。



第2図 新形4極タービン発電機

#### 1-3 トレーラ式移動電源車

当社は、トレーラ式移動電源車を初めて製作・納入した。トレーラはけん引免許がないと運転ができないことから、導入事例は極めて少なかった。この移動電源車の納入先では、基本的に使用するのは構内のみであり、公道を走行する機会はほとんどないこと、構内を移動することもまれであることから、動力付きの車両では経済的でないためトレーラとした。トレーラは動力がなく保守点検が容易であり、移動が必要な時はけん引車を運転手込みでチャーターすることで、けん引免許の問題をクリアできることから導入された。



第3図 トレーラ式移動電源車

## 1-4 デジタル式静止励磁制御装置

近年、制御装置はデジタル式が主流であり、水力発電所用静止励磁制御装置についても、その要求は増加傾向にある。これまでのブラシレス励磁制御装置のデジタル化技術を継承しつつ、アナログ式静止励磁装置（形式：YNEX97Sシリーズ）の後継機種としてデジタル式静止励磁制御装置（YNEX11SD）を開発した。本装置の特長には、(1)多機能・高性能・小形、(2)界磁電流912Aまでの対応、(3)RoHS（Restriction of Hazardous Substances）対応品の採用、(4)大形ディスプレイ搭載による操作性の向上、(5)自己診断機能などがある。特に励磁制御部（ユニット）の寸法は、W225×H311×D175mmと超小形を実現した。



第4図 デジタル式静止励磁制御装置（YNEX11SD）

## 1-5 愛知電機(株)納入短絡発電設備

愛知電機(株)に短絡発電設備を納入した。本工事は、建屋を含むフルターンキーでの受注・納入である。

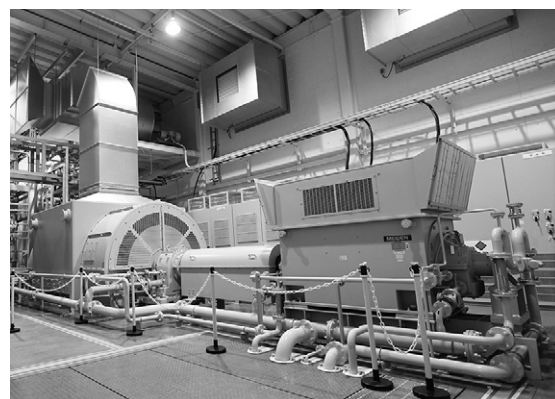
この短絡発電設備では、7.2kV遮断器の20kA大電流試験及び配電機器の耐アーク試験（12.5kA-0.4s）を実施できるほか、各種短絡試験ができる。主機の仕様は、以下のとおりである。

### (1) 発電機

330MVA（3サイクル）-13.2kV（Y）/7.62kV（Δ）-2P-60Hz  
275MVA（3サイクル）-11.0kV（Y）/6.35kV（Δ）-2P-50Hz

### (2) 電動機

1120kW-6.6kV-2P-60.6Hz-3600min<sup>-1</sup>  
933kW-5.5kV-2P-50.5Hz-3000min<sup>-1</sup>



第5図 短絡発電機

## 1-6 国立大学法人山梨大学（下河東）納入1500kVA常用・非常用ディーゼル発電設備（4号増設）

山梨大学（下河東）は、医学部附属病院が併設されていて、自家発電設備は病院の重要電源設備として位置付けられている。2013年に設置した3号と同様の使用目的で、今回4号ディーゼル発電設備を増設した。ピークカット使用と停電時（災害時）に使用する電源増強を目的として、1500kVA×1台を常用・非常用発電設備の4号機として増設した。

3号・4号は系統連系でき、常用運転時は脱硝装置で排気ガスに含まれるNO<sub>x</sub>を760ppm（O<sub>2</sub>=13%）に低減し、停電時には既設1号・2号（750kVA×2台）・3号発電機（1500kVA×1台）と並列できるシステムである。また冷却方式にラジエータを採用したことで、補給水を必要とせず、災害時・断水時にも長時間の運転ができ、災害に強い電源設備となっている。



