

資源エネルギー庁電力・ガス事業部電力基盤整備課 御中

**平成22年度電力系統関連設備形成等調査
（低炭素化に向けた電力系統関連設備の構築のため
の技術課題等に関する調査）**

報告書

平成23年3月

MRI 株式会社 **三菱総合研究所**

<目次>

1. 次世代送配電システムについて	1
1.1 再生可能エネルギーの導入拡大に向けた系統ルールを検討	3
1.1.1 欧州における系統ルール	3
1.1.2 ドイツにおける検討状況	5
1.1.3 フランスにおける検討状況	9
1.1.4 イギリスにおける検討状況	11
1.1.5 スペインにおける検討状況	12
1.1.6 米国における検討状況	13
1.1.7 まとめ	14
1.2 太陽光発電の出力抑制の可能性を含めた詳細制度の検討	16
1.2.1 ドイツにおける検討状況	16
1.2.2 フランスにおける検討状況	18
1.2.3 イギリスにおける検討状況	19
1.2.4 スペインにおける検討状況	20
1.2.5 米国における検討状況	21
1.2.6 まとめ	22
1.3 電力系統における双方向通信の導入に向けた課題整理	23
1.3.1 米国における双方向通信の取組事例	23
1.3.2 欧州における双方向通信の取組事例	30
1.3.3 サイバーセキュリティについて	33
1.4 実証事業や技術開発の進捗等を踏まえた系統安定化対策の検討	38
1.4.1 分散型新エネルギー大量導入促進系統安定対策事業	38
1.4.2 離島独立型系統新エネルギー導入実証事業	40
1.4.3 次世代送配電系統最適制御技術実証事業	44
1.4.4 分散型電源大量導入系統影響評価基盤整備事業	45
1.4.5 今後の系統安定化対策の検討	46
2. スマートメーターの検討	47
2.1 世界各国におけるスマートメーターの導入状況	47
2.1.1 アメリカ	48
2.1.2 欧州	54
2.1.3 アジア・オセアニアなどその他の地域	67
2.2 各国のスマートメーターの機能	75
2.3 スマートメーターの導入に関する費用の回収について	77
2.3.1 アメリカ	77
2.3.2 欧州	79
2.4 時間帯別料金など料金メニューの事例	80
2.4.1 アメリカ	80

2.4.2 欧州	84
2.4.3 アメリカにおけるデマンドレスポンス	85
2.5 スマートメーター等を活用した見える化の事例	88
2.6 標準化の動向	93
2.6.1 アメリカ	93
2.6.2 欧州	99
2.7 通信の動向	102
2.7.1 WAN (Wide Area Network) 側の通信方式	102
2.7.2 HAN (Home Area Network) 側との通信方式	106
3. 全量買取制度に係る費用回収スキーム等の検討	107
3.1 買取費用の回収に関する詳細制度の検討	107
3.1.1 全量買取制度の概要	107
3.1.2 費用負担のオプション	108
3.2 買取費用等転嫁と電気料金制度との関係整理	109
3.2.1 買取費用の負担に関する電気料金制度上の取扱い	109
3.2.2 全量買取制度における買取費用の回収タイミング	110
3.2.3 地域間調整に関する考え方	111
3.2.4 諸経費等のコストの取扱い	112
3.2.5 外生的・固定的なコスト要因の料金反映	113
3.3 系統安定化対策費用等の負担ルールの検討	114
3.3.1 基本的考え方	114
3.3.2 事業用発電設備の設置に伴う電源線敷設・系統増強対策費用の負担ルール	116
3.3.3 住宅用太陽光発電に係る系統増強対策費用のうち、トランス増設費用の扱い	120
4. その他電力供給システムの低炭素化に向けた検討	121
4.1 土地収用法の適用可能性検討	121
5. 次世代送配電送配電システム制度検討会について	123
5.1 設立趣旨	123
5.2 次世代送配電送配電システム制度検討会 委員名簿	123
5.3 次世代送配電送配電システム制度検討会 審議経過	123
6. 次世代送配電システム制度検討会第1ワーキンググループについて	124
6.1 設立趣旨	124
6.2 次世代送配電システム制度検討会第1ワーキンググループ 委員名簿	124
6.3 次世代送配電システム制度検討会第1ワーキンググループ 審議経過	125
7. 次世代送配電システム制度検討会第2ワーキンググループについて	126
7.1 設立趣旨	126
7.2 次世代送配電システム制度検討会第2ワーキンググループ 委員名簿	126
7.3 次世代送配電システム制度検討会第2ワーキンググループ 審議経過	126

8. スマートメーター制度検討会について	127
8.1 設立趣旨	127
8.2 スマートメーター制度検討会 委員名簿	127
8.3 スマートメーター制度検討会 審議経過	128
9. 用語集	129

＜報告書概要＞

2020 年に太陽光発電を大量導入するという政府目標の達成のために、必要な設備形成に多大な時間を要する電気事業の特性を踏まえて、必要となる系統安定化対策についても早急に検討を行う必要があり、平成 21 年度においては「次世代送配電ネットワーク研究会」を開催し、2020 年を念頭においた次世代送配電ネットワークの構築に向けた技術的課題や系統安定化対策に係るコスト試算等を行ってきたところ。同研究会においては、必要な系統安定化対策技術やコストについての一定の見解が得られた。

他方、再生可能エネルギーの全量買取プロジェクトチームにおいて検討されている全量買取制度の導入に当たっては、いかなるオプションを採用するにしても、買取費用の回収スキームや、再生可能エネルギー電源に係る系統ルールや再生可能エネルギー電源拡大に伴い必要となる系統（送配電システム）の具体的内容等に関する技術的事項について詳細な検討が不可欠である。

そこで、全量買取制度の導入や電力系統の低炭素化に向けた制度構築に係る課題の抽出・整理、更なる系統安定化対策に係る技術課題の抽出・整理を行うことにより、再生可能エネルギー導入拡大等の電力供給システムの低炭素化に対応する電力系統関連設備の構築に向けた政策の立案に資すること目的として調査検討を行った。

（１） 次世代送配電システムについて

再生可能エネルギー大量導入に伴う電力系統の課題に関して、次世代送配電システムを構築するに当たって必要とされる系統ルールのあり方、再生可能エネルギーの出力抑制、送配電システムにおける双方向通信導入の課題、実証事業の進捗状況に関して調査・検討を行うとともに、次世代送配電システム制度検討会 WG1 にて議論を行った経緯を取りまとめた。

また、このうち系統ルールのあり方、双方向通信導入に関しては、海外調査団を結成し現地訪問調査を行った。

（２） スマートメーターの検討

スマートメーター及びこれと連携したエネルギー・マネジメント・システムの果たす機能の整理、同機能の実現に向けた制度的・技術的課題の整理（データの提供の在り方等）、スマートメーターの普及に向けたステップ等について、諸外国のスマートメータ導入事例、通信技術、標準化動向などについて調査検討を行うとともに、スマートメータ制度検討会にて議論を行った経緯を取りまとめた。

（３） 全量買取制度に係る費用回収スキーム等の検討

再生可能エネルギー全量買取制度の導入に伴う費用負担の考え方、買取費用転嫁と電気料金制度の関係、系統安定化費用の負担ルールの検討に関して、次世代送配電システム制度検討会 WG2

における議論を行うに際して事務局サポートを実施した。

（４） その他電力供給システムの低炭素化に向けた検討

上記の検討課題に加え、今後の電力系統安定化に関わる対策として、送配電システムに関連する土地収用制度に関する調査・検討を行った。

..

1. 次世代送配電システムについて

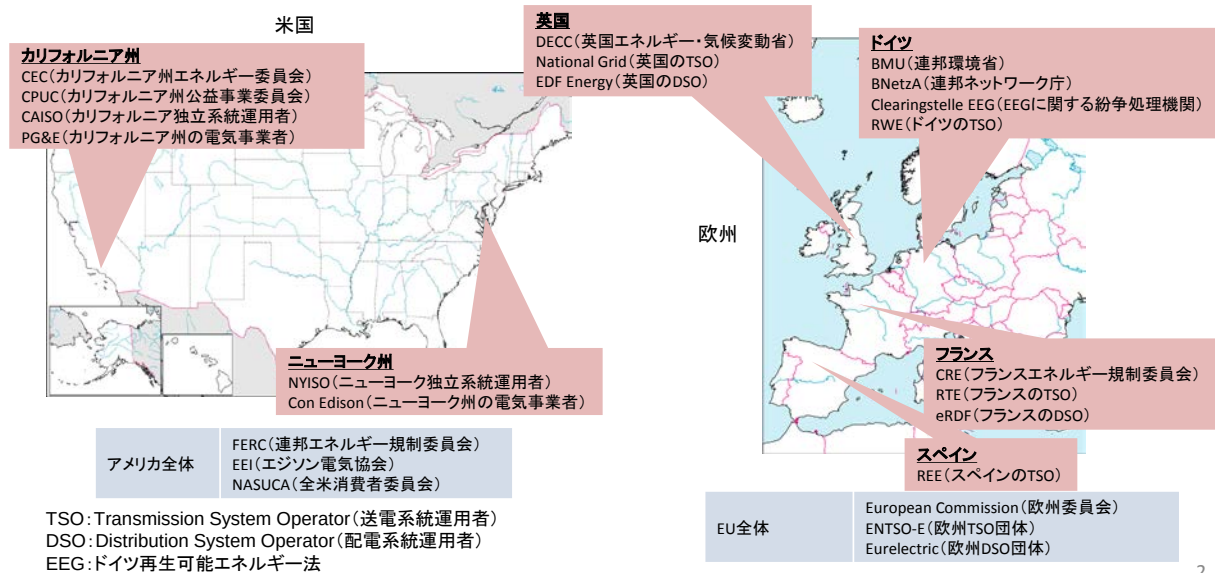
本章では、6章に示した「次世代送配電システム制度検討会第1ワーキンググループ」（以下、「WG1」という）での検討に資する情報の整理を目的として、再生可能エネルギーの導入拡大に向けた系統安定化対策に必要な送配電システム等の内容（太陽光発電等の出力抑制や系統ルール）、電力系統における双方向通信の導入に向けた課題整理等、次世代送配電システムの技術・ルール等について調査を行った。

調査は、各種文献や関連するウェブサイトの調査、および海外訪問調査により実施した。海外訪問調査は、WG1の座長である横山明彦 東京大学大学院教授を団長とするメンバーにて、米国・欧州の電力系統における再生可能エネルギーの優先規定、需要家機器制御等に関する双方向通信に関する検討状況の調査を行った。訪問メンバー、および訪問先は下記の通りである。

表 1-1 海外調査団メンバー（敬称略 五十音順）

氏名	所属・部署・役職
横山 明彦（団長）	東京大学大学院 新領域創造創成科学研究科 先端エネルギー工学専攻 教授
吉川 徹志（副団長）	経済産業省 資源エネルギー庁 電力・ガス事業部 電力需給・流通政策企画室長
阿部 公哉	電力系統利用協議会 事務局企画部 課長
大場 英二	財団法人 電力中央研究所 システム技術研究所 通信システム領域 上席研究員
岡本 浩	東京電力 技術部 スマートグリッド戦略GM
柴田 保	電気事業連合会 電力技術部 副部長
住吉 浩次	KDDIソリューション推進本部ソリューション8部部長
田室 宣行	電力系統利用協議会 事務局企画部
津村 一也	電気事業連合会 電力技術部 副部長
祓川 清	ユーラスエナジージャパン 代表取締役社長
岩崎 裕典（事務局）	三菱総合研究所 環境・エネルギー研究本部 エネルギーシステム研究グループ 主任研究員
入江 寛（事務局）	三菱総合研究所 環境・エネルギー研究本部 エネルギーシステム研究グループ 研究員

- 日程
 - 訪問日程: 2010年9月13日(月)～ 2010年9月24日(金)
- 訪問先
 - 訪問先は以下のとおり
 - 各国とも、規制当局、電気事業者を中心に訪問



2

図 1-1 訪問日程・訪問先

1.1 再生可能エネルギーの導入拡大に向けた系統ルールを検討

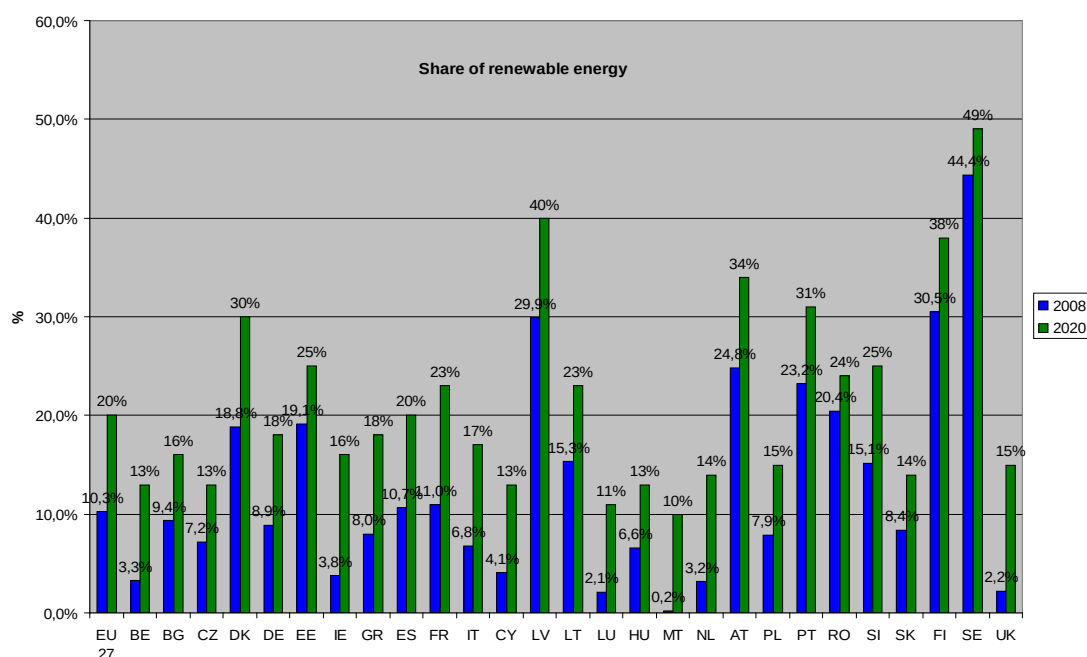
1.1.1 欧州における系統ルール

欧州では、2020 年時点での目標として、欧州全体で以下を達成する「20-20-20 Goal」を欧州委員会が定めている。

- ・ 温室効果ガス排出量を 1990 年比 20%削減
- ・ 欧州の最終エネルギー消費の 20%を再生可能エネルギーでまかなう
- ・ エネルギー消費量を一次エネルギーベースで 20%削減

これら目標達成のために、欧州委員会では各国の 2020 年における再生可能エネルギー導入目標を下図のように定めている。

なお、これらの各国の目標値は欧州委員会が設定した値であり、各国が独自に変更することができないものとなっている。目標をどう達成するかソリューションについては、財政支援、FIT、グリーン証書、優遇税制など、各国が国情にあった方法を自由裁量で設定することになっており、各国は導入に対する見通しを「再生可能エネルギー導入アクションプラン」として発効する。このアクションプランがEU指令の要件を満たしているかどうかを評価するのは欧州委員会である。



出典：欧州委員会資料

図 1.1.1-1 EU 各国の再生可能エネルギーの導入量（2008 年）と 2020 年の目標

以上のような再生可能エネルギー導入目標を達成するため、欧州委員会はEU再生可能エネルギー指令（EU Directive）の中で、優先アクセスもしくはアクセス保証と、優先給電・優先接続という「再生可能エネルギーの優先規定」に関して、下表のように規定している。

表 1.1.1-1 EU 再エネ指令での優先規定

項目	規定内容
優先アクセス (前文60, 16条)	・ 系統連系している再生可能エネルギー発電者に対し、再生可能エネルギーが利用可能な場合は常に、連系ルールに従った再生可能エネルギー電力の売電・送電を行うことができることを保証しなければならない。
アクセス保証 (前文60, 16条)	・ 売買される全電力の系統へのアクセスが保証され、系統連系した発電設備からの最大量の再生可能エネルギー電力が利用できるようにしなければならない。
優先給電 (16条)	・ 系統運用者は供給信頼度の維持を前提として、透明性および非差別性を伴う基準に基づき、優先的に給電しなければならない。 ・ 系統運用者は再エネ電源の出力抑制を最小化しなければならない。 ・ 系統運用者は再エネ電源の出力抑制の事実を規制機関に報告しなければならない。
優先接続 (前文61)	・ 系統連系手続きを促進するために、EU加盟国は新規の再エネ発電設備に対して優先的接続又は接続予約を導入することができる。

優先接続、及び優先給電のイメージを下図に示す。

優先接続は系統制約を伴う系統連系案件について、再生可能エネルギー電源に何らかの優先性を持たせるものである。優先給電は、需要変動に対応して需給バランスを維持するために、再生可能エネルギー電源は、従来電源よりも後に出力抑制がなされるという規定であり、従来電源を先んじて抑制するが、従来電源を抑制すると予備力が不足する、最低発電出力以下となる等、技術的に問題がある場合は再生可能エネ電源を抑制する。

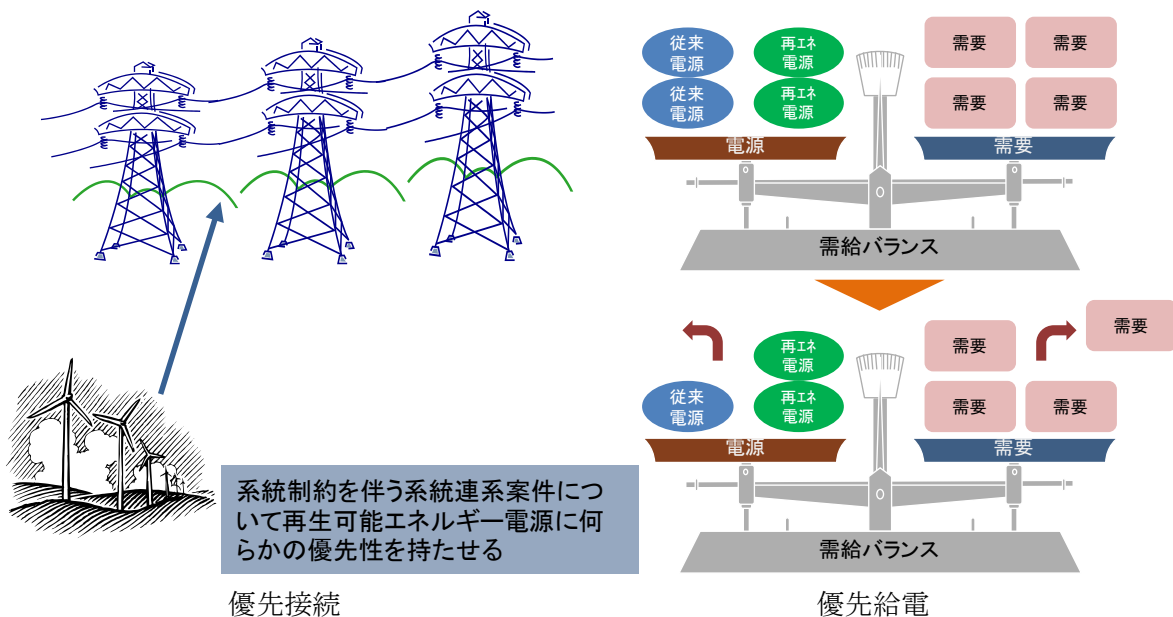


図 1.1.1-2 優先接続・優先給電のイメージ

なお、EU再生可能エネルギー指令の中では、優先給電は強制ルールであると記述されている一方で、優先接続は各国が独自の判断で実施するが任意ルールであるとされている。欧州委員会によれば、これは優先接続が各国のエネルギーミックス（電源構成）に大きく関係することに起因する。もし優先接続を強制ルールとしてしまうと、各国が国情に合って決定すべき電源構成に干渉することになるため、早期の段階より、優先接続は任意ルールとしようという合意があったとのことである。一方、優先給電は再生可能エネルギー事業者の給電は従来電源に比べて優先するという合意があったために、強制ルールとなっている。

1.1.2 ドイツにおける検討状況

(1) 優先接続

ドイツでは、再生可能エネルギー法（EEG）第5条にて再生可能エネルギー電源は従来電源に優先して系統に接続されることを規定している。従って、再生可能エネルギーの接続の申込みがあった場合は、原則としてすべてが接続されることになる。この場合の系統増強費用は原則、系統運用者の負担となるが、EEG 第9条第2節では「系統運用者は、経済的に不合理な場合は系統増強の責務を負わない」という条項が設けられている（詳細は下記（2）参照）。

なお、再生可能エネルギーをどの程度系統に連系することができるかという、送配電系統への連系可能評価とその検証について、ドイツではその事前評価は行われていない。

(2) 費用負担

再生可能エネルギー接続に伴う費用の負担について、ドイツでは電源から近隣の電力系統設備を結ぶ電源線敷設費用は発電事業者負担が原則となっている。一方で電源連系によって必要となる系統増強費用については、DSO（配電系統運用者）の負担となるのが原則である。

しかし、系統増強費用については、「経済的に不合理な場合、系統運用者はその費用負担について拒否することができる」ということがドイツ再生可能エネルギー法（EEG）で規定されており、2009年まで発効していた2004年再生可能エネルギー法の第一草案では、その目安として「25%」であると記されていた。この25%という数字は、2004年再生可能エネルギー法の第一草案の理由付けに記載があったが、2004年及び2009年 EEG には記載されていない。

ドイツの環境省であるBMUは、この25%という数字は、「あまりにも非経済的な場合、拒否できる」という系統運用者の保護という観点から、目安として設けられた数字であるように考えられるが、法律で決められたものではなく、法律を可決する際の理由づけとして用いられた数字であり、法律的な拘束力はないとしている。

また後に示す再生可能エネルギーの系統接続、系統利用に関する苦情・紛争処理機関であるClearingstelle EEGは、2009年改正前の2004年 EEG が発効していた時には、経済的理由での接続拒否に関する判定手続きの判断基準としてこの25%を判断基準として用いていた。下記に示す2008年の系統接続の費用に関する紛争事例では、接続費用が25%をギリギリ下回ったために、接続を許可すべきという判定を下したが、もし25%を超えていたら、接続拒否可能という判定を下していただろうと語っていた。この判定を行う際に、25%という数字の妥当性を検証したとのことであるが、その時の結論は、「有意である可能性があるが、その他の有意な数字もありうる」ということであり、結論は出ていない。

なお、2009年改正 EEG では、再生可能エネルギーの優先接続が重要視されているため、今後は25%を超える場合であっても、接続許可の判定が下される可能性がある一方で、ドイツには小規模な配電系統運用者（DSO）も多いため、将来的に「経済的に不合理」を理由として系統への接続拒否する事案が発生することも想定され得るとしている。現在のところ、経済的に不合理を理由に再生可能エネルギーの系統への接続を拒否した事例はないが、このような件が生じた場合、25%の妥当性について、再度調査を行うとのことである。

(3) 苦情・紛争処理

ドイツにおいて系統接続、及び系統運用に関連した苦情・紛争を処理する機関には、連邦ネットワーク庁 (BNetzA) と民間の紛争処理団体である Clearingstelle EEG の二つが存在する。Clearingstelle EEG は EEG に規定されている再生可能エネルギーに関する苦情・紛争を専門に扱うのに対し、BNetzA は再生可能エネルギー以外を担当する。

Clearingstelle EEG は EEG が策定された際に、EEG 第 57 条に基づいて設立された民法に則る民間の紛争処理機関であり、予算は連邦環境省 (BMU) から受けているものの、政府機関から独立した民間組織であり、法律家・工学系の専門家を始めとする 12 名のスタッフにより運営されている。

Clearingstelle EEG が行う処理手続きは、紛争処理と一般的課題解決の 2 つに大別される。紛争処理業務には、以下の二つがある。

- ・ 表決 (Vote Action)

Clearingstelle が事実と法的状況に基づいて判断するもので、通常の裁判のように進められる。この処理には法的拘束力はないが、たいていの場合、当事者は遵守する。なお、表決内容は匿名化して公開される

- ・ 調停 (Conciliation Action)

Clearingstelle のメンバーが、紛争当事者間の話し合いを取り次ぐ (調停する) ことで、友好的な紛争解決を目指すものである。本処理の内容は非公開である。

また、一般的課題解決業務には、勧告、指示の二つがある。

- ・ 勧告 (Recommendation Action)

一般的課題解決のうち、重要な課題について行われるものである。課題はすべての関係者に伝えられ、それぞれ意見を述べることができる。勧告内容は公開される。

- ・ 指示 (Indication Action)

一般的課題解決のうち、重要性が比較的低い課題について行われるものである。課題はその解決案とともに選ばれた関係者に伝えられ、それぞれ意見を述べることができる。指示内容は公開される

以上 4 つの Clearingstelle の業務別の 2008 年度、2009 年度の処理実績を下表に示す。なお、Clearingstelle EEG が出した結論には法的な拘束力はないが、調停、表決については、当事者間で法的拘束力を持たせることが可能であるとのことである。

表 1.1.2-1 EU 再エネ指令での優先規定

		2008				2009		
		表決	勧告	指示		表決	勧告	指示
	太陽光	5	1			6	3	1
	バイオマス	1				1	2	2
	水力	1					1	1
	地熱							1
	電力系統	1				1	1	
	風力							
	その他		1				1	
年間件数		7	2	0		8	6	1

※いずれも各年に最終判断が確定された件数（申請年と合致しない場合あり）

※複数エネルギー種に関連する案件があるため年間件数と合致しない場合がある

出典：Clearingstelle EEG ウェブサイトより作成

Clearingstelle EEG には法律家、電力系統工学者を始め、様々な専門分野のスタッフを抱えており、多面的なアプローチで問題解決に当たる。以下に、電力系統関連で Clearingstelle EEG が過去に処理を行った事例を 2 点示す。

◆表決業務 2008-14

一件目の事例は、太陽光発電を設置したいと考えている原告 A と、太陽光発電の増設を考えている原告 B が同じ変電所に接続されており、これらを接続するためには、系統増強の必要があり、経済的に不合理であると被告である系統運用者が主張したものである。

この事例に対し、Clearingstelle EEG は、太陽光発電設備の費用だけを考慮した場合には系統増強費用が発電設備の建設費用の 25% を上回るが、運開後の諸費用も考慮した場合には系統増強費は合理的な金額となるとし、双方の原告とも系統接続される権利を持つとの判定を下した。

本件は、比較対象となる「発電設備の建設費」が具体的に何を指すのか明確化されておらず、事業者間で解釈が異なったため発生したものと考えられる。

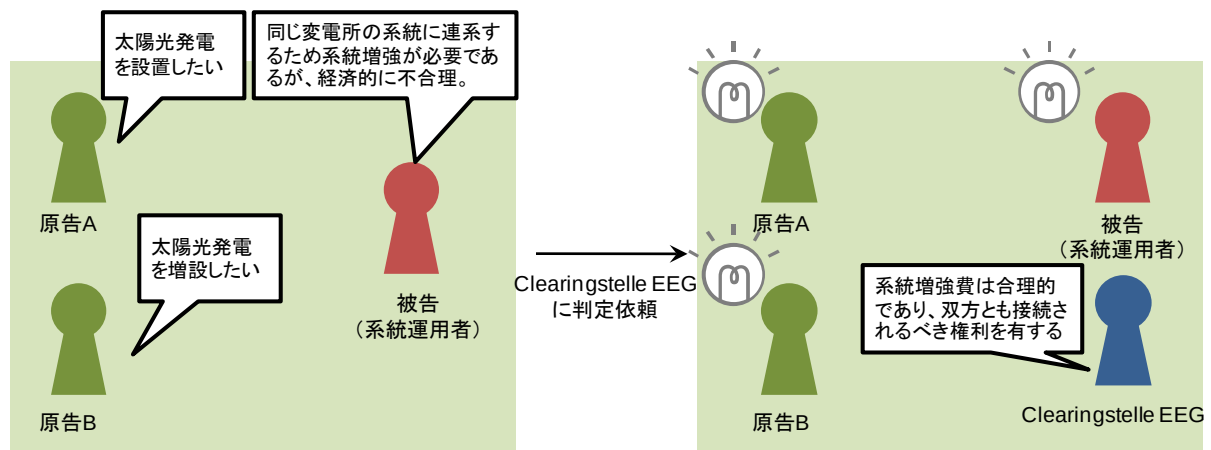


図 1.1.2-1 表決業務 2008-14 の概要

◆表決業務 2008-24

二件目の事例は、被告（系統運用者）の需要家であった原告が、太陽光発電設備（48kWp）の系統連系を被告に申し出たところ、同設備を設置する前まで使用していた架空引込み線の利用による対応は技術的に不可能ということで地中線の建設が行われたものである（架空引込み線は撤去）。

被告はこの地中線の建設は原告が費用負担すべき電源線に相当すると主張し、原告にその費用として 12,000 ユーロの支払いを求めた。他方、原告は系統運用者が費用を負担すべき系統増強に相当すると主張した。

このケースでは、地中線の建設のみに着目すれば、電源線の新設と捉えられ、原告が負担すべき系統への接続費用とも考えられる。しかし、この場合は一般供給用として利用されていた架空線の代わりに地中線が建設されたもの。また、原告（需要家）と被告（系統運用者）の所有権の分界点は両者が結んだ系統接続契約によれば、原告の敷地内に設置された接続箱とされており、設置された地中線は被告の所有物である。したがって、本ケースの地中線の建設は系統の増強と判断することが適当とされ、この費用負担は系統運用者が負うべきとの判断が下された。

1.1.3 フランスにおける検討状況

(1) 優先接続

フランスでは現在のところ再生可能エネルギーの優先接続はなく、全電源を平等に扱っている。また再生可能エネルギー電源に限らず、系統接続を拒否¹することはない。

しかしながら、新たに法制化されたグルネル2法（2010年7月に成立）により、2020年までの再生可能エネルギー開発計画（SRCAE）で定められた導入計画を可能とする、系統増強計画が立案される。このことにより、増強された接続容量においては再生可能エネルギーの優先性が担保されると考えられる。

具体的には、地域圏毎に定めた再生可能エネルギー開発計画（SRCAE）に基づき、その連系を可能とする系統計画（SRRREnR）を、系統運用者である RTE が策定する。

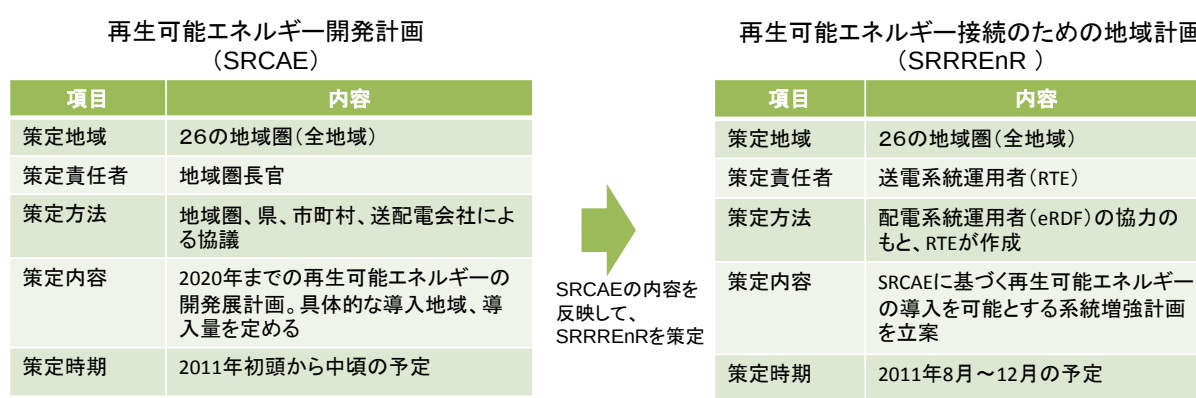


図 1.1.3-1 グルネル2法における再生可能エネルギー接続の地域計画の概要

(2) 費用負担

フランスにおいては、再生可能エネルギーに限らず他電源も含め、電源線の費用負担は2008.12.31までは発電事業者の全額負担であったが、2009.1.1より配電系統に接続する場合は発電事業者 60%、配電系統運用者(DSO)の費用負担が40%となった。ただし風力・太陽光の導入増に伴いDSOの負担が重くなったため、発電事業者の100%負担に戻ることが検討されている。

系統増強費用については、配電系統に接続した場合、配電系統の増強分はDSO、送電系統の増強分は送電系統運用者(TSO)が費用負担をする。送電系統に接続した場合は、TSOが費用負担をする。

表 1.1.3-1 フランスにおける費用負担

	発電機容量	電源線		系統増強
配電系統への接続	0.25-17 MW	2008.12.31 まで	発電事業者: 100 %	DSO/TSO: 100 %
		2009.1.1 から	発電事業者: 60 % DSO: 40 %	
送電系統への接続	12 MW～	発電事業者: 100 %		TSO: 100 %

出典：CRE（フランスエネルギー規制委員会）

(3) 苦情・紛争処理

フランスにおける系統接続、及び系統運用に関連した苦情・紛争処理機関は、CoRDiS（紛争処理と違約金に関する委員会）である。

CoRDiS はエネルギー規制委員会（CRE）内にある紛争処理機関であり、送配電系統の利用や接続に関する紛争を処理している。フランスのエネルギー部門法（2006 年 12 月）に基づき設置された。4 名の司法官が任命されており、2 人は国務院（国、地方公共団体、行政施設などに対する最終審裁判所）より、2 人は破棄院（司法訴訟に関するフランスの最高裁判所）より登用されている。年間数件程度の再生可能エネルギー関連の事例がある。

CoRDiS の概要、ならびに紛争処理事例を以下に示す。

表 1.1.3-2 CoRDiS の概要

項目	内容
メンバー構成	4名(司法官。国務院より2名、破棄院より2名が登用されている)
判決に対する拘束力	あり
紛争処理費用	無料
当事者適格	誰でも可能
申請から判定までの期間	2000 年 2 月制定の電力自由化法に基づき、2 ヶ月とされている。ただし、4 ヶ月ないしはそれ以上に延長可能
結果の公開と公開範囲	請求理由、双方の主張、判決理由、ならびに判決結果を公開

注：紛争処理機関で合意できなければ、裁判所に上訴。

出典：CoRDiS ウェブサイト (<http://www.cre.fr/en/presentation/organisation/cordis>) などより作成

表 1.1.3-3 CoRDiS における紛争処理事例

	概要	判決結果
事 例 1 (2010 年 7 月 12 日 判決)	- 風力発電コーディネータ A 社と風力発電所 B1、B2 の 3 者は、RTE 社に「送電系統アクセス契約」を提出したものの、RTE は A 社が「(発電設備の)運用認可」の写しを受領していないとして当該契約の署名を拒否。 - これに対して 3 者は CoRDiS に RTE が「送電系統アクセス契約」に署名すること、RTE が A 社に対して適切な解決策を提示することを怠ったと認定すること、妥当な損害賠償を求めることを依頼。	CoRDis は RTE が判決通達から 15 日以内に、A 社に対して「送電系統アクセス契約」等を提出する、その他の申し立ては阻却されるとする判決を決定した。送電系統利用者は発電事業者だけでなく、需要家や配電系統運用者等が含まれる。A 社は送電系統への自営線(電源線)を所有していることから送電系統利用者として見なされることから、RTE に「送電系統アクセス契約」の署名する義務あり。一方、RTE は適切な解決策を提示する義務はないとして A 社の申し立てを阻却。
事 例 2 (2010 年 6 月 4 日 判決)	- C 社は、太陽光発電設備の系統連系の手続きを 2008 年 12 月 18 日付けで申請したが、EDF 社は C 社は系統連系に必要な「都市計画法典」の資格を取得していないとして、C 社に提出を要請。 - C 社は CoRDiS に EDF が連系申請の処理手続きを変則的に実施した等として紛争処理を依頼。	EDF が適切な処理手続きを実施せずに C 社の連系待ち申請を遅滞させたとして、連系待ち開始日を EDF が C 社の太陽光発電設備の詳細調査申請の受領確認を通知した 2008 年 12 月 18 日とすることを決定。

出典：CoRDiS ウェブサイトより作成

(http://www.cre.fr/fr/acces_aux_reseaux/reglements_de_differends_et_sanctions/decisions_et_jurisprudences)

¹ 発電事業者の判断（系統増強費用を負担しない等）により接続しない場合は、系統接続拒否とは扱わない

1.1.4 イギリスにおける検討状況

(1) 優先接続

イギリスでもフランスと同様に、再生可能エネルギーの優先接続は実施しておらず、全電源が先着順に無差別に扱われている。また再生可能エネルギー電源に限らず、系統接続を拒否²することはない。

なお、再生可能エネルギーをどの程度系統に連系することができるかという、送配電系統への連系可能評価とその検証については、ナショナルグリッド (NGC) などの送電系統保有者が行い、ガス・電力市場管理局 (GEMA) が送電系統保有者が作成した連系計画を承認する。

(2) 費用負担

イギリスにおいては、再生可能エネルギーに限らず他電源も含め、電源線の費用負担は発電事業者が全額を負担する。ただし、洋上風力の沖合変電所から陸上の送電線との連系地点までは TSO 負担となっている。

系統増強費用については、増強費用のうち発電事業者の起因分を当該事業者に負担割当し、残りは配電系統運用者 (DSO) が負担する。

(3) 苦情・紛争処理

イギリスにおける系統接続、及び系統運用に関連した苦情・紛争処理機関は、ガス・電力市場管理局 (GEMA) にある OFGEM (ガス・電力市場委員会) である。

OFGEM における苦情・紛争処理の概要を以下に示す。

表 1.1.4-1 OFGEM における苦情・紛争処理の概要

項目	内容
メンバー構成	11 名 (OFGEM を管理する GEMA の代表者)
判決に対する拘束力	あり
紛争処理費用	無料
当事者適格	誰でも可能
申請から判定までの期間	特に規定されていないが、OFGEM は独自に 2 ヶ月を目標としている
結果の公開と公開範囲	請求理由、双方の主張、判決理由、ならびに判決結果を公開

注：紛争処理機関で合意できなければ、裁判所に上訴。

出典：OFGEM へのヒアリングにより作成

² 発電事業者の判断（系統増強費用を負担しない等）により接続しない場合は、系統接続拒否とは扱わない

1.1.5 スペインにおける検討状況

(1) 優先接続

スペインでは、政令 RD 661/2007 及び附則 11 に基づき、再生可能エネルギー電源は従来電源に優先して系統に接続されることが規定されている。RD 661/2007 の附則 11 では、以下のように記述されており、再生可能エネルギー電源と従来電源から「同時」に接続契約の手続段階にあり、かつ接続される変電所容量に限界がある場合、再生可能エネルギーが優先される。

RD 661/2007 附則 11 第 4 項

系統接続に関して、増強のための物理的かつ技術的な実行可能性から得られる接続点に制限がある場合、または系統開発基準の適用により制限がある場合、再生可能エネルギー発電設備は他の発電設備に対して優先的接続が認められる。この優先性は技術的アクセス契約を締結する段階において、複数の設備が存在する期間に適用される。

「同時」に接続を希望する電源間において、「再生可能エネルギーが優先される」ケースは、下図に示すように、REE が審査を行い、接続許可を出してから実際に接続契約を締結するまでの期間（原則 1 か月以内）において従来電源と競合する場合である。

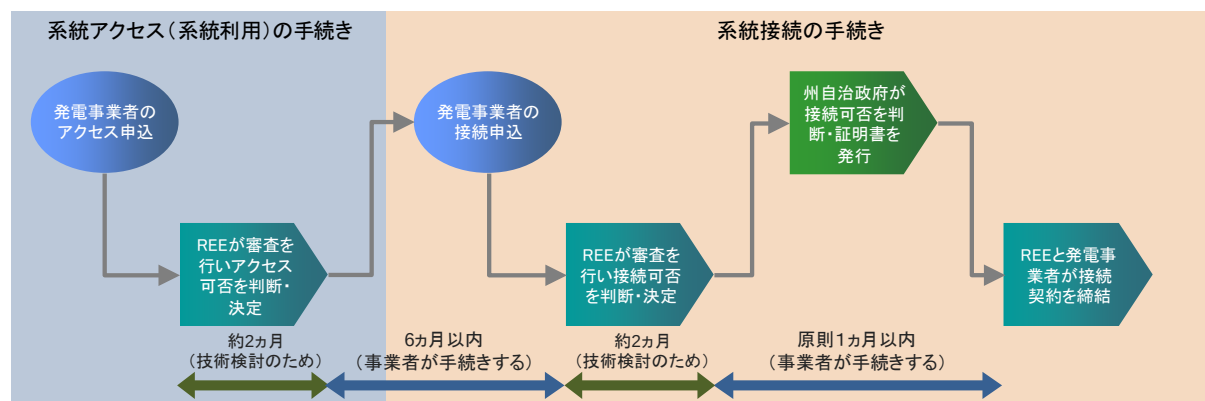


図 1.1.5-1 スペインにおける「同時」の概念

(2) 費用負担

スペインにおいては、系統接続の費用負担は、接続する系統が送電系統か配電系統かで異なる。再生可能エネルギーを送電系統（400kV、220kV）へ接続させる際の費用負担の概要を下表に示す。新規電源線については、建設、運用・メンテナンスコストともに発電事業者側の負担となる。接続費用については、接続するために付随する設備等の初期コストは発電事業者が負担するが、導入後の保守・運用については系統運用者である REE が負担する一方で、系統増強費用は原則として REE が負担する。

系統増強費用の建設コストについては、初めに発電事業者が 20%の担保を支払う（この金額は後ほど REE によって返還される）。これは、発電事業者が発電所建設、及び系統増強をコミットさせることが目的である。

なお、以上に示した REE が負担する費用については、産業観光商務省が確保する、ある一定の予算によって賄われるとのことである。

表 1.1.5-1 送電系統への再生可能エネルギーの系統接続費用負担

		建設コスト	運用・メンテナンスコスト
送電設備	接続費用	発電事業者	系統運用者（REE）
	系統増強費用	系統運用者（REE） （発電事業者が費用の 20%を担保）	系統運用者（REE）
接続設備 （接続線）		発電事業者	

出典：REE 資料より作成

一方で、再生可能エネルギーが配電系統に接続する場合は、電源線費用及び系統増強費用全てを再生可能エネルギー発電事業者が負担するとのことである。

（３） 苦情・紛争処理

再生可能エネルギーに関わらず、電力系統に関わる苦情・紛争の処理を行うのは、スペインのエネルギー規制委員会（CNE：Comision Nacional de Energia）が実施する。

系統アクセス応募を REE に提出し、銀行の担保を支払った者であれば、誰でも CNE に対して紛争を提起することができる。CNE の判断には一定の拘束力があり、もし従わなかったら経済的なペナルティが生じるのだが、現在まで CNE の決断に従わなかった事例がないとのことである。当事者が CNE の判決に疑問を感じるようであれば、監督省庁である産業観光商務省に上告することができ、最終的には法廷での判決となる。

なお、CNE が実施した苦情・紛争処理については、その内容、判決理由、及び判決結果などが公開されている。

REE によると、再生可能エネルギーの優先規定関連の苦情、紛争処理内容では、上記に示した「同時性」のような、優先接続に関わるものはほとんどないとのことである。その理由は、REE は従来電源事業者に対し再生可能エネルギー事業者が申し込んできたなら即座に周知することを行っており、従来電源事業者としては、接続契約を結ぶ前に土地を購入する、設備を購入するなどの投資を行うことはなく、また接続が認可され、給電の段階で制限を受けるよりかは、接続の段階で拒否を受ける方を好むからである。スペインではむしろ、後述するように、優先給電に関する苦情・紛争が多い。

1.1.6 米国における検討状況

米国では現在の所、再生可能エネルギーの優先給電に関するルールはない。

1.1.7 まとめ

ここでは、以上の海外調査の結果明らかとなった海外の優先ルールを整理する。優先接続については、今回の調査対象国ではドイツ、スペインは再生可能エネルギー電源の優先接続を導入していることが明らかとなった。その一方で、フランス、英国は優先接続に関するルールはない。

なお、フランスの新法であるグルネル2法（2010年7月に成立）では、新規に再生可能エネルギー電源のために増強された接続容量は10年間確保されることになっている、ドイツでは経済的に不合理な設備増強は行わないなど、再生エネルギー導入促進の中でも経済性への一定の配慮を行っているように、各国毎に自国の事情にあわせて優先接続を検討・規定している。

