

出力制御機能付PCSの技術仕様について

太陽光発電協会

日本電機工業会

電気事業連合会

<出力制御システム構築の基本的な考え方>

- 出力制御システムを構築するに当たっては、
 - ①出力制御は系統安定化のために必要最小限なものとする
 - ②出力制御の対象となる発電事業者間の「公平性」を確保すること
 - ③出力制御システムの「運用実行性」を確保することを、出力制御の運用に関する基本的な考え方とする。

<出力制御システム構築の検討の方向性>

上記の考え方を踏まえ、下記を基本として検討を進める。

- 太陽光発電設備のうち、特別高圧に連系しているものなど、系統に与える影響が大きく、系統運用の安定化のためにより大きな責任を果たすべきと考えられる発電設備については、専用回線による出力制御を行う方向で検討。
- 高圧以下に連系している出力規模が比較的小さな発電設備については、基本的に発電事業者がインターネット等の公衆通信網を通じて電力会社から出力制御情報を入手し、その情報に基づき出力制御を行う方法を採用する方向で検討。また、配信事業者を介して出力制御スケジュールを配信することも検討。
- 固定スケジュール型の出力制御については、通信回線を開設することが物理的に現実的では無い場所(山間地に立地する発電設備等)のみに用いる方向で検討。
- 風力発電設備についても、太陽光発電設備と同様に規模に応じた出力制御とする。
- 通信頻度、出力制御スケジュールの日数等の詳細については、短期的に実現可能なシステムのみを想定するのではなく、更なるシステム面での対応を求められる場合にも対応できるよう、柔軟性のあるシステム設計とする方向で検討。

<2/17系統WGで頂いた意見>

- ・PCSに備えるべき基本的な機能を整理し、通信機能をもったインターフェースを別途付ける形も可能か。
- ・PCSは電力会社毎に異なる仕様とならないよう、全国共通の仕様とすべき。

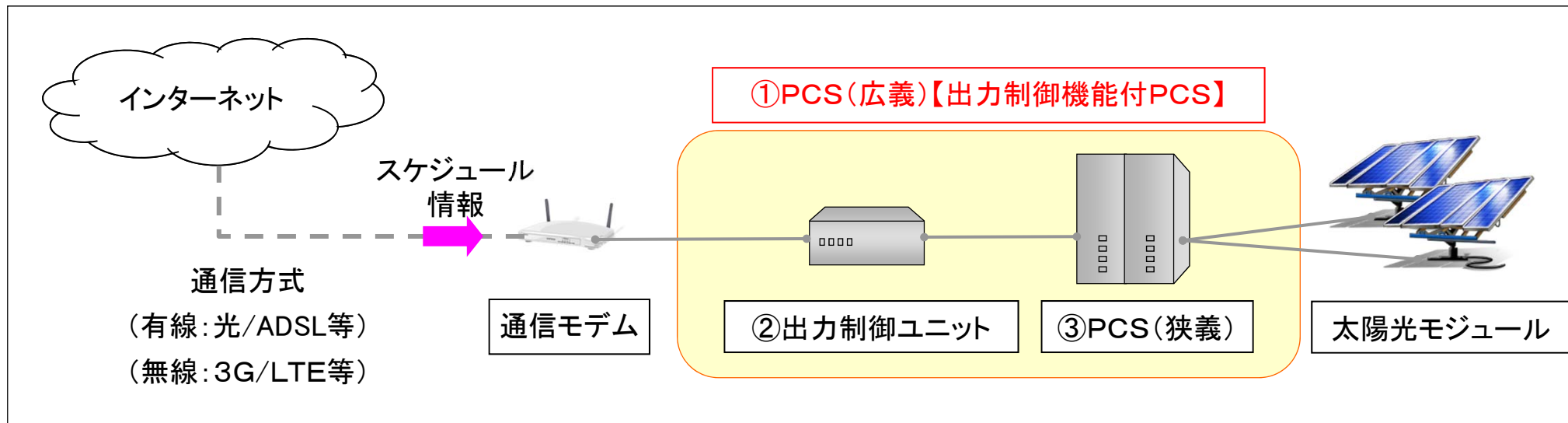
システム構築の視点	具体的な対応(主なもの)	技術仕様等への反映(例)
<ul style="list-style-type: none"> ・コスト面、技術面等も踏まえ、確実に出力制御可能であること 	<ul style="list-style-type: none"> ・発電設備容量を考慮して通信方式を選定することが現実的であり、基本的には、出力規模の大きい特別高圧連系等は専用回線、出力規模が小さい高圧以下連系はインターネット回線を活用したシステムを構築する 等 	P3～P5
<ul style="list-style-type: none"> ・出力制御は系統安定化のために必要最小限なものとする 	<ul style="list-style-type: none"> ・必要最小限の出力制御を実現するため、部分制御、時間制御などきめ細かい制御が可能な仕様とする ・余剰買取は、自家消費分は制御しない 等 	P6～P9
<ul style="list-style-type: none"> ・将来の情勢変化等に対して、柔軟に対応できること 	<ul style="list-style-type: none"> ・再エネ連系量の拡大にも柔軟に対応可能な制御方式とする ・将来、配信事業者(アグリゲータ)などによる付加価値サービス提供などにも対応可能である 等 	P6～P9
<ul style="list-style-type: none"> ・電力安定供給のため、必要なセキュリティを確保すること 	<ul style="list-style-type: none"> ・インターネット回線を活用する場合、不正アクセス、サイバー攻撃などの脅威への対策を実施 ・制御データ改ざんや時刻改ざんなどへの対策を実施 等 	P10～P11
<ul style="list-style-type: none"> ・全ての電力会社に適用可能な共通の仕様とすること 	<ul style="list-style-type: none"> ・発電事業者団体、PCSメーカー、電力会社による議論を踏まえて、技術仕様を全国共通とする 	P12～P15