第6図 常用・非常用ディーゼル発電設備

## 1-7 国立大学法人室蘭工業大学納入500kVA 常用・非常用ディーゼル発電設備

室蘭工業大学パワーセンター内に、夏季・冬季の電力ピーク節電対策及び停電時の非常電源設備整備として、500kVA-6600V-50Hz×1台、低騒音常用発電パッケージタイプのMEIPAC D<sup>メイパック</sup>を設置した。

このディーゼル発電機は系統連系でき、自動運転する電力設定パネルを設け、任意に運用変更ができる。また、排熱回収ができるパッケージ構造とした。

冷却方式にはエンジン軸付きファンによるラジエータ冷却を採用し、北海道の寒冷地でも冷却水が凍結せず、断水時にも長時間運転できる常時補給水を必要としない災害に強い電源設備である。



第7図 常用・非常用ディーゼルエンジン発電設備

## 1-8 国立大学法人九州大学（伊都）納入2500kVA 非常用ディーゼル発電設備

国立大学法人九州大学に2500kVA 非常用ディーゼル発電設備を2号機として増設した。2号機は非常用専用発電機として優先使用するほか、長期災害時に72時間の連続運転ができるよう専用の主燃料槽も新設した。また万が一の断水時でも運転できるように、常時補給水を必要としないラジエータによる冷却方式を採用した。この発電装置は、ZXシリーズ最大級である。主要要目は、以下のとおりである。

- (1) 発電機：2500kVA-6600V-60Hz-4P
- (2) 原動機：2280kW-1800min<sup>-1</sup> (MTU製)
- (3) 燃料：特A重油
- (4) 始動方式：空気式
- (5) 始動時間：40s



第8図 2号非常用ディーゼルエンジン発電設備

## 1-9 中国電力(株)納入6/3kV切り替え式高圧発電機車

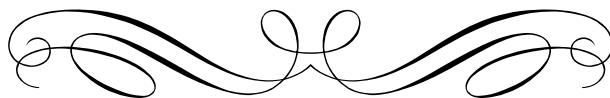
中国電力(株)に6/3kV切り替え式高圧発電機車を製作・納入した。6/3kV切り替え式は過去にも納入実績があるが、従来は発電機の端子箱での接続替えと配電盤側での計測回路の切り替えが必要であり、操作が煩雑であった。

今回、高圧用としては初めて開閉器を使用し、全て配電盤側で切り替えができる方式を採用したことで、電圧切り替え操作を容易にした。このほかの特長として、従来のアナログ計器とグラフィックパネルによる計測・操作を、計測用と操作用の2つの大形液晶タッチパネルで行えるものとして、視認性と操作性の向上を図った。



第9図 6/3kV切り替え式高圧発電機車

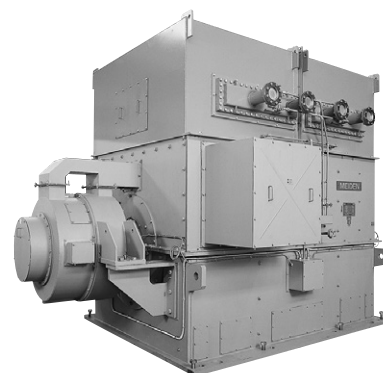
## 1-10 東日本旅客鉄道(株)上越新幹線新潟車両センター納入高圧発電機盤



## 1-11 製糖工場納入タービン発電機

フィリピン某製糖工場に4極タービン発電機を納入した。本発電所は、この製糖工場から発生するバガス（Bagasse：サトウキビ搾汁後の残渣）をボイラの燃料とした蒸気タービン発電設備である。発電機は、減速機を介して蒸気タービンによって毎分1800回転で駆動する。発電機の仕様は、以下のとおりである。

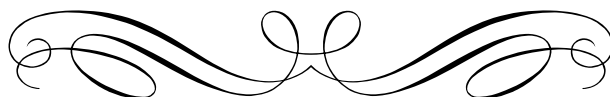
- (1) 形式：防じん防まつ水冷熱交換器付き
- (2) 出力：37,500kVA
- (3) 電圧：13,800V
- (4) 周波数：60Hz
- (5) 力率：0.8
- (6) 極数：4