表 1.1.7-1 再生可能エネルギー電源の優先接続の状況

項目	ドイツ 	フランス 	英国 	スペイン 
優先接続の導入に関する検討状況	● 再生可能エネルギー電源の優先接続が再生可能エネルギー法(EEG)により規定されている。(BMU)	● 優先接続は導入されていない。新たに法制化されたグルネル2法により、再生可能エネルギー電源の接続容量は10年間確保されることになる。(RTE)	● 優先接続は実施しておらず、全電源を先着順に無差別に扱う。(NGC)	● 再生可能エネルギー電源の優先アクセス・優先接続が、政令(RD 661/2007) ^{※2} により規定されている。(REE)
優先接続を規定している法令(所管官庁)	● EEG(連邦環境省)	—	—	● RD 661/2007(産業観光商務省)
再生可能エネルギーの系統接続拒否 ^{※1}	● EEGでは、「系統運用者は、経済的に不合理な場合は系統増強の責務を負わない」とされている。(Clearingstelle EEG)	● 再生可能エネルギー電源に限らず、系統接続拒否はない。(RTE・eRDF)	● 再生可能エネルギー電源に限らず、系統接続拒否はない。(NGC)	● 系統接続可否の決定権は州自治政府にあるが、再生可能エネルギーは系統接続拒否を受けた事例はない。(REE)
送配電系統への連系可能評価とその検証	● 再生可能エネルギーの連系可能容量の事前評価は行われていない。(RWE)	● グルネル2法により、RTEは再生可能エネルギー接続のための地域計画(SRRRENr)という系統増強計画の作成が規定されている。(RTE・eRDF・CRE) ● SRRRENr計画は地域圏長官が承認する(RTE)	● NGCなどの送電系統保有者が行う。(OFGEM) ● ガス・電力市場管理局(GEMA)がNGCなどの送電系統保有者が作成した連系計画を承認する。(OFGEM)	● 産業観光商務省は4年に1度、10力年の送電計画を策定する。それに基づき、REEが送電系統の拡充を行う。(REE)

※1 発電事業者の判断（系統増強費用を負担しない等）により接続しない場合は、系統接続拒否とは扱わない

※2 固定価格買取制度を通じた発電制度（Special Resime）に関する政令

また、各国の系統接続に関する費用負担については、電源増強費用は各国とも基本的には発電事業者負担であった。但し、フランスでは、5万V程度以下に接続される電源については費用の40%をDSOが負担するというスキームとなっている。

系統増強費用については、各国で対応が分かれる。フランスでは系統増強費用はTSO、DSOが負担する。ドイツも同様であるが、「経済的不合理」な場合には発電事業者が負担するという措置がとられている。

最後に、系統接続・系統運用に関する苦情・紛争処理機関については、各国ともこれらの苦情・紛争を処理する機関が存在することが明らかとなった。今回の調査対象となった国々では再生可能エネルギー導入促進とあわせて、紛争処理スキームの設置・活用が進んでいる。

表 1.1.7-2 各国の系統連系に係る費用負担

項目		ドイツ 	フランス 	英国 	スペイン 
系統増強	6～15万V程度	DSO負担	TSO負担	増強費用のうち発電事業者の起因分を当該事業者負担、残りは配電系統運用者(DSO)負担	発電事業者負担
	5万V程度以下	経済的に不合理な方法での連系は行わない	DSO負担		
電源線	6～15万V程度	発電事業者負担	発電事業者負担	発電事業者負担	発電事業者負担
	5万V程度以下		発電事業者 60%負担 DSO 40%負担(※)	洋上風力の沖合変電所から陸上の送電線との連系地点まではTSO負担	

- ・再生可能エネルギー電源の系統への接続が想定される電圧階級は15万V以下。
- ・系統運用者の負担分は、最終的に一般需要家の電気料金に転嫁
- ・電圧調整装置や自動解列装置のような付加的機器の費用は原則発電事業者負担

※ フランスの配電系統への連系のうち電源線については、風力・太陽光の導入増に伴い DSO の負担が重くなったため、発電事業者の 100%負担とすることが検討されている。

表 1.1.7-3 統連系・系統運用に関する苦情・紛争処理機関

項目	ドイツ 	フランス 	英国 	スペイン 
管轄省	経済技術省 (BMWi)	環境省 (BMU)	エネルギー・気候変動省 (DECC)	産業観光商務省
紛争処理を所轄する独立規制機関	連邦ネットワーク庁 BNetzA (EEG以外)	Clearingstelle EEG (EEG関連) 民法に則る民間の紛争処理機関	エネルギー規制委員会 (CRE: Commission de regulation de l'énergie) 紛争処理と違約金に関する委員会 (CoRDIS: CRE内に設置された組織)	ガス・電力市場管理局 (GEMA: Gas and Electricity Market Authority) ガス・電力市場委員会 (OFGEM: Office of the Gas and Electricity Markets)
メンバー構成	3名	7名(法律家6名、技術者1名)	4名(司法官)	11名 (OFGEMを管理する GEMAの代表者)
拘束力	あり	なし※2	あり	あり
紛争処理費用	2500～18万€	無料	無料	無料
当事者適格 (誰でも紛争処理を提起できるのか)	誰でも可能	誰でも可能	誰でも可能	誰でも可能
申請から判定までの期間	特に規定されていない	特に規定されていない	2000年2月制定の電力自由化法に基づき、2ヶ月とされている。ただし、4ヶ月ないしはそれ以上に延長可能	特に規定されていないが、OFGEMは独自に2ヶ月を目標としている
結果の公開と公開範囲	企業秘密以外の内容および判決結果を公開	苦情・紛争内容、判決理由、判決結果を公開	請求理由、双方の主張、判決理由、請求理由、双方の主張、判決理由、ならびに判決結果を公開	3か月 (期間内に判定がない場合は棄却)

※ 1 各国とも紛争処理機関で合意できなければ、裁判所に上訴。

※ 2 但し、調停 (Conciliation)、表決 (Vote) については、当事者間で法的拘束力を持たせることが可能

1.2 太陽光発電の出力抑制の可能性を含めた詳細制度の検討

太陽光発電の出力抑制の可能性を含めた詳細制度の検討を行うためには、各国の給電ルールにおいて再生可能エネルギーがどのように位置づけられているか、すなわち、優先給電や出力抑制についての検討状況を把握することが有用である。そのため以下では、各国における再生可能エネルギーの優先給電と出力抑制について調査・整理を行った。

1.2.1 ドイツにおける検討状況

(1) 優先給電、出力抑制に関するルール

ドイツでは、再生可能エネルギー法（EEG）第8条にて再生可能エネルギー電源の優先給電が規定されている。

この場合でも、系統の安定性を損なうような自体になった場合には、EEG 第11条やエネルギー事業法（EnBW）第13条に基づき、系統運用者の出力抑制指令に従うことが義務づけられている。抑制の順番や金銭補償など、出力抑制に関する具体的ルールは下表の通りである。

表 1.2.1-1 ドイツにおける再生可能エネルギー電源の出力抑制・解列に関するルール

根拠法	・ EEG（再生可能エネルギー法）11条によるもの（局地的対策で済む場合） ・ EnWG（エネルギー事業法）13条(2)によるもの（全系的な対策が必要な場合）
抑制の順番	・ 系統安定性が維持できないような状況では、以下の順序で再生可能エネルギー電源の抑制・解列を実施。 ➤ まず EnWG13条(1)に基づき系統分割や再給電などの系統運用および市場を通じた措置 ➤ 更に過負荷対策が必要な場合、EEG11条(3)での再生可能エネルギー電源の抑制・解列 ➤ なお全系的な問題が残る場合、EnWG13条(2)による再生可能エネルギーの抑制・解列
金銭補償	・ EEGに基づく抑制・解列の場合、金銭的補償が行われる。 ➤ 補償単価は再生可能エネルギーで定められている各再生可能エネルギーの買取単価。補償の対象電力量は、暫定的に抑制が実施される直前の出力に抑制時間を乗じた量。正式な制度は、規制当局等で検討中。 ・ EnWG13条(2)に基づく抑制・解列の場合、金銭的補償はなされない。
抑制／解列の通知時点	・ EEGに基づく場合、系統メンテナンスや気象条件等から事前に抑制／解列が予見できる場合は、抑制／解列のおおよその時刻、期間、程度の判明後すみやかに通知。天候の急激な変化等により、抑制／解列まで短時間しかない場合、事前通知は必ずしも必要ではない。 ・ EnWGに基づく場合、送電系統運用者は直接の関係者に対して、事前通知が可能な場合はすみやかに、想定される抑制／解列の期間や程度について通知を行う。
報告義務	・ EEGに基づく抑制・解列の場合、再生可能エネルギー発電事業者の要請に応じて、EEG11条(4)に基づき4週間以内に抑制・解列の必要性が証明できる理由書を発行する必要がある。理由書は専門知識を有する第三者が事後検証できるのに十分な内容である必要有り。 ・ EnWGに基づく場合、抑制・解列を実施した後、すみやかに直接の関係者、および規制当局に対して、具体的な抑制・解列理由を知らせる必要がある。またその内容は要請に応じて検証される。

³ EEG11条により100kw以上の電源が出力抑制の対象となっている。

(2) 出力抑制事例

EEG11 条に基づく事例として、ドイツ北東部の配電系統運用者である envia NETZ 社管内では、2008 年 27 回、2009 年 25 回、2010 年 16 回（2010.11.17 現在）の実績が報告されている。抑制出力は 0.2MW～最大 473MW、抑制時間は 32 分～最長 10 時間 48 分となっている。

また、EnWG13 条(2)に基づく事例として、ドイツ北東部の送電系統運用者である 50Hertz Transmission 社管内では、大量の風力発電からの発電により複数回の実績が報告されており、2009 年には下記の例を含め、合計 3 回の出力抑制事例がある。

表 1.2.1-2 EEG に基づく出力抑制事例

Beginn (抑制開始日時)	Dauer (抑制時間)	Gebiet / Raum (抑制地域)	Reduzierung (抑制した出力)
12.11.2010 13:17	0h 46min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	48,8 MW
06.11.2010 05:29	0h 49min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	32,4 MW
06.11.2010 03:18	1h 59min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	40,2 MW
05.11.2010 07:59	2h 49min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	53,5 MW
04.11.2010 13:26	0h 54min	Spremberg-Hoyerswerda-Weißwasser	14,7 MW
04.11.2010 13:26	0h 54min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	57,7 MW
03.11.2010 13:27	0h 37min	Spremberg-Hoyerswerda-Weißwasser	9,3 MW
03.11.2010 13:27	0h 37min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	41,5 MW
03.11.2010 12:02	1h 01min	Spremberg-Hoyerswerda-Weißwasser	13,8 MW
03.11.2010 12:02	1h 01min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	26,5 MW
24.10.2010 14:09	0h 39min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	25,1 MW
24.10.2010 12:23	1h 25min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	36,2 MW
07.06.2010 15:40	0h 37min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	15,6 MW
07.06.2010 14:00	1h 02min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	50,4 MW
30.04.2010 14:01	0h 46min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	39,2 MW
21.04.2010 14:53	1h 09min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	39,1 MW
26.12.2009 01:02	4h 16min	gesamtes Netzgebiet*	236 MW
08.10.2009 11:27	2h 35min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	99,3 MW
08.10.2009 07:52	2h 25min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	126,4 MW
08.10.2009 03:27	1h 20min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	51,7 MW
07.10.2009 10:32	5h 01min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	74 MW
07.10.2009 02:25	1h 36min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	60,9 MW
04.10.2009 14:22	2h 10min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	21,8 MW
04.10.2009 13:11	1h 06min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	48,3 MW
02.09.2009 01:09	0h 37min	Ortrand-Bernsdorf	6,2 MW
02.09.2009 01:09	0h 37min	Cottbus	8,5 MW
02.09.2009 01:02	0h 44min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	109,2 MW
23.07.2009 17:29	0h 46min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	42,4 MW
18.07.2009 06:42	1h 03min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	26 MW
12.06.2009 17:36	0h 39min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	14,9 MW
11.06.2009 17:21	4h 54min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	43,5 MW
23.03.2009 22:58	0h 32min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	16,1 MW
23.03.2009 21:22	0h 53min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	34,9 MW
23.03.2009 19:55	1h 20min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	34,2 MW
23.03.2009 16:06	3h 24min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	32,5 MW
23.03.2009 12:35	2h 40min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	32,2 MW
23.03.2009 04:00	3h 46min	gesamtes Netzgebiet *	473,0 MW
22.03.2009 22:58	8h 48min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	67,3 MW
22.03.2009 19:08	0h 38min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	22,5 MW
22.03.2009 15:32	3h 14min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	20,6 MW
26.02.2009 21:08	2h 07min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	13 MW
02.12.2008 02:41	3h 04min	Cottbus	3,1 MW
02.12.2008 02:41	3h 04min	Ortrand-Bernsdorf	0,3 MW
02.12.2008 02:34	3h 11min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	64,3 MW
19.11.2008 23:42	10h 48min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	63 MW
16.11.2008 19:50	0h 56min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	42,2 MW
11.11.2008 01:37	2h 39min	Cottbus	19,3 MW
11.11.2008 01:37	2h 39min	Ortrand-Bernsdorf	0,2 MW
11.11.2008 01:37	2h 39min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	75,9 MW
17.10.2008 04:31	1h 14min	Cottbus	23,9 MW
17.10.2008 04:31	1h 14min	Ortrand-Bernsdorf	5,4 MW
17.10.2008 04:31	1h 14min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	101 MW
24.08.2008 08:23	3h 23min	Cottbus	1,5 MW
24.08.2008 08:23	3h 23min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	77,1 MW
23.08.2008 11:13	1h 33min	Cottbus	3,3 MW
23.08.2008 11:13	1h 33min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	65,4 MW
05.08.2008 13:37	3h 39min	Cottbus	25,7 MW
05.08.2008 13:37	3h 39min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	90,9 MW
13.03.2008 05:57	0h 34min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	36,4 MW
12.03.2008 21:02	6h 29min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	34,9 MW
01.03.2008 12:21	2h 09min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	36,1 MW
01.03.2008 03:05	4h 41min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	40,8 MW
27.02.2008 11:54	2h 06min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	34,5 MW
27.02.2008 10:41	1h 05min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	33 MW
25.02.2008 10:11	0h 34min	Aschersleben-Köthen-Bernburg-Dessau	25,5 MW
25.02.2008 09:29	0h 32min	Aschersleben-Köthen-Bernburg-Dessau	23,5 MW
22.02.2008 21:07	5h 39min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	42,4 MW
26.01.2008 12:59	0h 47min	Jessen-Herzberg-Falkenberg	41,5 MW

出典：envia NETZ 社ウェブサイト(http://www.envia-netz.de/netzApp/ebene_a/nsm_entlastung.jsp)

表 1.2.1-3 EnWG13 条(2)に基づく事例

- ・ 2009 年 3 月 23 日の午前 4 時～7 時において、風力発電の出力上限を 2000MW に抑制
- ・ 2009 年 12 月 26 日の午前 1 時～4 時には風力発電の出力上限を 1000MW に、4 時～5 時には 500MW に抑制

出典：Annual Financial Statements 2009（50Hertz Transmission 社）

1.2.2 フランスにおける検討状況

フランスでは現在の所、再生可能エネルギーの優先給電に関するルールはない。

フランスの給電ルールは、系統連系の順番を考慮して後から接続したものがまず抑制されるルールであり、平時でも緊急時でも再生可能エネルギー電源が優先されることはない。

なお「緊急時」には再生可能エネルギー電源も含めて、セキュリティの確保に有効な電源から抑制が行われる。ここでの「緊急時」とは、明確にはどのような場合かの定めは行われておらず、その運用は送電系統運用者（RTE）の責任となっている。

1.2.3 イギリスにおける検討状況

(1) 再生可能エネルギーの優先性

英国には、各事業者が市場で取引した電力を 30 分ごとに TSO である National Grid に報告し、その通りに発電を行う「セルフ・ディスパッチ⁴」制を敷いており、優先給電は存在しない。National Grid などの TSO が送電線の運用に困難を見つけた場合、TSO は発電量を減らすシグナルを市場に出し、調整することになるが、これは再生可能エネルギーだけを特別扱いしたものではなく、セルフ・ディスパッチは、再生可能エネルギーにも適用される。

しかし、DECC は「再生可能エネルギー・電源は発電時の可変費が小さいため、(Renewable Obligation で) の購入価格が高い分だけ、市場で安く調達できるため、) 事実上優先給電扱いとなっている。」と認識している。

現在英国における RES の導入量は小さいが、2020 年のターゲットを達成するほど導入された場合にどうするかについては、現在レビューを DECC で行っている。どんな規制が必要かなど、来年早々にレビューされる。

(2) 出力抑制に関するルール

英国では、上記のようにセルフ・ディスパッチ制が敷かれているが、系統安定化対策のための出力抑制・解列は市場メカニズムに任せている。系統混雑等、系統運用上の障害があれば、National Grid は電源を抑制・解列することができるが、その際には機会損失分を発電事業者に対して支払う必要がある。

発電計画を提出するゲートクローズ (実取引の 1 時間前) 以降に生じた乖離分は National Grid がインバランス調整することになる。系統上の理由から、発電抑制を行う場合は、機会費用の補填を行うことになる。なお、ゲートクローズが一時間前なので、ずれ分はそれほど大きいというわけではないが、将来的に 40GW の風力を導入すれば、現在全体の電力取引の 3~4% 程度に留まっているインバランスも、増大すると考えている。

⁴各事業者が経済性に基づき計画通りに自社電源を運用することを「セルフ・ディスパッチ制」と呼ぶ。

1.2.4 スペインにおける検討状況

スペインの政令 REAL DECRETO 661/2007 の Annex XI は、再生可能エネルギーの給電に関して以下のように記述しており、スペインでは再生可能エネルギーの優先給電が認められている。

「系統運用者が設定した現在の規制に基づき、電力システムの供給信頼度、品質を維持することを目的とする抑制を実施する場合は、制御不可の再生可能エネルギー電源は、従来型電源に比して優先性が付与される。」

出力の抑制方法に関しても、再生可能エネルギーが最後に抑制されることとなっている。何かしら系統に不都合が生じた際に、出力を抑制する電源種類の順序を下記に示す。REE によると、風力・太陽光などの **Special Regime** 下の再生可能エネルギー不可制御電源の制御・抑制が最後である理由は、これらの電源を最大限有効利用するという目的の他に、これらの電源の不可制御性のために、これらの電源に頼ることをしたくないからということも挙げられるとのことである。

スペインにおける出力抑制順序

1. 従来電源
2. **Special Regime** 下の再生可能エネルギーでない可制御電源（電源コジェネなど）
3. **Special Regime** 下の再生可能エネルギー可制御電源（小水力など）
4. **Special Regime** 下の再生可能エネルギーでない不可制御電源（熱主運転のコジェネなど）
5. **Special Regime** 下の再生可能エネルギー不可制御電源（風力・太陽光など）

以上、スペインにおける優先給電に関して記述したが、REE によると、規制委員会である CNE が受け付けるスペインにおける再生可能エネルギーの系統接続、系統運用に関する苦情、紛争はこの再生可能エネルギーの優先給電に関するものが多いとのことである。優先接続に関しては苦情・紛争事例はあまりないのは前述した通りである。例えば一つの変電所の容量に限度がある場合で、複数の再生可能エネルギー事業者が系統接続を申し込んだ際には、REE、州自治政府としては選択を行った上で許可を与えるべきであるとの見方に対し、CNE はなるべく多くの再生可能エネルギーを接続させ、調整は運用の段階で行うことを勧告する。REE は概ねこの勧告に従って再生可能エネルギーを接続させ、運用において抑制する方策をとるが、これが優先給電の取り決めにそぐわないという発電事業者からの苦情・紛争が非常に多い。

1.2.5 米国における検討状況

ニューヨークやカリフォルニアでは、原則として市場取引に基づき給電されており、再生可能エネルギーの優先給電は行われていない。しかしながら、例えば風力発電は市場入札価格が低い
ため（※）、事実上優先的に給電されている。

なお、緊急時には風力発電も制御対象となりうる。

※ 下図のように、入札は低価格であったとしても、落札価格は落札者のうちの最高値（低価格の電源から積み上げ、必要な入札量を満たす時の価格）となる。

落札者は入札価格に関わらず、落札価格で売電される。

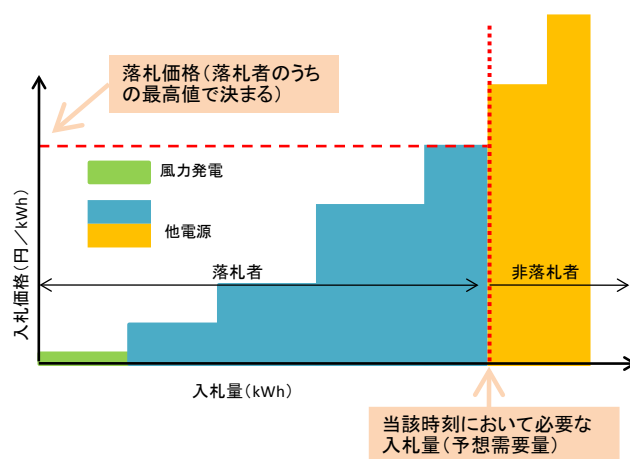


図 1.2.5-1 入札価格と落札価格の関係 (イメージ)

1.2.6 まとめ

以上の再生可能エネルギーの優先給電、及び出力抑制に関する欧州各国の状況を整理したものを下表に示す。ドイツ、スペインは再生可能エネルギー電源の優先給電が導入されている一方で、フランス、英国は優先給電に関するルールはない。

なお、優先給電を明確に規定している国においても、供給信頼度の維持のために、一定の説明責任のもとに出力抑制を行うことを認めている。

表 1.2.6-1 再生可能エネルギー電源の優先給電の状況

項目	ドイツ 	フランス 	英国 	スペイン 
優先給電の導入に関する検討状況	再生可能エネルギー法 (EEG) により再生可能エネルギー電源の優先給電が規定されている。(BMU)	- 優先給電に関するルールはない (RTE) - 給電ルールは、系統連系の順番を考慮して、後から接続したものがまず抑制されるルールであり、平時でも緊急時でも再生可能エネルギー電源が優先されることはない。(CRE)	- 優先給電に関するルールはない (DECC) - 再生可能エネルギーは市場入札価格が低いため、事実上優先給電扱いとなっている (DECC)	電力法 (Ley 54/1997) により再生可能エネルギー電源の優先給電が規定されている。(REE)
優先給電を規定している法令 (所管官庁)	EEG (連邦環境省)	—	—	Ley 54/1997 (産業観光商務省)
再生可能エネルギーの出力の抑制・解列	- 一般的には、EnWG13条(1)で規定される系統安定化対策を行い、①さらに過負荷対策が必要な場合にEEG11条による抑制・解列を実施し、②さらに全系的な問題が残る場合にEnWG13条(2)による抑制・解列が実施される。(Clearingstelle EEG) - EEG11条に基づく抑制・解列の場合は金銭的補償が義務付けられている。 - EnWGによる抑制・解列への金銭的補償はない。(Clearingstelle EEG)	「緊急時」には再生可能エネルギー電源も含めて、セキュリティの確保に有効な電源から抑制を行う。「緊急時」とは明確には定められておらず、その運用は送電系統運用者が責任を持っている。(RTE)	- 系統運用上の障害があれば、NGCは全ての電源を抑制・解列することができる。(NGC) - 需給調整市場で調整が行われた場合、調整に協力した事業者は対価を得る仕組みが存在する。(NGC)	- 安定供給上、抑制・解列が必要な場合は、制御の容易さを踏まえ以下の順序で行う。(REE) ➢ 従来電源 (火力) ➢ 電源コジェネなど ➢ 制御可能な再生可能エネルギー電源 (小水力など) ➢ 熱主運転などのコジェネ ➢ 制御困難な再生可能エネルギー電源 (風力・太陽光など)

1.3 電力系統における双方向通信の導入に向けた課題整理

1.3.1 米国における双方向通信の取組事例

米国での双方向通信への取組は、自動検針や遠隔開閉といった機能を有するスマートメーターを実現可能とする双方向通信の導入の取組を進めている一方で、需要家機器制御や系統安定化を目的としたより高度な双方向通信の導入は実証実験や構想の段階に留まっており、今後、その結果を踏まえた上で検討を行うこととされている。

導入されている双方向通信は、米国は無線メッシュ方式が主流であり、通信のリアルタイム性は確保されていない。

米国内でも東海岸地域と西海岸地域でスマートメーター、スマートグリッドに対する考え方には差異がある。西海岸ではまずスマートメーターを導入し、スマートメーターを家庭需要機器制御の入口としたいとしているが、東海岸ではスマートメーターの導入そのものに慎重である。

双方向通信による需要家機器制御の目的としては、現在、実証が行われているプログラムについては、ピーク負荷抑制のための需要機器制御が主たる目的となっている。家庭用機器を含む需要家機器制御についてはすでに一般向けに実施されているものもあるが、シグナルを一方的に送る方式で、双方向通信を使った取り組みは実証段階である。

再生可能エネルギーの導入拡大による系統安定化対策は近い将来必要となるとの認識はあるが、その対策として双方向通信を活用して需要家機器の制御を行うと位置づけて取り組んでいる動きはまだ多くみられない。

双方向通信の導入に夜課題としては、「需要家からの理解」「サイバーセキュリティ」「プライバシー」「標準化」の4点が主な課題として挙げられている。

需要家からの理解については、スマートメーター導入を巡って発生した PG&E の価格問題(※)による事業者への不信もあり、消費者はスマートグリッド自体に懐疑的になっていることが指摘された。また、リーマン危機後は特にコストに敏感になり、温暖化対策であってもコストアップには否定的である。そのため、双方向通信の必要性を消費者に理解してもらうことが、まずは重要課題となっている。

※ 2009年10月から PG&E 社のスマートメーターの導入により電気料金の請求額が増したとの苦情が増加(約 2,000 件)。第三者による調査の結果では、問題の背景には猛暑のために使用量が増加したことに加え PG&E 社の顧客対応の悪さ・説明不足が主な原因としている。

サイバーセキュリティについては、電力系統という重要インフラ保護の観点から関心が高く、その保護について課題となっている。

プライバシーについては、規制機関、事業者側の両方から、双方向通信の実現に向けて第三者への電力使用量等の顧客情報提供についての規制等のあり方が重要であるとの認識が示されている。

また標準化については、今後、実証をさらに進めていくためには、特にスマートメーターと家庭内ネットワークの情報交換、第三者への情報提供の仕様の標準化、需要家機器制御の実施の仕方の標準も必要であるとの指摘がなされている。

以下では、東海岸（ニューヨーク、ワシントン）、西海岸（カリフォルニア）でのヒアリング調査結果をもとに、各事業社等の取組事例についてまとめる。

（１） PG&E（カリフォルニア州の電気事業者）

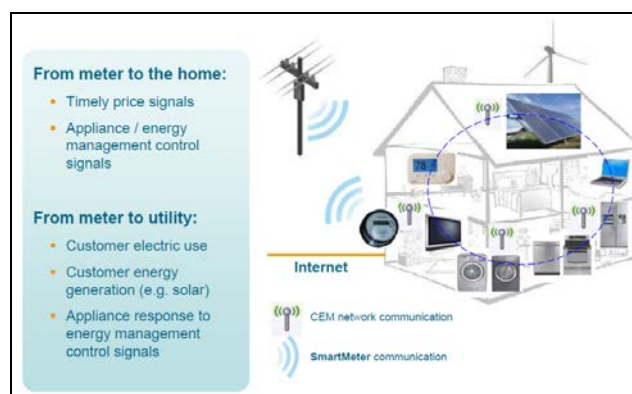
PG&E では、自動検針や遠隔操作のためにスマートメーターの導入を進めており、現在のところスマートメーターの設置数拡大が最大の懸案事項となっている（電気・ガスあわせて 1000 万台超のメーターのうち現在 600 万台を導入）。

メーターや家庭内ネットワークを介した需要家機器制御については、現在 20 需要家を対象とした技術的な実証実験を実施しており、2012 年からは 1 万需要家に拡大して、価格情報提供による需要家側での需要制御の実証を実施する予定となっている。この実証実験は 2013 年まで実施予定である。

表 1.3.1-1 PG&E における双方向通信の取組状況

項目	内容
取組状況	スマートメータと HAN を導入し、家電等を制御する計画
目的	デマンドレスポンスによる系統安定化、ピーク負荷抑制
制御対象	エアコンや、他の家電機器
対象需要家	2010～11 年：20 件（技術等の評価） 2012～13 年：～1 万件でのパイロットテスト
通信システム	- 電力会社～スマートメータ：RF メッシュ - スマートメータ～HAN：ZigBee
課題	- RF メッシュの利用に際しての通信問題の克服（地下メータからの通信、需要家がまばらな地域での利用など） - 電力会社と第三者の情報のやり取りに関する標準化（Open ADE など）

出典：PG&E 資料・ヒアリングより作成



出典：PG&E 資料

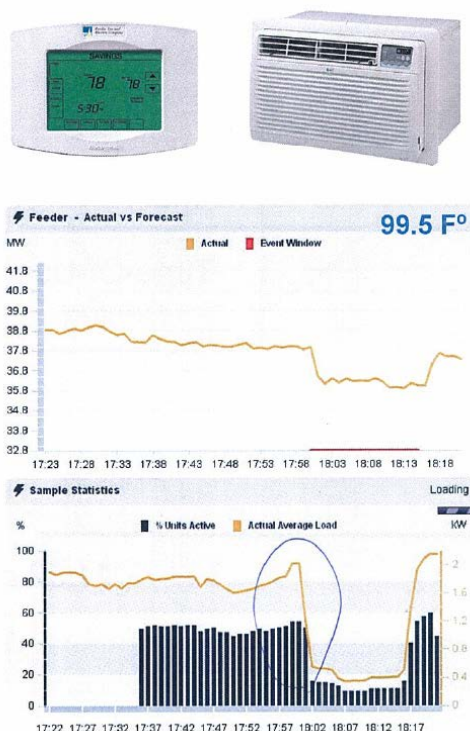
図 1.3.1-1 PG&E の双方向通信の将来像

需要家機器制御については、発電所の新設を避けるために、デマンドレスポンスプログラムを 1979 年以来実施している。

大口産業需要家を対象として、当初はエマージェンシーデマンドレスポンスとして需要を抑制

するものであったが、2001 年からは、価格シグナルを顧客に送信し抑制するかを判断してもらうプログラムを実施している。

また個別世帯向けのデマンドレスポンスプログラムとしては、希望家庭に対し需給逼迫時に無線シグナル（単方向）を送りエアコン等の直接制御を行うスマート AC プログラムを 2006 年から実施している。



出典：PG&E 資料

図 1.3.1-2 スマート AC プログラムのイメージ

PG&E では双方向通信の課題として、標準化の必要性を挙げている。スマートメーター情報は顧客の重要情報であるため、新製品や新サービスの情報源になると考えているが、その情報にアクセスするための標準が必要であると認識している。PG&E では現在のところ、OpenADE を電力会社とサードパーティのデータ交換に利用することを検討している。また、ローレンス・バークレイ国立研究所が CEC の協力を得て開発した自動家庭内機器制御規格である「OpenADR」の標準化にも取り組んでいる。

また太陽光発電の制御については、太陽光発電の導入による系統への影響も検討課題であるが、どちらかという電気自動車導入による充電需要拡大の方が送配電系統に影響があると考えており、影響を懸念している。

(2) CAISO（カリフォルニア独立系統運用者）

CAISO では現在、電力会社と協力して民間大口需要家 1 社とのリアルタイム（4 秒遅れ）での需要家機器制御のパイロット試験として、電力使用情報を収集しエネルギーマネジメントシステムを介して空調、給湯器等の制御の実証を実施している。

太陽光発電の制御については、風力発電も含む再生可能エネルギー導入対策として、域内の電

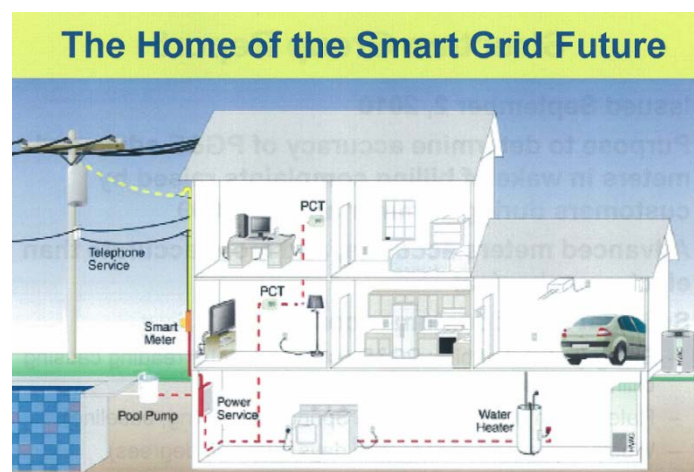
力会社の保有する蓄電池をリアルタイム双方向通信により、給電制御するための実証実験を実施している。現在合計 4MW の NAS 電池をテストベッドとして行っている。

(3) CPUC (カリフォルニア州公益事業委員会)

カリフォルニア州の公益事業委員会である CPUC では、将来的にはスマートメーターを入り口として家庭内機器の需要機器制御を行うことを想定している。

現在はスマートメーターと需要家機器との間の通信プロトコルに係る標準が確立していないためスマートメーターが直接家庭内ネットワークと通信することは行われてない。標準が決まるのは 2011 年末頃と見込まれており、機能拡張が必要になった場合、スマートメーターのソフトウェアの更新は通信で可能となっている。

一方、電力会社とスマートメーター間の通信方式は、将来の活用方法を想定して選択されるべきと CPUC では考えている。現在の無線メッシュ方式は 1 日数回程度の通信頻度であり、需要家への情報提供は 1 日遅れでも有用と考えるものの、リアルタイムにより近い情報であれば更に有用と CPUC では考えている。連邦の目標では 2011 年までに Near Real Time ベース（5 分遅れ程度を想定）でメーター情報を提供出来るようにすることとなっており、まだその標準等の詳細が決まっていないものの、現在のメーターの通信方式では対応出来ないため解決策が必要になってくると CPUC では考えている。



出典：CPUC

図 1.3.1-3 CPUC の双方向通信の将来像の概要

CPUC では双方向通信の検討課題として、サイバーセキュリティ、プライバシー、および標準化への対応を挙げている。

CPUC ではサイバーセキュリティについて、配電系統全体、および個人情報の観点から検討している。この際、まずは個人情報のセキュリティについて検討し、配電系統のセキュリティについては来年（2011 年）より検討する予定としている。スマートメーターのネットワークから侵入し不正に情報を送信して変圧器等をダウンさせる被害を与えるような脅威の可能性もあることから、FERC と定期的に会議を持ち対策を検討しているとのことである。

プライバシーに対しては、今まで顧客情報は電力会社が守るべきものであったが、これからは顧客の情報を守ることと、顧客の要望に応じて提供する両方の目的を達成するため、微妙なかじ

取りが必要であり、新たなプライバシーの取り扱いの規定を作成している。第三者とのデータ共有の可否を顧客自身が選択可能とするようにしたいと考えている。

また、電力会社は公益事業委員会の規制下にあるが、情報が提供される情報サービス業等の第三者は規制対象外となっている点が課題となっている。また第三者が電力会社のネットワークを使わずに、インターネット等を使ってサービスを提供する場合の規制をどうするかも検討課題であり、CPUC が規制権限を持つのは電力会社が第三者にデータを渡す場合の条件についてのみではないかとの議論もある。

標準化に対しては、現在はスマートメーターと需要家機器との間の通信プロトコルに係る標準が確立していないためスマートメーターが直接家庭内ネットワークと通信することは行われてない。標準が決まるのは 2011 年末頃と見込まれている。

また太陽光発電の制御については、太陽光発電の導入による系統への影響も検討課題であるが、PG&E 同様にどちらかというと電気自動車導入による充電需要拡大の方が送配電系統に影響があると考えており、影響を懸念している。

(4) CEC (カリフォルニア州エネルギー規制委員会)

CEC では、双方向通信に対して特にデマンドレスポンスを通じた活用に期待している。

CEC では風力発電を中心とした再生可能エネルギーの出力変動のため、2020 年時点で 4000～6000MW の調整力が必要と想定しており、うち 1000～2000 MW を双方向通信を用いて、家庭を含むデマンドレスポンスで対応することを検討している（10～20 秒以内での反応を期待）。家庭のデマンドレスポンスプログラムでは、需要家が自ら機器制御をコントロールできる機能（例：HAN のプログラム機能）が必要と考えている。

(5) Con Edison (ニューヨーク州の電気事業者)

Con Edison では、自動検針や遠隔操作を主な目的として、1500 需要家を対象としたスマートメーターの実証を実施している。このうち 300 需要家を対象にインターネット経由（※）で価格情報提供による家庭内ネットワークによる省エネ実験を行っている。今後 3 年間実施し、今後の展開を決定することとなっている。

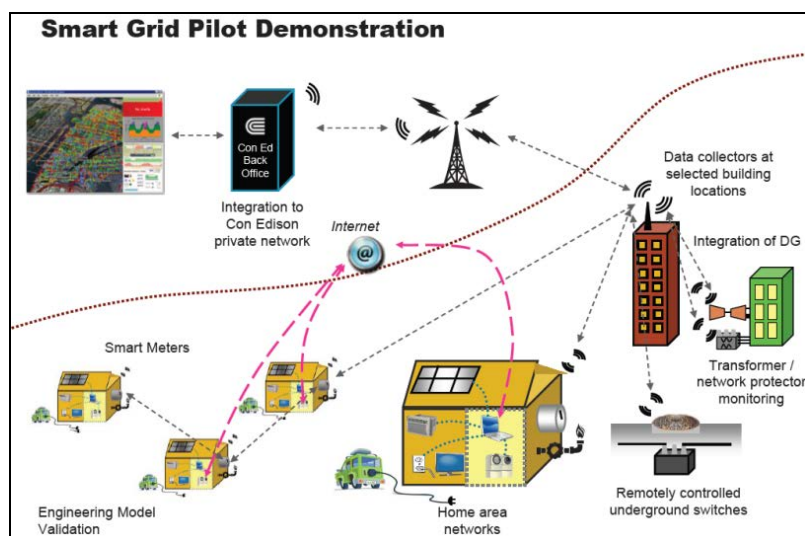
Con Edison では、電気事業者としてスマートメーターにメリットを見いだせるか、まだ結論が出ていない。東海岸に比べて西海岸でスマートメーターの導入に熱心なのは、規制当局が熱心であることや 1 世帯あたりの電力消費量が東海岸に比べて大きいため需要家機器制御による省エネ効果が期待されているからではないかとしている。

※ スマートメーターには電力向と需要家向の 2 つの通信機能が考えられているが、スマートメーターが直接家庭内ネットワークと通信することがセキュリティ上問題があるため、インターネット経由としている。

表 1.3.1-2 Con Edison における双方向通信の取組状況

項目	内容
取組状況	Smart Grid のデモプロジェクトでスマートメータと HAN を導入し、家電等を制御
目的	デマンドレスポンスによる系統安定化、ピーク負荷抑制
制御対象	エアコン、TV、照明器具などの家電機器
対象需要家	- HAN の導入：300 世帯 - スマートメータは 1500 需要家
通信システム	- 電力会社～スマートメータ：RF メッシュ - スマートメータ～HAN：ZigBee（ただし、現状ではセキュリティ部門からの要請により ZigBee は利用されておらず、インターネットを介しての双方向通信となっている）
課題	- HAN の製品安定性 - デマンドレスポンスの実効性（NY 地区は小規模な世帯が多いために、世帯電力消費量が平均 300kWh 程度と小さく、削減余地が少ない） - RF メッシュの利用に際しての通信障害の克服（高層ビル等による電波障害、地下メータからの通信、など）

出典：Con Edison 資料・ヒアリングより作成



出典：Con Edison

図 1.3.1-4 Con Edison の双方向通信実証試験の概要（イメージ）

なお Con Edison では、現在の需要機器制御は電力会社の省エネプログラムの枠の中で行われている。

（６） NYISO（ニューヨーク独立系統運用者）

太陽光発電の制御に関しては、電力会社は太陽光発電からの逆潮流を受け入れる責任があるものの、まだ導入規模が小さいため問題は起こっていないとのことである。

(7) NASUCA（全米消費者委員会）

NASUCA では、双方向通信に対する課題として、消費者の理解が必要である点、プライバシーの問題について挙げている。

消費者の理解について NASUCA では、双方向での家電制御が導入されるとしても、対応機器の購入などでコスト増になり、特に低所得者や年金生活者等の固定収入者の負担が大きくなるために時期尚早と考えている。導入の効果が需要家ごとに異なることから、導入に対してはその可否を需要家が選択できるようにすべきであり、通信手段についてもスマートメーターによらない代替案も比較考量を行うべきと考えている。

またスマートグリッドにより電力会社の投資コストが抑制されたとしても、電気料金は決して下がらないのではないかと、の技根を抱いている。規制当局も当初は電気料金が下がると言っていたが、今はそのような認識は持っておらず、再生可能エネルギーを含む温暖化対策コストも膨大になると思われ、そもそも電気料金が下がることはあり得ないと考えている。

消費者が正しい選択をするためには正しい教育が必要であると考えており、また電力消費に関する情報は消費者が所有しているものであり、情報のセキュリティに関しても、正しい教育を受けた消費者自らが情報を提供して良いか判断すべきであると考えている。

また需要家機器の制御が行われる場合、プライバシーの面から、州公益事業委員会の規制下にある電力会社の方が規制対象外である第三者よりも好ましいと考えている。

(8) EEI（エジソン電気協会）

EEI では双方向通信に対する課題として、消費者の理解が必要である点を挙げている。

EEI では、スマートグリッドへの投資は従来の異なるアプローチが必要であり、投資初期段階から、消費者団体や規制当局と一緒に活動し協力していく必要があると考えている。EEI はスマートグリッドに積極的な政府側と、取組を止めようとする消費者団体の 2 者の間に置かれており、消費者団体には教育を、政府側には技術革新を阻止するものではないことを説得していく必要があると考えている。

(9) FERC（連邦エネルギー規制委員会）

FERC では双方向通信に対する課題として、サイバーセキュリティを挙げている。

FERC では双方向通信を用いるデマンドレスポンスやスマートメーターなどのアプリケーションは、系統の信頼性を高めると考えている。ただし、その条件として情報保護の必要があり、情報管理の欠如により系統上に新しい脆弱性が現れてはならないとしている。

双方向通信導入に関する主要課題は、データの守秘性（特に消費者のエネルギー利用に関するデータについて）と、情報の正確性（情報内容や、情報の受領者の正確性）と考えている。

FERC では 2007 年の EISA 2007（Energy Independence and Security Act of 2007：エネルギー自立・安全法）で、系統の通信に関する標準化についての権限が与えられた。NIST が調整した標準・プロトコルを踏まえて、全米の電力市場でスマートグリッドが機能し相互運用性が確保できるようにしていくとのことである。

1.3.2 欧州における双方向通信の取組事例

以上、米国における双方向通信の取組に関して記述したが、同様の取組は欧州においても行われている。以下にその事例を示す。

(1) ドイツにおける双方向通信の取組

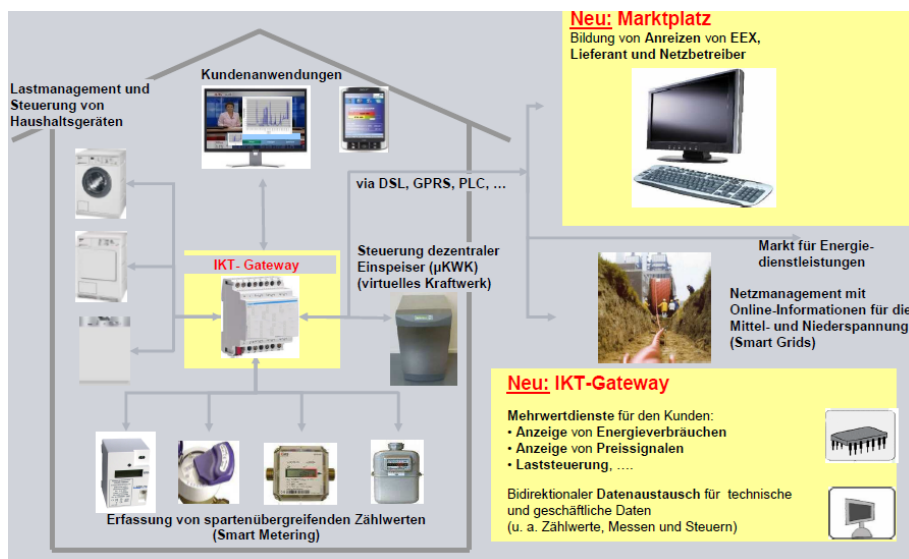
ドイツでは、今後大量に導入される風力・太陽光に起因する系統諸課題（特に需給アンバランス）への対応が急務であると考えられており、スマートメータ、スマートアプライアンスなどの双方向通信の導入によって、例えば風力・太陽光が多く発電している時間帯などに需要を喚起し、需給をバランスさせることを考えている。しかし、双方向通信については、まだ検討段階であり、具体的な方針は今後決定するとのことであり、BMU は「双方向通信のようなスマートグリッドの議論は日本の方が進んでいる」と認識している。