<出力制御システム概要図>

<p>① 専用回線による出力制御</p>	<p>※ 60kV以上は系統連系規程により専用回線による発電情報取込が連系要件となっている</p> <ol style="list-style-type: none"> 電力会社は、発電事業者へ出力制御を前日までに予告 電力会社は、当日の実需給に応じて、事業者へ出力制御指令値を送る 発電事業者は、受信した出力制御指令値に従い、自動または手動で出力を調整 	<ul style="list-style-type: none"> ○発電情報取込用の専用回線を活用することで、随時指令可能なため、当日の実需給に応じて、リアルタイムでの出力制御が可能 ○新たな専用回線の敷設には多大なコスト（発電事業者負担）がかかるが、外部からのセキュリティは高い
<p>② 出力制御スケジュールの書換による出力制御</p>	<ol style="list-style-type: none"> 電力会社は、発電事業者へ出力制御を前日までに予告 電力会社は、当日の需給想定に応じて出力制御スケジュールをサーバ上にアップロード PCSは、電力サーバ上の出力制御スケジュールを取得し、出力を調整 	<ul style="list-style-type: none"> ○出力制御の指示頻度は、電力サーバ上の出力スケジュールの書換頻度やPCS（パワーコンディショナ）からのアクセス頻度による（当面は1日1回程度を想定） ○インターネット等の既存通信技術を活用するため、システムの汎用性が高く低コストであるが、セキュリティ面の対策が必要 ○PCSが定期的に電力サーバにアクセス・出力制御を行うことで、発電事業者が都度対応しなくてよい

- 出力制御スケジュール書換に対応した、出力制御機能付PCSの技術仕様を決定する。

＜出力制御機能付PCSシステムの構成＞



＜出力制御機能付PCSシステムの構成＞

①PCS(広義) 出力制御機能付PCS	電力会社または配信事業者が提示する出力制御スケジュール情報を取得し、そのスケジュールに応じて発電出力を制御する機能を有するPCSと定義する。基本的には「②出力制御ユニット」と「③PCS(狭義)」から構成する。(②、③の機能を一体化したシステムもある)
②出力制御ユニット	サーバから出力制御スケジュールを取得し、出力制御スケジュールに基づいて、「③PCS(狭義)」を制御する機能をもつ制御装置と定義する。外部通信機能がない場合でも、ユニット内に保存された固定スケジュールにより、「③PCS(狭義)」を制御する。
③PCS(狭義)	従来のPCSの機能に加え、「②出力制御ユニット」から出力制御情報を受けて、太陽光発電の出力(上限値)を制御する機能を有するPCSと定義する。

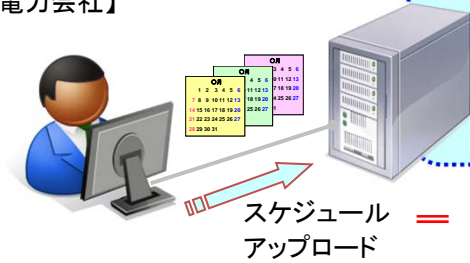
※PCS(狭義)と出力制御ユニットは、製造メーカーが異なっても、PCS(広義)の仕様を満たすものとする

【電力サーバ】

- ・インターネット上に「出力制御スケジュール」を掲載
- ・事業者をID・SSLにて認証し、発電所に応じたスケジュールを受渡し
(出力制御スケジュールリングパターン数により、複数のスケジュールを用意)

NTP

【電力会社】



Aスケジュール

○月	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

Bスケジュール

○月	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

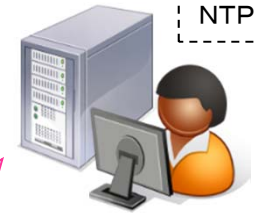
Cスケジュール

○月	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

IDにより
スケジュールを判別

ID認証・SSL通信

【配信事業者】



NTP

セキュリティ対策

【出力制御機能付PCS(通信機能なし)】

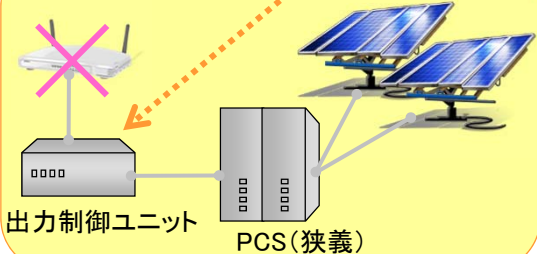
- ・電力サーバ上の出力制御スケジュールを事業者にてダウンロード
- ・スケジュール情報を手動書換
※書換しない場合は発電停止



スケジュール手動更新(年1回以上)