第11図 タービン発電機

## 2 変電・配電

### 2-1 6kV移動用キュービクル車



## 2-2 北海道電力(株)納入潮流調整システム

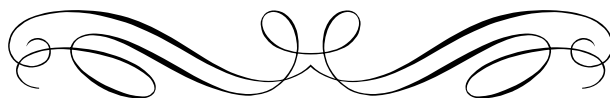
再生可能エネルギー発電設備の連系によって容量が不足する送電線が増加してきている。このような系統に発電設備を新たに連系する場合には、送電線の増強が必要となるが、多額の費用と長期間の工事を要することが課題となっている。当社は、送電線の潮流を常時監視し、送電線の容量が不足する際には発電を停止し、容量に余裕がある場合に発電を再開するためのシステム「潮流調整システム」を開発した。本システムを用いることで、容量が不足している送電線への発電設備の連系が可能となる。

潮流調整システムは、変電所に設置する親局と遠隔の発電所に設置する子局群から構成されている。昨年、親局の初号機を北海道電力(株)南早来変電所に、子局を道内2か所の発電所に納入した。

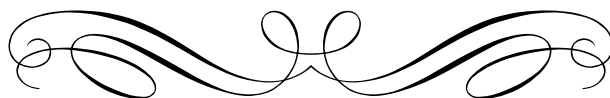


第13図 潮流調整システム

## 2-3 プログラムコントロール機能付きデジタル形電圧調整継電器の開発



## 2-4 東京電力(株)納入2階層制御システム (5・6号機)



## 2-5 横浜スマートシティプロジェクト

当社は大形商業複合施設である横浜ワールドポーターズを実証フィールドとして、スマートBEMS (Building Energy Management System) の開発・実証実験に取り組み、大幅なCO<sub>2</sub>削減・エネルギーコストの削減を実現した。特に上位システムからのデマンドレスポンス (DR) 要請に対しては、完全自動応答型DR対応によって、20%以上の受電電力抑制を達成した。昨年は、上位システムと国際標準規格であるOpenADR2.0bで連携し、電力DRAS～CEMS～統合BEMS～スマートBEMSの一気通貫のDR実証に参画した。

今後、スマートBEMSとコージェネレーションシステム、太陽光発電システム、蓄電システムなどの分散型電源を組み合わせたスマートエネルギーシステムの構築を目指す。



第16図 スマートBEMS (操作卓)

## 3 産業・施設プラント

### 3-1 日鉄鉱業(株)尻屋鉱業所特高変電所更新工事

日鉄鉱業(株)尻屋鉱業所で、特高受変電設備の老朽化更新を行った。広域CT及び多機能形デジタル継電器を採用したことで、信頼性の向上に加えて、将来の設備増強にも柔軟に対応できる。また、震災対応として、非常用発電機を納入した。主な納入品は、以下のとおりである。

- (1) C-GIS：72kV-800A-25kA 1式
- (2) 受電用避雷器：3台
- (3) 特別高圧変圧器：66/3.3kV-7.5MVA 1台
- (4) 高圧配電盤：7面
- (5) 特高監視操作盤：1面
- (6) 中央監視装置：1式
- (7) 非常用発電機：55kVA 1台



第17図 C-GIS

### 3-2 王子グリーンエネルギー日南(株)バイオマスボイラ設置工事

王子グリーンエネルギー日南(株)にバイオマス発電向け特高受変電設備を納入した。C-GISから特高監視操作盤までの距離が約1km離れていることから、受電CTはリード線負担の少ない二次定格1Aを選定した。また、特高変圧器は3巻線変圧器を適用したことで設備コストの低減を図った。主な納入品は、以下のとおりである。

- (1) C-GIS：72kV-800A-25kA 1式
- (2) 受電用避雷器：3台
- (3) VFS：72kV-800A-25kA 1台
- (4) 特別高圧変圧器：66/11/3.3kV-32/32/15MVA 1台
- (5) 11kV盤：1面
- (6) 特高監視操作盤：2面 (中通路式)



第18図 C-GIS

### 3-3 国立大学法人山梨大学（下河東）受変電設備更新

山梨大学（下河東）で、高圧配電設備老朽化のため配電盤を更新した。高圧盤閉鎖階級をJEM1425-MWとして、信頼性の向上を図った。また同一電気室内での更新のため、更新スペースに制限があることから、高圧真空遮断器には小勢力電磁操作形のVR-1を採用し、配電盤寸法の縮小を図った。主な納入機器は、以下のとおりである。