ドイツにおける双方向通信の取組として、現在連邦経済省(BMWi)と連邦環境省(BMU)が共同で実施しているスマートグリッドプログラムである「E-Energy」が存在する。同プログラムではモデル地域として 6 都市を選定しており、各地において別々のコンセプトのスマートグリッドプロジェクトを実施している。

表 1.3.2-1 E-Energy の対象地域とプロジェクトの概要

プロジェクト 名称	試験 サイト	主な 実施主体	プロジェクトの概要
eTelligence	クックス ハーベン	EWE	地域での需給調整用エネルギー マネジメントシステムの開発
RegModHArz	ハーツ	RK HArz	インテリジェントゲートウェイの開 発
E-Dema	ルール	RWE	再生可能エネルギーの余剰対 策に電動車両に貯蔵する方法 の開発
SmartW@TTS	アーヘン	Utilicount	スマートメータを用いた温室効果 ガスの削減技術の開発
model city	マンハイム	MVV Energie	エネルギーバトラー（給仕）と呼 ぶシステムによる新たなサービ スの開発（価格シグナルへの反 応等）
MEREGIO	バーデン	EnBW	Webベースの再生可能エネル ギーの取引システムの開発

ドイツ政府としては、本実証で得られた技術をドイツ全土に展開していきたい考えとのことである。



出典：E-Energy

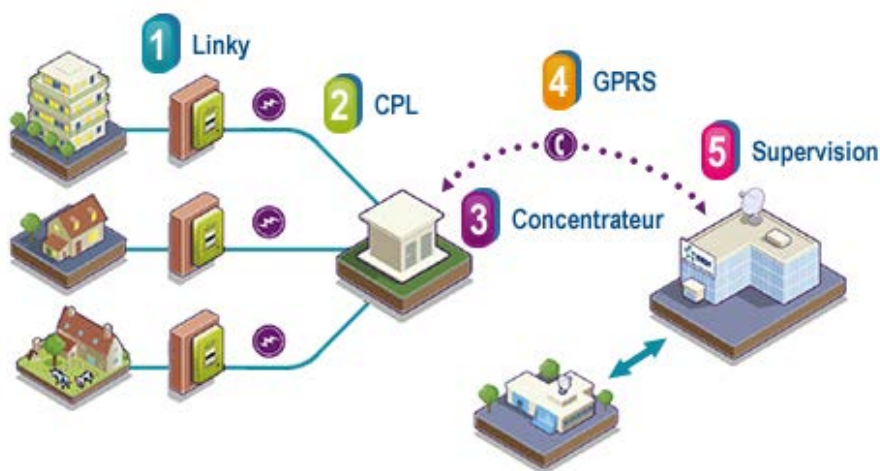
図 1.3.2-1 E-Dema (E-energy のプロジェクト) のスキーム

(2) フランスにおける双方向通信の取組

フランスでは、主に、今後大量に導入される風力・太陽光に起因する配電系統における系統諸課題が危惧されており、これらを解決するべく、双方向通信に関する取組も行っている。フランスでは今後スマートメータの導入を推進していく予定であり、スマートメータのインフラを中心に、配電系統のスマートグリッド化を図る方針である。

フランスの DSO である ERDF は、現在 3,500 万台のスマートメータを導入する「Linky Program」を実施している。本プログラムでは、通信線として PLC を用いることを検討しているとのことである。

Linky : un système de compteurs communicant



出典：ERDF 資料

図 1.3.2-2 Linky プログラムの概要

また、今後大量に導入される風力・太陽光に起因する配電系統における電圧変動が危惧されているが、この問題への対策として、現状では配電線の強化、変圧器の増設を考えており、将来的にはインバータ機器による無効電力制御、協調制御の他、揚水発電などの電力貯蔵設備の導入も検討している。

（３） 英国における双方向通信の導入状況

英国では、スマートメータの機能を増強させ、双方向機能やデータ出力による電気事業者のメリットに関するフィージビリティスタディを現在実施中であるとのことである。なお、需要家機器の制御についても検討中であるが、現在は双方向通信を系統運用に利用するという計画・目標はなく、もし需要家機器制御を行うとしても、DSM プログラムに参加を希望した需要家のみを対象とし、強制とすることは考えていない模様である。

需要家機器の制御については、英国 TSO である National Grid が積極的な姿勢を見せている。英国では、低炭素化に向けて 2025 年から徐々に熱需要をガスからヒートポンプに転換していく意向であるが、同時に今後更なる風力発電の大量導入により、今後ますますの系統混雑、潮流管理の複雑性が増し、対策が必要であると認識されている。ヒートポンプ機器を DR に用いることが検討されており、周波数ベースでの短周期変動抑制に用いるための研究開発を行いたいという意向を示していた。

1.3.3 サイバーセキュリティについて

(1) 情報セキュリティの重要性

今後電力系統において双方向通信などの情報通信技術の活用が益々増えていくことが予想される。この情報通信技術の活用によって問題が顕在化してくるものに、情報セキュリティがある。電力分野において、情報セキュリティが脅かされた事例として、下図のような原子力発電が停止したものがある。情報通信分野の進展に伴い、情報セキュリティに対する脅威も増大していることに加え、このような電力システムの情報通信系の機能不全は、我が国の電力供給に対して多大な影響を及ぼし、更には重大事故に繋がりがねないと予想されることから、双方向通信導入時におけるセキュリティ確保は慎重に議論されるべき内容である。

○ Davis Besse 原子力発電所の停止

- 2003 年1 月、アメリカオハイオ州にあるDavis Besse 原子力発電所が、ウイルスの一種であるSlammerワームに感染し、SCADA システムが約5 時間にわたって停止。
- 同施設のプロセス・コンピュータも停止し、再運用までに約6 時間を費やした。
- 他の電力施設を結ぶ通信トラフィックも混乱し、通信の遅延や遮断に追い込まれた。
- 当時、発電所のシステムにはSlammer用のパッチが当てられていなかった。



出典：NRC (Nuclear Regulatory Commission)

Davis Besse 原子力発電所

出典：IPA、「」より作成

図 1.3.3-1 電力分野において情報セキュリティが脅かされた事例(原子力発電所)

(2) 情報システムにおける情報セキュリティ対策

一般的に、情報システムにおいて講じられるセキュリティ対策には、以下のようなものが挙げられる。

- ・ 通信遮断（ファイアウォール）
コンピュータネットワークと外部との通信を制御することで、コンピュータネットワーク内の安全を維持する
- ・ 暗号化通信
システム内、またはシステム間を流通する情報を暗号化し、他者に読み取れないようにする
- ・ 端末認証
あるコンピュータネットワークに対し、システムなどへのアクセスが許されているかどうかを認証する
- ・ OS 脆弱性除去
オペレーティングシステム自体のセキュリティ脆弱性を除去する
- ・ 侵入通知
外部からのコンピュータネットワークへの侵入に対し、アラームをつけることで「見える化」

を行う

- ・ パスワード認証
パスワード認証を行うことで、対象となるコンピュータネットワーク、もしくは外部ネットワークのアクセスに対して許可を与える
- ・ 端末アドレス制限
コンピュータの端末のアドレスを特定し、制限する

電力系統に関わるシステムにおいても、これらのセキュリティ対策を組み合わせることで情報セキュリティを確保する必要がある。

出典：芹澤・木内，「監視制御システムにおけるセキュリティ技術の動向」，電子情報通信学会誌

図 1.3.3-2 制御システムにおけるセキュリティ対策の例

(3) 海外におけるセキュリティに関する検討事例

◆NIST CSWG

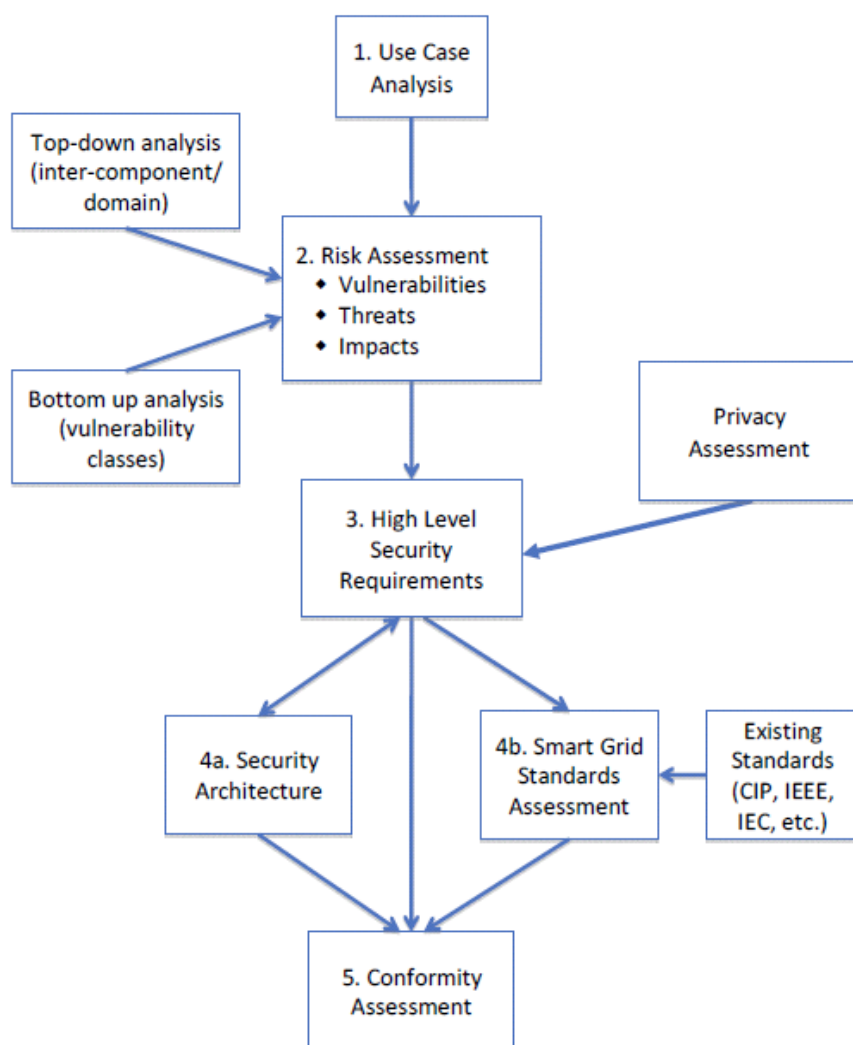
現在、米国では EISA Title VIII に従って、米国標準技術研究所（NIST : National Institute of Standard Technology）がスマートグリッドの相互運用性（Interoperability）確保のためのフレームワークを策定中である。その中で NIST は CSWG (Cyber Security Working Group) というサイバーセキュリティに特化した議論を行うワーキンググループを設立し、スマートグリッドにおけるサイバーセキュリティに関する検討を行ってきた。

CSWG のサイバーセキュリティの検討フローを下図に示す。

この検討フローは、以下の 5 つのステップに分かれている。

- ・ ユースケース分析
まずはスマートグリッドの各コンポーネントの利用シーンを定義し、明確化する

- リスク評価
次にスマートグリッドに関わる情報システムの脆弱性、脅威、影響度を洗い出し、これらの定量的な評価を行うことで、セキュリティにおけるリスクを評価する
- 高レベルセキュリティ要件
上記の 2 ステップを行った上で、スマートグリッドに求められるセキュリティ要件を明確化し、ガイドラインを策定する
- スマートグリッド標準の評価
上記のセキュリティ要件と既存の IEC、IEEE などの標準を照らし合わせることで、既存の標準での改善点などを整理する
- 適合評価
NIST が主催するスマートグリッド相互運用性パネル（Smart Grid Interoperability Panel）の試験、認証に関する検討グループなどと協調しながらサイバーセキュリティ要件の適合性を評価する



出典：NIST, “Smart Grid Cyber Security Strategy and Requirements”

CSWG は 2010 年 8 月に 3 ステップ目の高レベルセキュリティ要件に関連して、スマートグリッドのサイバーセキュリティガイドラインである「Guidelines for Smart Grid Cyber Security: Vol. 1, Smart Grid Cyber Security Strategy, Architecture, and High-Level Requirements」を策定した。

NIST のサイバーセキュリティガイドラインでは、下表のような項目に対する 19 分野の要求事項を定めている。

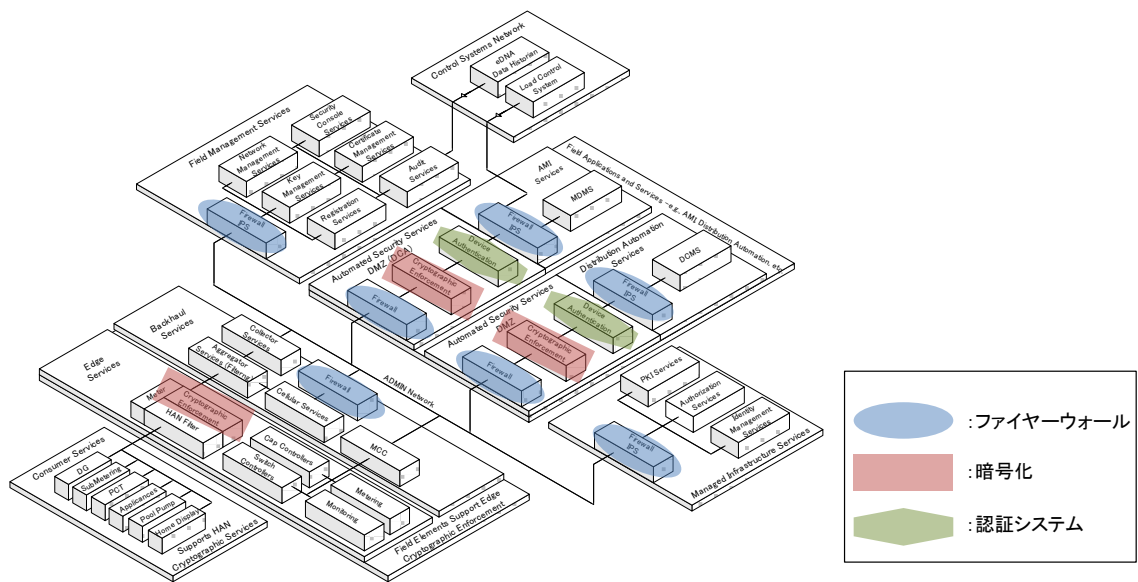
表 1.3.3-1 NIST のサイバーセキュリティガイドラインで定められている主な要求事項

コード	要求事項
SG. AC	アクセス制御
SG. AT	セキュリティ意識とトレーニング
SG. AU	監査・説明責任
SG. CA	セキュリティ評価と許認可
SG. CM	コンフィグレーション管理
SG. CP	運用持続性
SG. IA	識別と認証
SG. ID	情報、文書管理
SG. IR	事故対応
SG. MA	スマートグリッド情報システムの開発と保守
SG. MP	メディア保護
SG. PE	物理的、環境的セキュリティ
SG. PL	計画
SG. PM	セキュリティプログラムの管理
SG. PS	保全適格性検査
SG. RA	リスク管理と評価
SG. SA	スマートグリッド情報システムと情報取得
SG. SC	スマートグリッド情報システムと通信保護
SG. SI	スマートグリッド情報システムと情報機密性

出典：NIST, “Guidelines for Smart Grid Cyber Security”より作成

◆SCE の AMI セキュリティ対策の事例

米国カリフォルニア州の大手電気事業者である SCE (Southern California Edison)は、自身が構築する AMI ネットワークのセキュリティ対策を下図のように施すことを考えている。SCE の考えている AMI システムは、メーター業務、配電自動化等を含むが、セキュリティ対策としてはファイヤーウォール、暗号化、認証システム等を考えていることが伺える。



出典：SCE 資料より作成

図 1.3.3-3 SCE の考えている AMI におけるセキュリティ対策

1.4 実証事業や技術開発の進捗等を踏まえた系統安定化対策の検討

ここでは系統安定化対策事業として実施されている実施事業の内容を踏まえ、今後の検討安定化対策のあり方を検討する。

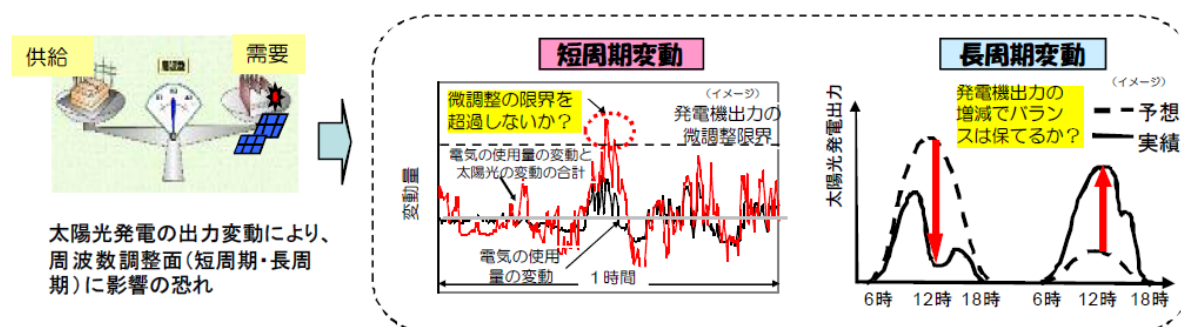
1.4.1 分散型新エネルギー大量導入促進系統安定対策事業

(1) 背景・目的

低炭素電力供給システムに関する研究会(2009.7)では、電力の安定供給を維持しつつ太陽光発電の大量導入を進めていくための課題の一つとして、「周波数調整面」での分析・評価が位置づけられた。

電力の安定供給のためには、需要と供給を時々刻々とバランスさせることが必要であり、需要変動に対して火力等の発電量を細かく調整し周波数を維持することが必要である。しかしながら大量の太陽光発電が導入されると、太陽光発電の出力変動が加わり、トータルの変動量が拡大するため、電力の安定供給を維持するための技術開発が必要となるものの、太陽光発電出力変動に関する知見が十分ではない。

そのため太陽光大量導入時の系統安定化検討に必要となる、①太陽光発電出力等のデータ収集・蓄積、②データ分析・評価の実施を目的に、本事業が開始された。



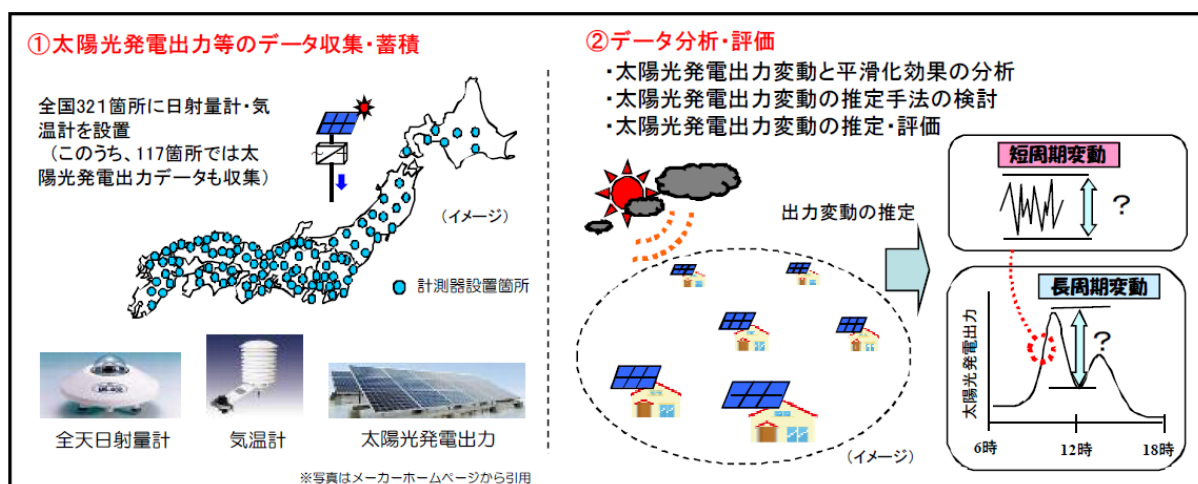
出典：電気事業連合会資料（次世代送配電システム制度検討会 WG1 資料、2010.12.27）

図 1.4.1-1 太陽光発電の出力変動の影響イメージ

(2) 事業の概要

本事業は、10 電力会社が国の補助を得ながら、全国 321 箇所に日射量計・気温計を設置、内 117 箇所には太陽光発電を設置し、太陽光発電出力等のデータ収集蓄積を行っている。それらのデータをもとに、太陽光発電出力変動と平滑化効果の分析、太陽光発電出力変動の推定手法の検討、および太陽光発電出力変動の推定・評価を実施している。

スケジュールは 2009 年度から 2011 年度の 3 ヶ年であり、得られた成果は太陽光発電が大量導入されたときの電力系統に与える影響の評価、太陽光発電出力の把握・予測技術、需給運用システムの開発等に活かされる予定である。



出典：電気事業連合会資料（次世代送配電システム制度検討会 WG1 資料、2010.12.27）

図 1.4.1-2 事業の概要

（３） 進ちょく状況

① 太陽光発電出力の短周期変動の推定手法

太陽光発電出力の短周期変動に対して需給調整を行うためには、広域的に見た出力変動量を推定する必要がある。そのため、ランダムな雲の動きに着目した推定手法の考案に向け、出力変動と平滑化効果のモデル化が検討されている。

現在のところ、2010年に名古屋地区で収集したGWを含む春季などのデータ分析により、短周期変動について一定の平滑化効果があることが確認されている。また、ブロックサイズ、ブロック内の変動率について試算値を得ることで、変動モデルの大枠の把握が行われている。

今後、データ蓄積・分析を継続するとともに、推定手法の合理性についても検証を進める予定となっている。

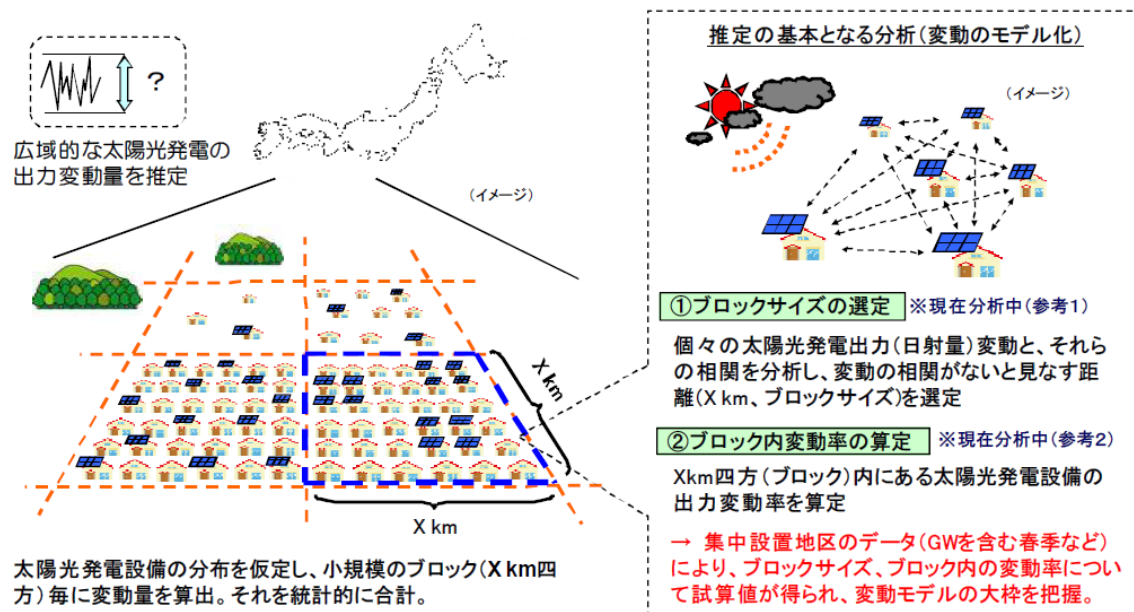


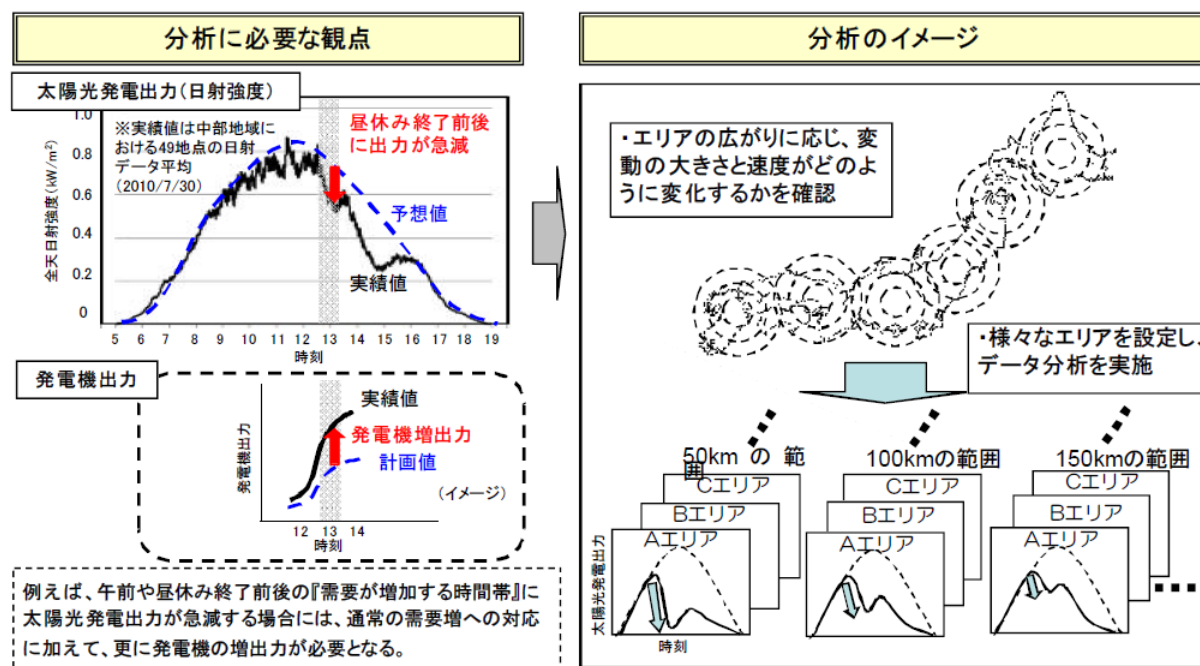
図 1.4.1-3 短周期変動の推定手法概要

出典：電気事業連合会資料（次世代送配電システム制度検討会 WG1 資料、2010.12.27）

② 太陽光発電出力の長周期変動の推定手法

太陽光発電出力の長周期変動に対して需給調整を行うためには、天候変化による出力変動量を広域的に推定する必要がある。そのため、需給調整への影響評価を目指し、変動の大きさと速度の観点から分析を実施する計画であり、現在のところ太陽光発電出力変動の推定に向けた分析手法の整理が行われている。

全国への日射量計の設置が完了したため、今後はデータ分析に着手する予定となっている。



出典：電気事業連合会資料（次世代送配電システム制度検討会 WG1 資料、2010.12.27）

図 1.4.1-4 長周期変動の推定手法概要

1.4.2 離島独立型系統新エネルギー導入実証事業

（1）背景・目的

低炭素社会実現に向けた電力供給システムの低炭素化の社会的要請、離島特有の事情である内燃力（ディーゼル）発電により高い発電コストとなっていること、本土の電力系統から独立した小規模系統であること、また石油燃料資源の枯渇や入手困難化の可能性などを踏まえ、離島の独立した電力系統において、太陽光発電などの新エネルギーを大量導入した場合の課題を解決し、離島の CO₂ 排出量削減と発電コスト低減を図ることが必要である。

そのため、離島の独立した電力系統において、太陽光発電設備等を大量に導入した場合に発生する影響を把握し、系統安定化対策を検討することを目的として、需要家への安定供給を確保しつつ必要な設備を導入し、実際の電力系統にて実証試験が行われている。

本事業は九州電力、沖縄電力が行っており、実証期間は 2009～2013 年度の予定である。

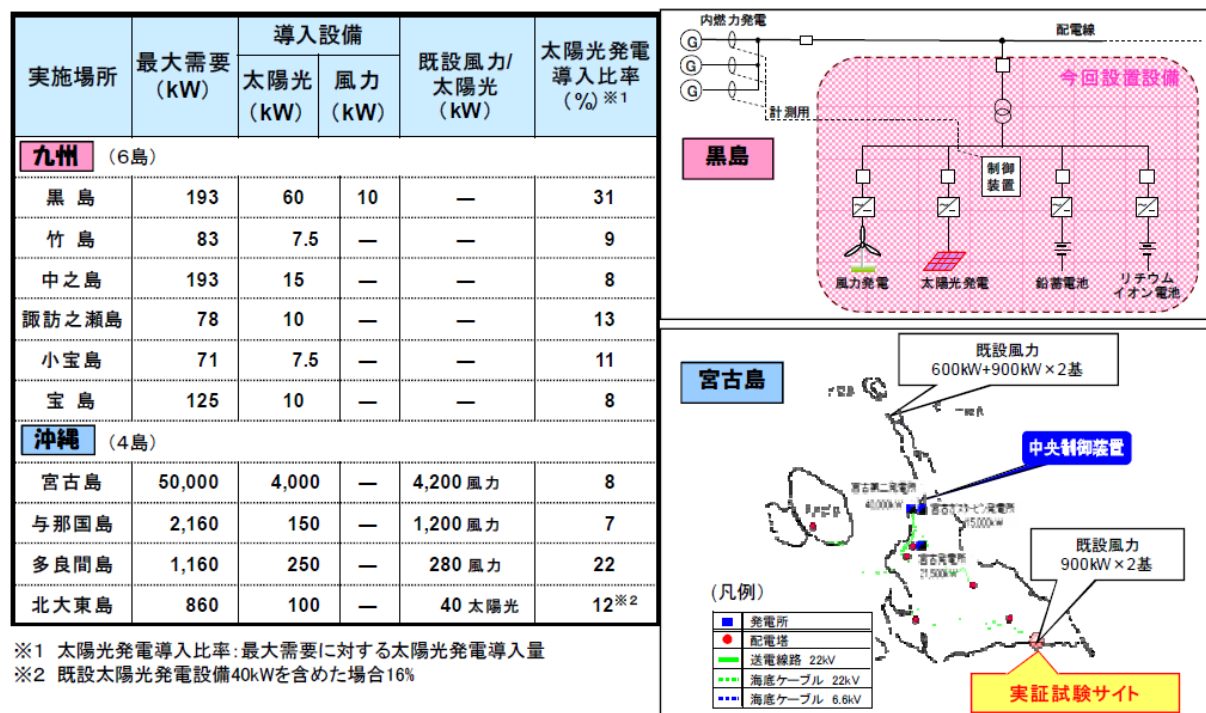


出典：電気事業連合会資料（次世代送配電システム制度検討会 WG1 資料、2010.12.27）

図 1.4.2-1 実証事業を実施している離島一覧

(2) 事業の概要

本事業では、系統規模が異なる合計 10 の離島へ太陽光発電設備を導入し、複数の系統安定化手法について実証試験を行い、効果的な系統安定化対策についての知見を得る。例えば需要および導入設備規模とも、今回の 10 離島のうち最大の宮古島においては、電力系統に不安定電源である太陽光発電設備 4 MW を導入し、NAS 電池 4 MW を用いて系統安定化対策について検証する。



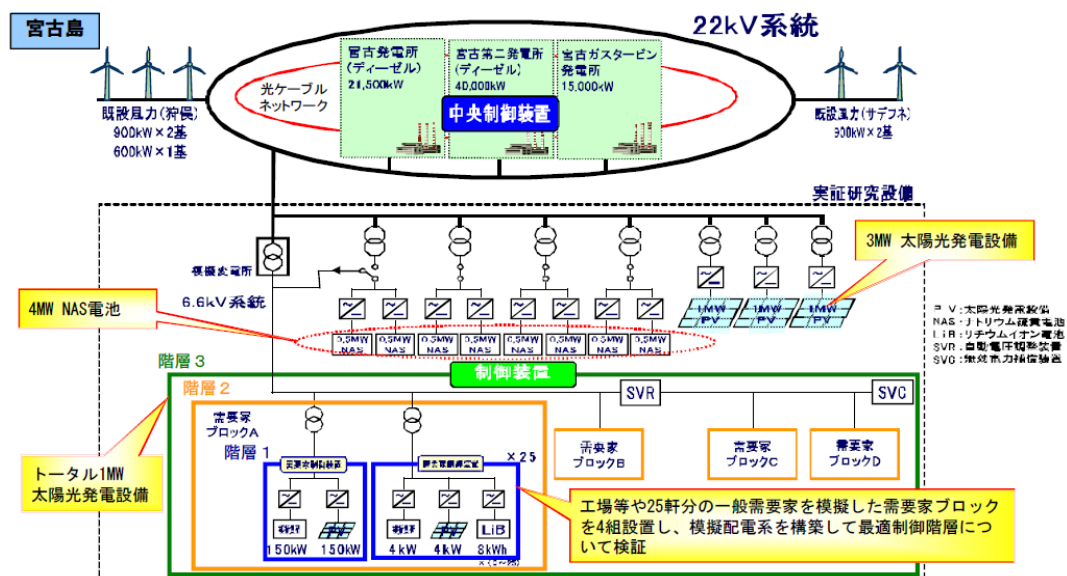
出典：電気事業連合会資料（次世代送配電システム制度検討会 WG1 資料、2010.12.27）

図 1.4.2-2 導入設備の概要

表 1.4.2-1 実証試験内容

項目	内容	実施場所
① 太陽光発電の出力変動補償効果の検証	太陽光の急峻な短周期の出力変動を平滑化する制御機能および最適蓄電池容量の検証	九州電力：竹島、中之島、宝島 沖縄電力：宮古島
② 太陽光発電の出力平準化効果の検証	短周期に加え、長周期の出力変動を抑え平準化する制御機能及び最適蓄電池容量の検証	九州電力：諏訪之瀬島、子宝島
③ 太陽光発電出力の時間帯シフトの検証	昼間の太陽光発電出力の余剰分を蓄電池に充電し、夜間に放電する技術の検証	九州電力：黒島
④ 周波数変動抑制効果の検証	既存電源の周波数制御に加え、太陽光と蓄電池の組合せによる周波数調整機能(周波数制御を積極的に支援する手法)の検証及び最適蓄電池容量の検証	沖縄電力：宮古島、与那国島、多良間島、北大東島
⑤ 太陽光発電設備のスケジュール運転の検証	太陽光の予測手法を検討し、目標とする日の前の日に予測された太陽光発電結果及び蓄電池残容量から発電計画を作成し、計画に基づいた出力運転の実現及び最適蓄電池容量の検証	沖縄電力：宮古島
⑥ 模擬線路における最適制御階層の検証	模擬の配電線路において、模擬配電線路に連系されている蓄電池と太陽光発電の最適制御階層に関する検証	沖縄電力：宮古島

出典：電気事業連合会資料（次世代送配電システム制度検討会 WG1 資料、2010.12.27）より作成



出典：電気事業連合会資料（次世代送配電システム制度検討会 WG1 資料、2010.12.27）

図 1.4.2-3 宮古島における実証試験の概要

（3）進ちょく状況

既に設備工事は完了し、現在、実証試験が行われている。これまでに、本実証試験で実施する出力変動補償、出力平準化、太陽光発電出力の時間帯シフトの制御機能について、所期の動作が確認されている。

① 太陽光発電の出力変動補償効果の検証

内燃力発電機の運転への影響を軽減するため、太陽光発電の出力変動の短周期成分を蓄電池の補償制御で緩和する制御機能が確認された。(竹島、中之島、宝島、宮古島)

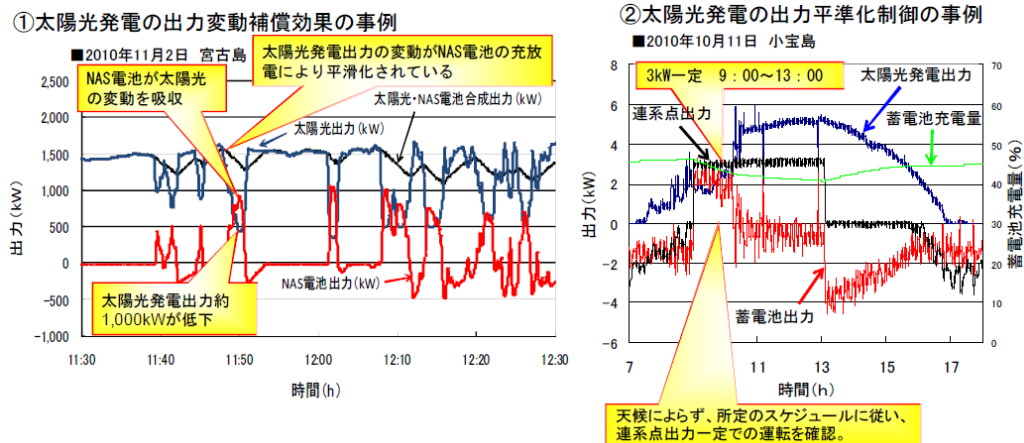
② 太陽光発電の出力平準化効果の検証

長周期成分を含め出力変動全てを蓄電池で補償することにより、電力系統へ流れる電力を一定化して運転する機能が確認された。(諏訪之瀬島、小宝島)

③ 太陽光発電出力の時間帯シフトの検証

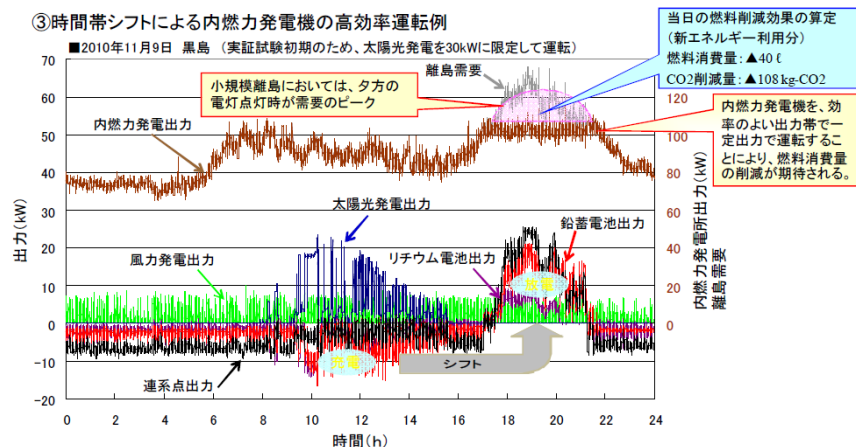
太陽光発電及び風力発電の発生電力を蓄電池により、時間をずらして出力することによる再生可能エネルギーの有効活用と、内燃力発電機の高効率運用により、燃料消費量削減、CO₂削減を可能とする制御機能が確認された。(黒島)

今後は、安定供給を確保しつつ、出力を段階的に拡大し、様々な条件下における各実証項目の検証を継続し、これにより、離島における太陽光大量導入に向けた効果的な系統安定化対策に関する知見を得る予定となっている。



出典：電気事業連合会資料（次世代送配電システム制度検討会 WG1 資料、2010.12.27）

図 1.4.2-4 実証項目①、②の試験事例



出典：電気事業連合会資料（次世代送配電システム制度検討会 WG1 資料、2010.12.27）

図 1.4.2-5 実証項目③の試験事例

1.4.3 次世代送配電系統最適制御技術実証事業

(1) 背景・目的

太陽光発電が大量に普及することにより懸念される①周波数調整不足（余剰電力の低減）、②電圧上昇を軽減を目指し、2020 年における太陽光発電等の再生可能エネルギーの大量導入目標と系統安定化を両立するために、需要家内機器の最適制御方式、配電系統の系統電圧制御方式等の開発・実証等を行う。事業期間は 2010 年度から 2012 年度の予定である。

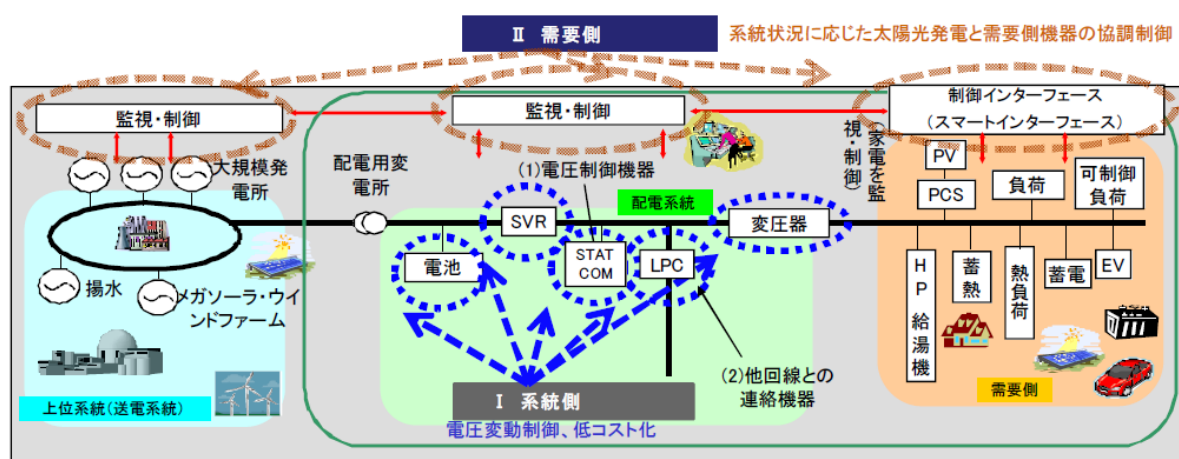
(2) 事業の概要

太陽光発電が全国で 2800 万 kW 相当導入された状況を想定し、大規模電源から家庭までの全体制御・協調による高信頼度・高品質の低炭素電力供給システムの実証を行う。東京大学、東京工業大学、早稲田大学、東芝、日立製作所、明電舎、三菱電機、電力中央研究所、東京電力を幹事法人とする全 28 法人が、日本版スマートグリッドの基礎技術の確立に取組む実証事業である。

事業ではシミュレーション上に電力系統モデルを構築し、需給制御、配電系統制御等をリアルに模擬する。技術開発課題は、系統側・需要側を含む次の 4 テーマである。

- ・ 系統側
 - ①配電系統の電圧変動抑制技術の開発
 - ②次世代変換器技術を応用した低損失・低コストの機器開発
- ・ 需要側
 - ③系統状況に応じた需要側機器の制御技術の開発
 - ④系統全体での需給計画・制御、通信インフラの検討

需要側の技術開発については、蓄電池と出力抑制の比較検証、電力需要創出の効果などの定量的評価を行う。



出典：電気事業連合会資料（次世代送配電システム制度検討会 WG1 資料、2010.12.27）

図 1.4.3-1 実証事業のイメージ

(3) 進捗状況

実証試験の実施に向けて、現在、モデル条件の設定や、機器の設計、試作等が行われている。

表 1.4.3-1 各家旧開発課題の進ちょく状況

研究開発課題	進ちょく状況
①配電系統の電圧変動抑制技術の開発	・ 最適電圧制御方式の検討、および制御実証用の配電シミュレータの設計・構築を実施中 ・ 配電系統のモデル化、シミュレーションの対象とすべき過酷条件等について検討中
②次世代変換器技術を応用した低損失・低コストの機器開発	・ 機器の小型化や高調波低減を可能とする新型の変換器（マルチレベル PWM 方式）を応用した開発機器の仕様検討および技術評価を実施中（電池電力貯蔵装置、配電系統用 STATCOM、ループコントローラ）
③系統状況に応じた需要側機器の制御技術の開発	・ PV-HEMS（スマートインターフェース）を実際の家庭へ導入しやすくするために、標準化を目指した技術開発を実施中 ➢ 複数のメーカーの設備をマルチベンダーで接続する技術 ➢ 実用化システムを構築するためのホームネットワークの構築技術 ・ 需要家消費電力の数値化のため、影響因子の検討、過去実証における実績の分析を実施中
④系統全体での需給計画・制御、通信インフラの検討	・ 需給計画・制御のシミュレーション実施に向けて、シミュレータの実現方法・負荷の数値化・対象ケース等について検討中 ・ 通信の手段・標準化、およびセキュリティについて調査中