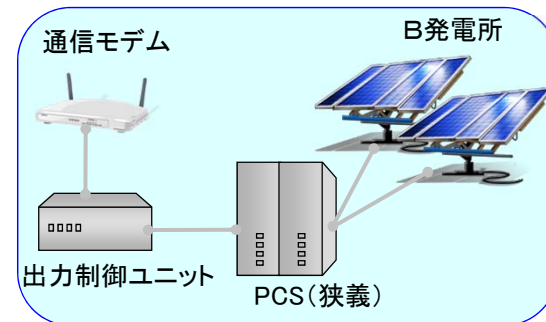
<固定カレンダーによる出力制御>

通信機能なし

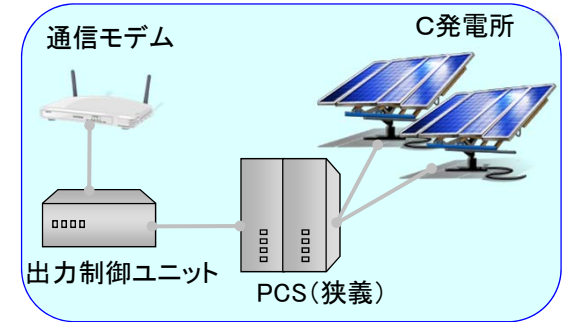


【出力制御機能付PCS】

<出力制御スケジュール書換による出力制御>



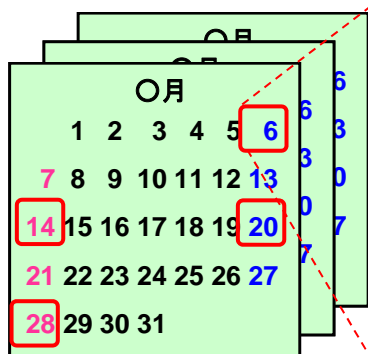
<配信事業者を活用した出力制御スケジュール書換による出力制御>



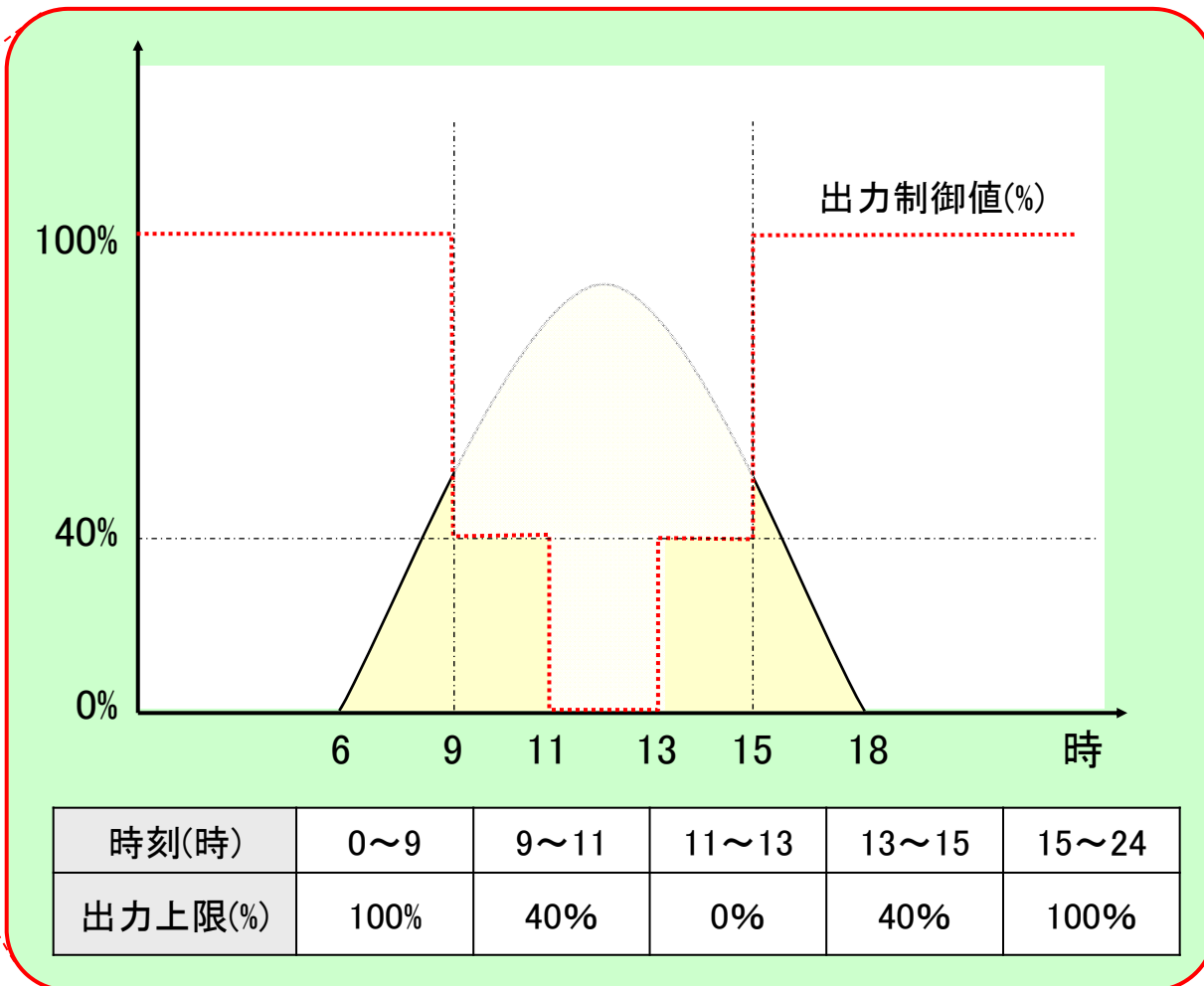
- 出力制御日は、固定スケジュール(手動定期書換)の運用を踏まえ、400日(1年分+ α (1か月))の出力制御設定を可能とする。
- 各日の出力制御スケジュールは、30分単位、定格出力制御値1%単位の設定を可能とする。
※通信機能がある場合には、将来的には最短30分毎のスケジュール更新に対応