- (1) 主高圧配電盤：12面
- (2) 高圧コンデンサ盤：8面
- (3) 副高圧配電盤：5面
- (4) インタフェース盤：2面



第19図 高圧配電盤

### 3-4 昭和大学スポットネットワーク受電設備

昭和大学江東豊洲病院に、スポットネットワーク（SNW）受電設備を納入した。一次開閉器には真空遮断器を適用し、信頼性の向上を図っている。SNW用モールド変圧器は、耐熱クラスをH種とすることで機器寸法の縮小を図り、完全自冷式とすることで省メンテナンスとした。さらに振動対策として防振装置を採用し、振動の低減を図っている。主な納入機器は、以下のとおりである。

- (1) 24kV一次開閉器盤：3面
- (2) SNW用モールド変圧器：1500kVA 3台
- (3) 高圧配電盤：10面
- (4) ネットワーク監視盤：2面

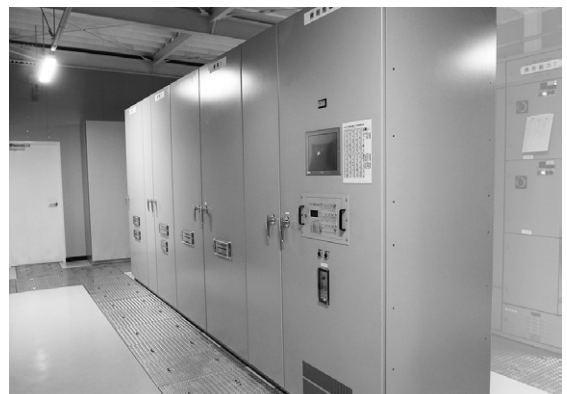


第20図 SNW受電設備

### 3-5 中日本高速道路(株)首都圏中央連絡自動車道トンネル用電源設備

中日本高速道路(株)首都圏中央連絡自動車道の愛川・小倉山・城山・相模原八王子・高尾山の各5トンネルに、トンネル用電源設備一式を納入した。トンネル照明の灯具は全てLED方式とし、以下の特長によって節電効果を更に向上している。

- (1) 入口照明の16段階の多段階調光制御の採用 従来と比べきめ細やかな調光制御と省エネを実現
- (2) 基本照明の交通量区分制御の採用 年間の混雑期と閑散期の交通量による調光制御で省エネを実現
- (3) 超高効率トッランナーモールド変圧器の採用 昨年度から適用の第二次判断基準を上回る低損失化を実現



第21図 トンネル用照明制御・照明盤

## 4 エネルギーソリューション

### 4-1 厚田市民風力発電所納入風力発電システム

㈱厚田市民風力発電が北海道石狩市の厚田区内に設立した「厚田市民風力発電所」に、2000kW風力発電装置2台を建設した。㈱厚田市民風力発電は㈱市民風力発電が設立した風力発電事業者であり、この厚田市民風力発電所の建設資金の一部は、市民風車ファンドとして広く一般から募集した出資金によって賄われている。風力発電装置が発電することで得た売電収入で、ファンドの出資者に利息収入を還元する仕組みである。

今回納入した風力発電装置は、ブレード回転面の直径（ロータ径）が99.8m、ブレード回転中心の地上高（ハブ高）が80.2mである。このような大形の風力発電装置で使用される最も重要な電気設備として、風力によって得られる回転エネルギーを電気エネルギーに変換する発電機と、その電気エネルギーを電力系統に接続可能な商用周波数の電力に変換するコンバータが挙げられ、今回の風力発電装置では発電機及びコンバータのいずれも当社製品を使用している。

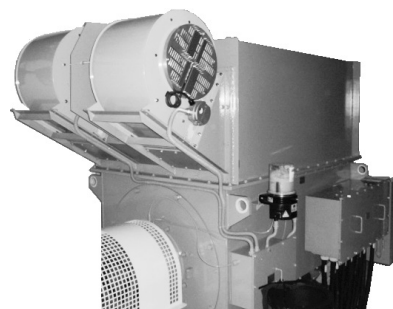
発電機はナセル（タワー上の発電機室）内に設置されており、高効率な永久磁石同期発電機（PMG）を用いている。ブレードの回転軸と発電機との間に増速機を設け、発電機の回転数を最大 $1650\text{min}^{-1}$ の高速回転とすることで、発電機を小形化することができ、ナセル寸法の低減を実現した。