出典：電気事業連合会資料（次世代送配電システム制度検討会 WG1 資料、2010.12.27）より作成

1.4.4 分散型電源大量導入系統影響評価基盤整備事業

（４） 背景・目的

我が国においては、今後電力計島内に数多くの太陽光発電が導入される見込みであるが、太陽光発電の大量導入時における系統事故時の評価例はない。

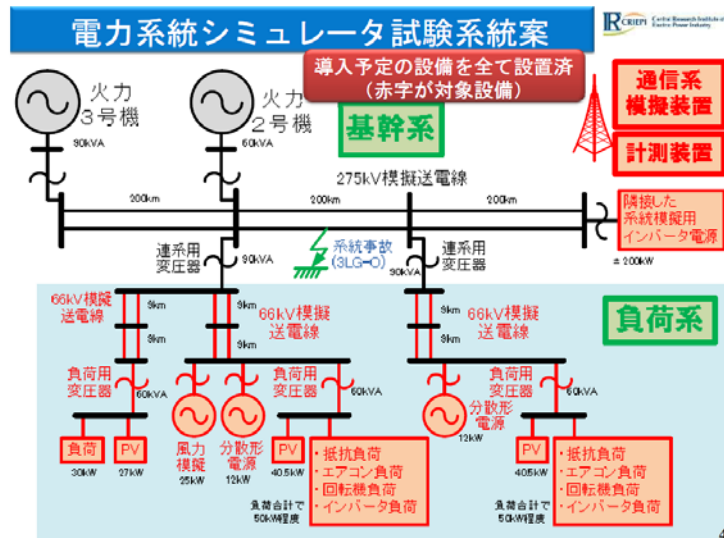
そのため太陽光発電の大量導入時における系統事故時の電力系統への影響評価を実施し、大量導入に向けた対策技術および数値計算モデルの開発として本事業は行われている。

（５） 事業の概要

本事業では、①電力系統シミュレータへの設備導入、②分散型電源大量導入時における電力系統への影響などの評価（周波数、系統安定度、電圧など）、③分散形電源大量導入のための技術課題の抽出および解決方法の検討の 3 つの項目について研究を行っている。事業期間は 2009 年度から 2011 年度の 3 ヶ年の予定である。

（６） 進ちょく状況

現在、基幹系統ならびに負荷供給系統の送電線に三相地絡事故が発生した場合の系統安定性（周波数、電圧、系統安定度など）への基本的な影響の明確化を進めており、今後、分散形電源大量導入のための技術課題の抽出および解決方法の検討（技術課題の整理、解決方法の開発、実験的検証）、および PV のシミュレーション用モデルの開発を行う予定としている。



出典：電力中央研究所資料（次世代送配電システム制度検討会 WG1 資料、2010.12.27）

図 1.4.4-1 電力系統シミュレータ試験系統案（一例）

1.4.5 今後の系統安定化対策の検討

上記に示した各種実証事業については、電力系統安定化にかかる先進的な事業である。そのため、これからもスピード感をもって着実に取り組んでいくことが必要である。

これらの実証事業については、適切に事業の成果を公開し、広く関係者で共有する等、フォローアップを確実に行うとともに、電力系統の安定化対策につなげていくことが重要である。また、実証事業のフォローアップにおいては、供給安定性、経済性（費用対効果等）やCO₂削減効果についても検証を行い、最適な系統安定化対策の検討や系統安定化技術の国際標準化の検討につなげていくことが必要である。

2. スマートメーターの検討

2.1 世界各国におけるスマートメーターの導入状況

近年、欧州、米国を中心としてスマートメーターの導入が進められているが、その背景・動機は必ずしも統一されたものではなく、各国が持つそれぞれの課題を解決するために、スマートメーターの導入を実施している。事業性に帰着して民間事業者に委ねた導入を行った事例は ENEL などわずかな事業者のみで、多くの場合が義務化などによるものである。

以下は、日米欧におけるスマートメーターの導入背景とその実現のために主な施策を整理した。

表 2.1-1 日米欧におけるスマートメーターの導入背景とその実現のために主な施策

	日本	アメリカ	ヨーロッパ
スマートメーターの位置づけ	◆省エネ・低炭素社会実現のためのツール ◆PV や EV の導入に対する系統信頼度向上のためのツール	◆需給逼迫懸念に対する系統信頼度向上のためのツール	◆不正防止、消費者サービスの向上のためのツール ◆再生可能エネルギー導入に対する系統信頼度向上のためのツール ◆CO2 削減実現のためのツール
関連する政策	◆エネルギー基本計画 2020 年代のできる 限り早い時期に、原則全ての電源や需要家と双方向通信が可能な世界最先端の次世代型送配電ネットワークの構築を目指すことが規定されている。	◆「Energy Independence and Security Act of 2007 (2007 年エネルギー自立・安全保障法 (EISA2007))」: スマートグリッドに関するタスクフォースの立ち上げ、相互接続フレームワーク・システム報告書の作成、技術開発・実証を規定 ◆「American Recovery and Reinvestment Act of 2009 (2009 年アメリカ再生・再投資法 (ARRA2009))」: 実証実験・開発等に 45 億ドルの支援	◆EU 指令 (第三次 EU 電力自由化指令) 2020 年までに需要家の少なくとも 80%に対してスマートメーターの導入することを求めている。(経済的に成立する場合) ◆EU 指令 (ガス事業に係る欧州指令 (2009/73/EC)) ガススマートメーターの導入可能性について、加盟各国に 2012 年 9 月までに検討するように求めている。
		CA : 2006~2009 年にかけて州内 3 電力会社のスマートメーター導入計画を承認 PA : 2008 年にスマートメーターの導入計画の提出を義務化 TX : 2007 年に制定された州法は、できるだけ早くスマートメーターを導入することを求める	伊 : 2011 年までに導入 (95%) 義務化 (電気)、2016 年までに導入 (80%) 義務化 (ガス) スウェ : 2009 年までに月 1 検針義務化 (電気) 英 : 2020 年までに導入義務化 (電気・ガス) スペ : 2018 年までに導入義務化 (電気)

出典：各種資料より三菱総合研究所作成

2.1.1 アメリカ

(1) 連邦大での動向

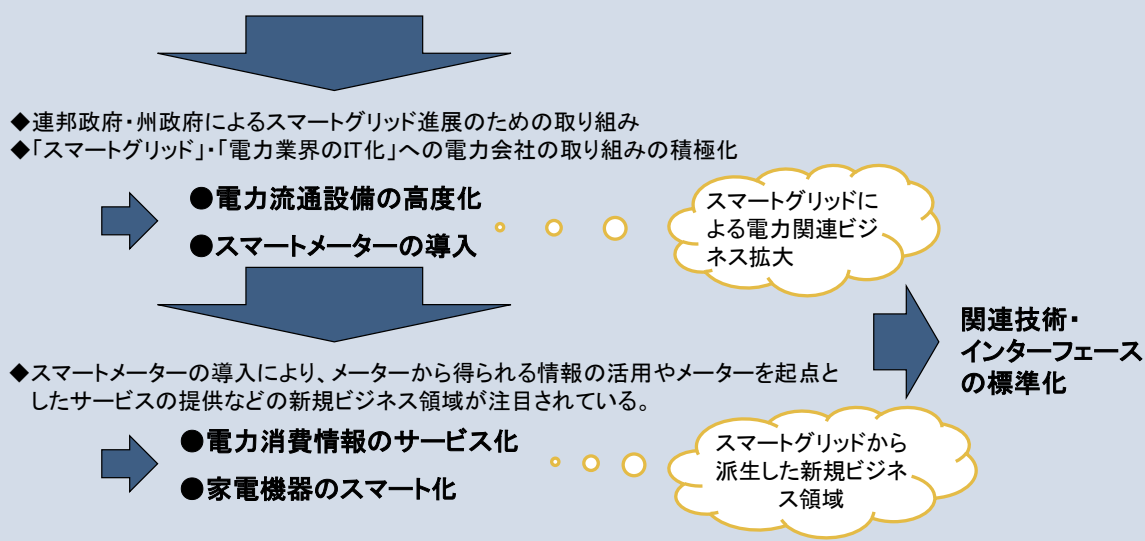
アメリカにおいては、需要増加の中で新規電源の建設を抑制するニーズがある中で、電力系統の IT 化と共に、より効果的なデマンドレスポンスを行うためにスマートメーターの導入が進められている。

こうした背景の下、アメリカでは 2007 年にスマートグリッドの相互運用性を実現するためのフレームの構築などに関する法律（2007 年エネルギー自立・安全保障法）を策定しており、現在の NIST を中心とした活発な標準化活動へとつながっている（標準化については後述）。

1. 1. 米国におけるスマートグリッドの進展

・供給信頼度の低迷や需給の逼迫等の背景のもと、スマートグリッドへの関心が高まり、スマートメーターの導入やそれに伴うビジネスの拡大などさまざまな広がりを見せている。

- ◆米国北東部の大規模停電の発生(2003年8月)など米国における電力供給の信頼度は高いと言える状況ではなかった。
- ◆需要(最大電力)が増加する一方で、送電インフラの整備遅れや環境制約等から新規電源の確保が難しい状況の中で、デマンドレスポンスの重要性が増してきた。



1. 2. 米国におけるスマートグリッドの現状

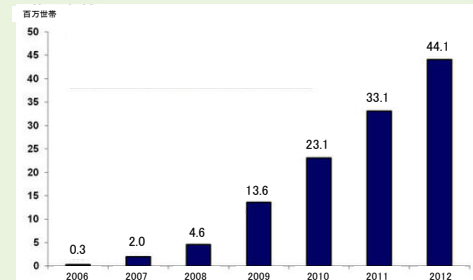
スマートグリッドが進展しているものの、現状(2009年時点)では、その成熟度・浸透度は低いが、スマートメーターの導入や配電の自動化などは拡大傾向にあると評価されている。

	評価指標	成熟度	傾向
供給エリア 内・制御地 域間・規制 機関の協調 体制	ダイナミックプライシングの採用	低	中
	送配電網におけるリアルタイムでの運用データ共有	中	中
	分散電源の接続についての制度	中	中
	スマートグリッド投資への制度的支援	低	中
分散型資源	系統状況に応じた需給調整	低	低
	マイクログリッドによる供給力	初期	低
	系統接続された分散電源	低	高
	EVとPHEV	初期	低
	スマート需要側機器	初期	低
電力供給 設備	送配電システムの信頼度	高	悪化
	送配電の自動化	中	高
	スマートメーター	低	高
	変電所における先進的計測技術	低	中
情報通信 ネットワーク と資金調達	設備利用率	高	維持
	発送配電の効率化	高	向上
	送電線容量の動的制御	初期	低
	電力品質	高	悪化
情報通信 ネットワーク と資金調達	サイバーセキュリティ	初期	初期
	オープンアーキテクチャー	初期	初期
	ベンチャーによる投資	初期	高

＜スマートメーターの導入状況＞

◆スマートメーターの導入は年々増加傾向にあり、2009年では累計1000万台を超えている。

◆FERCによると、2013年頃には5,200万台(全米設置数の約1/3)に達すると予測している。



Parks Associates 資料(2009. 12時点)を基にMRI作成
SMART GRID NEWS.com, "Bringing the Smart Grid to the Smart Home:
It's Not Only About the Meter"より

DOE, "Smart Grid System Report"(2009年)

1. 3. スマートグリッド進展のための取組み — 連邦政府

・連邦政府は2003年頃からスマートグリッドに関するレポートの発表、2007年には実現に向けた法律、2009年には実証・開発を支援する法律を施行している。
・情報を活用したビジネスのあり方についても、消費者インターフェースに係る意見募集の実施や、標準化に向けた検討を各機関に促すなど積極的に取り組んでいる。

＜スマートグリッド構築に向けた取組み＞

◆Grid 2030 vision(2003):
21世紀の電力システムのあり方を提示

◆「Energy Independence and Security Act of 2007(2007年エネルギー自立・安全保障法(EISA2007))」:
スマートグリッドに関する相互接続フレームワークの作成やタスクフォースの立ち上げ、システム報告書の作成、技術開発・実証が規定

◆スマートグリッドE-フォーラム・タスクフォース・Modern Grid Strategy(NETL(※)):
スマートグリッドが有するべき機能・特徴を各業界のステークホルダーとともに議論 (※) National Energy Technology Laboratory

◆「American Recovery and Reinvestment Act of 2009(2009年アメリカ再生・再投資法(ARRA2009))」:
スマートグリッドに関する実証実験・開発などに45億ドルの支援を行う。

＜ビジネスの広がりを促進する取組み＞

◆OSTP(※)のパブリックコメント募集(次ページ): (※) Office of Science and Technology Policy, White House
<http://collaborate.nist.gov/twiki-ssgrid/bin/view/SmartGrid/OSTPConsumerInterfaceSmartGrid>
エネルギーデータの扱い方やスマートメーターのゲートウェイとしての機能、費用負担など幅広く意見を募集し、電力会社、IT系企業、家電メーカーなどさまざまな関係者からのコメントが寄せられている。

◆こうした議論の中、Google、Best Buy、GE、Intel、Itronなど47社が**オバマ大統領あてに消費者への情報(以下)提供に関する書簡を送付**。(2010年4月)

- ・機器別の消費量: their power use that will enable them to discover the sources and causes of their consumption
- ・料金と料金メニュー: Pricing and pricing plans
- ・消費している電力の電源: Available information about generation sources of electricity

◆EISA2007を受けて、NISTを中心としてSGIPを立ち上げるなど標準化に関する議論も活発に行っている。(後述)

<参考>OSTPのパブリックコメント

消費者インターフェースに係る意見募集とパブリックフォーラムの結果

議題	コメント募集項目（フォーラムの質問項目）	結果
スマートグリッドのアーキテクチャー（2月23日の週）	・スマートメーターは、消費者用エネルギー利用データなどの主要ゲートウェイとなるべきか（①）。 ・スマートメーター以外のデータゲートウェイが使われるべきか（②）。 ・他にどのようなアーキテクチャー（リアルタイムの電力利用・価格データを含む）が、オープンイノベーションを促進するか（⑥）。	・半数以上が、スマートメーターが主要ゲートウェイになるべきではないと回答。 ・多数は複数のゲートウェイを支持。
電力情報の所有とアクセス（3月2日の週）	・誰がエネルギー消費データを所有するべきか（④）。 ・消費者とその許可を得た第三者は、直接メーターから電力利用データにアクセスする権利を有するか（④）。 ・もしスマートメーターが主要ゲートウェイとなったら、消費者（及びその許可を得た第三者）が、それらの情報に容易かつリアルタイムでアクセスすることは、技術的・商業的に可能か（③）。 ・個人のエネルギー消費データが安全であると信頼を得るためには、どのような政策が必要か。	・約7割が、消費者及び第三者は明らかな権利を有すると回答。 ・データ保護については、業界規制か法規制かで意見が分かれた。
電力情報・通信の標準と各機器との連携（3月8日の週）	・如何にして、低所得消費者に家庭—電力網の技術を提供することができるか（⑤）。 ・（家電製造業者の中には、2010年までに標準ができるとの条件で、2011年にスマートグリッド能力を有する機器の市場化を考えている。）どのような標準・インターフェースが支持されるべきか（⑦）。 ・どのような通信を使えば、スマート家電とスマートグリッド間の「Plug and Play」を容易にできるか（⑦）。 ・もしゲートウェイやアダプターが必要な場合、誰（電力、消費者）が負担すべきか（⑦）。	・約半数が、政府・業界による標準の推進を主張。 ・負担割合については、意見がまともらず。ただ、政府支援の必要性の指摘は多数（特に低所得者向け）。

<http://collaborate.nist.gov/wiki/-sggrid/bin/view/SmartGrid/OSTPConsumerInterfaceSmartGrid>
JETRO「米国におけるスマートグリッドを巡る最近の動向」

（2） 州・電気事業者レベルでの動向

州レベルにおいては、カリフォルニア州やペンシルバニア州、テキサス州などが先行的に電気事業者にスマートメーターの導入を促すような決定を行い、電気事業者はそれに従って、導入を進めている状況である。

1. 4. スマートグリッド進展のための取組み — 州政府

・州レベルでも、ペンシルバニア州がスマートメーターの導入を義務化したり、カリフォルニア州が私営3社のスマートメーター導入計画を承認するなど導入に積極的な姿勢を示している。

<ペンシルバニア州の取組み>

- ◆ペンシルバニアではPPLが先行して全需要家にスマートメーターを導入した。
- ◆2008年11月に施行されたAct 129により、10万件以上の需要家を持つ州内の電力会社は、スマートメーターの導入計画（調達から設置に至るまで）を9カ月以内に提出するよう要請された。
- ◆この法律に関連したImplementation Orderでは、スマートメーターに対して以下の要件を求めている。

✓双方向データ通信 ✓リモート接続・切断 ✓データの取得・転送・セキュリティ標準に準拠しつつ、需要家・EGS・第三者・RTOに毎日15分以下の間隔でデータ提供 ✓最低でも、1時間に1回の計量、1日に1回のデータ転送 ✓ANSI C12.19、C12.22などの規格に準拠した、オンボードの計量データストレージ ✓IEEE 802.15.4などの規格に準拠したオープンスタンダードおよびプロトコル ✓EDC・需要家・第三者による自動負荷制御（需要家の同意ベース）	✓技術進歩や経済的妥当性（採算性）に伴った機能の更新 ✓EDCが随時対応できるような電圧監視、およびデータ転送 ✓リモートプログラミング ✓停電・復旧連絡 ✓ネットメータリング ✓TOU（季節別時間帯別）、リアルタイムプライシングのサポート ✓メーターの消費・価格情報への需要家による直接アクセス
--	--

EGS: Electric Generation Supplier RTO: Regional Transmission Organization EDC: Electric Distribution Companies

<カリフォルニア州の取組み>

- ◆州公益事業委員会が承認したIOU（私営電力会社）3社（※）の計画は以下の通り。

	PG&E	SDG&E	SCE	
導入規模	電力: 510万件 ガス: 420万件	電力: 140万件 ガス: 90万件	電力: 530万件	
費用	17.4億ドル+アップグレード6.23億ドル（後述）	5.81億ドル	17.2億ドル	PG&E: Pacific Gas & Electric SCE: Southern California Edison SDG&E: San Diego Gas & Electric
期間	2007～2012	2008～2011	2009～2012	

- ◆州公益事業委員会は、IOU3社に対して、2010年末までに、需要家が承認した第三者に対して需要家の情報を提示すること、および2011年末までに“near-real time”で情報を提供することを求めている。

DECISION ADOPTING POLICIES AND FINDINGS PURSUANT TO THE SMART GRID POLICIES ESTABLISHED BY THE ENERGY INFORMATION AND SECURITY ACT OF 2007)

2. 1. 電力会社の取り組み

・多くの大手電力会社(需要家規模＝数百万件)が計画段階から導入・運用へと移行している状況(2012～2014年までに導入完了)

	主な供給地域	概要・採用している機器等	導入数	期間	費用(全体)	メーターあたりの費用(参考)
Center Point	テキサス州	・AMS(Advanced Metering System)	200万個 ※2010年2月末現在で247,370個設置済み	2010年～2012年	約5億4千万ドル(PUCT承認済)	270ドル
Baltimore Gas & Electric	メリーランド州	・無線通信を利用したデータ伝送。 ・ベンダーは未定だが、大量のスマートメーターに対応すべく、150から数千のコレクションポイントが必要になると予想される。 ・2008年のSmart Meter/パイロット試験ではSensusのFlexNet AMIを採用。Gas FlexNet Smart Point receiver 1767個、Sensus iCon electricity smart meter 1767個を導入した。	電力スマートメーター 約136万個 ガススマートメーター 約73万個	2010年～2014年	約5億ドル	250ドル
Duke Energy	オハイオ州 インディアナ州	・Cisco Systems: エンドツーエンド、スマートグリッド通信アーキテクチャ構築 ・Ambient Corp: マルチモードの通信モジュール ・Echelon Corp: スマートメーター	電力スマートメーター 約70万個 ガススマートメーター 約45万個 (シンシナティに6万個設置済み)			
Florida Power & Light Energy	フロリダ州	・2009年、FPLはGE、Cisco Systems、Silver Spring Networksと共同で“Energy Smart Miami”プロジェクトを立ち上げた。まず、Miami-Dade countyの約100万の需要家にスマートメーターを設置、その後5年間にフロリダ全州に拡大していく。 ・GE: スマートメーターなどプロジェクトの主要部品を提供。 ・Cisco Systems: 通信プラットフォーム、顧客へのホームエネルギー管理情報の提供と管理。 ・Silver Spring Networks: 無線通信網。	450万個 (Miami-Dade County: 100万) ※2010.5.27現在、Miami-Dadeに550,000個設置、そのうち140,000個が稼働中	5年間	約8億ドル (Miami-Dade County: 約2億ドル)	178ドル (Miami-Dade County: 200ドル)
Southern Company	アラバマ州 フロリダ州 ジョージア州 ミシシッピ州	・スマートメーターはSensus FlexNetを使用。	440万個 ※2009年3月に100万設置済み。	2012年		
PG&E	カリフォルニア州	・Silver Spring NetworksのRFメッシュ方式を採用し、GEおよびLandis+Gyrのメーターを展開している。 ・当初OPUCに申請した計画(機械式メーターの改良)からアップグレードし、高機能化した電子式メーターの導入中。 ・ガスメーターも同期間でスマートメーター化(ただし、膜式メーター(従来式)の改良)	510万個(電気) 420万個(ガス)	2008～2011年	23.6億ドル	254ドル
SCE	カリフォルニア州	・スマートメーターはItron Open Wayを採用。	530万個	2008～2012年	17.2億ドル	324ドル
PPL	ペンシルバニア州	・機械式の改良を中心に、PLC方式で全需要家に導入。	135万個		1.6億ドル	119ドル

注)メーターあたりの費用は、通信やバックオフィスも含む

また、出典が異なるため、前提条件(総額の考え方(初期費用・運転費用(想定期間・割引率)等)が異なるため、あくまで参考

各社のホームページ、ニュース記事等からMRI作成

2. 1. 電力会社の取り組み

・機能は、電力会社によりさまざまだが、双方向通信、自動検針、遠隔停止・開始、停電検知、HANゲートウェイ機能などが中心

	双方向通信	リモート検針機能	リモート停止/開始機能	自動停電通知機能	停電への即時対応	HANゲートウェイ機能	リモートアップデータ	GPS内蔵	その他、特記事項	メーターあたりの費用(参考)
Center Point	○	○		○		○ (ZigBee対応)				270ドル
Baltimore Gas & Electric	○	○	○	○	○	○ (ZigBee対応)			ただし、メリーランド州公益事業委員会により、計画の見直しを求められている。	250ドル
Duke Energy	○	○	○		○				・停電の際は、即時対応機能はあっても自動停電通知機能はないのでユーザー自ら通知する必要がある。	
Florida Power & Light Energy	○	○		○	○		○			178ドル (Miami-Dade County: 200ドル)
Southern Company	○	○	○	○	○	○		○	・GPS内蔵で盗犯防止、停電を隔離	
PG&E	○	○	○	○		○	○			254ドル
SCE	○	○	○	○		○	○			324ドル
PPL	○	○	○	○					初期導入時の機能。現在機能をアップグレードした計画を州公益事業委員会に申請中。	119ドル

注)プレスリリース等から情報を収集しているため、特徴的な機能のみが表示されている可能性があることに留意

各社のホームページ、ニュース記事等からMRI作成

＜スマートメーターの導入により、変化が期待される点＞

SCEでは、上記のような機能により以下のような点が改善・削減されると想定している。

- ・デマンドレスポンスによる需要(ピーク)削減
- ・1月に1度の検針業務の削減
- ・料金の支払いや契約の変更等に関する需要家宅への訪問作業の削減
- ・複雑な請求処理(5,600万通の請求書処理(2006年実績))の効率化
- ・請求等に関するコールセンターへの問い合わせ(1,340万件の問合せ(2006年実績))の削減

2. 1. 電力会社の取り組み

- ・見える化の方法はウェブが中心。表示のタイミングは電力会社により異なるが、翌日表示が多い。
- ・デマンドレスポンスを実現するメニューとして、TOUやCPPが提供・検証されている。

	見える化の概要	デマンドレスポンスのメニュー			
		季節・時間帯別料金	CPP料金	直接負荷制御 (プログラマブル/ スマート・サーモスタット含む)	備考
Center Point	15分値のデータをSmart Meter Texasのポータルサイトから見る事が可能	-	-	-	小売の料金メニューなし
Baltimore Gas & Electric	・詳細は目下検討中だが、Microsoft Holmのような独自のウェブポータルを開発する予定。 ・ほぼリアルタイムの電力消費量、最新の請求金額(その日までの速報)および料金。 ・ピーク需要時のアラート			○ Peak Rewards SM エアコン/給湯器を持つ需要家向けDRプログラム、Honeywell製プログラマブル・サーモスタット(SmartSwitch)を設置してもらい省エネ・省コストを図ってもらう。	
Duke Energy	・1日のエネルギー消費量を翌日オンラインで提供。	○		○	
Florida Power & Light Energy	・スマートメーターが起動すると、ユーザーにはエネルギー情報提供ウェブサイトに関する通知が届く。 ・コンピューターを持たないユーザーは、電話でエネルギー使用データを取得することができる。 ・スマートメーター起動後(設置してから約3ヶ月後)、月/週/日/時間単位の電力消費データ。			○ On Call [®] 年間3、4回電力需要逼迫時に需要家の冷蔵庫・温水器・プール用ポンプの電力使用を自動遮断する	
Southern Company	・オンラインアクセスで電力使用に関する詳細データを取得可能。		○	○	
PG&E	・翌日にインターネットを通じて提供		○ SmartRate TM	○ SmartAC TM	需要家が自身でコントロールし、電気料金を削減するためのプログラマブル・サーモスタットの紹介をホームページ上でやっている。
SCE	・翌日にインターネットを通じて提供	○	○		
PPL	・1時間値のデータを2日以内にインターネットを通じて提供	○		○	

季節・時間帯別料金 (ToU: Time of Use)
CPP料金 (Critical Peak Pricing)
直接負荷制御(DLC: Direct Load Control)

各社のホームページ、ニュース記事等からMRI作成

2. 1. 電力会社の取り組み — PG&E

- ・電気、ガスともに300万近くの設置が完了しており、全米でも最大級の導入実績を誇る
- ・見える化や家電制御に伴う情報の取り扱いについてもポリシーを公開している。

<概要・進捗状況>

- ◆2012年中頃までに、PG&Eの全需要家にSmartMeterを導入予定。
- ◆電力スマートメーターは、一般家庭の電力使用量を1時間間隔で記録(法人の場合は15分間隔)。
- ◆ガススマートメーターは、ガス使用量を毎日1回記録。
- ◆収集されたデータはセキュリティ確保された無線通信網経由PG&Eに伝送される。
- ◆需要家は、毎月随時自分のエネルギー消費量を確認することが可能。
- ◆将来的には停電検知・復旧機能を提供。

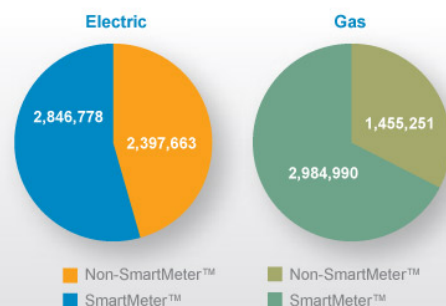
<http://www.pge.com/myhome/customerservice/meter/smartmeter/facts/>

<個人情報について>

- ◆CPUCの規定を含む全ての個人情報保護関係規則の要件に従い、全顧客の個人データを機密扱い。
- ◆スマートメーターで収集したデータは、顧客アカウント管理、エネルギー使用量の通知、PG&Eによるサービスや各種事業の提供・改善、料金分析、需要パターン分析、エネルギー供給計画、エネルギー供給の改善に使用。
- ◆個人情報は、当該個人の書面による事前の許諾を得ない限り、開示しない。
- ◆個人情報の商業的理由による第三者への提供販売は行わない。
- ◆個人情報はアクセス制限付のセキュリティ確保されたシステムにより管理。
- ◆その他詳細は、PG&Eのプライバシーポリシーを参照。

<http://www.pge.com/about/company/privacy/customer/index.shtml>

Total Meters/Modules Installed



as of 05/28/2010

2. 1. 電力会社の取り組み — PG&E

・PG&Eは機能を拡張するため、当初計画からのアップグレードを行った。

項目	アップグレード前	アップグレード後
メーター	機械式メーターに通信モジュールの取付け=改造	電子式メーター=取り換え (通信機能付き)
遠隔開閉	"connect/disconnect collar"	負荷制限型スイッチ (Integrated load limiting connect/disconnect switch)
HAN機能	なし	機能を搭載
通信	電力線搬送 (PLC) 方式	RFメッシュ方式 (一部PLC方式のまま)
費用	17.4億ドル	6.23億ドルの追加

メーターのアップグレードのイメージ

従来の機械式メーター

電子式メーター

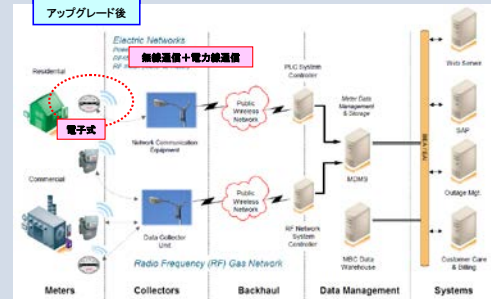
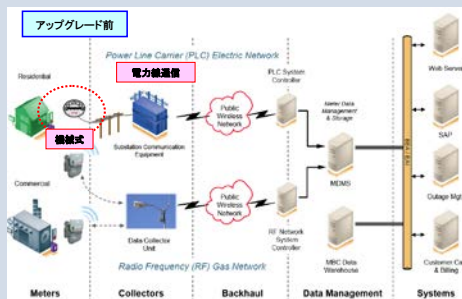


通信モジュール



GE資料

アップグレード前後のシステムの変化のイメージ



2. 1. 電力会社の取り組み — CenterPoint

・CenterPointは、他の送配電事業者(※1)とともに「Smart Meter Texas」というポータルサイトを通じて電力消費の情報を需要家に提供している。
 ・これにより、需要家は、どの配電事業者・供給事業者と契約していても(※2)、共通のポータルサイトから見える化やHANを利用できる。

<Smart Meter Texas>

- ◆15分値(2日分)をウェブポータルにて情報提供
- ◆需要家の消費情報は、需要家自身の他、供給事業者、Smart Meter Texasのメンバー(※1)が閲覧可能
- ◆需要家はHAN機器(宅内ディスプレイ、サーモスタット、スマート家電)を5つまで登録できる。(実際の登録は供給事業者が実施)



Smart Meter Texasの見える化画面

<https://www.smartmetertexas.com/GAP/public/>

CenterPointのNAN(※3)を経由した15分値での計測が困難な場合に備え、インターネットを介したシステムの検討がなされている。



Wireless Glue Network社資料

※1 CenterPoint Energy, Oncor, American Electric Powerの3社

※2 テキサス州は小売全面自由化がなされている。CenterPointはネットワーク事業者であり、小売のサービスは提供していない。

※3 Neighborhood Area Network: 宅外の通信を指す

2.1.2 欧州

(1) 概要

欧州では、アメリカほど電力需給に関する懸念はなく、むしろ、正確な料金請求や盗電など需要家対策が重視されている。

また、欧州では、EU 指令により、2020 年までに 80%の需要家にスマートメーターを入れることが求められており、各国は指令の批准のために積極的に導入を進めている、もしくは、検討を行っている。

1. EUにおける導入の背景

■ 欧州においては、以下のような背景の下に、イタリア・ENELやスウェーデン・Vattenfallなどが導入を開始し、EUにおいても、EU指令でスマートメーターの導入を促している。

- ・ 不払い(盗電)の防止
- ・ 従来の検針方法(1～2年に1度)よりも正確な情報を提供することによる需要家への省エネ喚起
- ・ 電力小売り部門自由化に伴う顧客サービスの向上
- ・ 2003年に欧州各地で発生した停電

■関連するEU指令

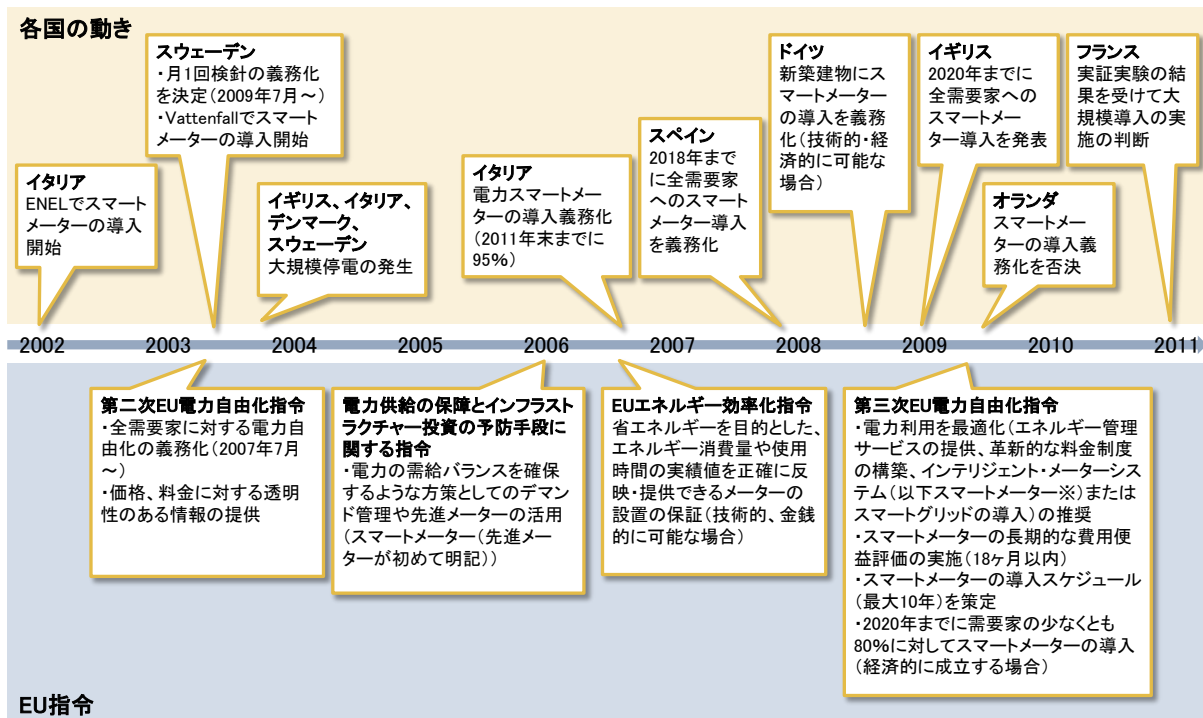
『EUエネルギー効率化指令』(2006.4)

EU加盟国は、潜在的な省エネルギーに関連して技術的に可能であり、金銭的に合理的、比例的である限りにおいて、電力、天然ガス、地域熱・冷熱、家庭用給油を対象とした需要家に対して、最終需要家のエネルギー消費量の実績値を正確に反映し、使用時間の実績値に関する情報を提供する価格競争力のある個別のメーターが提供されることを保証しなければならない。既存のメーターが取り替えられる場合には、長期的に潜在的な省エネルギーを推測した上で技術的に不可能であり、費用対効果がない場合を除いて、価格競争力のある個別のメーターが提供されなければならない。

『第三次EU電力自由化指令』(2009.7)

- ・ エネルギー管理サービスの提供、革新的な料金制度の構築、インテリジェント・メーターシステムまたはスマートグリッドの導入を実施すること等によって電気事業者が電力利用を最適化するべきことをEU加盟国または各国規制機関が強く推奨しなければならない。
- ・ EU加盟国は電力市場へ需要家が能動的に参加することを支援するインテリジェント・メーターシステムの導入を保証しなければならない。
- ・ インテリジェント・メーターシステムの導入に際しては、電力市場および需要家に対する長期的な費用便益の経済的評価、インテリジェント・メーターが経済的に合理性および費用効果性を伴うこと、インテリジェント・メーターの配給スケジュールが実現可能であることを前提とされる可能性がある。
- ・ この評価は当該指令の発効日以降18ヶ月以内に実施されなければならない。
- ・ この評価に基づいて、EU加盟国または各国規制機関はインテリジェント・メーターシステムを導入するための最大10年に及ぶスケジュールを策定しなければならない。
- ・ スマートメーターの導入が肯定的に評価される場合には、2020年までに需要家の少なくとも80%に対してインテリジェント・メーターシステムを導入しなければならない。

1. EUおよびEU主要国における導入の経緯



2. 1. 欧州主要国におけるスマートメーターの導入状況(1)

- イタリア、スウェーデンでは、ほぼ導入が完了している。
- 主要国(世帯数が多い＝メーター数が多い)では、イギリスが全数導入を決めており、スペインも導入を進めている。フランスは実証実験を経て導入見込み、ドイツは費用対効果など実証実験で見極める方針。

導入状況	国	概況	導入義務 (年は義務化 決定時期)	義務化による 導入完了時期	(参考) ガスメーター の動向	(参考) 世帯数 (千世帯)
導入中(ほぼ完了)	イタリア	現在3300万件の導入がなされており、2011年までに3600万件に導入される。	○ 2006年 (95%導入義務)	2011年 ※ENELは2002年～ 2006年に完了	2016年までに 全数の80%に 対する導入が 義務付けられ た	23,902
	スウェーデン	2009年7月に全数(約500万件)の導入が完了	○ 2003年 (※月1度検針 の義務化:)	2009年		-
導入開始～ 導入中	デンマーク	複数の地域配電事業者が導入しているが、義務化はされていない 15%導入済み+35%導入中				2,365
	フィンランド	2009年3月に定められた法律により、2014年までにほぼ全数(約280万件)の導入が義務付けられた。	○ 2009年	2014年		2,434
	スペイン	2008年から2018年までに導入することが決定された	○ 2008年	2018年		16,226
	オランダ	オランダで4番目に大きいOxxioが10万件に導入済み 上院では義務化については否決された。理由として、プライバシー・セキュリティが挙げられている。 現在、義務ではない導入について法整備や標準化について検討されており、2010年に決定される予定。			電気と同様	7,202

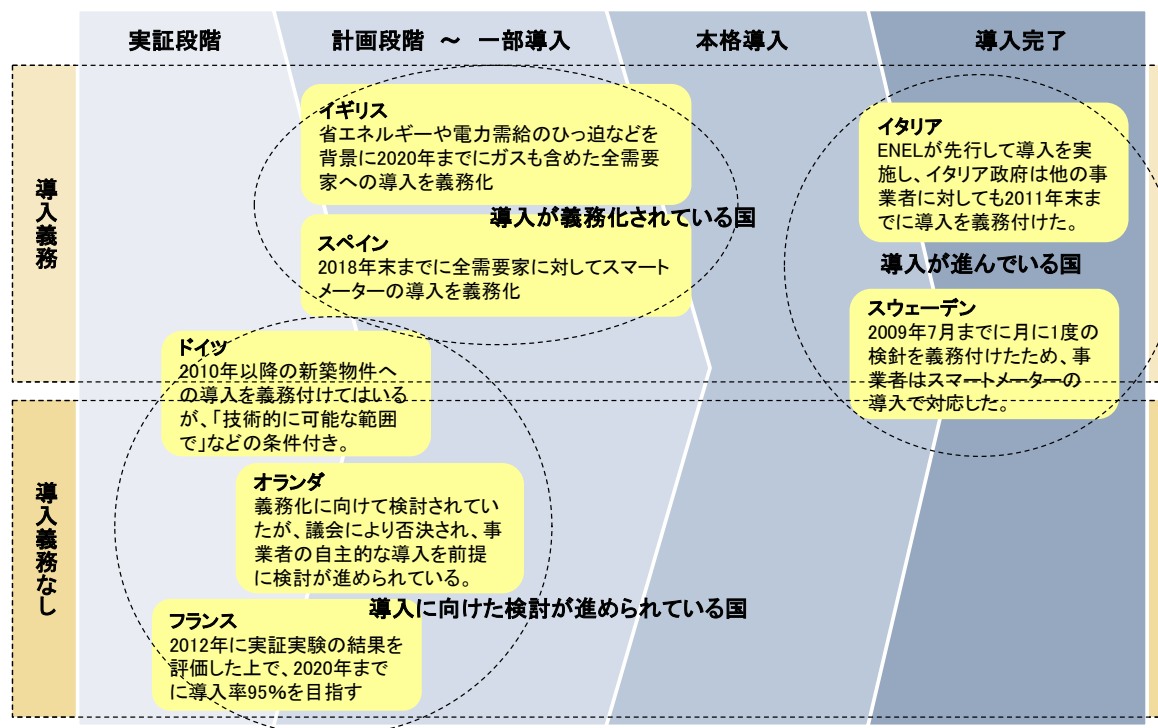
出典: Europe Smart Metering Alliance, "Annual Report on the Progress in Smart Metering"を参考にMRI作成
世帯数については、Eurostat, Number of Householdより(デンマークは2006年、それ以外はすべて2007年のデータ)

2. 1. 欧州主要国におけるスマートメーターの導入状況(2)

導入状況	国	概況	導入義務 (年は義務化 決定時期)	義務化による 導入完了時期	(参考) ガスメーター の動向	(参考) 世帯数 (千世帯)
導入に向けて 準備中 (大規模導入 が前提)	イギリス	2020年までに2700万件への導入を決定	○ 2009年	2020年	電気と同様	26,649
	フランス	2020年までに全数の96%の導入を目標としている。(国全体) EDRF(EDF配電部門子会社)は実証試験の結果について、肯定的であれば2012年から本格的に設置する予定。			全数導入につ いて検討中	26,734
	ギリシャ	全数導入が決定され、2010年から2013年に実施される。(※)	(※)他文献では義務化なしとの 記載(詳細は確認できず)			4,221
	ポーランド	2010年～2017年に導入する計画について議論がなされている。			電気と同様	12,933
	アイルランド	検討が行われており、全数導入がなされる見込み。			電気と同様	-
検討中・実証 実験中 (限定的に導 入中)	ドイツ	10～10万個の大小さまざまな約50の実証実験がなされている。 全数導入については検討中。(義務ではなく、市場競争による導入の可 能性もある。)			電気と同様	39,291
	ノルウェー	2009年までに全数導入の決定がなされる予定であったが、2010年に延期 された。ヨーロッパにおける標準化の動向を見極める必要があることから延 期となった。				-
	オーストリア	30,000件に導入済み。義務化はされていないが、全数導入について検討中			全数導入につ いて検討中	3,536
	ベルギー	試験中であり、試験結果次第で全導入の可能性有り				4,439
	チェコ	試験中であり、試験結果次第で全導入の可能性有り				4,219
	エストニア	全数導入が検討中で、2011年から開始される可能性がある。				544
	ルクセンブルク	複数の実証実験が実施されている。				187
	ハンガリー	検討中				3,810
	ポルトガル	検討中				3,852
	スロバキア	検討中				1,697

出典：Europe Smart Metering Alliance, "Annual Report on the Progress in Smart Metering"を参考にMRI作成
世帯数については、Eurostat, Number of Householdより(デンマークは2006年、それ以外はすべて2007年のデータ)

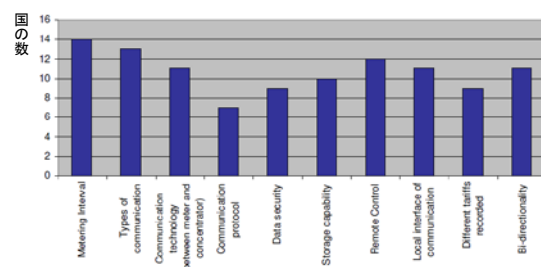
2. 1. 欧州主要国におけるスマートメーターの導入状況整理(イメージ)



＜参考＞スマートメーターの機能と効果（アンケート結果（※）より）

■ スマートメーターの要件について規制機関が策定する項目

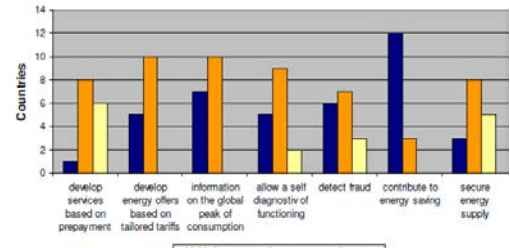
- **インターバル計量**: インターバルの間隔は1～30分、30分～1時間、1時間～1日に一度とあるが、主要国は30分～1時間を要件として採用している。
- **通信**: 多くの国で双方向通信を最低要件として求めている。
- **通信技術**: メーター-コンセントレーター間、コンセントレーター-センター間の通信があり、前者はPLC、後者はGPRSやGSM（※）をサポートしている国が多い。
（※）携帯電話用の通信規格
- **通信プロトコル**: データ形式、信号の認証方式、エラー検出方法などの統一化について要件としている国はそれほど多くない。
- **遠隔操作**: 負荷状態の監視や停止停解、料金メニューなどのソフトウェアの書き換えなどが求められている国が多い。
- **メーターとデバイスとの通信インターフェース**: 家庭内のディスプレイと接続できるようなインターフェースが求められている国が多い。