【各日の出力制御スケジュール(例)】

【出力制御スケジュール】

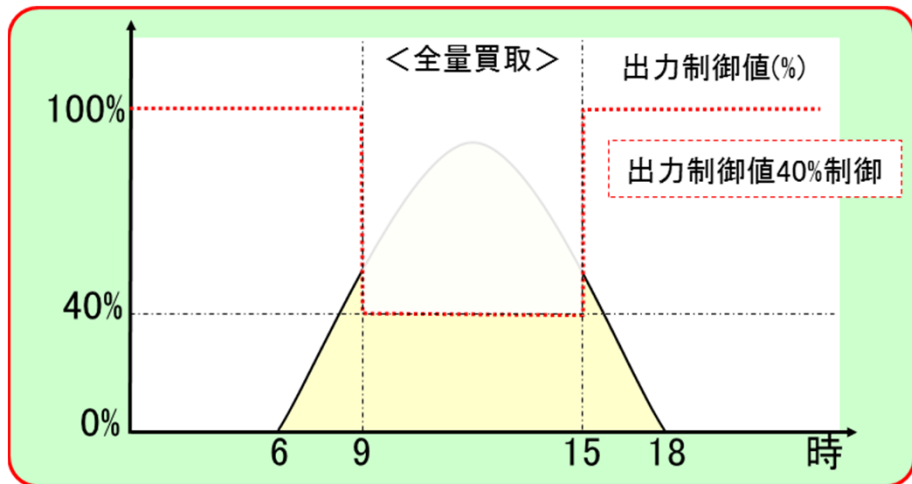
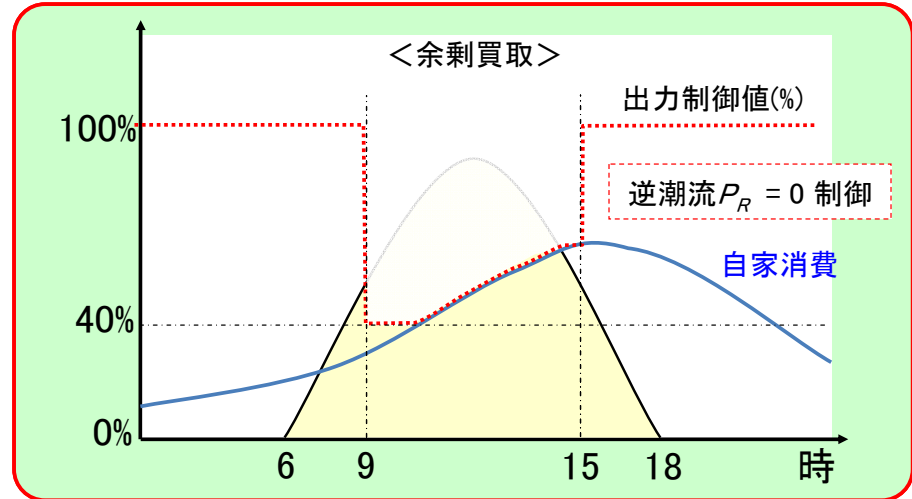
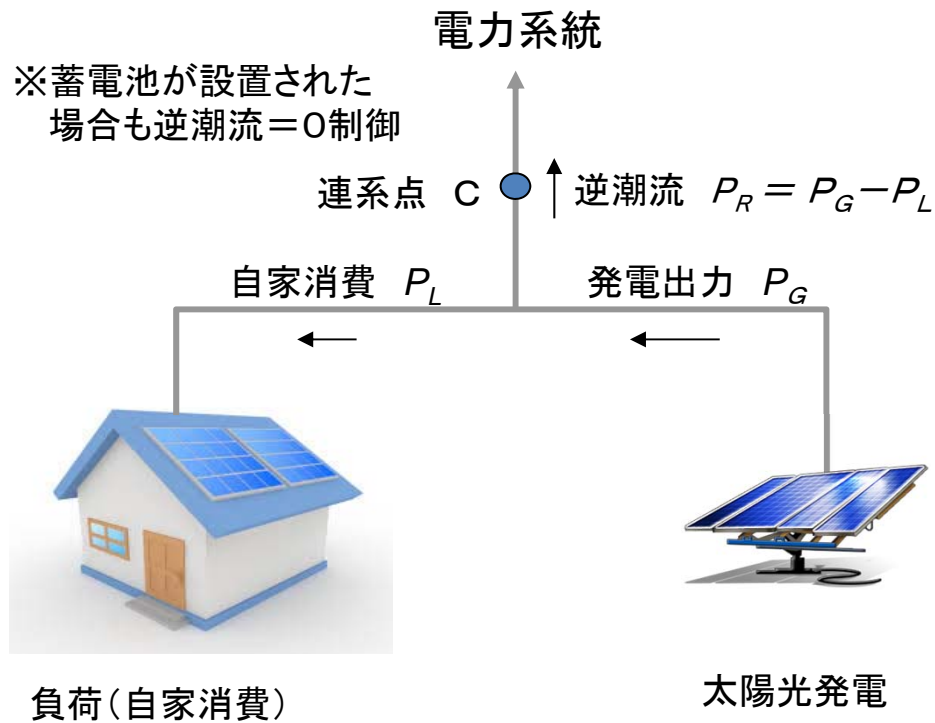