半導体素子にIGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor）を用いた自励式3相ブリッジPWM（Pulse Width Modulation）コンバータは、風速に応じた回転数の変化によって、常に周波数が変わる発電機からの出力を電力系統に接続可能な商用周波数の電力に変換して送り出す。コンバータの冷却方式には水冷式を採用してコンパクト化を図っており、タワー内の非常に限られたスペースに設置できる。

一方、風力発電装置の遠方監視制御システムについても、当社製のSCADA（Supervisory Control And Data Acquisition）システムを使用している。本システムではインターネット経由でのVPN（Virtual Private Network）接続を用い、遠隔地からの状態監視や運転／停止制御などを低コストで実現している。また、電子メールを利用した警報発報を行っているほか、内部に風力発電装置の運転や異常の履歴を記録しており、この記録を用いた帳票作成機能も有している。さらに本システムでは、電力会社からのオンライン給電指令に対応し、2台の風力発電装置の合計出力が常に給電指令値以内となるように風力発電装置を制御している。SCADAシステムのこれらの機能が、風力発電システム全体としての利便性の向上に大きく寄与している。



第22図 2000kW風力発電装置



第23図 永久磁石同期発電機（PMG）



第24図 水冷式PWMコンバータ



第25図 SCADAシステムの画面表示例



## 4-2 やまなしメガソーラー（韮崎）発電所建設工事

山梨県韮崎市で、三井物産(株)が企画・開発を行う太陽光発電所「やまなしメガソーラー（韮崎）」の設計・製作・施工を一括受注した。

当社製太陽光発電用パワーコンディショナ「SP310-250T」を15台（合計出力3250kW）、国内製165W太陽光モジュールを31,920枚及び154kV受変電設備を含む各種の電気設備を納入し、一昨年4月から工事を進め、昨年1月に営業運転を開始した。

本発電所は、三井物産(株)と東京海上アセットマネジメント投信(株)が共同設立した投資ファンドが所有し、発電による売電収入はファンドに出資した投資家に還元される仕組みとなっている。



第26図 やまなしメガソーラー（韮崎）連系変電所全景

## 4-3 メガソーラー三雲建設工事

三重県松阪市曾原町で、Z自然エネルギー開発(株)が企画・開発を行う太陽光発電所「メガソーラー三雲」の設計・製作・施工の一部を(株)シーテックから受注し、太陽光発電用パワーコンディショナ「SP310-250T」を7台や受電設備などの当社製各種電気設備と接続箱・集電箱・遠隔監視装置などを納入・設置した。昨年3月に竣工し、営業運転を開始している。

本発電所には29,800m<sup>2</sup>の土地に出力245Wの太陽電池モジュール9702枚（合計出力：2377kW）が設置されており、年間発電電力量は約2,250千kWhを見込んでいる。これは約620世帯の年間消費電力量に相当し、約1160tの二酸化炭素排出削減効果がある。



第27図 メガソーラー三雲全景

## 4-4 三井不動産(株)柏の葉スマートシティ納入NAS電池用交直変換装置

NAS電池用交直変換装置1式（1800kVA）を、三井不動産(株)柏の葉スマートシティに納入し、昨年12月から運転中である。NAS電池は日本ガイシ製で、合計12,960kWh分（1800kW-7.2h）が設置されている。

本装置は、ピークカット／ピークシフト／域内の電力融通などに使用される。また、系統停電時は非常用発電機代替としても使用するため、自立運転機能を備えている。

なおNAS電池の充放電運転は、柏の葉スマートシティ全体を統括するAEMS（納入範囲外）から制御されるため、EMS対向通信機能を実現した。



第28図 NAS電池用交直変換装置

#### 4-5 マルホ(株)彦根工場納入瞬時電圧低下(瞬低)対策機能付きNAS電池用交直変換装置

瞬低対策機能付きNAS電池用交直変換装置2式をマルホ(株)彦根工場に納入し、昨年7月から運転中である。NAS電池(日本ガイシ(株)製)は、21,600kWh(3000kW-7.2h)分が設置されている。通常はピークカット運転を行いつつ、系統の瞬低発生時は大容量無停電電源装置(UPS)として設備を保護している。