スマートメーターに求められる機能 (N=15)

■ 主な効果

- ・ 省エネルギー効果への期待が最も大きく、次いで、ピーク時の消費電力量を把握できること、多様な料金メニューを設定できること、自己診断機能、不正検知などによる効果が期待されている。
- ・ 一方で、プリペイド機能による効果やエネルギーセキュリティの確保、自己診断機能、不正検知などによる効果については、一部の国ではあまり、その効果が重要視されていない。



スマートメーターに期待する効果 (N=16)

（※）EREGG (European Regulators' Group for Electricity and Gas) の実施したアンケートについて

EREGGはEU各国規制機関をメンバーとし、各国のエネルギー市場運営の円滑化を目的としている。本アンケートは"Status Review on Regulatory Aspects of Smart Metering (Electricity and Gas) as of May 2009"で報告されており、スマートメーターの導入に関して各国規制機関が回答したものである。

＜参考＞スマートメーターの導入背景・機能（同アンケートより）

		フランス	ドイツ	イギリス	イタリア	スペイン	スウェーデン	オランダ
電力スマートメーターの導入促進につながる主要な政策的要因	法律上の義務(規制含む)	○	○		○	○		
	奨励金・金銭的インセンティブ				○			○
	メーター標準の策定		○					○
	最低機能要件 (スマートメーターでしか実現できない機能の要求など)	○			○			○
	検針頻度の増大	○	○		○		○	○
	エネルギー効率	○	○	○	○			○
	ピーク負荷管理	○			○		○	○
主な効果 ◎: 非常に重要 ○: 重要	プリペイド制度の導入	○	-	◎				○
	多様な料金メニューによる電力供給	◎	-	○	○	◎	○	
	消費ピーク時の情報やそれによる正確なネットワーク管理	◎	-	○	○	○	○	○
	機能の自己診断	◎	-	○	◎	○		○
	不正検知	◎	-	○		○		○
	省エネルギー	◎	-	◎	○	◎	◎	◎
	安定したエネルギー供給	○	-	○				○
規制当局が果たし得る役割	導入スケジュールの策定	○		-	○	○	○	
	プロジェクト管理への関与	○	○	-		○		
	機能の最低技術要件の策定	○	○	-	○	-		
	ROI(投資収益率)水準の規定	○	-	-				
需要家(電力)に提供されるデータ	電力消費量	○	○	○	○	○	○	○
	課金情報(請求明細)	○	○	○	○	○	○	○
	負荷曲線の推移	○	○	○	○	○	○	
	瞬時電力	○	○		○			
	電力品質	○						
スマートメーターの要件について規制機関が策定する項目	検針間隔	○	○	-	○	○	○	○
	通信方法	○	○	-	○	○		○
	通信技術	○	○	-		○		○
	通信プロトコル	○	○	-	○			
	データセキュリティ	○	○	-	○			○
	記憶容量	○	○	-	○	○	○	○
	遠隔制御	○	○	-	○	○		○
	ローカルでの通信インタフェース	○	○	-	○	○	○	○
	料金メニューの記録	○	○	-			○	○
	双方向性	○	○	-	○	○		

○: 該当
空欄: 該当せず
-: 無回答
(※特に注記しているものを除く)

EREGG, "Status Review on Regulatory Aspects of Smart Metering (Electricity and Gas) as of May 2009"よりMRI作成

(2) 各国の動向

1) イタリア

イタリアでは、盗電の防止や自由化への対応など消費者サービス向上などへの対応の一つとして、大手電力会社である ENEL がスマートメーターの導入を 2001 年に先行的に実施した。現在では約 3,000 万戸の需要家ほとんどの導入が完了している。また、イタリア政府は、ENEL 以外の電気事業者に対しても、スマートメーターの導入を行うよう義務化している。

MRI

株式会社三菱総合研究所

2. 2. 導入が進んでいる国の動向 — イタリア

■ 導入の背景

- 電力輸入国であることや、2003年に起こった大規模停電により、電力需要のマネージメントの必要性を認識してきた。
- 2007年から開始される全面自由化に向けて、料金メニューの多様化などのサービスの向上が必要と考えられてきた。
- ENELとしては、システムを単純化かつ透明化することで需要家にわかりやすい仕組みを作ること、需要家との良好な関係構築を図り、会社経営の効率を高めることに役立てている。
- メーターは屋内に設置されている場合が多く、メーターの一次側から盗電することが比較的容易であるために、地域によっては盗電が深刻な問題になっている。「ENELでは、8～10%のロスが生じており、中でも盗電使用がかなりある」との報告や、ACEAが運営するローマ地域においても消費電力量の5%ほどのロスがあり、その約半分が不正使用によるものであると見られている。

■ ENELの導入について

- Telegestoreと呼ばれるプロジェクトで、1999年に立ち上げ、実際のメーターの導入は2001年から開始された。
- 投資額は約21億ユーロ。(1メーターあたり約70ユーロ)
- 現在はENELの需要家のほぼすべてに設置完了済み(導入実績は次ページ)
- スマートメーターの導入により、需要家あたりの停電時間は128分から49分に短縮され、関連したコストは80ユーロから49ユーロに削減された。
(EurActiv.com, “Enel: Italy reaping first-mover benefits of smart Meters”より)



ENELのスマートメーター



スマートメーター導入後の料金メニューの例
ENEL, Metering Europe 2008

MRI

株式会社三菱総合研究所

2. 2. 導入が進んでいる国の動向 — イタリア

■ ENELの導入について(つづき)

➢ 主な機能

- ✓ 自動検針
- ✓ ブレーカーの遠隔操作(安全目的・負荷制御)
- ✓ 不正行為、不良メーター等の検出
- ✓ 各需要家への供給状況の監視
- ✓ 最大需要電力の管理
- ✓ インターバル計量と計量値の記憶(38日分×15分間隔)
- ✓ オンサイトでの需要情報の表示

※現在は需要家への情報提供はメーターでの表示のみだが、専用の宅内ディスプレイへの表示を検討中。

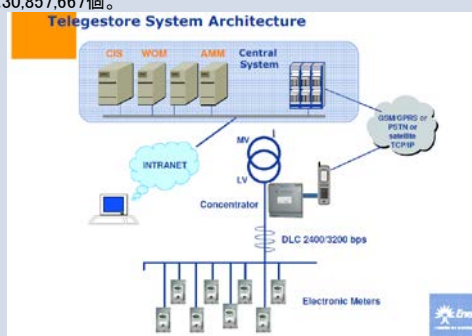
(EurActiv.com, “Enel: Italy reaping first-mover benefits of smart Meters”より)

➢ 導入実績とシステム構成・機能

- メーターの設置数は31,134,840個で、遠隔管理を実施しているメーターは30,857,667個。

導入・運用実績

	2007年実績	2008年予測
遠隔操作による接続開始回数	753,000	718,000
遠隔操作による契約管理	5,156,500	7,372,500
遠隔操作による契約解除	524,700	549,000
遠隔操作による不払い対応	2,548,500	2,225,000
1～2か月検針回数	182,700,000	204,000,000
スポット検針回数	5,000,000	5,600,000



システム概要

ENEL, Metering Europe 2008

2. 2. 導入が進んでいる国の動向 — イタリア

■ 政府による導入の義務化 (Order 292/06) (※ENELは先行しているが、ENEL以外の事業者に対しても義務化)

▶ 導入のスケジュール

すべての配電事業者(168社)に対して以下のスケジュールでの導入を求めている。

2008年末	全メーターの25%
2009年末	全メーターの65%
2010年末	全メーターの90%
2011年末	全メーターの95%

▶ 政府が求めるスマートメーターの要件

- | | |
|--|------------------------|
| ✓ 時計／カレンダー機能(秒単位) | ✓ 最低36日間のデータ保持 |
| ✓ 遠隔開始・停止機能 | ✓ アラームやセンターからのメッセージの表示 |
| ✓ 故障の検知とセンターへの通知 | ✓ 自動検針や契約管理などの各種遠隔操作 |
| ✓ ソフトウェアの遠隔アップデート | |
| ✓ 5時間帯の記録(カレンダー機能については1年に2回以上アップデート可能) | |
| ✓ 自動またはボタンによりメーター内に記録されたデータ(電力消費量、時間など)の表示 | |

▶ 費用の回収について

<2008～2011年の期間におけるメーター費用について>

- 2008～2011年については、メーターおよび遠隔管理システムへの投資を行った事業者に対して、メーターサービス料金として、その費用の回収を認める。

<停電等による電力供給の中断を受けた需要家を記録するシステムへのインセンティブについて>

- Order122/06で義務付けられた予期しない停電等による電力供給の中断を受けた需要家の記録について、スマートメーターを活用した場合に、1メーターあたり15ユーロを最大としてインセンティブを事業者に与える。
- ✓ 従来の機械式メーターでは配電の情報から推定するしかできなかったが、スマートメーターの活用により、より正確な情報が把握できるとしている。

Annex A to Regulatory Order 18 December 2006 no. 292/06 "Obligations for the installation of electronic meters for low voltage withdrawal points"

2) スウェーデン

スウェーデンでは、2009年7月以降は、月に一度の検針を実施することを課しており、その実現のために、スマートメーターの導入が進められ、ほぼ全戸への設置が完了している⁵。

2. 2. 導入が進んでいる国の動向 — スウェーデン

■ 政府による導入の促進

▶ 導入の背景

- 2003年に、スウェーデン政府が2009年までに電力の全需要家に月に1度の検針を行うよう配電事業者に義務付けたことでスマートメーター導入が促進された。(従来の検針は1年に1度の検針頻度であり、人口密度が低いと、1月に1度の人手検針は非現実的)
- スウェーデンの一人当たりの電力消費量は15,000kWh(世界平均の6倍、OECD平均の2倍)と多く、正確な消費情報を提供し、新しい契約を可能にするスマートメーターは省エネに貢献し、エネルギー効率と温室効果ガス削減に関する国の目標に合致している。

▶ 費用の回収について

- 検針・送配電料金の一部として、需要家から費用回収

■ 導入状況

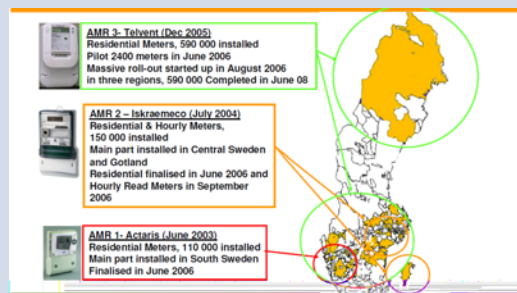
ESMA, "2009 Annual Report on the Progress in Smart Metering" および Vattenfall, "Smart Meter – a field report from Sweden"を参考に作成

- 2009年に全世帯(約500万件)に導入完了し、遠隔検針はほぼ全国で実施されている。
- スマートメーターシステムの種類は非常に多く、100を超えるが(DSO(※)の数は約170社)、大手DSOが提供するスマートメーターシステムは、1時間ごとの検針ができるようになっているものが多い。
 - ✓ 一部のDSOは、リアルタイムタリフや新しいサービスの実証を実施しており、スマートメーターの機能、性能はDSOにより差がある。
- 10～15%のメーターは月1回の遠隔検針以外の機能を持たない(スマートメーターとは言えない)が、これらは数年のうちに(寿命を待たずに)交換されることになると見られている。

(※)DSO(Distribution System Operator):配電事業者

▶ Vattenfallの導入事例

- 全850,000顧客対象に2008年にAMRへの切り替え完了。
 - 13% Actaris製(110,000個)
 - 17% Iskraemeco製(150,000個)
 - 70% Telvent製(600,000個)



Vattenfallの導入状況

Vattenfall資料

⁵一部の事業者は月に一度の検針が実現できる程度の機能しか持たないメーターを導入している

3) イギリス

イギリスでは、2008年にスマートメーターの導入を2020年までに完了することが発表され、以降、具体的な導入方法についての検討が進められている。

イギリスの特徴は、通信を一元化するスキーム（DCC：Data Communications Company）で検討が進められている点であり、2013年にDCCの事業者が決定する予定で、決定後は規制料金によって、通信やデータ提供のサービスをエネルギー事業者に提供するものと見られている。

なお、大手事業者の一つであるブリティッシュガスはその決定に先駆けてスマートメーターを導入するため、DCCの利用義務に対応するために工夫しており、メーターが直接外に通信するのではなく、通信ハブを設けて、ハブが外と通信、メーターはハブと通信することで、外の通信（将来的にはDCCが提供）が変わった場合でも、簡単に交換ができるようにしている。ブリティッシュガスとしては、いずれにしても古い機械式を取り換える⁶必要がある場合に、新しいものと交換すると、stranded cost（回収不能費用）が発生するため、この段階からスマートメーターを導入する意義があると考えている⁷。

2.3. 導入が義務化されている国の動向 — イギリス

■ 導入の背景

- Ofgemを中心として、2006年頃からスマートメーターの導入についての費用対効果の試算がなされていたが、当初は費用が大きいため、導入については市場原理に任せるというスタンスであった。
- 分散型電源の発電の増加や、再生可能エネルギー（特に風力発電）の増加、さらにエネルギー消費構造の変化（CO₂削減を目的とした給湯等の電化）による電力需給の逼迫、欧州で取り組まれているCO₂削減などへの対策方法としてスマートメーターへの期待が大きくなってきたことを受け、スマートメーターの導入効果が費用を上回るとの試算が発表された。
- こうした動きを受け、DECC（Department of Energy and Climate Change）は、2008年10月に、2020年までに電気・ガスのスマートメーターを全需要家に導入する案を発表した。

■ 導入スキーム

- 導入スキームとして以下の6モデルが検討されたが、通信を一元化して、エネルギー供給事業者が利用するモデルが採用された。
- このモデルでは、メーターの導入の責任はエネルギー供給事業者にあるとしている。

スキーム	概要
競争モデル (Competitive model)	既存のメータリング市場モデルをベースとし、エネルギー供給事業者はメーターとの通信を含む全てのメータリングサービスに関し責任を持つものとする。
通信一元モデル (Central Communications model)	メータリングの競争を維持しつつも通信インフラおよびデータ伝送を実施・管理する新しい中枢機能を導入するモデルである。通信プロバイダは国全体を管轄する。全てのエネルギー供給事業者は、メータリングサービス（購入・設置含む）に関して責任を持つものとし、通信については、ライセンス条項を通じて一元化された通信機能を使用する。
完全集中型モデル (Fully Centralised model)	期間ベースの競争で得たライセンスによる地域フランチャイズ制度を導入し、メーター資産の選定、所有権、展開と維持を管理するモデルである。通信サービスは一元管理される。
ネットワーク事業者所有モデル (Regulated Asset Ownership model)	配電事業者(DNO)がスマート電気メーターを所有・提供し、ガス輸送事業者(GTs)がスマートガスメーターを提供するモデルで、スマートメーターの導入やその方法の決定はエネルギー供給事業者の責任となる。
ネットワーク事業者連携モデル (Energy Network Coordination model)	DNOとGTがスマート電気メーター、スマートガスメーターをそれぞれ所有し、導入方策を決定するために連携するモデルである。
配電事業者主導モデル (DNO-Deployment model)	DNOとGTがスマート電気メーター、スマートガスメーターをそれぞれ所有するが、DNOが導入方策を決定し、電気とガス両方のメーターを設置するモデルである。

⁶機械式の取り換えはイギリス全体で 300 万個/年

⁷ Metering Europe2010 におけるヒアリングより

2. 3. 導入が義務化されている国の動向 — イギリス

■イギリスで求められているスマートメーターの機能

- 政府はこの決定に関して、2009年5月11日に「電気・ガスのスマートメーティングに関する協議文書(Consultation on Smart Metering Electricity and Gas)」を発行し、ステークホルダーからのコメントを受付した後、当該報告書を2009年12月に発行した。
- 同報告書では、スマートメーターに求める要件が以下のように記載されている。
- 通信の具体的な方法や、費用負担の在り方などについては、現在、Ofgemを中心に検討がなされている。

メーターの機能	電気	ガス
一定期間におけるメーターの 正確な読取 /情報をリモートで提供 ➢需要家、エネルギー供給事業者、その他市場関係者への情報配信	●	●
メーターシステムへの 双方向通信 ➢メーターとエネルギー供給事業者またはその他市場関係者との間の通信 ➢WANを介したデータのアップロードおよびダウンロード、定められた時間におけるデータ転送、遠隔での設定および診断、ソフトウェアやファームウェアの変更	●	●
オープンスタンダード・プロトコルベースのホームエリアネットワーク ➢ 専用の宅内ディスプレイに「リアルタイム」情報を提供 ➢各種機器のメーターシステムとのリンク	●	●
時間帯別料金の促進 ➢課金用としてメーターに複数データを記録可能	●	●
需要管理(DSM)を行うための負荷管理機能 ➢家庭内機器制御の高度化のための 電力負荷の遠隔制御	●	
供給をリモートでの 停止停解 ➢クレジット/前払いの遠隔での切替をサポート	●	検討中
売電電力(export)の測定 ➢正味の売電電力の測定	●	
超小型発電機内測定機器との通信機能 ➢課金を目的とした総発電量の受信、保存、通信	●	

出典: Department of Energy and Climate Change, "TOWARDS A SMARTER FUTURE: GOVERNMENT RESPONSE TO THE CONSULTATION ON ELECTRICITY AND GAS SMART METERING"(2009年12月)

2. 3. 導入が義務化されている国の動向 — イギリス

■ British Gas(※)の取組み ※British Gas: イギリス最大手の電力・ガス供給事業者(それぞれ22%、44%のシェア(エネルギーベース)、OFGEM資料より)

➢ 導入計画

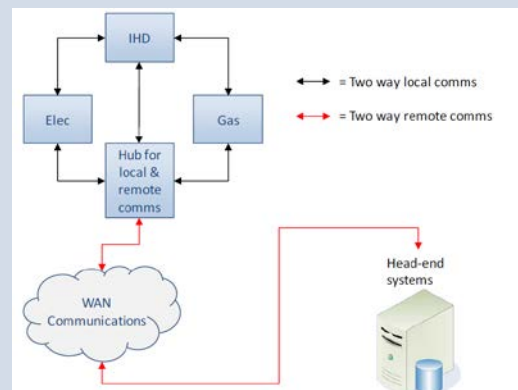
- 2012年までに200万個以上のスマートメーターを英国家庭に導入する計画

➢ パートナー企業

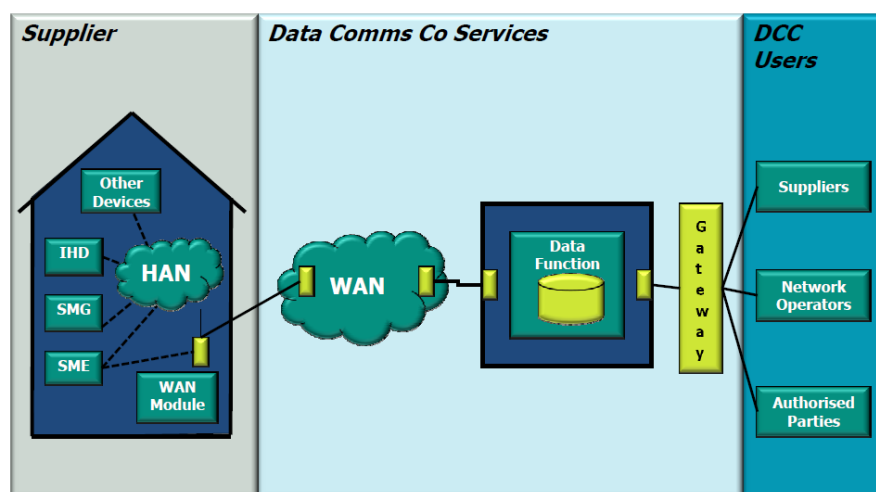
Vodafone: スマートメーターの信号を外部システムに通信するためのネットワークを供給
Landis+Gyr: 電力・ガスのスマートメーター、宅内のカラータッチスクリーンディスプレイを含む家庭内スマートメーターシステムを開発。
Trilliant: スマートメーターと他社のネットワークデバイスをリンクするヘッドエンドソフトウェアでスマートメーターの全通信を管理する。
OSIsoft: スマートメーターデータを保持するシステムを提供。
SAP: British Gas独自のITシステムにスマート機能を導入する。
ZigBee: ZigBee Smart Energyグローバル無線HAN標準を提供し、家庭内デバイス(家電)をリンクする。

➢ 要件

- ✓ 20年の寿命
- ✓ 2つのエネルギー供給事業者の情報を保持することが可能で、両者の切り替えも可能とする。また、一方の事業者のデータは他方の事業者からは見ることができないようにする。
- ✓ データの記録とヘッドエンドシステムへのデータのアップロード
- ✓ WAN通信(GPRSおよび代替の通信)
- ✓ HAN通信(ZigBee, SEP2.0、および代替の通信)
- ✓ アドホックな要求に対して10秒以内に反応すること
- ✓ 宅内ディスプレイを通じた需要家とのコミュニケーション
- ✓ クレジット、プリペイド機能



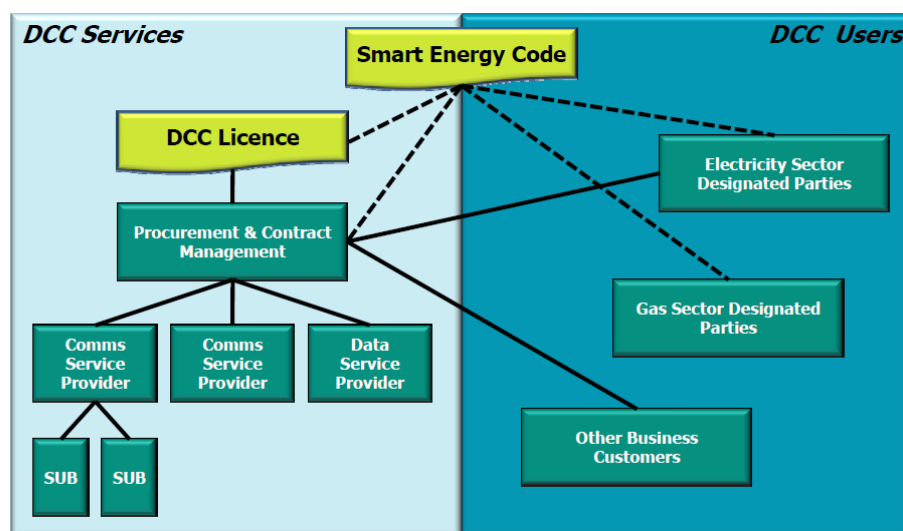
各種British Gas発表資料、及びBritish Gas, "PRODUCT REQUIREMENTS FOR SMART METERING SYSTEMS PART 1: GENERAL SYSTEM ARCHITECTURE"



Source: Ofgem Prospectus Communications Business Model

出典：Metering Europe2010

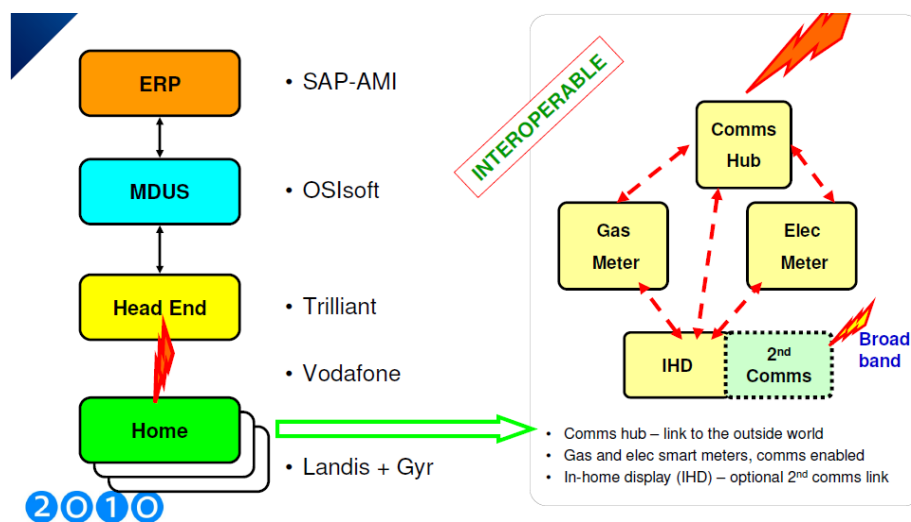
図 2.1.2-1DCC スキームの下でのネットワーク構成



Source: Ofgem Prospectus Communications Business Model

出典：Metering Europe2010

図 2.1.2-2 DCC の運用



出典：Metering Europe2010

図 2.1.2-3 ブリティッシュガスのシステム

4) スペイン

スペインでは、2018 年末までにスマートメーターの導入を行うことが決められている。事業者レベルでは、大手である Endesa や Iberdrola がそれぞれ別の通信規格（Endesa は Meters and More、Iberdrola は PRIME と呼ばれる共に PLC の規格）を活用して導入を進めているところである。

2. 3. 導入が義務化されている国の動向 – スペイン

■ 導入の背景

- 従来の検針や請求は高水準であり、不正は低水準(※)であるが、需要が10年間で160%にも増加するとの懸念がスマートメーターの導入の背景となっている。(エネルギー規制当局(CNE) "Smart Metering. Spanish Experience" より)
(※盗電が多いという説もある)
- 2007年にENEL・Accionaがスペイン最大手電力会社ENDESAを買収したことも、スペインにおけるスマートメーターの検討に影響を与えていると考えられる。

■ 政府による導入の義務化

- 産業省 (Ministry of Industry) が2007年12月28日に制定したORDEN ITC/3860/2007法により、2008年1月1日から2018年12月31日までの11年間で全メーターをスマートメーターに切り替えるよう義務化

➢ 導入計画

- 2008/01/01～2010/12/31 国内メーターの30% (累積30%)
- 2011/01/01～2012/12/31 国内メーターの20% (累積50%)
- 2013/01/01～2015/12/31 国内メーターの20% (累積70%)
- 2016/01/01～2018/12/31 国内メーターの30% (累積100%)

➢ 要件

- ✓ 有効、無効電力の記録(3ヶ月のロードカーブの記録)
- ✓ 3分以上の停電の登録
- ✓ 負荷制御、遠隔開始・停止機能
- ✓ 15分値の記録
- ✓ 双方向通信(プロトコルは電力会社が決定)
- ✓ 遠隔検針
- ✓ コンセントレーターとセンターとの遠隔同期
- ✓ 料金の遠隔プログラミング
- ✓ アラームおよびイベントの登録

ESMA, "2009 Annual Report on the Progress in Smart Metering"

2. 3. 導入が義務化されている国の動向 – スペイン

■ 事業者の取組み

➢ ENDESA

- ENDESAのスマートメータープロジェクト(1300万の需要家にスマートメーターを設置)は2009年7月に公式発表された。
- このメーター技術は、イタリアENELとENDESAの共同開発によるものである。
- 通信は、ロバストで信頼性のある次世代型PLC通信を採用し、既にイタリアで使用されているBPSK変調と最適化されたSITREDプロトコルをベースにしたものである。これにより、PLCは複数のシグナル経路を持つ低電圧ネットワークにも対応可能となっている。
- ENELとENDESAはこのPLC通信プロトコルおよび仕様のオープン化("METER AND MORE")を発表。今後、全てのutilitiesがこのプロトコルを実装・適用することができる。
- 2010年第4四半期までの本格導入に向け、第1四半期より導入を開始する。
- スペイン政府による国内需要家へのSM導入期限は2018年末だが、これより3年ほど早く導入、遠隔検針を完了する予定。

➢ IBERDROLA

- メーターのサプライヤーにITRONを選定し、第1フェーズとして、2010年7月から2010年末までにCastellon市に100,000個のスマートメーターを導入し、その後、全国に1000万個を展開する予定。
- スマートメーターのための新しいPLC規格(PRIME)をメーター関連企業と共に立ち上げている。



スマートメーターのイメージ
PRIME ALLIANCEウェブサイト

ESMA, "2009 Annual Report on the Progress in Smart Metering"等を参考にMRI作成

5) ドイツ

ドイツでは、新築や改修の建物につけるメーターをスマートメーターにするという義務化がなされているが、実情としては、通信機能を外付けできる端子の付いたメーターが導入されているとのことで、国内関係者によると、欧州の中でもあまりスマートメーターの導入は進んでいないと考えられている。ただし、Yello Strom など一部の事業者は、需要家の負担によるスマートメーターの導入を進めている。

MRI

株式会社三菱総合研究所

2. 4. 導入に向けて検討が進められている国の動向 — ドイツ

■ 政府による導入に向けた動き

- 2008年8月に“Law on the Market Opening of Electricity and Gas Metering for the Purposes of Competition” (Gesetz zur Öffnung des Messwesens bei Strom und Gas für Wettbewerb)法が制定され、検針の自由化、2010年以降の新築建物および大規模改築物件に対する電気・ガスの“advanced meter”の(技術的・経済的に可能な範囲での)導入、および2010年12月30日までに時間帯別料金を全需要家に対して提供(利用可能と)することが規定された。
 - “advanced meter”の定義は、時間帯別の消費量の計測機能を持つことであり、遠隔検針機能や双方向通信機能は必要とされていない。詳細な仕様は発表時点で決まっていなかったが、政府としては詳細な仕様を規格化することには消極的である。規格化については、Multi Utility Communication や、CENELEC などの団体が調整を行っている。
 - なお、“advanced meter”の市場への導入方法の詳細については、2009年中を目安にBundesnetzagentur (The Federal Network Office, 連邦ネットワーク規制庁)が決定し、2010年にはアセスメントレポートが政府に提出される見込みである。

■ 事業者の取り組みについて

- ドイツ四大電力会社は2007年から数百から数千戸程度の規模で実証事業を開始している。

➢ RWE ライン・ルール社

- 2008年夏からルール地方ミュールハイム市で10万戸規模、事業期間の3年間の実証事業を行っている。
 - この実証では、比較的簡便なメーター(表示のデジタル化、消費量変動などのデータ保存、パソコンでの表示機能のみに限定)を使っているが、将来的には、複数の料金メニュー、省エネルギーを支援する機能なども検討されている。
 - RWE 社は新型メーター導入の目的は、「消費者に対する料金情報の透明化の確保と電力業界に対する信頼の確保、ならびに電力需要に応じたフレキシブルな変動料金の導入と消費抑制的な消費行動の促進である」としている。

➢ Yello Strom

- Yello Stromが電力を供給する需要家に対して、任意でスマートメーターを提供している。
 - Yello StromはEnBWの完全子会社でドイツで最初の電力小売新規参入者であり、現在は需要家140万件に電力を供給している。
 - 検針の自由化により、需要家はメーターを選択することが出来るようになったため、希望する需要家に対して、有償(初期費用は79ユーロ、月々のサービス料金は電気料金に加算)でスマートメーターおよびウェブサービスを提供している。
 - Googleとも連携し、需要家はPowerMeterを通して電力消費量を見ることも可能。



Yello Stromのスマートメーター(右。左は従来メーター)
Yello Stromウェブサイト

MRI

株式会社三菱総合研究所

2. 4. 導入に向けて検討が進められている国の動向 — ドイツ

■ アンケートについて

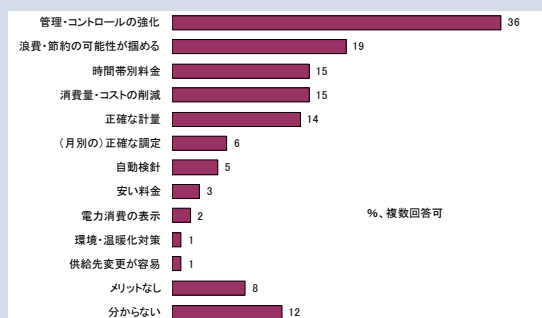
➢ フラウンホーファー協会(2007年)による事業者に対するアンケート

- スマートメーターの導入による効果として「経済性の向上」や「検針業務の合理化」などが挙げられている。
- その他、「契約変更の簡素化・迅速化」、「料金表の拡張」、「第三者による系統・消費データの利用性改善」なども期待されている。

NEDO海外レポート「ドイツにおけるスマートメーター実証事業」等を参考にMRI作成

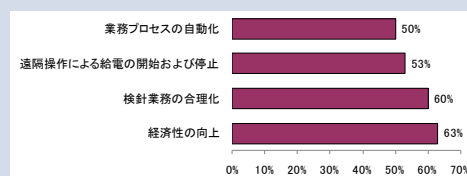
➢ 全国消費者団体連合会(VZBV)による消費者に対するアンケート

- 消費者はスマートメーターの導入について比較的好意的に捉えているようである。
- 導入のメリットとしては、コントロールの強化、節約の可能性などがメリットとして挙げられている。

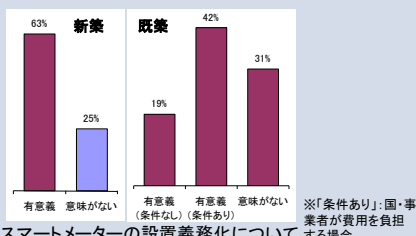


消費者が期待するメリット

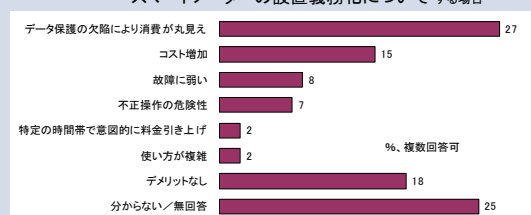
BITKOM, “E-Energy – mit Smart Meter und Smart Grids zum Internet der Energie“, VZBV, “Erfolgsfaktoren von Smart Metering aus Verbrauchersichtを参考にMRI作成



事業者が期待する効果



※「条件あり」: 国・事業者が費用を負担する場合



消費者のデメリット

6) オランダ

オランダでは、スマートメーターの導入を義務化する法案が下院を通過したが、消費者団体による個人情報への懸念の高まりにより、上院で否決されたという経緯がある。

現在では、EU 指令の下で導入に向けた検討を行っているが、需要家が従来の機械式メーターの設置を選択したり、スマートメーターを設置した場合でも、従来の情報以上の情報を提供しないような選択をすることができるようなスキームが検討されている。

2. 4. 導入に向けて検討が進められている国の動向 — オランダ

■政府による導入に向けた動き

- オランダ政府はスマートメーターが全数導入されなければ、配電事業者によるセキュリティ保護や効率的運用といった公共の利益は十分に享受できないとして、スマートメーターの義務化を検討していた(※市場に任せた導入でのカバー率は、需要家の30～35%程度)

■導入義務化の否決について

- 2009年4月、オランダ議会上院は、**プライバシーおよびセキュリティ上の理由からスマートメーターの導入義務化案を否決した。**
- 導入義務化は欧州人権条約の違反につながるとしてオランダ消費者協会およびプライバシー監視団体が反対運動を起こしていた。

■今後の動き

- 市場に任せた導入に向け、法案およびスマートメーター標準を現在見直し中で、2010年秋に新たな決定が下される予定。
- なお、下院では2008年からスマートメーターについて以下のような機能を強く要求している。
 - ✓ 使いやすく直接的な宅内ディスプレイ
 - ✓ ピーク利用時のアラーム
 - ✓ 分散型電源のリアルタイムな計量
 - ✓ 分散型電源の拡大への寄与
 - ✓ 洗濯機やドライヤー等の家電の遠隔制御
 - ✓ 他のメーターとの通信機能
- 経済省と議会の間ではいかなるような内容が合意されているようである。
 - ✓ 標準的な請求書の導入
 - ✓ 配電事業者によるタイムリーな課金
 - ✓ 経済省がメーターの仕様を決定
 - ✓ プライバシー保護の強化
 - ✓ スマートメーター導入のために消費者に追加料金を課さない
- また、スマートメーターの導入は2フェーズに分けて、実施されていく予定。
 - ✓ 新築および大規模な建て直しをした家に設置する2年間の立ち上げフェーズ
 - ✓ 現行スマートメーターの評価後、本格的に導入をする加速フェーズ

■事業者の取組み

- オランダ第4の都市、Oxxioでは、既に100,000台のスマートメーターが一般家庭に設置されている。



Oxxioのスマートメーター

Oxxioウェブサイト

7) フランス

フランスでは、ErDF が Linky プロジェクトを実施しており、当初 2010 年まで実施した上で大規模導入を行うかどうかの決定をするとされていたが、2011 年 3 月以降にずれ込むと見られている。一方、フランス政府は、スマートメーターの導入を 2020 年までに行う旨の法律を制定したが、実際には ErDF の動きを見ながら、実施していくとしている。

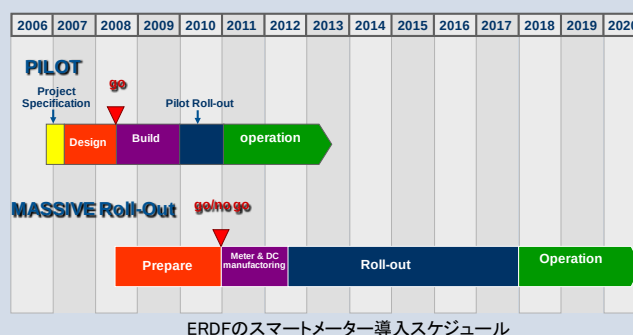
ErDF は、現在、PLC 方式のうち、従来タイプである G1 にて実証実験を行い、メーターデータの取得率などのデータを収集している。また、今後は後述する OPEN METER にも提案されている G3 方式にて導入を進めていくと考えられる。

2. 4. 導入に向けて検討が進められている国の動向 — フランス

■ ERDFでのスマートメーターの検討状況 ※ERDFはフランスの配電事業の95%のシェア。ERDFでの導入は実質的にフランス全体の導入となる。

＞ Linkyプロジェクト

- 2007年から3年間にわたり計画が進められてきた。
- 実際のスマートメーターの設置は2010年3月1日から7ヶ月かけて実施。
- 農村地帯のToursと都会のLyonの2箇所に、計300,000個のスマートメーターと7,000個の中継器を設置する実証実験を開始。
 - ✓ Landis+Gyrがメーター100,000個(全体の1/3)と中継器3500個(全体の1/2)の供給し、1日に3,000個のメーターと70個の中継器を設置していく予定。
- この実証実験は2010年末に評価され、その結果次第で全数導入(3500万個)を行うかどうか決定される。
- 全数設置が決定されると投資金額は40億ユーロで世界最大級のスマートメータープロジェクトとなる。(約114ユーロ/メーター)
- 設置期間は2012年から開始し、5年程度と見られている。
- なお、通信には電力線搬送方式の一つであるG3という方式を採用するとされている。



ERDFのスマートメーター導入スケジュール

LINKY ERDF Smart Metering Project資料

Installed	Discovered	Commissioned
135,000 meters	97,000	90,000
In %	72%	67%
< 20 meters/DC	81%	75%
> 250 meters/DC	65%	62%

Data as of 2010/09/22, roll-out in progress

	Commissioned meters collected on day 0	Commissioned meters collected on day 5
Entire pool 90,000 com. meters	53%	63%
Sample pool 9,700 com. meters	73%	91%

図 2.1.2-4 データ収集と遠隔操作の成功率(上: コンセントレーターあたりのメーター数の違い、下: コマンド送信後の日数による違い)

2.1.3 アジア・オセアニアなどその他の地域

(1) 概要

スマートメーターの導入は、欧米だけではなく、アジア・パシフィックなどその他の地域でも進められている。

特にオセアニアのオーストラリア、ニュージーランドは積極的に導入が検討されており、欧米と同様、先進的な事例として挙げられる。また、アジアでは、中国や韓国が本格的な導入を行う動きが見られる。一方、アジアや南米の新興国でも一部で導入が進んでいるようであるが、電力品質や盗電への対策といった課題の解決が主な導入理由となっているようである。

MRI

株式会社三菱総合研究所

1. 1. アジアにおけるスマートメーターの導入状況 (1/2)

＜アジア：導入・導入計画が進められている地域＞

- ・中国・韓国では、系統におけるエネルギーマネジメントや省エネ・省CO2などを背景にスマートグリッドの構築が掲げられており、その一環として2020年までにスマートメーターの導入を目標としている。
- ・インドでは、配電ロスが多く、特に不正・盗電によるロスを減少させることを目的(R-APDRP(後述))にスマートメーターの導入が進められている。(R-APDRPではロス削減のためのITインフラの拡充も実施している。)

	スマートメーター数	全メーター数	割合	特記事項
中国	63,000,000	385,000,000	16%	政府のスマートグリッド計画にしたがって、大規模な導入が実施されており、2015年までに2.4億個、 2020年までに4～5億個のスマートメーターが導入される見通しである。 昨年末から国家電網はメーターの調達入札を実施しており、70社程度の中国メーカーが落札している。
韓国	3,010,000	22,217,471	14%	政府のスマートグリッドロードマップにより、 2020年までにスマートメーターを導入する目標が掲げられている。
インド	225,000	144,000,000	0%	配電ロスの削減を目的としたR-APDRPが展開されており、その一環としてスマートメーターの導入が計画されている。州営の電力会社毎に取り組みがなされ、IT企業が中心となって導入が実施されていく見込みである。

スマートメーター数：AMIの導入状況(2010年末までの見通し)
割合：全メーター数に対するスマートメーターの割合

MRI

株式会社三菱総合研究所

1. 1. アジアにおけるスマートメーターの導入状況 (2/2)

＜アジア：導入があまり進められていない地域＞＝情報があまりない地域

- ・一部の国では産業用途での導入や実証実験での家庭への導入の計画がなされているが、動きは限定的。

	スマートメーター数	全メーター数	割合	特記事項
台湾	100,000	12,387,370	1%	Taipowerは産業需要家23,000件に対して2012年までにスマートメーターを導入すると発表。また、一般住宅向け10,000件にトライアルを実施し、 普及に目処が付いた場合、2015年までに100万世帯に設置する計画。中期目標として、全需要家の50%となる600万世帯への導入を目指す。
タイ	5,000	18,352,498	0%	2007年に30,000台、2009年には更に5,000台のスマートメーターを設置。全てのメーターに双方向GPRS通信、Time-of-useタリフ、負荷制御/負荷管理機能がついている。
シンガポール	—	—	—	Intelligence Energy System (IES)と呼ばれるプロジェクトにより、スマートメーターの導入に関する実証実験を実施。スマートメーターは光ファイバーや無線LANなどの通信ネットワークを活用した双方向通信機能を有する。
フィリピン	7,000	15,600,000	0%	国内最大の民間配電事業者であるMeralcoではスマートメーターの導入に向けた実証実験を行っている。 なお、家庭用スマートメーター導入に向け無線技術の大手SymstreamとM2M技術のプロバイダM2Mi3が提携し、フィリピン国内において、3年間で500万個を導入すると発表している。
マレーシア	15,000	7,355,000	0%	最大手の電力会社Tenaga Nasional Bhdは、Itronと提携し、マレーシア国内におけるメーターデータ管理ソフトの展開することを発表。Itron製メーターは90000件の低圧C&Iメーターを含む検針リモート化イニシアチブの重要な部分を担っている。

スマートメーター数：AMIの導入状況(2010年末までの見通し)
割合：全メーター数に対するスマートメーターの割合

導入数はABS Energy Researchレポートを参考にMRI作成。特記事項は各種ホームページ等より。

1. 2. オセアニアにおけるスマートメーターの導入状況

- ・オセアニア地域では、一部の州や事業者により先行的にスマートメーターの導入が開始されている状況で、オーストラリア政府は2012年までに全地域での導入計画を検討、NZ政府も導入義務化を検討している。

	スマート メーター数	全メーター数	割合	特記事項
ニュージーランド	590,000	1,800,000	33%	NZではスマートメーターに関する国としての規制は設けられていないが、各小売事業者がリモート検針用にメーターを設置しており、2012年末までに130万個、2013年末までに全200万個の80%にあたる約160万個のスマートメーター導入計画があるとされている。 こうした中、NZ政府は2008年にメータリング技術、インフラ要件、プレーヤーの責務などを記載したガイドラインを策定（現在改定中）しているが、義務化については慎重に検討している。ただし、義務化の有無に関わらず、 2015年4月に多くのメーターの検定が切れることをきっかけに、一般家庭へのスマートメーター導入が進む との見方もある。
オーストラリア	737,500	10,134,048	7%	ビクトリア州では先行的に検討・導入開始されており、政府も、2007年にスマートメーターに関する最低要件を発表するなど、他州においても導入に向けて費用対効果の検証を行い、積極的に検討を進めている。