※出力制御日は400日先まで登録可能



※出力制御スケジュールは30分単位、1%単位で設定が可能

- 余剰買取の場合、自家消費分は原則制御しないために、発電出力を0~100%の間で調整する制御に加え、連系点での逆潮流=0(系統への突き出しがないこと)とする制御が可能な仕様とする。
- 住宅用(10kW未満)だけではなく、接続電圧・連系区分・設備容量に関係なく、余剰買取の場合は同じ扱いとする。



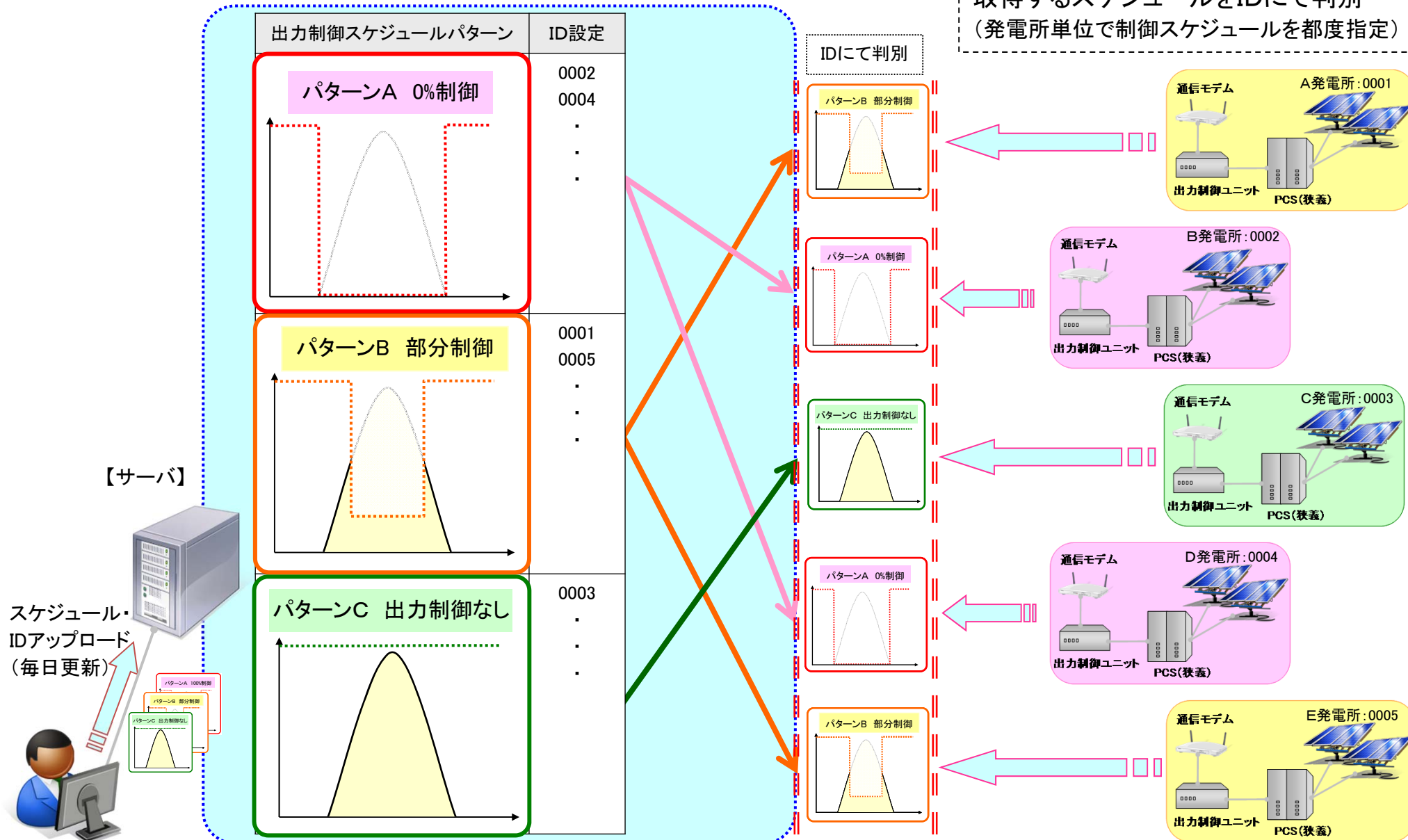
※余剰買取時の出力制御内容

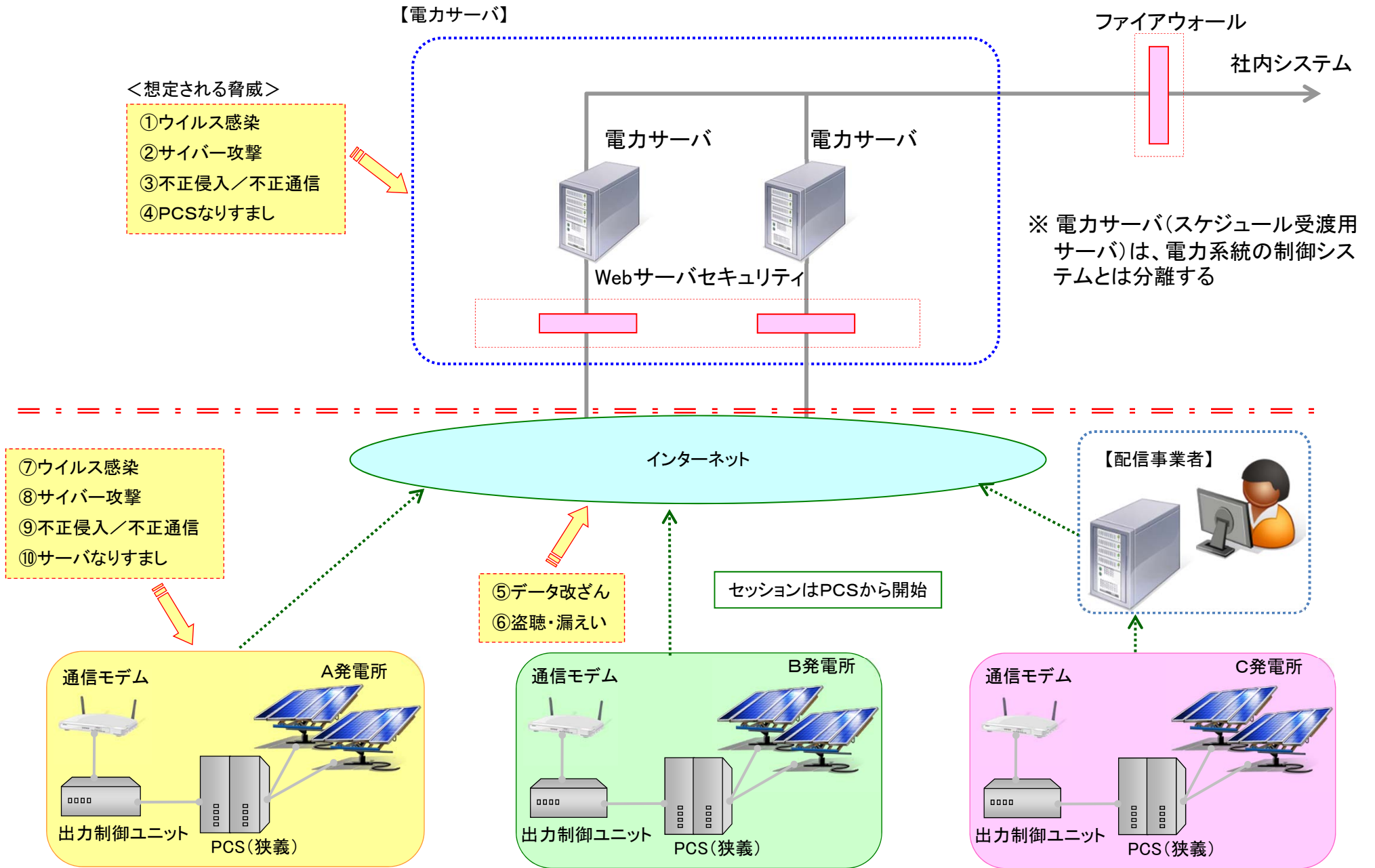
- ・ $P_R > 0$: 出力上限値まで出力減制御
- ・ $P_R \leq 0$: $P_R = 0$ に収束するまで出力増制御

※ 40%の出力制御をした場合、余剰買取は自家消費分まで発電可能であるが、全量買取は発電出力の上限が40%となる

○ 出力制御スケジュールをIDにて判別することにより、需給状況に応じた細やかな出力制御を実現する。

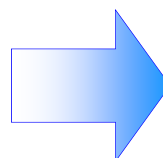
＜スケジュールを毎日更新する場合の運用例＞





- 電力サーバとのやりとりには、個人情報等の重要情報を含めない。
 - ・出力制御スケジュールにおいて、出力制御量(出力上限値、時間)を指定する。