交直変換装置の容量は、2400kVA機(電池は2400kW分)が1式、1200kVA機(電池は今回600kW+将来追加600kW)が1式で、合計3600kVA分である。

なお本システムのNAS電池は、2011年9月に発生した火災事故を踏まえた各種安全対策が施された新形NAS電池の1号機である。

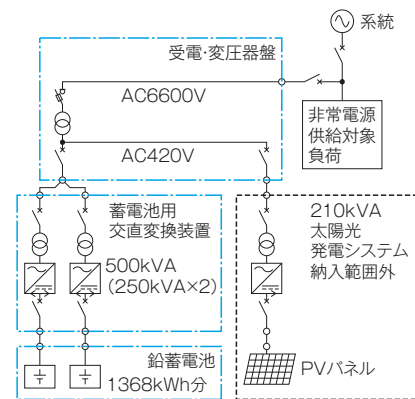


第29図 瞬低対策機能付きNAS電池用交直変換装置

#### 4-6 某社納入鉛蓄電池システム

交直変換装置(500kVA)と鉛蓄電池(1368kWh)のシステム1式を某社に納入し、昨年11月から運転中である。鉛蓄電池は新神戸電機(株)製の長寿命サイクル用鉛蓄電池(4500サイクル-17年)を採用した。

本装置は、系統が長時間停電した場合の非常用電源として活用するため、制御電源用バッテリーが無くなった状態でも自立運転を開始できる「ブラックスタート機能」を備えている。さらに蓄電池から自立運転中に、太陽光発電装置(210kVA・納入範囲外)を連系させることができる。非常用電源を給電しながら、昼間は太陽光発電装置から蓄電池に充電できるため、昼夜にわたる連続給電が可能となる。



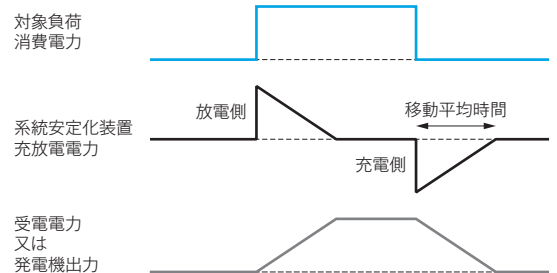
第30図 システム構成図

#### 4-7 某社納入リチウムイオンキャパシタ式系統安定化装置

リチウムイオンキャパシタ(JMエナジー(株)製)を蓄電デバイスとする系統安定化装置1式(250kVA-60s)を、某社に納入し、昨年11月から運転中である。

本装置は消費電力の変動が激しい負荷に併設され、負荷変動を緩和するように動作する。これによって、負荷変動に伴う系統への影響(フリッカなど)を軽減させることができる。

また自家発電機に本装置を組み合わせることで、発電機の電圧/周波数変動幅を小さくできる。さらに発電機単体と比較して、許容負荷投入率を著しく増大させることができる。これは負荷投入時の発電機負担が、ステップ状の変動から緩やかな傾斜状の変動に緩和されるためである。



第31図 制御イメージ図

## 4-8 Enel Distoribuzione社納入2000kW大容量リチウムイオン蓄電池システム

昨年、当社はイタリア最大の配電事業者である Enel Distoribuzione 社に、イタリア国内最大の2000kW大容量リチウムイオン蓄電池システムを納入した。

当社は、本システムで250kW 8台並列の変換装置、SCADA（電力監視制御システム）用インタフェース装置、お客様向けデータ収集・監視システム、特高受変電機器の開発・設計を担当し、日本電気株の新形リチウムイオン電池（2000kWh）と組み合わせている。

イタリアでは、太陽光発電・風力発電などの再生可能エネルギーの導入に伴う需給調整や電力品質確保が重要課題であり、本システムは実際のフィールドで蓄電池システムの有用性を検証することを目的に導入されたものである。



第32図 大容量リチウムイオン蓄電池システム