スマートメーター数：AMIの導入状況（2010年末までの見通し）
割合：全メーター数に対するスマートメーターの割合

導入数はABS Energy Researchレポートを参考にMRI作成。特記事項は各種ホームページ等より。

1. 3. その他地域におけるスマートメーターの導入状況

- ・今後の経済成長が期待されている地域であるが、スマートメーターの導入は限定的。
- ・ブラジルでは家庭への導入が進められているが、主な目的は不正・盗電の防止であると考えられる。

	スマート メーター数	全メーター数	割合	特記事項
UAE	—	—	—	Regulation & Supervision BureauのANNUAL WORK PLAN 2010により、AMRの機能を上回るスマートメーターの導入を目指し、2010年より①一般住宅（大邸宅）に対するディスプレイの利用によるTime of Dayプライシングの適用（500件対象）、②共同住宅（flat）に対するプリペイドメーターの活用2種類のトライアルを実施。また、Abu Dhabi Distribution Company（ADDC）により2010年末迄にアブダビの全ビルディングにスマートメーターが設置される予定。
ブラジル	950,000	55,842,150	2%	国家電力庁（ANEEL）が2008年からスマートメーター導入に関する検討を開始。 2009年10月、2021年までに既存の電力メーター6300万個のスマートメーターへ切り替え計画を発表。 切替は2011年より開始。EchelonはELO社にライセンス提供し、100万台以上のスマートメーター展開を計画。また、Landis+Gyrは2009年末までに20万個を設置を完了している。
南アフリカ	128,000	8,452,114	2%	エネルギー危機で逼迫した電力供給状況から、政府（国営電力会社ESKOM）主導でスマートメーターの導入が進められている。ただし、対象は大口需要家のみとなっている。2012年1月までに導入開始予定だが国内各都市の財政的な問題から遅延が予想されている。

スマートメーター数：AMIの導入状況（2010年末までの見通し）
割合：全メーター数に対するスマートメーターの割合

導入数はABS Energy Researchレポートを参考にMRI作成。特記事項は各種ホームページ等より。

(2) オーストラリア

オーストラリアでは、州が先行して導入を検討しており、特にビクトリア州では既に導入を義務化している。

ビクトリア州では、CO₂の抑制への期待や電力需要増加への対策としてスマートメーターの導入が進められており、2013年末までに導入を完了する計画を立てている。

MR

株式会社三菱総合研究所

2. 1. オーストラリアにおけるスマートメーターの導入状況 一政府

・オーストラリアでは、一部の州が先行してスマートメーターの導入を検討しており、政府も地域的な事情を踏まえた上で導入を推進している。

<検討・導入の経緯>

- ◆オーストラリア政府は2007年からスマートメーターの導入に関する検討を開始。
- ◆2007年4月に、地域事情を考慮し、経済的に成立する地域について、スマートメーターの導入を決定した。
- ◆2007年末には最低要件として29項目を提案(後述)
- ◆その後、機能や地域ごとの違いなどを考慮したさまざまな費用対効果分析を実施。
 - ・導入には便益があるものの、地域によるバラつき(※)が大きいことが認識されたため、実証実験等によるケーススタディを実施しながら、スマートメーター導入プロジェクトを進展させることとなった。
 - ※もとの検針費用が安価であるなど、スマートメーターの導入効果が他州と比較して小さい州が存在すると分析されている。
- ◆実証実験の結果および、ビクトリア州、ニューサウスウェールズ州の積極的な姿勢を考慮しつつ、2012年6月までに全地域における導入計画を検討する。

<導入の状況>

- ◆ビクトリア州(詳細は後述)
 - ・州独自の費用対効果分析を基に、スマートメーター導入を義務化。
 - ・**2009年4月より4年間で全ての一般家庭および中小規模需要家にスマートメーターを導入する。**
- ◆ニューサウスウェールズ州
 - ・オーストラリア政府による費用対効果分析の支持を受け、**2017年までにスマートメーターを全需要家に導入する。**
 - ・EnergyAustralia、Integral Energy、Country Energy各社が大規模パイロット/トライアルを実施し、同州におけるコストと効果や、ToU、CPP、ホームディスプレイの影響を分析する。
 - ・州政府は導入スケジュール(2017年まで)を達成するために、各事業者と緊密な連携関係をとっている。
- ◆クイーンズランド州
 - ・スマートメーター導入の潜在的メリットは認識しているが、コストに関する懸念があるため、直接負荷制御などの実証実験を実施し、導入の範囲・時期に関した検討を行っていく。

MR

株式会社三菱総合研究所

2. 1. オーストラリアにおけるスマートメーターの導入状況 一政府

・2007年からスマートメーターについての要件が検討されており、ビクトリア州での検討や技術的・制度的制約を考慮して、要件として採用すべき項目、継続して検討すべき項目等を提示している。

<スマートメーターの機能>

- ◆2007年に政府により提案された最低要件29項目(A National Minimum Functionality for Smart Meters)について、ビクトリア州の状況を踏まえ、2008年に発表。

	機能	見解		機能	見解
1	30分値の計量と記録	採用(ただし、技術的な検証が必要)	15	直接機器制御のためのインターフェース	現時点では不採用(ただし、継続して検討)
2	遠隔検針	採用(ただし、技術的な検証が必要)	16	HANのインターフェース	採用
3	ハンディターミナルによる現地検針	採用(ただし、技術的な検証が必要)	17	宅内ディスプレイ	義務化では対象外(インセンティブについて検討)
4	メーターのディスプレイ上での現地検針	採用(ただし、技術的な検証が必要)	18	水・ガス計量	義務化では対象外(ただし、継続して検討)
5	通信とセキュリティ	採用(ただし、技術的な検証が必要)	19	電力の供給品質および停電等のイベントの記録	採用
6	不正検知	採用(ただし、技術的な検証が必要)	20	停電検知・アラーム	採用
7	遠隔時刻同期	採用(ただし、技術的な検証が必要)	21	需要家への供給状態の監視	不採用
8, 14	特定の小プレーカーに対する需要管理	採用(ただし、技術的な検証が必要)	22	リアルタイム検査(常時ピング)	継続して検討
9	日々検針	採用(ただし、技術的な検証が必要)	23	相互運用性(アプリケーション層)	継続して検討
10	力率(3相)	採用(ただし、技術的な検証が必要)	24	相互運用性(機器)	継続して検討
	力率(単相)	不採用	25	遠隔設定	採用
11	双方向計量	採用	26	遠隔ソフトウェアアップグレード	採用
12	遠隔停止・停止解除	採用(ただし、消費者保護、安全性などの検証が必要)	27	基盤の分離	不採用
13	停電復旧時の容量制限	採用(ただし、消費者保護、安全性などの検証が必要)	28	壁面以外への設置	不採用
			29	プラグアンドプレイ(接続後、自動運用)	採用

2. 1. オーストラリアにおけるスマートメーターの導入状況 –ビクトリア州

・ビクトリア州はオーストラリアの中で先行してスマートメーターの導入を検討、2006年には導入が義務化され、当初計画からは遅れているが、2013年までに設置される予定である。

<導入の背景>

- ◆スマートメーターの導入により、以下のような効果が期待されている。
 - ・ビクトリア州は、気候変動に関する政策を積極的に進めているが、一次エネルギーにおいて、石炭の占める割合が大きく、CO2削減に貢献することが期待されている。
 - ・電力需要が増加傾向にあるため、需要抑制の効果が期待されている。
- ◆ビクトリア州では、請求は推定や自己申告に基づいて実施されてきた。

<州政府による義務化>

- ◆2004年に政府は、ToUに対応したメーターの設置を求めたが、2005年にはそのメーターに通信機能を付帯させることについての費用対効果分析を実施し、その結果、2006年にスマートメーターの導入を実施することが決定された。
- ◆この決定により、ビクトリア州では、すべての配電事業者に2009年4月から2013年までに全世帯へのスマートメーターの導入を義務付けた。

<導入スケジュール>

- ◆導入スケジュールは以下の通り。当初の予定からはやや遅れている。

<機能>

- ◆オーストラリアの国の機能(P6)と同等。

導入率	スケジュール	当初予定
開始	2009年中旬	2009年初旬
5%	2010年6月末	2009年12月末
10%	2010年12月末	—
25%	2011年6月末	2010年12月末
60%	2012年6月末	2011年12月末
95%	2013年6月末	—
100%	2013年12月末	2012年12月末

NERA, "Costs and Benefits of Smart Metering in Off-Grid and Remote Areas"より

2. 1. オーストラリアにおけるスマートメーターの導入状況 –ビクトリア州

・ビクトリア州内の全配電事業者が州政府に対して導入計画を提出している。

<事業者の動向>

- ◆ビクトリア州の配電事業者

事業者	世帯数 (概数)	2009～2011年の スマートメーター導入計画(700)		
		2009	2010	2011
Jemena	30万件	10,036	38,523	113,304
UED (United Energy Distributor)	60万件	10,015	98,830	329,432
Powercor	70万件	7,112	167,331	250,576
SP AusNet	31万件		77,371	220,748
CitiPower	8万件	2,888	68,098	102,377

※世帯数はメーター数とは一致しない。メーター数は約250万個とされている。

世帯数は各社ウェブサイト

計画はAustralian Energy Regulator, "Victorian advanced metering infrastructure review 2009-11 AMI budget and charges applications"より

- ◆Powercor

- ・オーストラリア最大の配電事業者で、90万個のスマートメーターを導入する予定。
- ・通信はRFメッシュを採用する計画を州政府に提出している。
- ・スマートメーターの故障率は0.5%/年と見積もられている。(0.3%は従来の電子メーターの故障率、0.2%は通信の故障率)
- ・通信、メーター、バックオフィス、設置については、入札によりベンダーを決定。→メーターについては、Landis+Gyrを採用(CitiPowerと合わせて110万個契約)、通信はSilver Spring Networksと契約。
- ・メーター(単体)の予算は2万円程度とされている。

Powercor, "ADVANCED METERING INFRASTRUCTURE BUDGET APPLICATION 2009-11"

・スマートメーターに関する費用は料金での回収が認められており、年間68ドル程度と見積もられている。

<費用回収について>

- ◆Electricity Industry Act 2000 (2006年改正)
 - ・配電事業者は、スマートメーターの導入(計画、設置、メンテナンス、運用)についての費用を料金に上乗せすることが認められている。

- ◆実際の費用回収について

- ・ビクトリア政府は、2010年に想定される平均の料金増加額として、週あたり1.34ドル(1ドル=約75円)、年間換算では68ドルと発表している。

Department of Primary Industries, "Smart meters and my electricity bill"



Powercorのスマートメーター
Powercorウェブサイトより

(3) アジア

中国では、政府主導でスマートグリッド化、スマートメーターの導入が行われており、実際に2009年、2010年で約4,000万個のスマートメーターの入札が実施された。入札では多くのメーターメーカーが落札したが、主なメーカーは華立（Holley）、威勝、山林などが挙げられる。

韓国においてはも政府によるスマートグリッドロードマップに基づいてスマートメーターの導入が進められており、高速 PLC（BPL）を活用した導入が検討されているようである。

インドでは、配電損失（盗電などへの対応）の抑制などを理由として、州単位でスマートメーターの導入が進められている

2. 2. 中国におけるスマートメーターの導入状況

・中国では、政府の強い主導のもと、2020年までの「Strong Smart Grid」の構築を目指しており、スマートメーターはその一要素として位置づけられ、各地で導入が進められている。

<導入の背景>

◆中国政府は12次5年計画の一つとしてスマートグリッドを設定し、三段階に分けて構築する計画。

ステージ・時期	内容
ステージ1（2009～2010）	スマートグリッドの計画および実証 → 各省・都市へのスマートメーターの導入開始
ステージ2（2011～2015）	スマートグリッドの構築の加速
ステージ3（2016～2020）	Strong Smart Gridの達成

◆また、中国は省エネ目標を掲げており、スマートメーターの導入の後押しとなっていると考えられる。

<導入の経緯・スケジュール>

◆2008年にメーターに関する技術要件を発表し、2009年にパブリックコメントを募集するなど、スマートメーターの導入に向けた検討が行われてきた。

◆スマートメーターの導入スケジュールは以下の通り。

ステージ1（2009～2010）	26の省、市で実証実験を行い、3300万個のスマートメーターの導入 ・四川省：251万個 ・天津市：71万個 ・山西省：150.8万個 ・辽宁省：瀋陽市41万個 ・江蘇省：南京、揚州、无锡、苏州等を中心として、100万個 など
ステージ2（2011～2015）	2.4億個導入
ステージ3（2016～2020）	4～5億個導入（各種報道より）

2. 2. 中国におけるスマートメーターの導入状況

- ・これまで3回のスマートメーターの入札が実施されており、約4,000万個、70社程度が落札している。
- ・大手中国メーターメーカーである華立(Holley Metering)は、海外へも展開している。

<メーターメーカーの動向>

- ◆国家電網は、昨年末から3回に分けて、約4,000万個のスマートメーターの調達についての入札を実施している。
- ・第1回はメーターに関する規格の発表時期が遅かったため、一部の企業のみが対応可能だったとされている。
- ◆報道によると、落札価格は1700円～2300円程度とされている。

メーカー	第1回(2009年12月)				第2回(2010年第1回(4月))				第3回(2010年第2回(7月))				合計			
	単相メーター		三相メーター		単相メーター		三相メーター		単相メーター		その他メーター (三相など)		単相メーター		その他メーター (三相など)	
	個数	シェア	個数	シェア	個数	シェア	個数	シェア	個数	シェア	個数	シェア	個数	シェア	個数	シェア
1 宁波三星			35,000	12%	1,722,832	9%	60,350	7%	1,541,693	10%	391,270	11%	3,264,525	9%	486,620	10%
2 威勝集团	339,725	9%			1,113,445	6%	117,932	14%	147,000	1%	317,164	9%	1,600,170	4%	435,096	9%
3 华立					73,661	0%	13,000	1%	1,377,248	9%	869,032	25%	1,450,929	4%	882,032	19%
4 深圳科陆	229,600	6%			1,034,200	5%	95,129	11%			20,217	1%	1,263,800	3%	115,346	2%
5 宁波微泰宁							8,207	1%	1,091,551	7%	109,667	3%	1,091,551	3%	117,874	3%
6 深圳浩宇达			30,450	10%	691,425	4%	22,875	3%	262,000	2%	50,985	1%	953,425	3%	104,310	2%
7 杭州百富	375,250	10%	43,125	14%	564,388	3%	136,947	16%			84,269	2%	939,638	3%	264,341	6%
8 河唐许继			11,450	4%	663,131	4%			206,232	1%	500	0%	869,363	2%	11,950	0%
9 浙江正泰					566,732	3%			302,390	2%	136,144	4%	869,122	2%	136,144	3%
10 北京富程智能电表					350,585	2%			377,695	3%			728,280	2%	0	0%
その他	1,698,475	44%	141,375	47%	6,014,205	32%	414,614	48%	4,810,982	32%	1,495,499	43%	12,523,662	33%	2,051,488	44%
合計	3,847,275		303,650		18,808,829		869,054		14,927,773		3,474,747		37,583,877		4,647,451	

中国内各種報道記事よりMRI作成

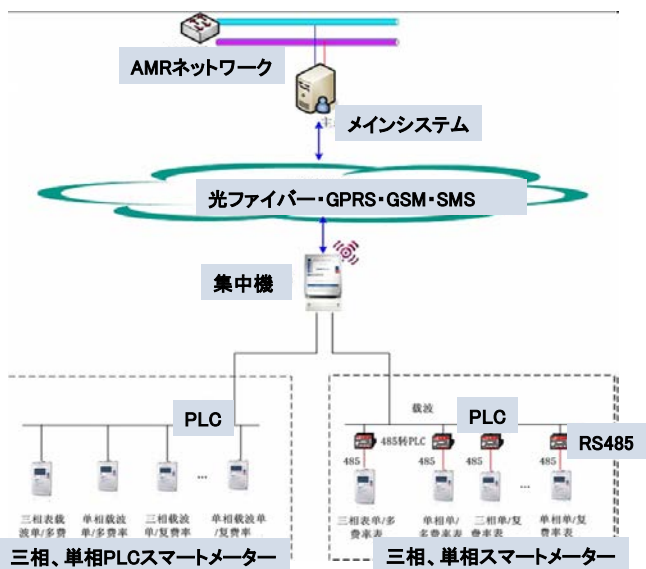
注：中国の場合は、単純な通信機能のみ有する等、必ずしもスマートメーターといえないものも多く含まれていると予想され

<代表的なメーカー>

◆華立(Holley Metering)

- ・中国最大のメーターメーカーで、第3回の入札で3.64億元(約50億円)を落札している。
- ・2010年にオーストラリアのFGM社と提携し、2010年末に、オーストラリアとニュージーランド向けにスマートメーターを供給予定。
- ・タイやインドにも事業を展開している模様。

<参考> 華立(Holley Metering)のスマートメーターシステム



Holley MeteringのPLCを活用した検針システム



Holley Meteringのスマートメーター

Holley Meteringウェブサイトより

2. 2. 中国におけるスマートメーターの導入状況

・中国においても、欧米で検討されているものと同様の機能が検討されていると考えられる。

＜スマートメーターの機能＞

特徴	実現のための機能要件
双方向の電力量を計量	- エネルギー／デマンド／有効電力／無効電力／力率等の計測 - エラー率は±1%以内であること
全検針情報を自動取得	RS485無線通信インタフェース／赤外線通信／搬送波／公衆網／中国の多機能メーター通信プロトコルDL/T645-2007)
遠隔にてプログラム可能な料金システム（プリペイド対応）	- 料金コントロール（ローカルおよびリモートでの料金コントロール） - 時間帯別料金 - 段階制料金（2種類の段階制料金を設定。）
全データをタイムスタンプで記録（正確なデータ収集時刻の取得）	- 時計・カレンダー機能 - イベントログ（正確なデータ収集時刻の取得。特にメーターやグリッドの異常発生時のデータを記録）
自動負荷制御	- 負荷の記録・制御（プログラミングにより負荷の記録内容をリセット。記録間隔は1分～60分で設定。データの格納スペースは2M以上。） - 信号出力（電力パルス、時間、需要間隔、時間帯別消費量切替、出力制御等の信号）
高信頼性および高セキュリティ（寿命、故障率、性能、技術、信頼性試験方法など明確化）	- アラーム - 補助電源（主・副、2つの電源/回線による連続運転、時計用電池） - 安全性（ESAMモジュール安全性認証で安全性を確保） - セキュリティ保護（パラメータ設定、課金、情報提供、遠隔制御コマンド発行等へのパスワード認証）
大量データストレージ（検針12回分の格納。データのトレーサビリティ。短期的通信障害時のデータ保護）	データ格納
その他	ディスプレイ（プログラミングによりディスプレイ表示内容を設定。電源オフ時のウェークアップ機能を含む）

国家電網資料よりMRI作成

2. 2. 中国におけるスマートメーターの導入状況

・スマートグリッドに関連した8区分、26分野、92にわたる項目を抽出し、IECの既存規格を考慮しつつ、独自の規格策定に向けて検討している。

＜中国における標準化の動向＞

◆中国では、8区分・26分野・92個のスマートグリッドに関連した標準について検討されており、うち、2010年末までに34、2012年末までに36、2015年までに22の標準が策定される計画である。

計画	発電	送電	変電	配電	消費	ディスパッチ	IT	合計
4	12	19	5	15	15	6	16	92

◆中国は、IEEEおよびIECの動向を見ながら、標準の策定を行っており、いくつかの項目については提案も行っている。

- ・Standard of exchange interface between demand-side smart equipment（スマートホーム、分散電源、EV含む）
- ・Standard of demand-side power demand response など

◆2010年6月に、国家電網は「スマートグリッド技術標準体系計画」を発表。この中で、スマートメーターの標準化の検討を始めている。

◆22件について特に重要な項目として挙げており、以下のような国際標準がすでに存在する項目、既存の規格が存在しない項目があり、これらの項目について、そのまま採用、改訂、新規作成など必要に応じて検討が進められる。

既存の国際規格	内容
IEC61970	「Common Information Model（エネルギー管理システムアプリケーションインタフェース）」
IEC60870	「Inter-Control Center Protocol（制御プロトコル）」
IEC62351	「Utility communications security（電力システムに関連したデータ・通信セキュリティ）」
IEC62357	「Power System Control and Associated Communications（電力システム制御・通信-リファレンスアーキテクチャ）」
ISO/IEC27000シリーズ	「Information Security Management System（情報セキュリティマネジメントシステム）」
ISO/IEC15408	「Information Technology Security Evaluation Criteria（セキュリティ評価基準）」

2. 3. 韓国におけるスマートメーターの導入状況

・韓国では、国が掲げるスマートグリッドロードマップの「Smart Consumer」において、スマートメーターの2020年までの導入を目標としている。

<検討・導入の経緯>

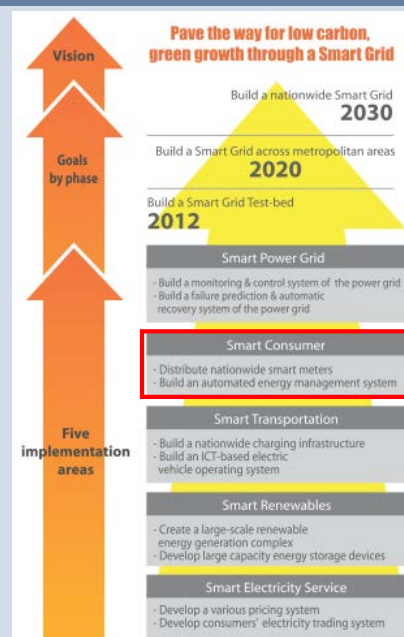
- ◆CO2排出量の増加が著しく、石油輸入に依存している韓国にとっては、スマートグリッドにより、電力を効率的に消費することが重要なテーマとなっている。
- ◆2009年に発表されたスマートグリッドに関するロードマップでは、2012年までに全体(1,800万件)の5.6%、**2020年までに100%のスマートメーターの導入を掲げている。**
- ◆その他にもスマートグリッドに関する以下のような目標を掲げている。

	2012	2020	2030
停電時間	15分	12分	9分
送配電ロス	3.9%	3.5%	3.0%
最大電力削減率	—	5%	10%
料金メニューの多様化・参加率	実証・導入	充実・拡大	さらに充実・拡大

Ministry of Knowledge Economy, "Korea's Smart Grid Roadmap 2030" よりMRI作成

<メーターメーカーの動向>

- ◆導入はKEPCO(韓国電力)が実施するが、KEPCOウェブサイトより、以下のようなメーカー(国内メーカーが中心)がメーターを供給していると考えられる。(※下記は、機械式の供給メーカーを含む)
- ・TGE ・AMSTECH
- ・PSTEC ・SEO CHANG
- ・NAM JEON ・GE



2. 4. インドにおけるスマートメーターの導入状況 —政府

- ・インドでは、大きな配電損失を軽減することを目的にR-APDRPを実施し、その中でスマートメーターの導入やITインフラの導入を進めている。
- ・計画の実施にあたっては、各電力会社が指定したIT企業が中心となっている。

<検討・導入の経緯>

- ◆インドでは、配電損失が非常に大きく、その原因として、設備上の問題の他に、盗電などによる損失が非常に大きいとされている。(盗電や、企業による電気メータ改ざん等の不正により、**料金回収が総消費量の70%程度にとどまる**)
- ◆こうした状況を踏まえて、2003年電気法では、メーター設置の義務化、盗電・メーター不正に対する罰則強化が定められ、2007年の改定においても、さらなる罰則強化が定められている。
- ◆送配電損失の改善のため、2002年からRestructure-Accelerated Power Development and Reforms Programme(R-APDRP)が実施されている。
- ◆また、2005年に発表された「国家電力政策」においては、2012年までの目標として、州レベルでの時間帯別電気料金の実施や需要家利益の保護などが挙げられている。

<R-APDRPにおけるスマートメーターの導入状況>

◆ R-APDRPの概要

- ・インド政府が電力に関する第11次5ヵ年計画(2008～2012年)において策定した電力損失削減プロジェクトで、人口3万人以上の都市を対象に各州政府と電力会社が損失を15%以内に削減することを目標としている。
- ・国内外のIT企業が配電事業者のメーターの導入を含む各施策実施機関としてリストアップされており、各州営電力会社がその中から1社を入札により任命する。
- ・パートA、Bに分けられ、AではITを活用したデータの取得、Bでは配電のハードウェア強化を実施する。パートAでは、スマートメーター(AMR)の他に、GISを活用した送電網のマッピングやSCADAシステム、顧客サービスに関するITアプリケーションなどの導入が含まれる。

◆ 導入状況

- ・入札は全28州+2都市のうち、10州で実施されている。
- ・TaTa Consultancy Services(Madhya Pradesh州、Gujarat州、West Bengal州)、HCL Infosystem(Rajasthan州)などが任命を受けている。

2.2 各国のスマートメーターの機能

スマートメーターの機能は国や州により、若干異なるが、計量（インターバル計量、自家発電用の計量など）や自動検針用の通信、開閉器、遠隔でのプログラム等のアップデートなどは多くの国で共通している。

異なる点としては、以下の点が挙げられる。

- ・ インターバル計量の時間間隔が、1 時間値を採用している国・州や 30 分値、15 分値を求める国・州がある。
- ・ HAN のゲートウェイ機能はアメリカで見られるが、その他の国では見られない。
- ・ 遠隔でのプログラム等のアップグレードについては、各国スマートメーターに関する通信環境の違いにより、その内容（ファームウェアなど比較的大きな変更やデータテーブルの書き換えなど比較的小さな変更など）は異なると考えられる。

表 2.2-1 各国のスマートメーターの機能一覧

大分類	注分類	小分類	アメリカ			ヨーロッパ			オセアニア	アジア	アジア	
			ペンシルバニア州	カリフォルニア州	メリーランド州	イギリス	イタリア	スペイン	参考 ERGEG(※4)	オーストラリア	中国	日本
			州政府	3電力会社 (PG&E、 SCE、SDG&E)	州政府	政府	政府	政府	政府	国家電網	参考 新型電子式メーター	
計量に関連する機能	計量ユニット	電力量の計量	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
		双方向計量・ネットメータリング	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
		電圧計測	○	○	○		○		オプション			
		有効・無効電力・力率の計量						○		○		
		単位時間当たりの最大電力量の計測					○	○		○		
	計量値に基づいたアプリケーション	計測間隔	1時間 (必要に応じて15分)	1時間	1時間	一定期間 (※2)	1時間	1時間		30分		30分
		データストレージ	○		14日間分		36日	3ヶ月		○	2か月以上	40日
		停電・復旧検知・通知	○	○	○			3分以上の停電の記録		○	○	検討中
		不正検知		○						○		○
		停電復旧時の需要抑制制御								○		
宅外の通信に関連する機能	通信ユニット	ToUやリアルタイム料金	○			○	○		○		○	
		双方向通信	○		○	○	○	○	○	○	○	
	開閉ユニット	計測量の通信頻度	1日に1度		1日に1度				1日に1度 (最低要件)	1日に1度		30分毎、または要求時
		遠隔遮断・再接続	○	○	○	○	○	○	○	○		
開閉に関連する機能	開閉機能に基づいたアプリケーション	容量の増減調整						○				
		プリペイドとクレジット払いの切り替え				○			○			
HANに関する機能	HAN用通信チップ	HANのゲートウェイ	○	○		○			オプション	○	信号出力	
		分散電源の計測器との通信				○						引き続き検討(※1)
	HAN機能に基づいたアプリケーション	自動負荷制御	○		○	○		○		分電盤レベル	○	
		データ提供先 (需要家以外)	15分値 発電事業者、第三者、系統運用者	1時間値	○	供給事業者、市場関係者			市場参加者			引き続き検討(※1)
		需要家による直接データアクセス	データ:消費量、価格	インターネット		専用ディスプレイ		○				引き続き検討(※1)
		データの提供頻度	1日に1度	翌日(※1)		リアルタイム						随時～翌日(※2)
その他	ディスプレイ	メーター上のディスプレイ					○		○	○	JISに準拠(※3)	
	電源	補助電源								○	JISに準拠(※3)	
		時計					○				○	JISに準拠(※3)
	時計	タイムスタンプ			○							○
		中央システムとの同期					○	○		○		?
		イベント(故障・電力供給異常)のアラーム					○	○	オプション		○	?
		遠隔プログラム変更・アップグレード	○	○	○	○	○	○		○		?
		パスワードによる遠隔プログラムの保護						○				
		メーターの機能停止					○			○		
	その他	プラグアンドプレイ(設置後自動作動)					○					
技術進歩に伴った機能の更新		○										
メーター外	専用ディスプレイ ハンドヘルドデバイス(ハンディターミナル)				○	※3			○		○	
備考				※1 2011年末までにnear real timeでの情報提供が求められている。		※2 British Gasの仕様では、30分かそれ以下の間隔となっている	※3 導入について検討中		※4 欧州規制機関団体が提案するガイドライン		※1 EMS-SWGにおいて引き続き検討 ※2 メーター情報の提供ルートによる ※3 電子式メーターのJIS規格は現在策定中	
出典			ACT129 Implementation order	CPUC, "Update on Advanced Metering for california's large utilities"	Order No. 81637	Ofgem, "Smart Metering Implementation Programme: Statement of Design Requirements"	Annex A to Regulatory Order 18 December 2006 no. 292/06, "Obligations for the installation of electronic meters for low voltage withdrawal points"	ESMA, "Annual Report on the Progress in Smart Metering 2009"	An ERGEG Public Consultation Paper on Draft Guidelines of Good Practice on Regulatory Aspects of Smart Metering for Electricity and Gas	MCE Decision Paper, A National Minimum Functionality for Smart Meters	国家電網資料 事務局調査	

注: 各種資料に記載している機能について、○もしくはコメントを記載している。「空欄」であっても、要件となっている可能性があることに留意。

出典: 各種資料より三菱総合研究所作成

2.3 スマートメーターの導入に関する費用の回収について

2.3.1 アメリカ

アメリカにおける投資費用の回収方法の考え方は、大きく2つに分けられる。一つは料金に追加課金する方法（トラッカー／サーチャージ）で、もう一つは料金自体を改定する方法（レートベース）である。料金に追加課金する方法が現在では多く採用されている。

消費者保護団体は、料金に追加課金する方法は、電力会社の費用（リスク）を需要家に転嫁しているのみで、リスクの分配が適切になされていないことがあるとの指摘をしている。

料金自体を改定する方法（通常のレートベースでの費用回収）は、料金の決定の手続きが煩雑であるが、費用とともに便益についても詳細に検討した結果を料金に反映できるため、この方法を採用する州もある。

また、その他適正な費用回収を行うために採られている制度として、電力会社による費用の転嫁を許可するだけではなく、計画時に見積もった便益（業務効率化など）の実現インセンティブとして、実現の成否に関わらずクレジット（月々数ドル）として需要家に還元するという方法や、すべての費用を電気料金に転嫁することを許可せず、一部は企業（株主）が負担する「リスクシェアリング」と呼ばれる方法を採用している州もある。

表 2.3.1-1 主な費用回収方法

名称	概要	採用している州（※）
トラッカー／サーチャージ	運転費用などの変動や環境の変化への対応に要した費用を調整するために通常の電気料金に追加課金する方法。 トラッカーは、定期的に調整するために、翌年（12ヶ月間）で全ての費用を回収するのに対して、サーチャージは、限られた回数、額について一時的な方法で回収する。 調整額の算定は算出式に基づいて自動的に計算される方法、審査に基づいて決定される方法などがあり、定期的な会計報告が求められている。	カリフォルニア州、マサチューセッツ州、メイン州、ウィスコンシン州、イリノイ州、ニュージャージー州、オハイオ州、オクラホマ州、オレゴン州、ペンシルバニア州、テキサス州、バーモント州
レートベース／バランシングアカウント／繰延勘定	対象となる期間において発生すると想定される費用を回収するために通常の電気料金を改定する方法で、改定の度に資料の提出や公聴会が必要となる。 発生した費用を特定の勘定（アカウント）に記録しておき、積算された額について、次のレートベースの改訂の際に算入することで、想定以上に発生した投資費用の未回収のリスクを低減する方法を採用する州もある。	アリゾナ州、DC、デラウェア州、インディアナ州、メリーランド州、ミシガン州、コロラド州、カリフォルニア州、マサチューセッツ州、オレゴン州

※電力会社や費用項目（固定費、運転費）により異なるため、一つの州であっても、複数の方法を採用している州があることに注意。

出典：EEL, “State Regulatory Update: Smart Grid Cost Recovery”等を参考に MRI 作成

アメリカでは、スマートメーターの導入に関して、前述の電気料金による回収に加えて、連邦政府からの補助金による導入も一部で行われている。

アメリカ再生再投資法（ARRA）により、31 のスマートメーター（AMI）プロジェクトに対して、総額約 8.2 億ドルの資金が提供されており、補助率は概ね 50%程度となっている。最も補助額が多いのは、テキサス州の CenterPoint とメリーランド州の Baltimore Gas & Electric で、それぞれ 2 億ドルの補助が承認されている。

表 2.3.1-2 ARRA によるスマートメーター関連プロジェクトへの補助

プロジェクト名	州	連邦（ARRA）からの補助（千ドル）	プロジェクト全体の額（千ドル）	補助割合
CenterPoint Energy Smart Grid Project	テキサス	200,000	639,187	31%
Baltimore Gas and Electric Company Smart Grid Project	メリーランド	200,000	451,814	44%
Central Maine Power Company Smart Grid Project	メイン	95,858	191,717	50%
Salt River Project Smart Grid Project	アリゾナ	56,859	114,004	50%
South Mississippi Electric Power Association (SMEPA) Smart Grid Project	ミシシッピ	30,564	61,318	50%
San Diego Gas and Electric Company Smart Grid Project	カリフォルニア	28,115	59,428	47%
City of Glendale Water and Power Smart Grid Project	カリフォルニア	20,000	51,302	39%
Cleco Power LLC Smart Grid Project	ルイジアナ	20,000	69,026	29%
Reliant Energy Retail Services, LLC Smart Grid Project	テキサス	19,840	63,697	31%
Pacific Northwest Generating Cooperative Smart Grid Project	オレゴン	19,577	39,153	50%

出典：SmartGrid.gov より三菱総合研究所作成

2.3.2 欧州

欧州においても、基本的には、配電料金などでの費用回収が認められている。

欧州では、イギリスやドイツ、オランダなどメーター業務（保有、設置、検針等）の自由化が行われている国があり。これらの国では、従来の考え方ではスマートメーターの設置に関する費用は規制の範囲ではなかった。（費用回収にかかる価格設定は自由。）

しかし、オランダでは、スマートメーターの導入に伴い、その費用回収を規制料金とする動きが出てきており、イギリスでも、DCC やスマートメーターの導入費用の回収に関する部分は規制料金を適用するなど完全な自由化市場とはならない可能性がある。

表 2.3.2-1 各国のスマートメーターの費用回収の状況

名称		概要
スマートメーターの導入の義務化により、導入が進められている国	イタリア	2008年～2011年の間のメーターおよび遠隔管理システムへの投資について、メーターサービス料金として回収が認められている。
	イギリス	供給者は検針料や環境料金のような項目でメーター導入費用を需要家に課金できる。ただし、短期的にメーター費用という形で課金することは認められていない。
	スペイン	メーター料金による回収が認められている。
	スウェーデン	配電料金による回収が認められている。
事業者により部分的に導入が進められている国	フランス	Linky プロジェクトでは、配電料金（TURPE）による回収が認められている。
	ドイツ	電力小売り新規参入事業者である Yello Strom では、有償で希望する需要家にスマートメーターの設置を実施している。
	オランダ	先行的に導入している Oxxio は、オランダのメーター市場が自由化されているため、自由に価格を設定でき、メーターの費用は消費者に課金している（規制料金よりも少し高い水準だが、需要家はスマートメーターを設置しないことを選択可能）。 ただし、スマートメーターの本格導入が開始されると、地域配電会社が導入を担うことになり、その費用については規制機関が決定した料金で回収されることとなる。

出典：イタリア：Annex A to Regulatory Order 18 December 2006 no. 292/06 “Obligations for the installation of electronic meters for low voltage withdrawal points”

イギリス：Ofgem, “Smart meters: Putting consumers in control of their energy”

スペイン：各種ウェブサイトより

スウェーデン：ESMA, “Annual Report on the Progress in Smart Metering 2009”

フランス：ERDF ヒアリングより

オランダ：ESMA, “Annual Report on the Progress in Smart Metering 2009”およびオランダ規制機関（Office of Energy Regulation）ヒアリングより

2.4 時間帯別料金など料金メニューの事例

2.4.1 アメリカ

米国では連邦および一部の州政府がデマンドレスポンスを推進しており、その一環として、スマートメーターの導入と併せて、料金制度の検討・導入が進められている。連邦レベルでは、2005年エネルギー政策法（EPA Act 2005）や2007年エネルギー自立・安全保障法（EISA 2007）においてデマンドレスポンス（及びそのためのAMIの普及）を推進することについて言及されている。

州レベルでも、例えば、事業者に対してスマートメーターの導入が義務づけられているペンシルバニア州では、Act 129 の Implementation Order において、スマートメーターの要件として時間帯別料金（TOU：Time of Use）やリアルタイムプライシングをサポートできるようにすることと規定している。各事業者の料金メニューについては各州の公益委員会が審査・認可をすることになっている。

なお、デマンドレスポンスにかかる料金を義務づける法律はないが、例えばカリフォルニア州公益事業委員会（CPUC）はエネルギー行動計画を策定、目標の一つにピーク抑制の実現を掲げ、その中で需要家の自発的意志によるダイナミックプライシングの促進が定められている。事業者がこのような料金制度を採択する場合は、公益事業委員会の認可を受けた後、事業者の選択約款に記載されることとなる。

アメリカの大手電力会社の一部では需要家向けに、「時間帯別料金」（TOU：Time of Use）、特定日のピーク時料金を TOU よりも更に高く設定する「ピーク制料金」（CPP：Critical Peak Pricing）等の料金メニューの採用が進められている。カリフォルニア州の PG&E においては、TOU だけでなく、CPP（Critical Peak Pricing）等の料金メニューが採用されている。

表 2.4.1-1 米国の TOU、CPP の料金メニュー例

PG&E	TOU	■夏季（5月から10月） ・ピーク時間帯：平日12時～18時 ・オフピーク時間帯：平日18時～12時、休日 ■冬季（11月から4月） ・ピーク時間帯：平日12時～18時 ・オフピーク時間帯：平日18時～12時、休日	■基本料金（最低電力料金） ・全需要家一律 14.784セント ■メーター料金（1メーターあたりの1日料金）以下のいずれかの料金を適用。 ・Rate W（2006年5月1日時点でRate W 契約者） 3.843セント ・E-7（上記以外および2007年1月1日以降の契約者） 11.532セント ■電力料金 <夏季> ・ピーク時間帯 28.952～57.158セント/kWh（電気使用量に応じて5段階） ・オフピーク時間帯 7.324～35.53セント/kWh（同上） <冬季> ・ピーク時間帯 10.257～38.463セント/kWh（同上） ・オフピーク時間帯 7.639～35.845セント/kWh（同上） なお、上記以外にも低所得者向けメニュー、電気自動車向けメニュー、ピーク時間帯が異なるタイプ等がある
	CPP	■5月から10月の平日（年間15回） ・ハイプライスビリオド（CPP発動日の14時～19時） ■6月から9月の間のハイプライスビリオド以外（ノンハイプライスビリオド）	■ハイプライスビリオドにおける加算 60セント/kWh加算（1～5段階） ■ノンハイプライスビリオドにおける割引 2.992セント/kWh（1～5段階） ■6月～9月の全期間における割引 1セント/kWh（3～5段階）
Duke Energy	TOU	■夏季（6月から9月） ・ピーク時間帯 平日13時～19時 ・オフピーク時間帯 平日19時～13時、休日 ■冬季（10月から5月）の平日 ・ピーク時間帯 平日7時～12時 ・オフピーク時間帯 平日12時～7時、休日	■基本料金 ・夏季 6.68ドル/kWh ・冬季 3.33ドル/kWh ■電力料金（冬季、夏季同一） ・ピーク時間帯 6.2024セント/kWh ・オフピーク時間帯 5.1766セント/kWh

Gulf Power	CPP	■夏季（5月から10月）の平日：休日は時間帯2と時間帯3が同じ ・時間帯1 23時～6時 ・時間帯2 6時～13時、18時～23時 ・時間帯3 13～18時 ■冬季（11月から4月）の平日：休日は時間帯2と時間帯3が同じ ・時間帯1 23時～5時 ・時間帯2 5時～6時、10時～23時 ・時間帯3 6～10時	■カスタマー料金 10ドル ■プログラム参加費 4.95ドル ■料金単価 ・時間帯1 1.785セント/kWh ・時間帯2 3.021セント/kWh ・時間帯3 7.598セント/kWh ・CPP 28.5セント/kWh
SCE	TOU	■ピーク時間帯 10時～18時、平日 ■オフピーク時間帯 上記以外の時間帯	■夏季 ・ピーク時間帯 54.933セント/kWh ・非ピーク時間帯 24.303セント/kWh ■冬季 ・ピーク時間帯 25.71セント/kWh ・非ピーク時間帯 22.267セント/kWh なお、低所得者、月消費量400～600 k Wh、600 k Wh以上の3タイプがある
PPL	TOU	■夏季（6月から9月） ・ピーク時間帯 平日13時～18時 ・オフピーク時間帯 平日18時～13時、休日 ■冬季（10月から5月） ・ピーク時間帯 平日17時～19時 ・オフピーク時間帯 平日19時～17時、休日	■夏季（6月から9月）の平日 ・ピーク時間帯 15.695セント/kWh ・非ピーク時間帯 9.355セント/kWh ■冬季（10月から5月）の平日 ・ピーク時間帯 14.250セント/kWh ・非ピーク時間帯 10.158セント/kWh

出典：各種資料より三菱総合研究所作成

続いて、RTP (Real Time Pricing) の事例を整理する。アメリカのイリノイ州では、2007 年 1 月に、イリノイ州の電力会社（ComEd、Ameren）に家庭でのリアルタイム料金を課す法律が成立した。法律を受けて、イリノイ州の電力会社では家庭におけるリアルタイム料金を選択約款として提供している。

- ComEd (PJM 管内)、Ameren (MISO 管内)では、顧客 470 万件程度で、2010 年現在 18,000 件程度がリアルタイム料金メニューに加入している。参加率は 0.5%程度。
- 2003 年～2006 年に実証実験を実施した。2006 年の卸価格高騰を受け、2007 年に法律を制定した。
- イリノイ州は、強制プール市場で、1 物 1 価。
- リアルタイム料金の設定は、法律により実施されているものであり、小売事業者による差別化戦略等ではないといえる。
- 非営利団体である CNT Energy (= Community Energy Cooperative) がリアルタイム料金の設計、運営を実施している。

リアルタイム料金の実証実験は、2003 年～2006 年に非営利団体である CNT Energy が Energy-Smart Pricing Plan (ESPP) を実施した。

- アメリカで卸市場価格に連動した一般需要家向けの料金設定を行った初めての試み
- 市場価格に係わらず、50 セント/kWh を上限と設定
- のべ参加者は 1500 戸程度