 - ・PCSは、出力制御スケジュールのダウンロードのみの機能とし、PCSから個人情報等の重要情報は送信しない。(ID設定等の識別情報など、運用に必要な情報を除く)
- 出力制御スケジュールのバックアップ(年間設定+部分書換機能)
 - ・ID認証により、PCSと電力サーバ間で相互に確認することで、事業者のスケジュール受信誤りを防止。
 - ・通信故障時は、予め設定した故障前の最新スケジュール(年間設定)により制御する仕様とすることで、出力制御の実行性を担保。
- PCSの外部遠隔操作の防止
 - ・スケジュール更新は、PCS側からセッションを開始して実施する仕様とし、電力会社を含め、外部からのスケジュール書換、遠隔操作はできない仕様とする。(最短30分毎のスケジュール更新には対応)

想定される脅威	
電力サーバ	①ウイルス感染 ②サイバー攻撃 ③不正侵入／不正通信 ④PCSなりすまし
通信途中	⑤データ改ざん ⑥盗聴・漏えい
PCS	⑦ウイルス感染 ⑧サイバー攻撃 ⑨不正侵入／不正通信 ⑩サーバなりすまし



システムの対策	
電力サーバ	・ファイアウォール ・サーバ2重化 など ・スケジュール設定のバックアップ ・ID認証(PCSとの相互確認)
通信途中	・SSL通信による暗号化 ・重要情報を含めない
PCS	・外部からのセッション開始不可 ・スケジュール設定のバックアップ ・通信先として電力サーバを指定 ・SSL通信