実証実験の中で、高い削減率を示した需要家の特徴として、下表に示す通り、エアコン保有状況、エアコンの使用の工夫等が寄与していることが分析されている。

表 2.4.1-2 高い削減率を示した需要家の特徴分析

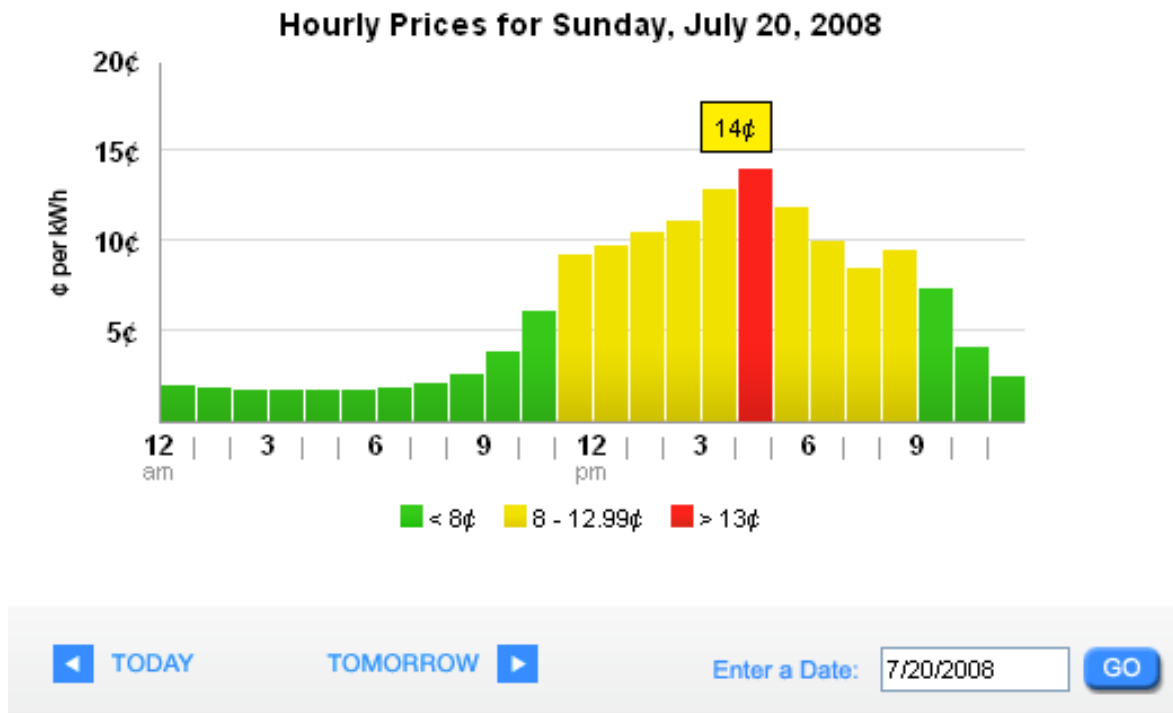
変数	係数
定数	-3.51
エアコン保有	0.66
ピーク時のエアコン使用を控え、オフピーク時に多く使用	0.40
ピーク時のエアコン使用を控え、他は変わらず	0.40
電気を消した	0.54
エアコンを消した	0.34
プログラムの参加が電気利用の理解につながると思う	-0.45
プログラムの参加が地球環境に良い影響を与えると思う	-0.35
50歳以上	-0.87
年収1500万円以上	-0.53

正の値：電気使用量を削減する傾向が見られる

負の値：電気使用量を削減する傾向が見られない

出典：各種資料より三菱総合研究所作成

Ameren (MISO)では、実運用前の実証実験 (ESPP) を受けて、Power Smart Pricingとしてリアルタイム料金の実運用を実施している。リアルタイム料金はMidwest Independent System Operator (MISO)における市場予想価格に基づく⁸もので、実際の電気料金は、固定料金 + $\Sigma[(\text{市場予想価格} + \text{配電等価格}) \times \text{使用量}]$ となっている。なお、需要家の参加料負担 2.25\$/月。



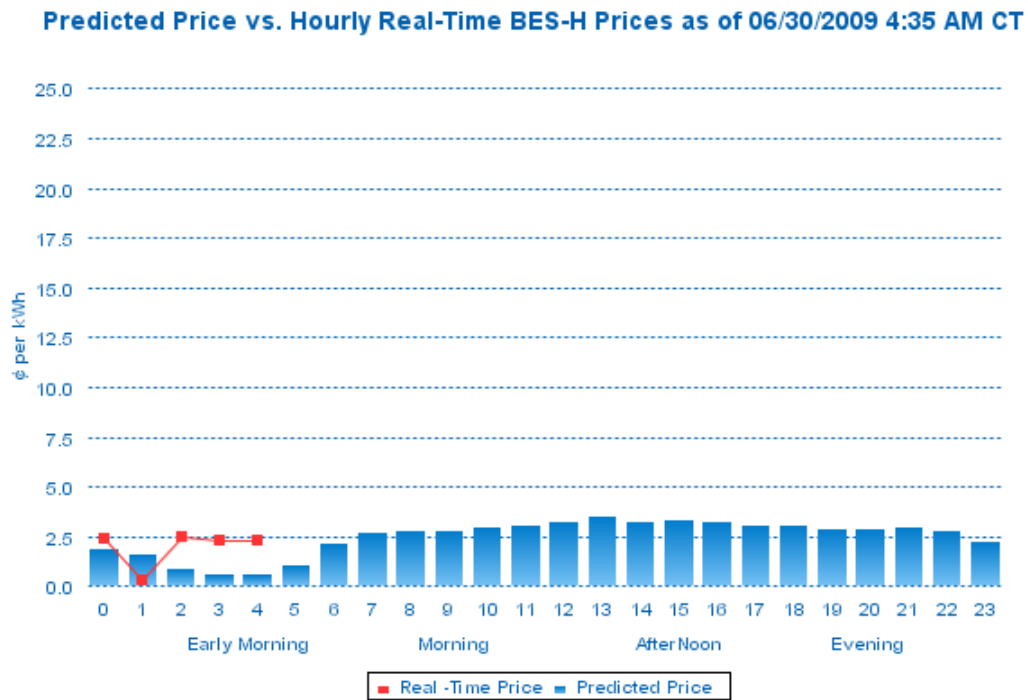
出典：Ameren 資料より三菱総合研究所作成

図 2.4.1-1 Ameren の Power Smart Pricing

⁸ Power Smart Pricing 2007 Annual Report

ComEd (PJM 管内)では、実運用前の実証実験(ESPP)を受けて、Residential Real-Time Pricing としてリアルタイム料金の実運用を実施している。需要家の参加料負担 2.25\$/月で、年平均 6.1% の電気代削減効果が見込まれている。

また、kWh の価格が 10 セント（または 14 セント）を超えたとき、エアコンを自動制御するオプションもある。



青棒：前日に当日の価格予想

赤線：適用されるのはリアルタイムな価格

出典：ComEd 資料より三菱総合研究所作成

図 2.4.1-2 ComEd の Residential Real-Time Pricing

2.4.2 欧州

イタリアの ENEL では、スマートメーター導入を受けて、「時間帯別料金」(TOU : Time of Use) が採用されている。また、この TOU については、ライフスタイルの違いに応じ複数のメニューから選択できるようになっている。



NIGHT: lower price for energy consumption from 7pm to 1am (TOU)

WEEKEND: lower price for energy consumption on Saturday+Sunday (TOU)

8pm-7am: lower price for energy consumption on from 8pm to 7am (TOU)

出典：Enel 資料より三菱総合研究所作成

図 2.4.2-1 イタリア ENEL の料金メニュー

2.4.3 アメリカにおけるデマンドレスポンス

デマンドレスポンスの普及による供給力不足の解消にむけて、アメリカでは2タイプのデマンドレスポンスが普及している。

価格型デマンドレスポンスは、TOUやCPP等のダイナミック料金によるタイプで、FERC2008レポートでは、全米50州の3,407事業者のうち、ダイナミック料金メニューを提供しているのは10%未満で、契約口数別では全体の1.1%程度となっている。

インセンティブ型デマンドレスポンスは、需給調整契約等によるデマンドレスポンスで、メーター等を介さずに、直接、機器の負荷制御を行うものもある。

図 2.4.3-1 TOU、CPP 等を提供する事業者数

	事業者数		2008契約口数
	2006	2008	127万口(1.1%)
TOU	366	315	データなし
CPP	36	88	データなし
RTP	60	100	データなし

※産業用、業務用、住宅用を含む

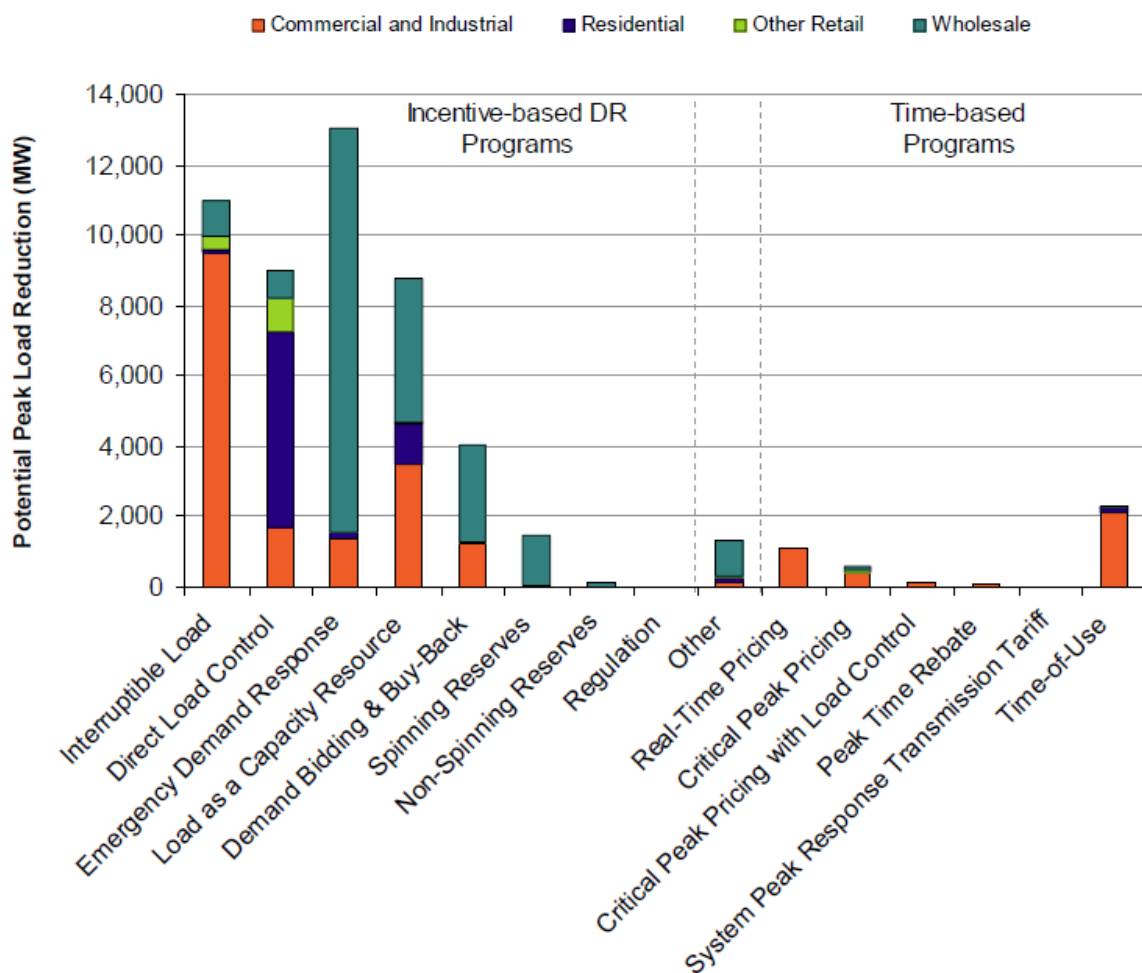
出典：Assessment of Demand Response and Advanced Metering 2008, FERC

デマンドレスポンスの導入状況は、FERC レポートでは、2008 年時点のアメリカの DR 参加率は8%(DR 型、インセンティブ型の合計)となっている。ピーク時の負荷削減ポテンシャルは41GWで、2008 年夏季需要の約5.8%に相当している。

また、デマンドレスポンスの課題としては以下のような事柄が挙げられている。

- 需要の抑制による収益低下が懸念される。電力会社はデマンドレスポンスの適用について好意的に受け止めることが出来ない。そのため、電力会社の利益確保するデカップリングなどの政策が必要。
- デマンドレスポンス導入時の費用対効果を正確に評価する手法が未確立。
- 先進的メーター導入しない限り料金単価を確認する手段が無い場合、価格型デマンドレスポンスの適用数が限られる。
- 消費者がアグリゲートを通じて小売市場へ参入できるように、小売市場に関する規制の緩和が必要。

Assessment of Demand Response and Advanced Metering 2010(2011 年 2 月、FERC)では、大口／家庭別にピーク負荷の削減ポテンシャルを分析している。そこでは、家庭における最も削減ポテンシャルが大きいプログラムとして、直接負荷制御が挙げられている。



出典：Assessment of Demand Response and Advanced Metering 2010, FERC

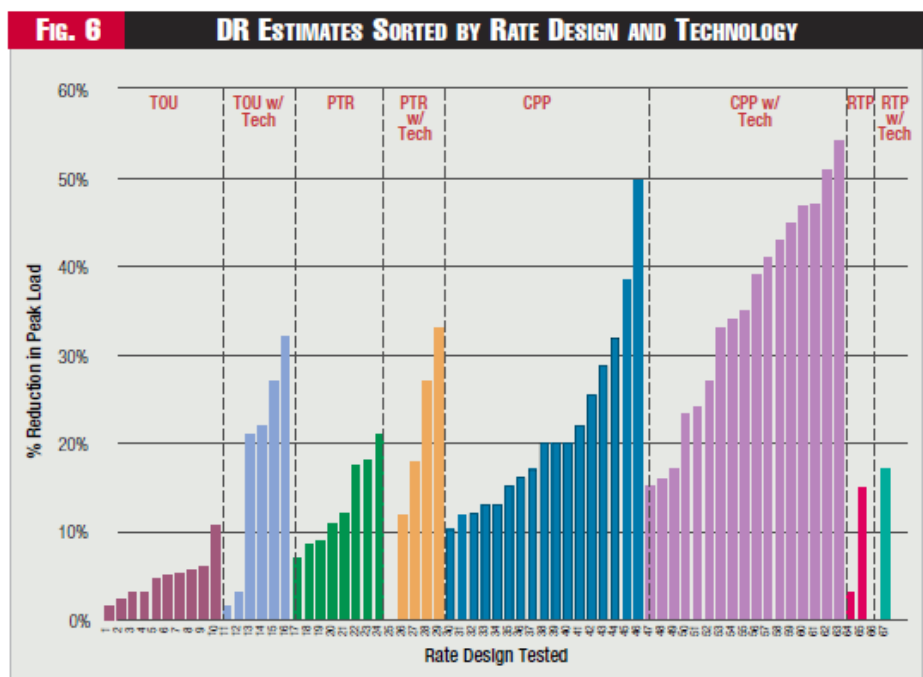
図 2.4.3-2 タイプ別の削減ポテンシャル

Program Type	During Calendar Year 2010		During Calendar Years 2011 and 2012		During Calendar Years 2013 through 2015	
	Number of Programs	Potential Peak Reduction (MW)	Number of Programs	Potential Peak Reduction (MW)	Number of Programs	Potential Peak Reduction (MW)
Direct Load Control	253	3497	324	4980	563	6301
Interruptible Load	122	7557	119	7771	121	8328
Critical Peak Pricing with Controls	13	234	19	395	22	813
Load as Capacity Resource	36	1393	22	1386	22	915
Spinning Reserves	10	1639	11	1419	10	1390
Non-Spinning Reserves	5	316	8	92	11	232
Emergency Demand Response	53	2027	46	1968	33	3196
Regulation Service	3	105	5	85	6	155
Demand Bidding and Buyback	4	240	6	227	5	425
Time-of-Use Pricing	219	1283	205	1388	193	1489
Critical Peak Pricing	42	354	62	624	66	910
Real-Time Pricing	24	1259	30	1269	29	1271
Peak Time Rebate	13	9	27	643	27	1165
System Peak Response Transmission Tariff	3	36	4	111	3	311
Other	35	2444	27	2436	25	2722

出典：Assessment of Demand Response and Advanced Metering 2010, FERC

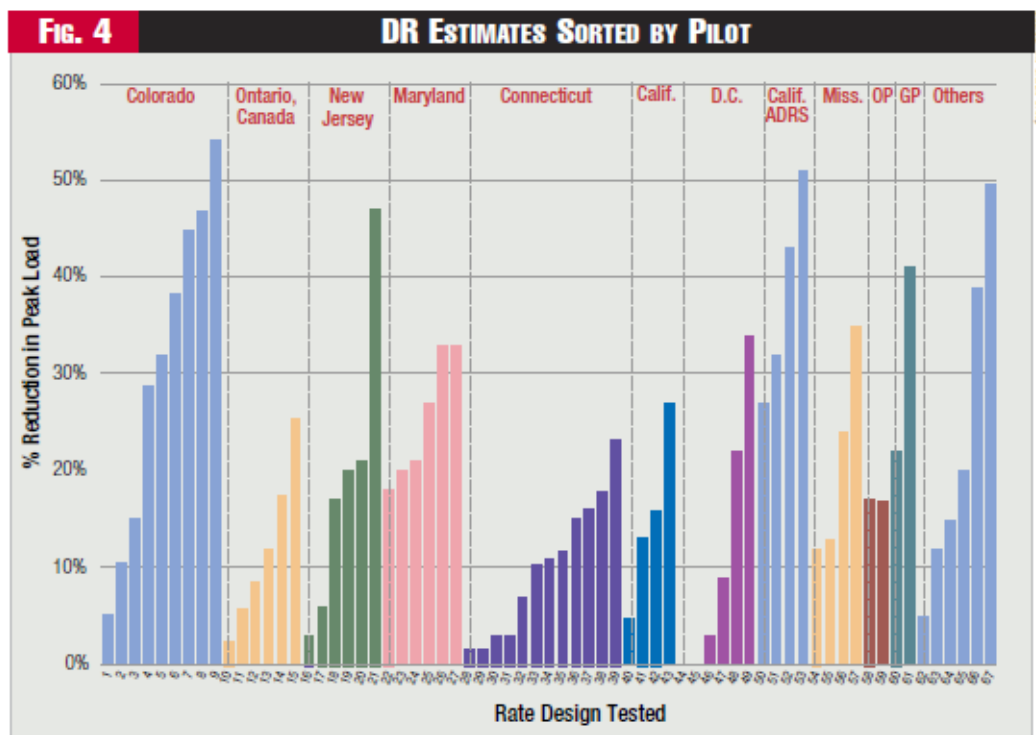
図 2.4.3-3 タイプ別の削減ポテンシャルの推計

また、Rethinking Prices(The changing architecture of demand response in America)2010 では、タイプ別のピーク削減量を分析している。67 種類の実証実験における試算結果では、料金体系別に見た場合、CPP が最も効果が高いと結論付けられている。特に、負荷制御機器(PCT)、IHD によって効果が高まるとしている。



出典：Rethinking Prices(The changing architecture of demand response in America)2010

図 2.4.3-4 タイプ別のピーク削減量



Notes: 1) OP refers to Olympic Peninsula; 2) GP refers to Gulf Power; 3) Others include Anaheim, ESPP, Australia, GPU, Idaho and PSE pilots.

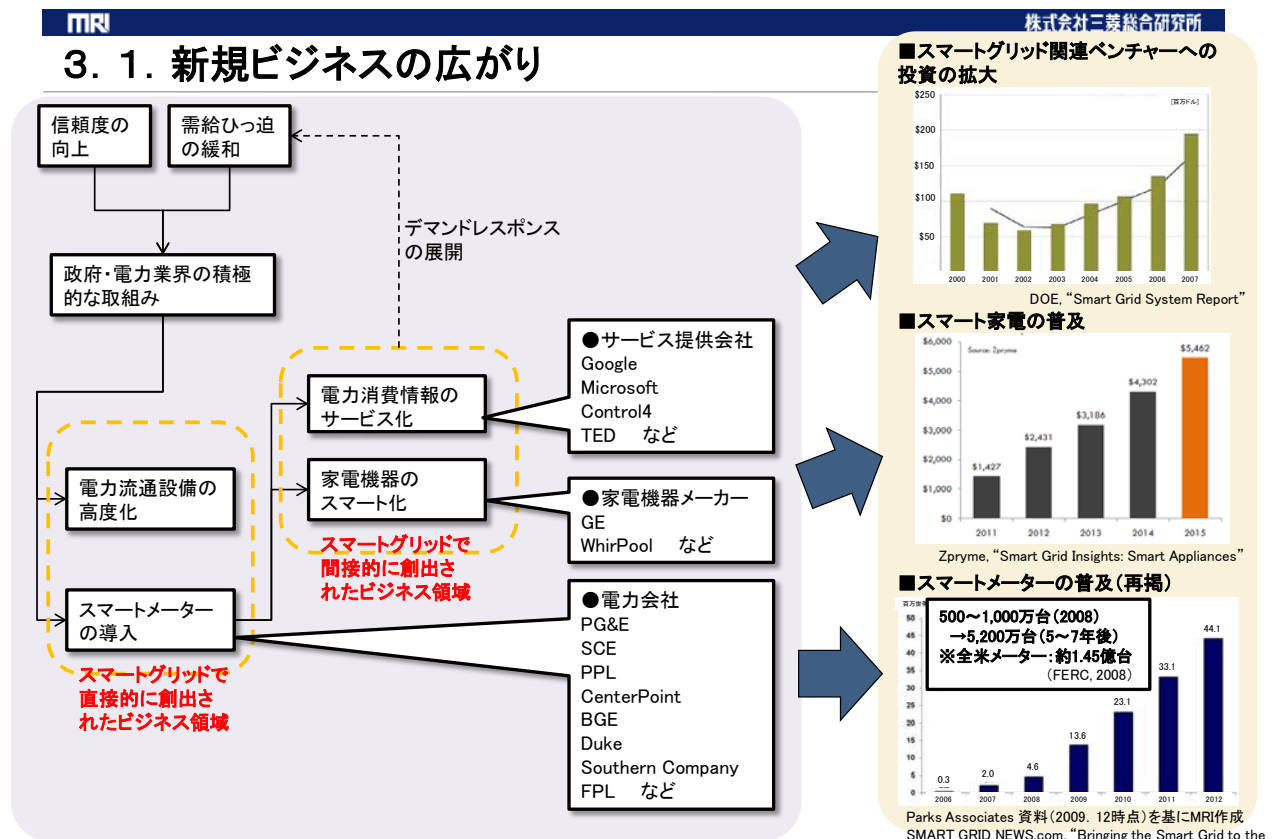
出典：Rethinking Prices(The changing architecture of demand response in America)2010

図 2.4.3-5 州別のピーク削減量

2.5 スマートメーター等を活用した見える化の事例

これまで見てきた通り、世界各国でスマートメーターの導入が進められているが、特にアメリカでは、スマートメーターから得られる情報を活用した新しいビジネスへの展開が注目されており、多くのベンチャー企業などが市場へと参入している。

現在、顕在化しているサービスとしては、ウェブサイトや専用宅内ディスプレイを活用した電力消費量の見える化であるが、今後、省エネルギーのための情報のフィードバックやデマンドレスポンスのための遠隔制御などさまざまなサービスが、電力会社を通じて、もしくは消費者に直接提供されていくものと考えられる。



3. 2. スマートメーター導入に伴う新規サービスの拡大

電力消費情報のサービス化や家電機器のスマート化により、電力消費の見える化のサービスが顕在化してきており、遠隔家電制御なども計画・検討されている。

<見える化について>

- ◆スマートメーターを導入している電力会社は自社サーバーを経由してインターネットを通して需要家に情報を提供することを計画・検討・実施している。
- ◆Google PowerMeterはスマートメーターおよびCT両方からの情報を需要家が閲覧できるサービスを提供

電力消費の見える化の実現方法

	スマートメーター	CT
サーバー経由	・メーター→NAN →WAN→サーバー →インターネット →PC/IHD	・CT→HGW →インターネット →PC
直接	・メーター→HGW→PC ・メーター→IHD (ZigBee等を介して通信)	・CT→HGW→PC ・CT→IHD (ZigBee等を介して通信)

NAN: Neighborhood Area Network
WAN: Wide Area Network
HGW: ホームゲートウェイ
PC: パソコン
CT: Current Transformer式電力計測器
IHD: In-Home Display (宅内ディスプレイ)

<家電等の遠隔制御について>

- ◆電力会社がスマートメーターを活用して制御する方法と第三者・需要家(もしくは電力会社)がホームゲートウェイを通して制御する方法が計画・検討されている。
- ◆遠隔操作は電力会社が提供するデマンドレスポンスプログラムに適用するために活用される

遠隔家電制御の実現方法

	スマートメーター	ホームゲートウェイ
通信(外)	電力会社が構築するネットワークなど	インターネット
通信(内)	ZigBeeなど	ZigBeeなど
実施者	電力会社	第三者・需要家(電力会社)
課題	通信の性能・費用	HGWの費用 セキュリティ

※電力会社による制御(左)の事例: 直接負荷制御プログラム (P10)
※需要家による制御(右)の事例: PG&Eのプログラマブル・サーモスタット (P10)
Control4 (P21)

<参考>見える化について — 欧米ベンダーの事例

●インターネットベースの見える化(サーバー経由の見える化)

提供企業/ツール名	データ取得方法	インターフェース	特徴
Modstroom	電力会社 ZigBee機器 需要家による手入力	ウェブ	ZigBee機器に接続して、自動化やデータ収集、もしくは電力会社のメーターの取得による宅内のエネルギー分析
Google PowerMeter	メーターから直接 メーターから電力会社 を経由	PC	消費プロフィールや過去、他需要家との比較の表示
Microsoft Hohm	エネルギー情報の直接 入力	PC	PC上のアプリケーションにより、エネルギー消費の分析や消費量削減のためのコンサルティングを受けることが可能
VEAB EnergiKollen	電力会社	ウェブ	消費プロフィールや過去、他需要家との比較の表示
DTE Energy MyEnergy Analyzer Based on Aclara EnergyPrism	電力会社	ウェブ	請求書、エネルギー消費量、省エネのアドバイスなどの表示 電力会社は特定の需要家をターゲットに 情報提供することが可能
Energy Depot	電力会社	ウェブ	請求書の予測値から削減方法の分析を実施
Greenbox - company acquired by Silver Spring Networks	電力会社	ウェブ	リアルタイムフィードバックによる削減方法の提示 ZigBee機器との接続により機器の制御が可能
H-Net	電力会社	ウェブ	請求書、エネルギー消費量、将来の推定消費量を表示



Europe Smart Metering Alliance, "Annual Report on the Progress in Smart Metering"を基にMRI作成

<参考>見える化について — 欧米ベンダーの事例

●宅内ディスプレイによる見える化(メーターから直接データ取得)

提供企業／ ツール名	データ取得方法	インターフェース	特徴
ecoMeter	メーター(無線・有線)	ディスプレイ	電力・ガスなど複数事業者のデータを表示 消費量に応じてランプの色が変化 電力会社との情報交換が可能
PowerPlayer	メーター(無線)	ディスプレイ	エネルギー消費量、CO2削減量、将来の推定費用を表示
EWE Box	メーター(M-Bus)	ディスプレイ+ウェブ	週間・日々の消費量はディスプレイに、月間・年間の消費量はウェブに表示
EMS-2020	メーター(無線)	ディスプレイ	日々・月間の消費量・費用を表示
PRI Home Energy Control	メーター(無線)	ディスプレイ	電力・ガスなど複数事業者の瞬時値・積算値データを表示 暖房の制御が可能
PRI Customer Interface Panel	メーター(無線)	ディスプレイ	Zigbee機器に対応しており、プリペイドや消費量のフィードバックが可能
Control4	メーター(無線)	ディスプレイ(コントロールパネル)	Zigbeeを使った自動化が可能
Home Joule	メーター(無線)	ディスプレイ	消費量、天気予報、料金メニューを表示 電気料金に応じてランプの色が変化
AzTech In-home	メーター(無線)	ディスプレイ+PC	消費量および費用の瞬時値、30日間平均値データを表示 消費量に応じてランプの色が変化 Zigbeeを使ってサーモスタットの制御が可能
Tendril Insight	メーター(無線)	ディスプレイ	消費量および費用瞬時値・積算値データおよび月間の予測値を表示 電力会社との情報交換が可能
HEMS Technology HEMS-DR	メーター(無線)	PC	無線メッシュ式メーターとモニター、サーモスタットから構成されており、表示と制御が可能
L.S. Research RATE\$AVER	メーター(無線)	ディスプレイ	Zigbee対応のディスプレイ上で、現在値・積算値を表示 アラーム機能やU-Snapを装備
Converge Power Portal	メーター(無線)	ディスプレイ	Zigbee対応のディスプレイでデマンドレスポンス機能(エネルギー価格によりランプの色が変化)を装備 磁石付きで冷蔵庫に設置可
Black and Decker Power Monitor	メーター(光学検波)	ディスプレイ	消費量の表示

Europe Smart Metering Alliance, "Annual Report on the Progress in Smart Metering"を基にMRI作成



<参考>見える化について — 欧米ベンダーの事例

●宅内ディスプレイによる見える化(CT等のメーター以外の機器からデータ取得)

提供企業／ ツール名	データ取得方法	インターフェース	特徴
The Energy Detective	CT(無線)	ディスプレイ+PC	実効電力の計測ため、電圧も計測
Eco-eye	CT(無線)	ディスプレイ	消費量、費用、CO2の瞬時値・積算値を表示
Wattson/Holmes	CT(無線)	ディスプレイ+PC	消費量、費用、CO2の瞬時値・積算値を表示
Energy Orb		ガラス球	シンプルなインターフェースで消費量を表示
Onzo Smart Energy Kit	電流計(無線)	ディスプレイ+ウェブ	PCに接続可能でウェブポータルでの表示も可能
Sentec Coracle	電力計測器(無線)	ディスプレイ+ウェブ	家電機器ごとの消費量を計算
Green Energy Options Home Energy Hub	CT(無線) ※使用箇所、全体	ディスプレイ	スマートプラグを通じて家電機器(暖房・給湯)の制御が可能
Ewgeco	CTもしくはメーター(無線)	ディスプレイ	エネルギーの瞬時値・最大値を表示 PCに接続し、ウェブポータルに表示可能
Wattwatcher	CT(無線)	ディスプレイ+PC	家電機器への計測器の追加によりエネルギー分析が可能
Cent-a-meter (Australia) Owl (UK)	CT(無線)	ディスプレイ	複数の入力に対応可能
The Meter Reader EM-2500	CT・電圧計(無線)	ディスプレイ	電力、最大電力、電圧・電流値の精度が1%
Current Cost - Envi	CT(無線)	ディスプレイ	瞬時値・積算値を表示 PC上での表示も可能

Europe Smart Metering Alliance, "Annual Report on the Progress in Smart Metering"を基にMRI作成

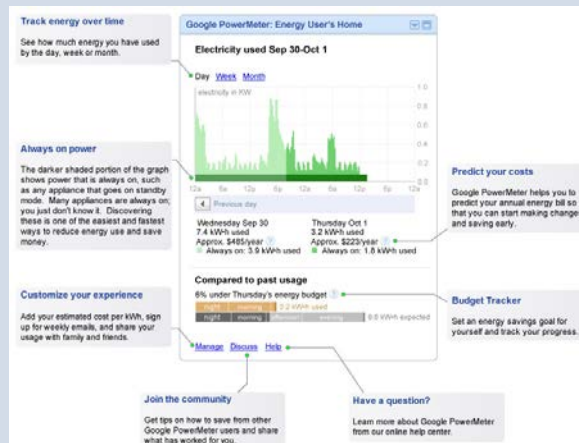


3. 3. サービス提供会社の取り組み

・グーグルやマイクロソフト等は、ウェブベースの見える化サイトを提供しており、電力会社数社と提携・展開している。ただし、更なる普及には情報セキュリティ、費用負担などの課題もある。

＜Google PowerMeter＞

- ◆グーグルが提携した電力会社（SDG&Eなど）の需要家で且つスマートメーターの設置済みに限定してサービスを提供
- ◆サービスの利用にあたっては、需要家、電力会社ともに課金しないビジネスモデル
- ◆一方、CTを提供するメーカー（TEDなど）と提携することで、同様のサービスを提供



Google PowerMeter

<http://www.google.com/powermeter/about/about.html>

＜Microsoft Hohm＞

- ◆マイクロソフトが提携した電力会社の需要家で且つスマートメーターの設置済みに限定してサービスを提供
- ◆サービスの利用にあたっては、電力会社に課金するビジネスモデル



Microsoft Hohm

<http://blog.microsoft-hohm.com/Hohm-energy-report-sample.aspx>

3. 4. 機器提供会社の取り組み

・機器ベンダーはCTや宅内ディスプレイ等を開発し、電力会社や第三者サービスプロバイダーとの連携を強めている。

＜Energy社TED＞

- ◆CTを使って消費量を収集し、独自のサイトで需要家に情報を提供
- ◆Googleと提携しているため、PowerMeterでの表示も可能
- ◆CTやゲートウェイを含めた価格は20,000円程度、ディスプレイを加えると24,000円程度



宅内ディスプレイ



ゲートウェイ



TED5000 (CT)

<http://www.theenergydetective.com/home>



見える化画面



3. 4. 機器提供会社の取り組み

・機器ベンダーはCTや宅内ディスプレイ等を開発し、電力会社や第三者サービスプロバイダーとの連携を強めている。

<Control4>

- ◆計測器からZigBeeを使ってホームゲートウェイにデータを転送
- ◆インターフェースとして以下を想定。
 - ・タッチスクリーン(スタンドアローン)
 - ・テレビ
 - ・パソコンモニター
 - ・携帯電話
- ◆EMS(エネルギー管理システム)は電力会社に販売する、需要家に販売するの2通りが考えられている。



Control4のエネルギー管理システム

<http://www.control4.com/energy/>

<Wireless Glue Network>

- ◆電力会社からのメッセージや料金メニューを表示
- ◆テキサス／カリフォルニア州の電力会社で2010年～2011年内に採用され、管轄内の低所得者層を中心に導入される見込み
- ◆価格は、機能別に20～50ドル程度を想定した最廉価モデル
- ◆ZigBee SE(Smart Energy) ロゴ認証取得製品であり、相互接続性(interoperability)についても考慮



宅内ディスプレイ

Wireless Glue Network社資料

2.6 標準化の動向

欧米においては、” Interoprability（相互運用性）” を確保するために標準化の議論が非常に活発に行われている。標準化は、相互運用性を実現する以外にも、マルチベンダー化、技術の開発・更新の低コスト化などのメリットがあると考えられて下り、エネルギー事業者を含めた多くのステークホルダーが積極的に参画して、標準化を進めている。

表 2.6-1 日米欧におけるスマートメーター関連の規格

			日本	アメリカ	ヨーロッパ
計器	電気		JIS C1211 など	ANSI C12	IEC62052、IEC62053 など
	ガス		特定計量器検定検査規則	ANSI B109	EN 1359、EN 14236 など
データ (電子式)	電気		各社仕様	ANSI C12.19	DLSP/COSEM (IEC62056)
	ガス		標準仕様	ANSI C12.19	DLSP/COSEM (IEC62056)
通信	PAN (WAN)	電気	各種無線 など	RF メッシュ PLC など	GPRS PLC など
		ガス	IEEE802.15.4g など	RF など	M-bus など
	HAN	電気 ガス	検討中	SEP2.0 を前提とした各種 PHY・MAC 層 (zigbee、home-plug、wifi など)	Zigbee、Z-wave、PLC など

出典：各種資料より三菱総合研究所作成

2.6.1 アメリカ

(1) 概要

2007 年エネルギー自立・安全保障法 (EISA2007) により、NIST がスマートグリッドの相互運用性についてのフレームワークを構築する責務を負うとともに、FERC は NIST によって特定された規格を遵守するための連邦規則を作成する、と規定された。

それに基づいて、NIST は SGIP (Smart Grid Interoperability Panel) を発足したり、ロードマップを作成している。SGIP では、2009 年に開催された NIST スマートグリッドワークショップにおいて特定された優先的に扱うべき規格について、ステークホルダーが参加して検討するためにテーマ毎に設置されたグループとして、PAP (Priority Action Plan) が設置し、既存の規格や新規の規格に必要な要件を迅速に議論する場として活用されている。PAP は、現在 PAP0～17 まで設置されており、今後も必要に応じて、新規の PAP が SGIP の主導で設置される予定である。

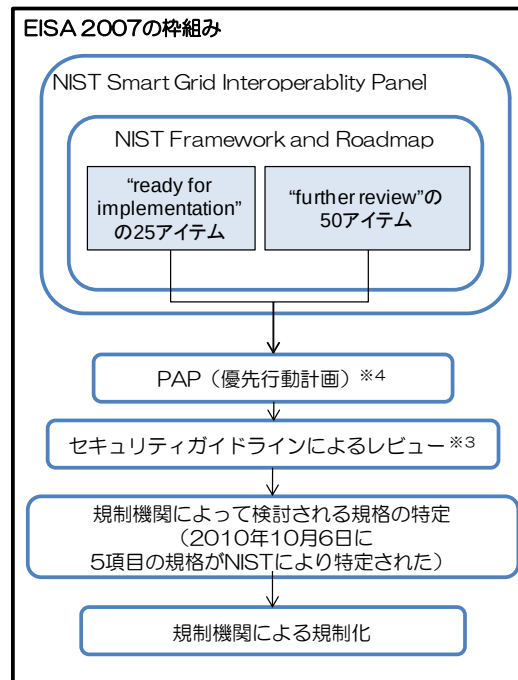
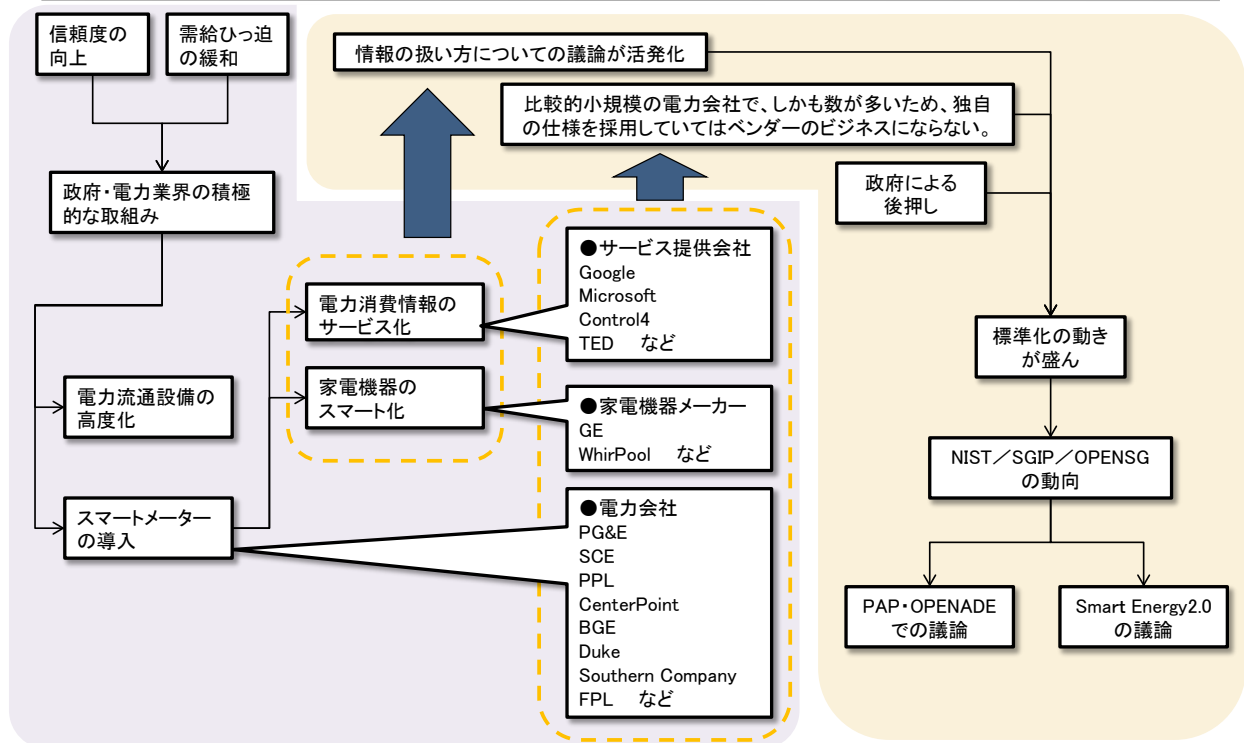


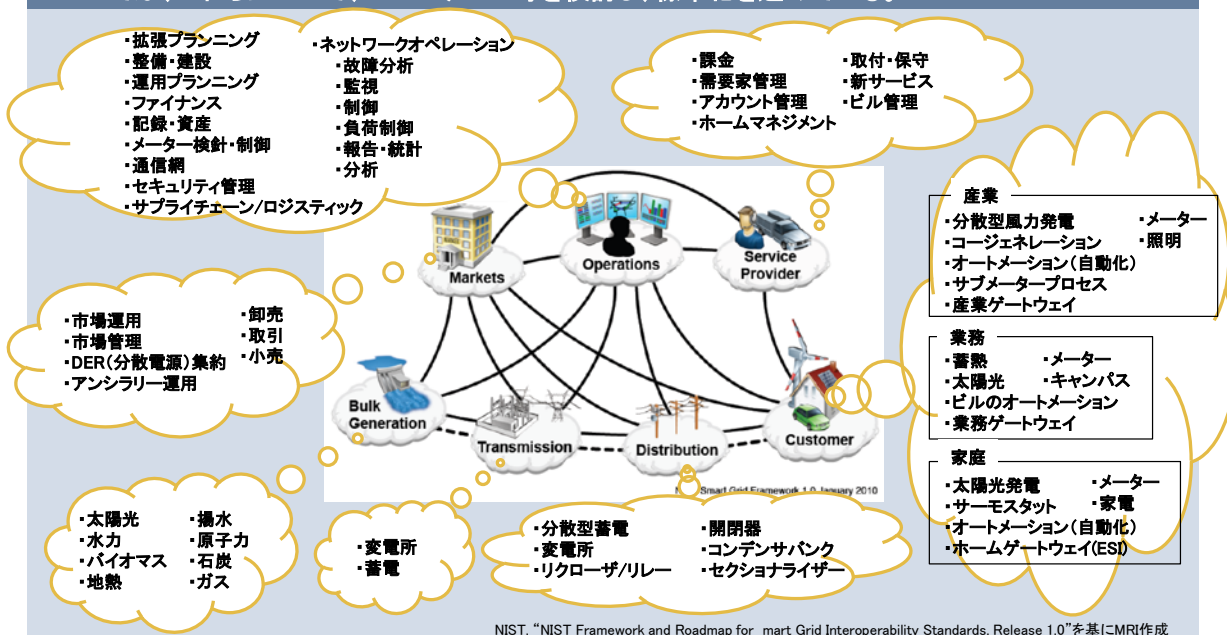
図 2.6.1-1 EISA2007 で示された NIST の役割

4. 1. 標準化の広がり



4. 2. 標準化の背景と動向 -スマートグリッドのドメイン

・スマートグリッドではさまざまなドメインが複雑に絡み合っており、それぞれのドメインでも複数の要素が関わっている。
 ・NISTでは、これらについて、ユースケース等を検討し、標準化を進めている。



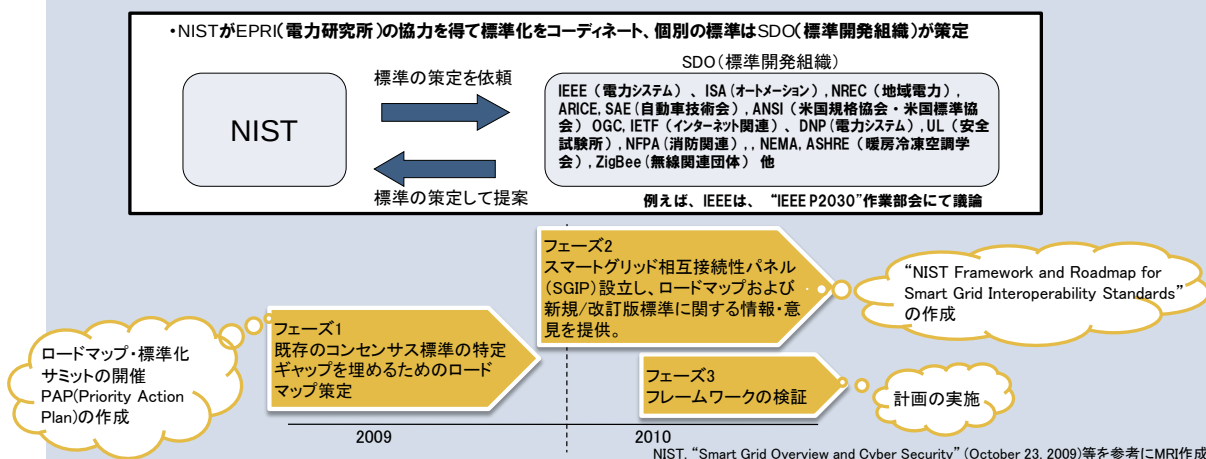
NIST, "NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards, Release 1.0"を基にMRI作成

4. 2. 標準化の背景と動向 - NISTの役割

・米国ではNIST(※)が双方向通信等のための標準化の検討を以下のように進めている

<NISTの役割について>

EISA2007により、NISTはスマートグリッドの相互接続性(interoperability)を達成するための情報管理についてのプロトコル、標準等に関するフレームワークを開発することになった。