＜技術仕様＞

No	機能	項目	説明
(1)	部分制御	出力増減	<ul style="list-style-type: none"> ○PCS定格出力の100→0%出力(0→100%出力)までの出力変化時間を、5～10分の間で1分単位で調整可能とすること(誤差は±5%(常温))。変化率は、「100%/(5～10分)」一定とすること。 ○変化率をリニアにする代わりに、一定のステップでの制御する方式(ランプ制御)も認める。なお、制御ステップは10%以下とすること。(制御ステップ) 5分:10%/30秒(最小)、10分:10%/1分(最大)
		制御分解能	<ul style="list-style-type: none"> ○定格出力の1%単位での制御とすること。(精度は定格出力の±5%以内(常温)とすること)
		契約容量への換算機能	<ul style="list-style-type: none"> ○パネル容量とPCS容量を入力する機能を有し、出力制御量を「契約容量ベース」から「PCS容量ベース」に換算して、PCS(狭義)に指令できる機能を具備する。 なお、容量入力にはパスワードを設けるなど、セキュリティを確保すること。(詳細は参考参照)
(2)	逆潮流防止	防止精度	<ul style="list-style-type: none"> ○逆潮流防止精度は、検出レベル(定格出力の+5%または+150Wの大きい方)、検出時限(5分以内)とすること。 ○出力制御0%指令の場合 <ul style="list-style-type: none"> ① 余剰買取では、連系点の逆潮流をゼロ(自家消費=発電出力)とする制御、もしくは発電機出力を0%とする制御 ② 全量買取では、出力制御(0%)では発電機出力を0%とする制御
(3)	PCS(狭義)通信故障等	通信故障	<ul style="list-style-type: none"> ○PCS(広義)の内部通信が異常となってから、5分以内で発電出力を停止すること。但し、通信再開時は自動または手動いずれにおいても復帰可能とする。

＜技術仕様＞

No	機能	項目	説明												
(4)	オンライン制御	通信頻度	<ul style="list-style-type: none"> ○出力制御スケジュールは、最短30分単位で更新可能とすること。 ○更新周期(次回アクセス)は、電力サーバから指定できる仕様とすること。 												
(5)	スケジュール	制御日数	<ul style="list-style-type: none"> ○400日(1年+α)×48点(24時間/30分)分の出力制御量を設定できること。 ○任意期間(日単位など)でのスケジュール部分書換が可能な仕様とすること。 												
(6)	PCS(広義)通信故障等	時計	<table border="1"> <thead> <tr> <th>項目(時計)</th> <th>通信機能あり</th> <th>通信機能なし</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>時計改ざん対策</td> <td>電力サーバもしくは配信事業者サーバの時計情報と同期すること</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ・時刻の設定はGPS等による時刻同期、もしくはメーカー等のサービスマンにて実施すること ・運用開始後の手動による時刻調整は、1日につき±10分以内に制限すること(設定時は除く) </td> </tr> <tr> <td>時計消失対策</td> <td>同上</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ・停電時に内部時計が停止しない仕様とすること ・もし時計(年月日)消失した場合には、GPS等による時刻同期、もしくはメーカー等のサービスマンによる再設定まで発電機を停止する仕様とすること </td> </tr> <tr> <td>時計の精度</td> <td>同上</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ・内部時計は水晶発振器による時計等と同期させ、時計誤差は±60秒以内/月(常温)とすること ・固定スケジュール更新(年1回以上)時に、時刻を補正し、上記精度を維持すること </td> </tr> </tbody> </table>	項目(時計)	通信機能あり	通信機能なし	時計改ざん対策	電力サーバもしくは配信事業者サーバの時計情報と同期すること	<ul style="list-style-type: none"> ・時刻の設定はGPS等による時刻同期、もしくはメーカー等のサービスマンにて実施すること ・運用開始後の手動による時刻調整は、1日につき±10分以内に制限すること(設定時は除く) 	時計消失対策	同上	<ul style="list-style-type: none"> ・停電時に内部時計が停止しない仕様とすること ・もし時計(年月日)消失した場合には、GPS等による時刻同期、もしくはメーカー等のサービスマンによる再設定まで発電機を停止する仕様とすること 	時計の精度	同上	<ul style="list-style-type: none"> ・内部時計は水晶発振器による時計等と同期させ、時計誤差は±60秒以内/月(常温)とすること ・固定スケジュール更新(年1回以上)時に、時刻を補正し、上記精度を維持すること
			項目(時計)	通信機能あり	通信機能なし										
			時計改ざん対策	電力サーバもしくは配信事業者サーバの時計情報と同期すること	<ul style="list-style-type: none"> ・時刻の設定はGPS等による時刻同期、もしくはメーカー等のサービスマンにて実施すること ・運用開始後の手動による時刻調整は、1日につき±10分以内に制限すること(設定時は除く) 										
		時計消失対策	同上	<ul style="list-style-type: none"> ・停電時に内部時計が停止しない仕様とすること ・もし時計(年月日)消失した場合には、GPS等による時刻同期、もしくはメーカー等のサービスマンによる再設定まで発電機を停止する仕様とすること 											
時計の精度	同上	<ul style="list-style-type: none"> ・内部時計は水晶発振器による時計等と同期させ、時計誤差は±60秒以内/月(常温)とすること ・固定スケジュール更新(年1回以上)時に、時刻を補正し、上記精度を維持すること 													
通信故障(上位系統)	○上位系統からの通信故障の場合、故障前の最新の出力制御スケジュール情報に基づいて出力制御可能な仕様とすること。														

＜推奨仕様＞

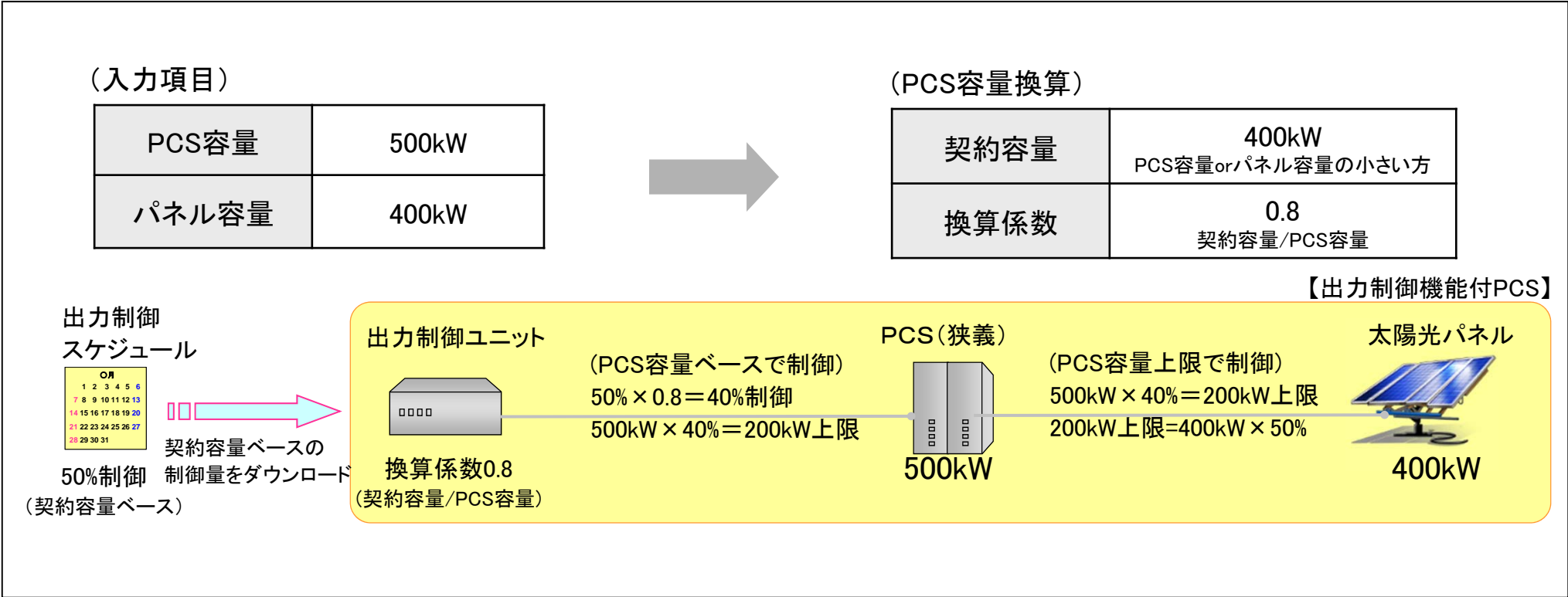
- 出力制御に必須の機能ではないものの、事業者の利便性向上等の観点から機能の追加を推奨するもの。

No	機能	項目	説明
(7)	発電実績の トラック レコード	時間 分解能	○トラックレコードの時間分解能は30分とする。
		保持期間	○出力制御ユニット本体の発電実績(30分単位)の保持期間は、遠隔通信の有無に関係なく、最低3か月とする。 ○保存対象となるデータは、①全量買取:発電した電力量、②余剰買取:連系点の逆潮流の電力量とする。
(8)	動作表示	—	○『障害発生による出力停止』と『正常な出力制御』の切り分けが可能であること。 ○出力制御中の正動作を確認できるように、『出力制御中』の表示が可能であること。

(※) 今回提案する出力制御システムを用いた出力制御の運用実行性については、今後行う実証事業において検証することとなっている。

- パネル容量とPCS容量を入力する機能を有し、出力制御量を「契約容量ベース」から「PCS容量ベース」に換算して、PCS(狭義)に指令できる機能を具備させる。
- なお、本機能は、「PCS容量≠契約容量」の場合に限り、メーカー等のサービスマンが設定する機能とし、容量書換にはパスワードを設けるなど、セキュリティを確保することとする。

<設定例(PCS容量500kW、パネル容量400kWの場合)>



- 太陽光発電の導入が進むドイツでは、2012年1月1日以降に運開する100kW以下の太陽光発電については、100kW以上の設備と同様に、2013年1月1日までに出力制御用遠隔装置の設置が義務化され、2013年1月1日から系統運用者による出力抑制の対象となっている。

2012年ドイツ改正再生可能エネルギー法(EEG)による出力制御用遠隔装置の義務付け

PV設置容量	EEG2009	EEG2012
100kW以上	出力制御用遠隔装置設置	(同左)
30kW以上100kW未満	—	出力制御用遠隔装置設置
30kW未満	—	出力制御用遠隔装置設置、またはインバーター定格出力を発電設備容量の70%に制限

- 系統連系時に求める発電設備の技術仕様の日本と欧州の比較は以下のとおり
(日本と欧州(ENTSO-E)の要求は同レベル)

	要求仕様	日 本	欧 州(ENTSO-E)
周波数安定性	周波数上昇対策機能	○※	○
	周波数低下対策機能	○※	○※
	出力設定(制御)機能	○ (今回の出力制御機能付PCS)	○
ロバスト性	電圧低下FRT機能	○※	○※
	周波数変化FRT機能	○※	○※
電圧安定性	AVR機能	○※	○※

※電圧階級や出力区分によって求める要件が異なる