NIST, "Smart Grid Overview and Cyber Security" (October 23, 2009)等を参考にMRI作成

(※)NIST(National Institute of Standards and Technology:国立標準技術研究所)について

米国商務省管轄の機関で、工業規格の標準化に当たる組織。2007年のEnergy Independence and Security Act of 2007にて、スマートグリッド関連についての標準化の役割が定められている。(Smart Gridを構成するデバイスやシステムの相互連携を可能にするようなフレームワークの制定をコーディネートする役割)

4. 2. 標準化の背景と動向 –SGIPの概要

・NISTは、SGIPを発足し、PAPなどについての議論が円滑に進むような仕組みを構築している。

＜SGIP (Smart Grid Interoperability Panel)について＞

- ◆ドメイン・エキスパート・ワーキンググループ(DEWGs)と優先アクションプラン(PAPs)(次ページ)を管理。
- ◆基本方針はスマートグリッドに関して行われている他のフォーラムと重複しないこと、他のスマートグリッド関連フォーラムで十分対処されていない項目を補完する役目を担うこととする。
- ◆主な特徴は以下の通り。
 - ・ EISA2007法のNISTの責務を支援する官民パートナーシップ
 - ・ オープンで透明性のある団体
 - ・ スマートグリッドの全利害関係者の代表者(下記参照)で構成
 - ・ 単一団体による独占(偏り)はない
 - ・ SGIP 自体は標準を直接的に策定・記述しない

利害関係者リスト

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ・家電メーカー ・業務・工業用機器メーカーおよびオートメーションベンダー ・需要家 – 一般家庭、法人 ・電気自動車産業関係者 ・投資家所有の電力会社(私営・公営・地方電気協会) ・電力市場取引参加者(アグリゲーター含む) ・独立電力供給者(IPP) ・情報通信技術(ICT)インフラ・サービスプロバイダー ・情報技術(IT)アプリケーション開発者およびインテグレーター ・電力設備メーカーおよびベンダー | <ul style="list-style-type: none"> ・専門家団体、ユーザーグループ、事業者団体、業界団体 ・R&D機関、学界 ・関係連邦政府機関 ・再生可能エネルギー発電者 ・小売・サービスプロバイダー ・標準・規格開発機関(SDO) ・州・地方規制機関 ・試験・認証機関 ・送電機関、独立系統運用者 ・ベンチャーキャピタル |
|---|---|

4. 2. 標準化の背景と動向 –PAPの検討内容

分類	PAP No.	優先的標準課題	完成時期
メータリング Metering	PAP 00	メーターのアップグレードバリティ(更新可能性)標準 Meter Upgradeability Standard	完了
	PAP 05	標準メーターデータプロファイル Standard Meter Data Profiles	2010年末
需要家とスマートグリッドの相互作用の改善 Enhanced customer interactions with the Smart Grid	PAP 10	エネルギー利用情報の標準 Standards for Energy Usage Information	2010年1月
	PAP 09	デマンド・レスポンス信号の標準 Standard Demand Response Signals	2010年1月
	PAP 03	価格・製品定義の共通仕様の策定 Develop Common Specification for Price and Product Definition	2010年初
	PAP 04	エネルギー取引の共通スケジューリングの策定 Develop Common Scheduling Communication for Energy Transactions	2009年末
スマートグリッドの通信 Smart grid communications	PAP 01	スマートグリッドにおけるIPプロトコルスイートの利用に関する指針 Guidelines for the Use of IP Protocol Suite in the Smart Grid	2010年中頃
	PAP 02	無線通信の利用に関する指針 Guidelines for the Use of Wireless Communications	2010年中頃
	PAP 15	家庭内機器の電力線搬送標準の調和 Harmonize Power Line Carrier Standards for Appliance Communications in the Home	2010年末
配電と送電 Distribution and transmission	PAP 08	配電グリッド管理の共通情報モデル(CIM) Develop Common Information Model (CIM) for Distribution Grid Management	2010年末
	PAP 14	送電と配電の電力系統モデルマッピング Transmission and Distribution Power Systems Model Mapping	2010年末
	PAP 12	IEC 61850 / DNP3のマッピング IEC 61850 Objects/DNP3 Mapping	2010年
	PAP 13	IEEE C37.118とIEC 61850の調和と高精度時間同期 Harmonization of IEEE C37.118 with IEC 61850 and Precision Time Synchronization	2010年中頃
新スマートグリッド技術 New smart grid technologies	PAP 07	エネルギー貯蔵相互接続に関する指針 Energy Storage Interconnection Guidelines	2010年中頃
	PAP 11	プラグイン電気自動車を支援するための相互運用性標準 Interoperability Standards to Support Plug-in Electric Vehicles	2010年12月

**PAP10:情報の取り扱いについての
タスクフォース
メンバー:**
OPENSEG(UCAIug) → OPENADE
IEC
NEMA
ZigBee
ASHRAE など

(2) 個別の標準

最初に、規制機関（FERC）による検討段階に入ったものは、2010年10月6日にNISTが発表した5つの規格であり、いずれもIECの規格である。

これらの規格は、“NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards, Release 1.0”（2010年1月）に掲載されている”ready for implementation”に分類された25の規格のうち、FERCが発表した”Smart Grid Policy Statement”に記載されている項目⁹や、系統について相互運用性を持った通信を実現するために重要な5項目で、サイバーセキュリティのレビュー¹⁰が完了し、FERCの検討を行う準備が整った。

また、議論が進められているもののうち、スマートメーターのデータ等で大きく関係があると考えられるものとしては、メーターのデータ等を電力会社、需要家、第三者事業者でシェアするためのスキームや宅内への通信が挙げられる。前者については、OPENADEで検討されたが、そのうち、データモデルに関する内容はPAP10、データ交換スキーム・インターフェースに関する内容はEnergy Services Provider Interface (ESPI)で検討されている。後者については、Smart Enregy Profile2.0が関係し、従来のzigbeeをより標準化するために物理層を分離し、IPへの対応などを行い、さまざまなステークホルダーの意見を取り入れながら、策定されている段階である。

規格と仕様	1	ANSI/ASHRAE135-2008/ISO16484-5BACnet-ビルディングオートメーション及び制御ネットワークのためのデータ通信プロトコル	
		ANSI12スイート:	
		ANSI12.1	
	2	ANSI12.18/IEEE, P1701/MC121	異なる電力会社の制御センター間で送信される系統の状態やメッセージを定義 →サイバーセキュリティのレビューにより、セキュリティ規格であるIEC62351を参照することが推奨された。
		ANSI12.19/MC1219	
		ANSI12.20	
		ANSI12.21/IEEE, P1702/MC1221	
		ANSI/CEA709及び852.1LONプロトコルスイート:	
		ANSI/CEA709.1-B-2002制御ネットワークのプロトコル仕様	
	3	ANSI/CEA709.2-AR-2006制御ネットワークの電力線(PL)のチャネル	送配電系統内の変電所の自動化及び保護のための通信を定義。一つ変電所だけに限定されず、分散電源や変電所間の通信にまで拡張されつつある。 →サイバーセキュリティのレビューにより、セキュリティ規格であるIEC62351を参照することが推奨された。
		ANSI/CEA709.3R-2004フリードボロジのツイストペアのチャネル	
		ANSI/CEA709.4:1999光ファイバのチャネルの仕様	
		CEA-852.1:2009インターネットプロトコルのチャネルの拡張ドメインリングデバイスエリアネットワーク	
	4	DNP3	
	5	IEC60870-6/TASE2	
	6	IEC61850スイート	
	7	IEC61968/61970スイート	
	8	IEEE37.118	
	9	IEEE1547スイート	
	10	IEEE1588	
	11	インターネットプロトコルスイート(下記のプロトコルが含まれるが、これらに限らずインターネットスイートにおけるコアプロトコル、draft-baker-ietf-core-04	共通の情報モデル(CIM)を利用した制御センターシステム間の情報交換を定義。給電所のアプリケーションレベルのインタフェース及び配電系統管理のためのメッセージを定義。 →サイバーセキュリティのレビューにより、セキュリティガイドラインを作成することが推奨された。
	12	マルチスピーク	
	13	OpenADR	
	14	OPC-UAインタストリアル	
要件およびガイドライン	15	オープン地理空間コンソーシアム地理情報マークアップ言語(GML)	
	16	ZigBee/HomePlugスマートエネルギー・プロファイル2.0	
	17	OpenHAN	
	18	AECガイドラインバージョン2.0	
サイバーセキュリティ	19	高度計量インフラストラクチャのためのセキュリティプロファイルv1.0、高度セキュリティ促進プロジェクトスマートグリッド	
	20	国土安全保障省、国家サイバーセキュリティ部門、制御システムのセキュリティカタログ:規格作成者のための推奨事項	
	21	制御システムに関するDHSサイバーセキュリティ調達言語	
	22	IEC62351第1-8部	電力系統制御操作に関する情報のセキュリティを定義。 →サイバーセキュリティのレビューにより、次の改正時に最新のセキュリティ強化策、最新技術を盛り込むことが推奨された。
	23	IEEE1686-2007	
	24	NERC/CIP002-009	
	25	NIST特殊出版(SP)800-53、NISTSP800-82	

図 2.6.1-2 ”ready for implementation”の25項目とNISTが特定した今回の5項目

⁹ 系統のセキュリティ、系統間のインターフェースの通信・調整、広域状態把握(WASA)、デマンドレスポンス、蓄電、電気自動車

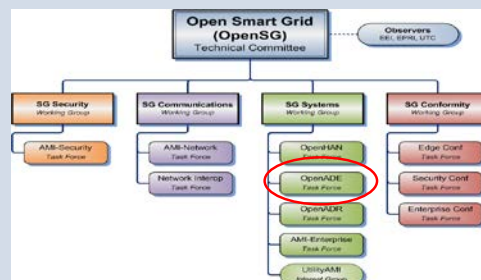
¹⁰ SGIPで検討されるすべての規格(既存、新規に関わらず)は、2010年9月2日に発表された”Guidelines for Smart Grid Cyber Security”に基づいたサイバーセキュリティレビューを受ける必要がある。

4. 3. Open ADE(Automatic Data Exchange)について

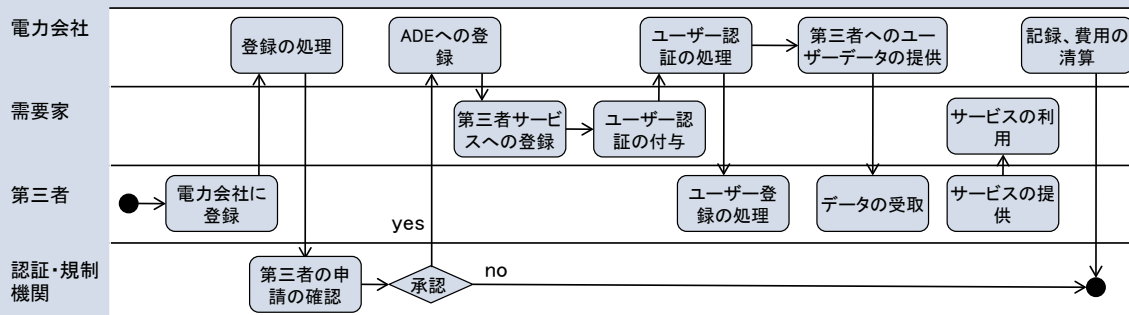
・OPEN SGの下部組織であるOPEN ADEでは、第三者への情報提供に関するフローが検討されている。

<概要>

- ◆産業会が中心となってOpen SGの下に構成されているタスクフォースで、電力会社と第三者との情報のやり取りや制御について、システム要件や制度、ベストプラクティスなどを検討している。
- ◆PG&E、SCE、FPL、Silver Spring Networks、Microsoft、Google、EPRIなど様々な立場のステークホルダーが参加
- ◆「Open ADE 1.0—Business and User Requirement Document」を2009年6月にリリースし、現在バージョン2.0策定に向けて、議論を継続している。



＜A/Eで検討されているビジネスフロー＞



Open ADE 1.0 System Requirement Specification v1.0

4. 4. Smart Energy Profile 2.0について

「NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards, Release 1.0」(NIST, 2010年1月)の中で、スマートグリッドに必要な25の規格の一つとして「Zigbee/Home Plug Smart Energy Profile 2.0」が挙げられており、HANを実現するための規格として、2010年に仕様が決定される予定

＜SEP2.0の基本的な考え方＞

- ・オープンスタンダード
- ・ロバスト(強固)で包括的な認証プロセス
- ・アプリケーション・プログラミング・インタフェース(特定のアプリケーションとしない)
- ・クリーンな階層化アーキテクチャ
- ・メーターで双方間通信インタフェースを確保
- ・負荷制御の統合をサポート
- ・利用データ(消費データ)に直接アクセス
- ・3種類の信号(一般価格、需要家情報、制御)をサポート
- ・分散発電と二次メーターをサポート
- ・HANの所有・制御は需要家

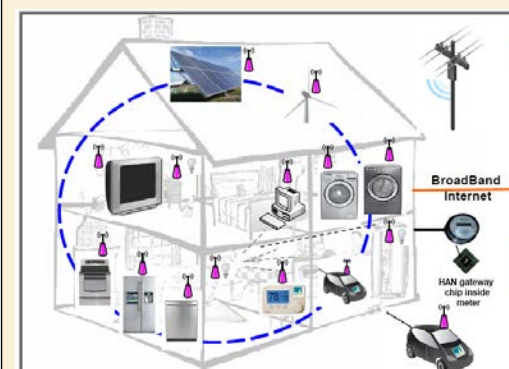
＜策定スケジュール＞

- 2009年3月:市場要件書(Market Requirement Document)
- 2009年12月:技術要件書(Technical Requirements Draft Document)
- 2010年6月:Smart Energy Profile 2.0仕様のバージョン0.7の発表
- 2010年末:Smart Energy 2.0仕様ドラフト
- 2011年春:仕様リリース、認定製品のリリース

＜SEP2.0の利用形態＞

- ・プラグインハイブリッド自動車の充電
- ・無線／有線HAN
- ・デバイスへのファームウェアのダウンロード
- ・需要家情報のやり取り、メッセージの表示
- ・需要制御／デマンドレスポンス

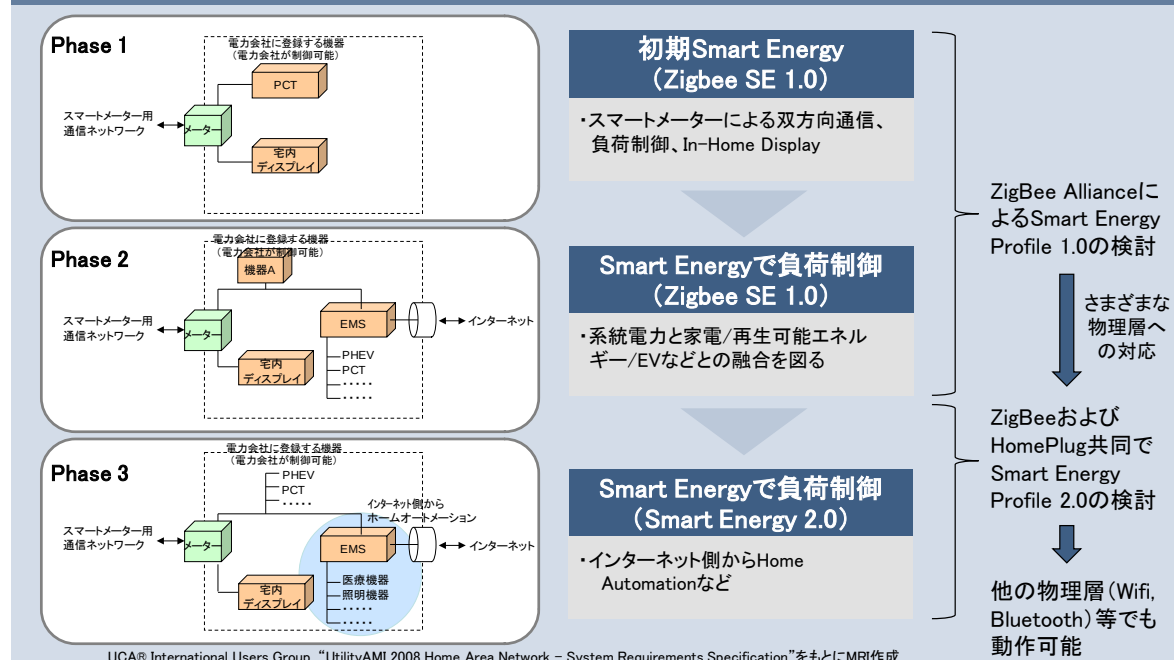
HAN (Home Area Network)とは、家電と配電システムをネットワーク接続し、電力消費の見える化及び機器等の制御を行うソリューションのこと。



Home Area Network (HAN) Overview 2009(PG&E)

4. 4. Smart Energy Profile 2.0について

・HANの標準化については、スマートメーターを核としたモデルで検討されていたが、最終的には第三者（インターネット）との接続も可能とするような標準化が戦略的（段階的）に行われている。



2. 6. 2 欧州

欧州では、EU 指令である M/441 によりスマートメーターの相互運用性等を確保するための標準規格の策定が CEN、CENELEC、ETSI に求められた。そうした背景の下、関係企業が中心となって、OPEN METER が FP7 の予算を受けて立ち上げられ、スマートメーターに関連した通信規格等に関する検討を行っている。なお、最近では、検討開始当初含まれていなかった Meters and More や G3 の規格も検討の対象として含まれている。

また、欧州の標準化動向と非常に相関が高い国際標準（IEC、ISO 等）については、IEC の戦略グループ SG3 がロードマップを作成し、関連する標準規格をリストアップしながら、スマートグリッドに対する標準化の策定を進めている。

3. 1. スマートメーターに関連した標準化

■ M/441EN

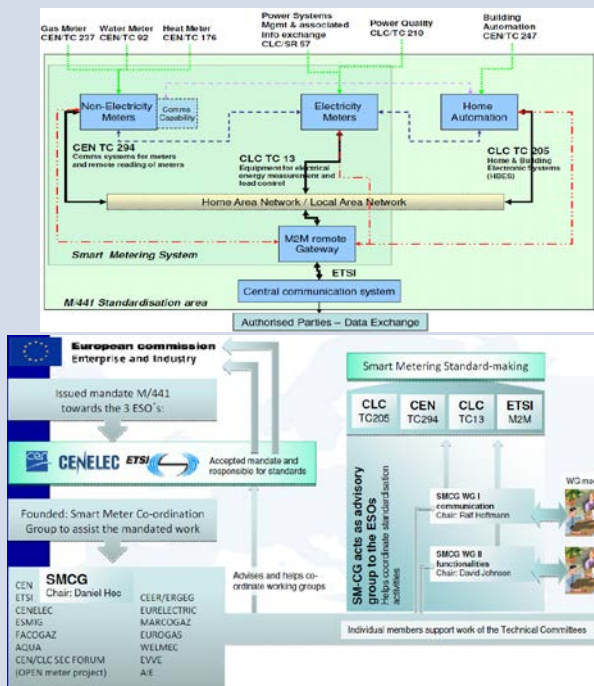
- 2009年3月にECは、EU指令(M/441)により、EUの標準化機関である CEN、CENELEC(欧州電気標準化)またETSI(通信標準化)に対して、メーターに関する標準化(新たな標準、また現在の標準をアップデート)を進めるように求めている。
 - ✓ オープンアーキテクチャ
 - ✓ 相互接続性
 - ✓ 双方向通信
 - ✓ 先進情報システム

■ Smart Meter Coordination Group (SMCG)

- M/441に対応するために設立された機関で、ERGEGや電力業界、ガス業界などさまざまなステークホルダーが参加。
- チェアマンはMarcogaz(欧州ガス技術協会)から選出されている。

■ スマートグリッドに関連した動き

- 欧州においてはスマートグリッド実現のためのロードマップの作成を目指している。
 - ✓ 2010年5月: スマートグリッド実現のために、関係者により共通のビジョンの策定
 - ✓ 2010年9月: パイロットプロジェクトの実施内容について決定
 - ✓ 2011年1月: EUとしてのスマートグリッド実現のための戦略的な決定と行動
 - ✓ 2011年5月: 実施のためのロードマップの策定



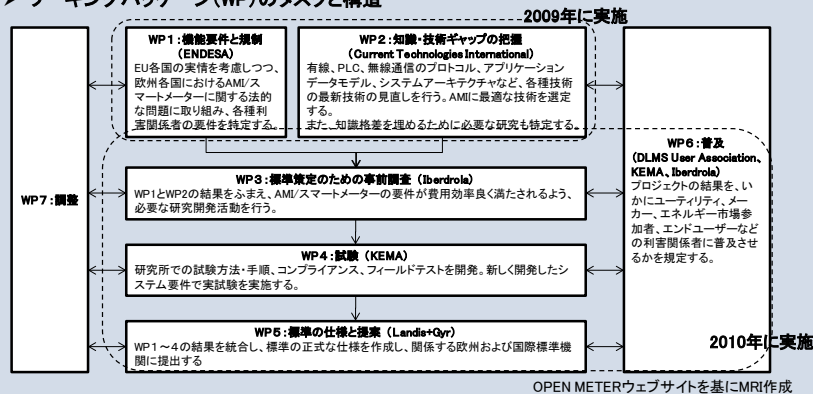
3. 1. スマートメーターに関連した標準化 — 業界団体の動向

■ OPEN METER

➢ 概要

- EU第7次研究開発枠組み計画(7th Framework Programme)の一つで、期間は2009年1月～2011年6月、予算は420万ユーロ。
- 電気、ガス、水道、熱の計測をサポートするAMIに関し、ユーティリティネットワークの実情を踏まえた実施のため、利害関係者と合意の上で、包括的でオープンな標準を策定することを目的とし、成果物は欧州および国際標準化プロセスに提案される。

➢ ワーキングパッケージ(WP)のタスクと構造



参加企業一覧

企業名	OPEN METER	ESMIG
IBERDROLA DISTRIBUCIÓN	○	
ACTARIS	○	
ADVANCED DIGITAL DESIGN	○	
CESI RICERCA	○	
CURRENT TECHNOLOGIES INTERNATIONAL	○	
DLMS USER ASSOCIATION	○	
EDF	○	
ELSTER	○	○
ENEL	○	
NETBEHEER NEDERLANDS	○	
KEMA	○	
LANDIS+GYR	○	○
IRWE	○	
ST MICROELECTRONICS	○	
UNIVERSITY OF KARLSRUHE	○	
USYSOM	○	
ZIV MEDIDA	○	○
CENELEC	○	
ABB	○	
CINTERION	○	
DIEHL Metering	○	
Energy IT	○	
GOERTZ	○	
hager	○	
ISKRAEMECO	○	
JANZ	○	
Kamstrup	○	
NAVETAS	○	
SAP	○	
Sagem Communication	○	
Sensus	○	
Siemens	○	
Teltek	○	
Sierra Wireless	○	

OPEN METERウェブサイト、ESMIG資料を基にMRI作成

■ European Smart Metering Industry Group (ESMIG)

- スマートメーターに関わるハード、ソフト、エンジニアリング、コンサルティング企業が集まり、EUにおけるスマートメーターの導入を促進するべく活動している業界団体

3. 2. スマートグリッドに関連した国際標準化の動き - IECの動向

■ SG3について

- 標準管理評議会(SMB)が2006年にスマートグリッドの検討を提言したことを受け、SG3(戦略グループ)においてスマートグリッドに関する標準化の議論が行われている。
- 2008年11月に、スマートグリッド関連機器及びシステムの相互接続性を確保するためのフレームワークの開発を行うSG3の設置が決定され、具体的には以下のような役割を担っている。
 - ✓ スマートグリッドに関し市場適合性の観点より規格化に必要な規格・技術を明確にすること。
 - ✓ 規格化の優先順位付けを作成すること。
 - ✓ 担当分野(スマートグリッド)における関連する複数のTC間に渡って規格が統一的且つ重複しない様にすること。
 - ✓ 担当分野(スマートグリッド)における規格化のOne-Stop-Shopたること。
 - ✓ 既存の公開文書(PAS)、デファクト標準、規格化動向を明確化し、評価を行う。
 - ✓ 上記の観点より技術委員会(TC)に指針を与えること。
- SG3では、スマートグリッド関係の標準化を推進するために必要な標準化項目の整理、IECの各TCの活動の調整等を含めた今後の展開について議論されている。

＜これまでの経緯＞

(参加国:韓、仏、蘭中、独、伊、英、スウェーデン、米、日、スイス)

2008 年11 月SMB サンパウロ会議

- ・ SG3 (Smart Grid) の設置。SG3はスマートグリッド関連の機器及びシステムの相互運用性を確保する為のフレームワークの開発の一義的な責任を負う。
- ・ SMBメンバーが委員(12名前後)を指名(委員構成: 公共事業体、ユーザ、メーカ、システムインテグレータ等)し、USNCは自国より議長を指名する。

2009年2月 SMB 京城会議

- ・ SG3議長はEDF International North America

- ・委員は各NC推選の13名

2009年4月 SG3 パリ会議(第1回)

- 2009年11月 SQ3 デンバー会議(第2回)
・ IEC の関連TC と既存の関連規格やプロジェクトの整理を行い、スマートグリッド関連の規格化に関するフレーム・ワークを開発

IECにおけるスマートグリッド標準化の動向
経済産業省「主要国における国際標準戦略」

以下は、米欧中における標準化策定機関と国際標準化機関の関係図である。欧州は、CEN や CENELEC を通して、国際標準である IEC や ISO と強い互換関係が築かれていることが分かる。

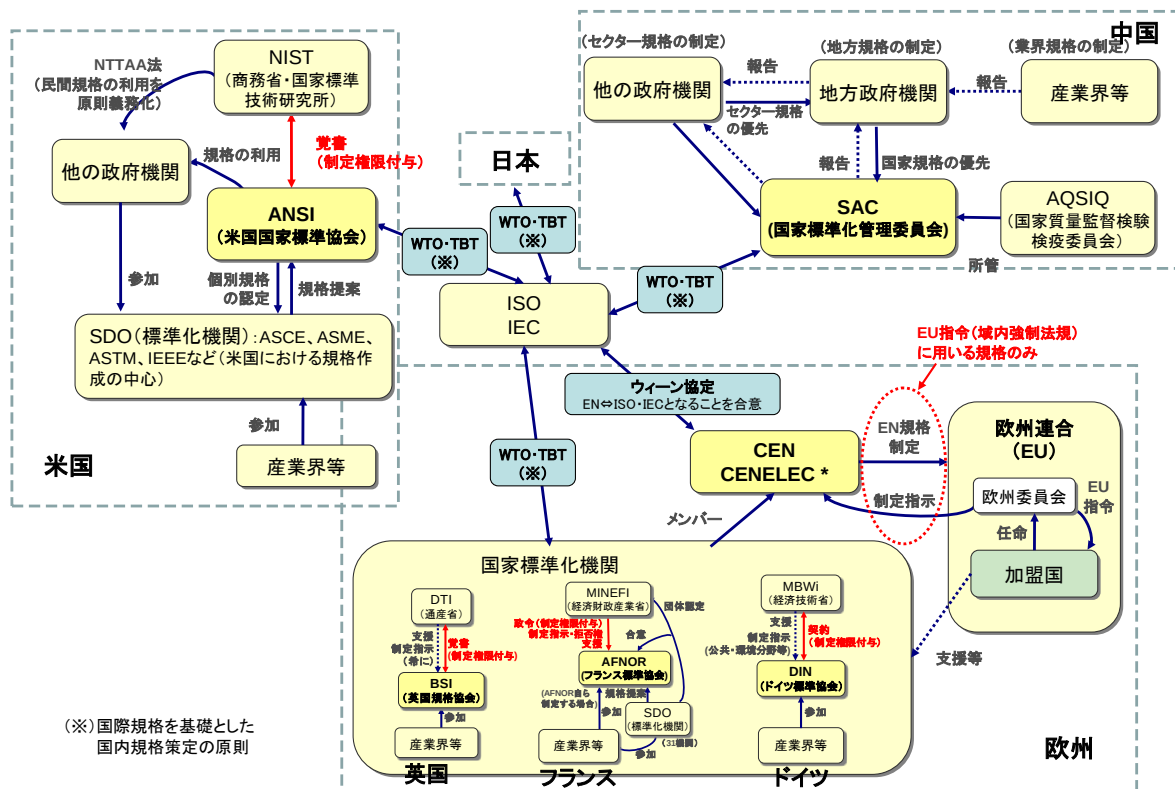


図 2.6.2-1 日米欧中における標準化策定機関の関係

2.7 通信の動向

2.7.1 WAN（Wide Area Network）側の通信方式

本節では、スマートメーターとエネルギー事業者を接続する通信について、検討が進められている国の事例を取り上げる。

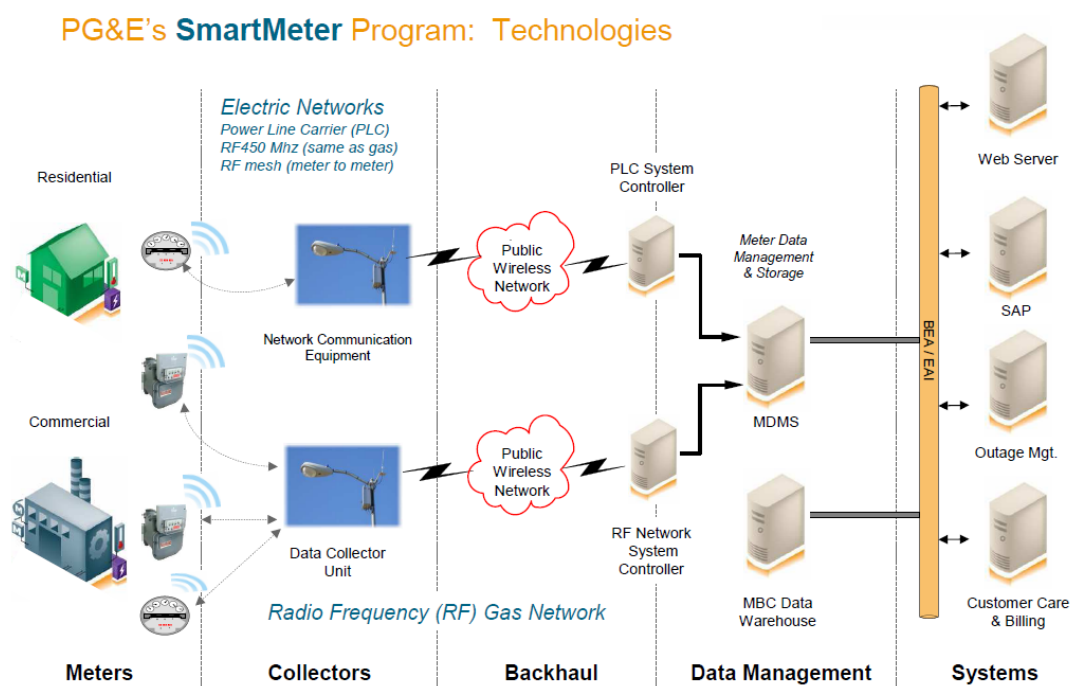
（１） アメリカ

カリフォルニアでは、PG&E、SCE（サザンカリフォルニアエジソン）、SDG&E がそれぞれスマートメーターの導入を行っているが、三者三様のネットワークを構築している。

PG&E は電気、ガスを併給するエネルギー事業者であるが、導入当初、電気、ガスのスマートメーター両方に対応できる技術が無かったことから、それぞれ異なった無線方式を採用している。

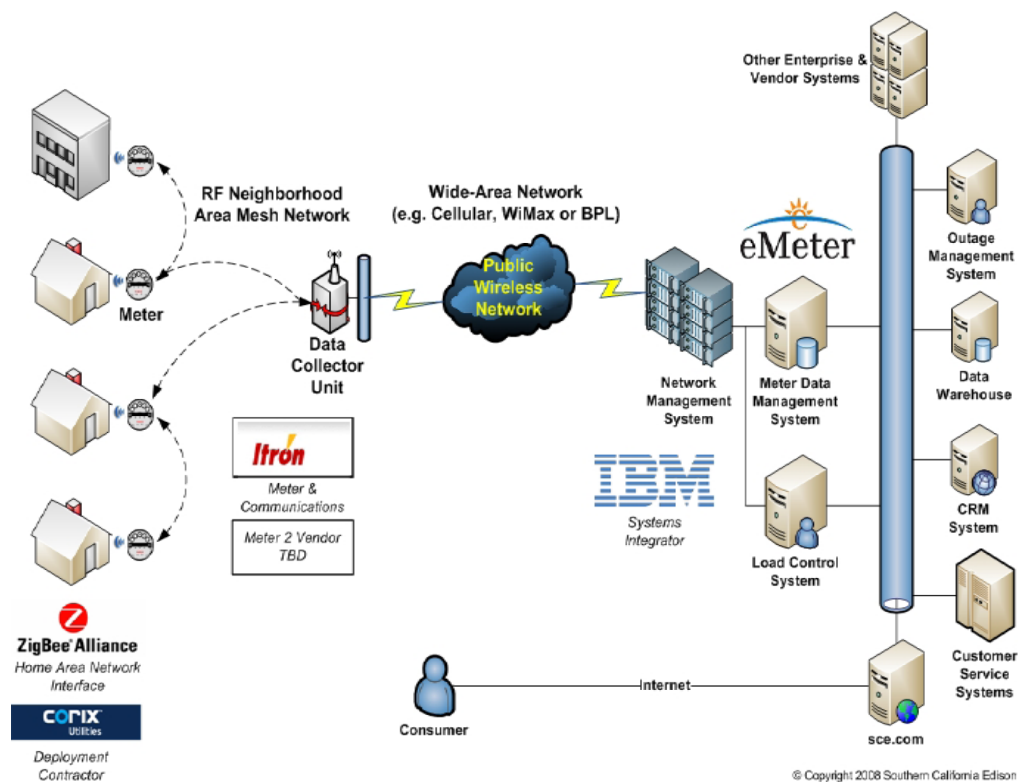
なお、PG&E の電気のスマートメーターの導入は、当初、業務効率向上の達成がメインであったが、カリフォルニア州内でデマンドレスポンスや省エネ等の重要性が増すにつれて、通信インフラのアップグレードし、低速の PLC（Aclara 社 TWACS）からより高速の無線（Silver Spring Networks 社）へと変更している。

SCE や SDG&E は Itron 社のメーター及び無線通信を使っている。SCE は電気のみを供給しており、同地域ではサザンカリフォルニアガスがガスを提供し、スマートメーターの導入も計画しているが、SCE とは独立した通信を構築する計画である。一方で、SDG&E は電気とガスを併給しており、電気メーターがガスメーターの通信のハブとなり、セルリレーに接続、セルリレーが WAN（携帯通信）を通して、中央センターにデータを送信する方式を採用している。



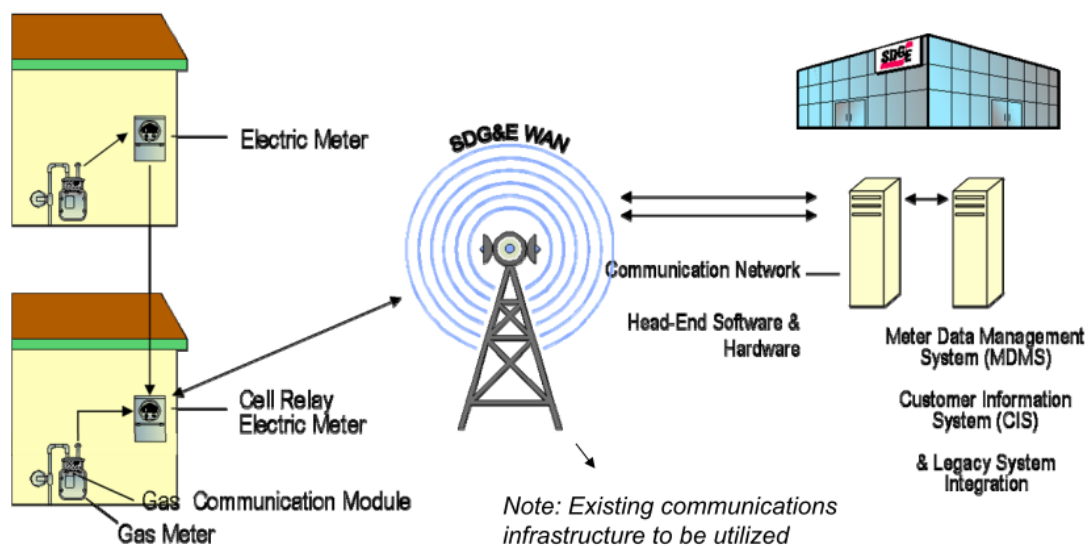
出典：PG&E “SmartMeter Program” (Metering West Coast 2008)

図 2.7.1-1 PG&E のネットワーク構成



出典：SCE “Edison SmartConnect-Program Overview” (2008)

図 2.7.1-2 SCE のネットワーク構成

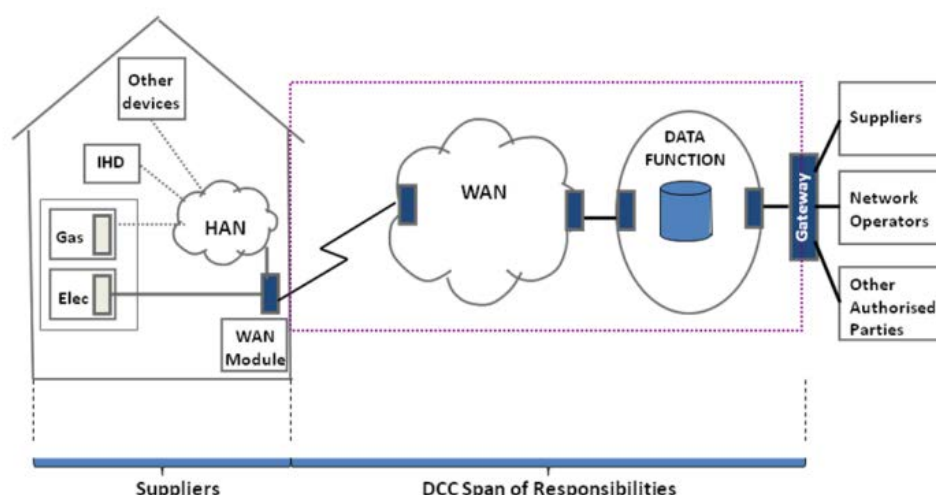


出典：SDG&E “Program Overview” (2010)

図 2.7.1-3 SDG&E のネットワーク構成

(2) 欧州

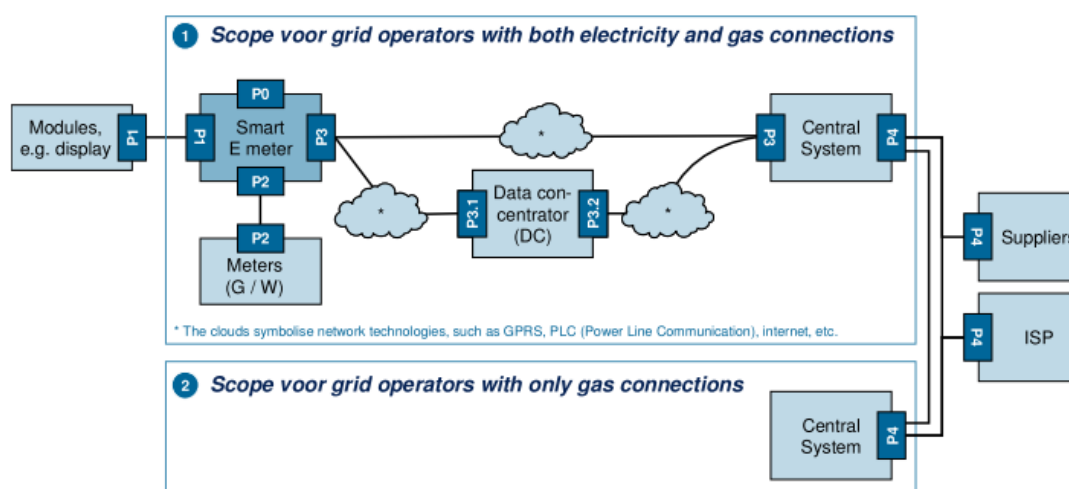
イギリスでは、前述の通り、DCC のスキームを導入する予定である。このスキームでは、宅内のネットワーク（HAN）に接続された電気メーター、ガスメーターが通信ハブを通じて、DCC（Data Communications Company）が提供する WAN に接続し、DCC の運営するデータシステムに検針データが送信される。このスキームは、世界の中でも、データ収集・通信事業を独立させた非常にユニークなスキームである。なお、先行的に導入を進めている British Gas は HAN に zigbee、WAN に携帯通信を採用している。



出典：Ofgem “Smart Metering- Implementation Programme, Prospectus” (2010)

図 2.7.1-4 イギリスの DCC スキームのイメージ

オランダでは、電気メーターが通信のハブとなり、エネルギーネットワーク事業者の中央システムに電気、ガス両方の検針データを送信する方式が検討されている。その背景として、ほとんどの需要家が電気・ガスの併給を受けているため、インフラを共有する方が経済的であると試算されている。

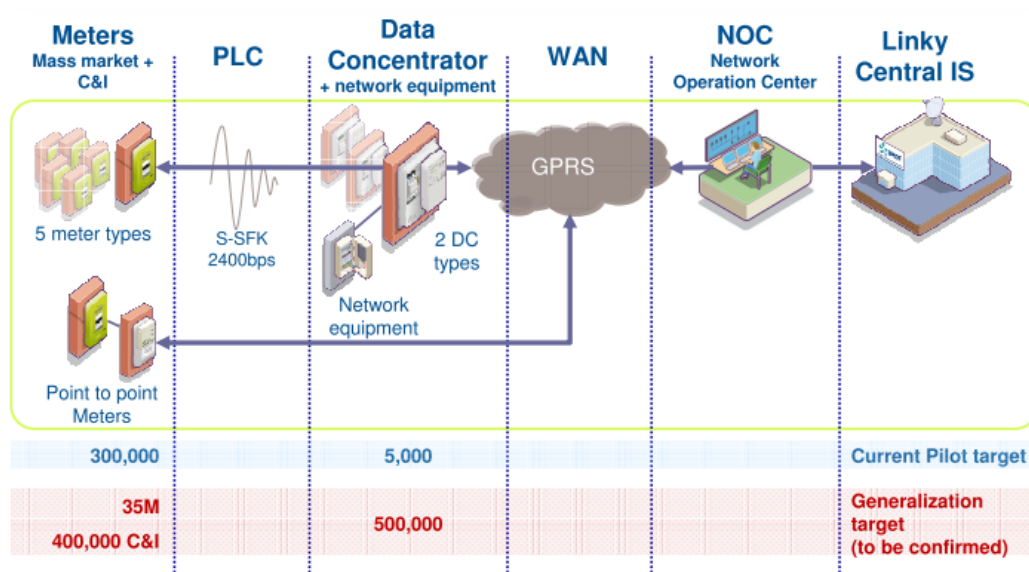


出典：Netbeheer Nederland “Privacy and Security of the Advanced Metering Infrastructure” (2010)

図 2.7.1-5 オランダのネットワーク構成イメージ

フランスでは、ErDF が PLC を活用した通信方式を実験しており、G3（PLC 方式の一種）は欧州の OPEN METER（EU における標準を策定するためのコンソーシアム）に AMI 用通信の規格として提案されている。この方式では、家庭からコンセンレーターまでを G3 でつなぎ、それ以降（WAN）は GPRS（携帯電話の 1 方式）で ErDF の中央システムまで接続するというものである。

なお、フランスでは GrDF がガスのスマートメーターの導入のための実証実験を行っているが、電気のスマートメーターとは独立した通信（無線を検討中）を活用する方針である。



出典：ERDF “Status of the ERDF Linky Project” (Metering Europe 2010)

図 2.7.1-6 ErDF のネットワーク構成

2.7.2 HAN（Home Area Network）側との通信方式

HAN（Home Area Network）の通信方式については、有線方式と無線方式の2つが考えられ、技術的にはいずれも対応可能である。ただし、有線方式についてはケーブル敷設工事（HEMSのゲートウェイが屋内に設置される場合）、無線方式については通信障害といった課題がある。

HAN 側における無線方式については、国際的にも最適な通信規格（Wifi、Zigbee 等）の議論が現在実施されている状況にある。また、スマートメーターと HAN 間のインターフェースについては、SGIP や IEC 等の場で最適な通信規格について議論が行われている。

表 2.7.2-1 HAN 側における代表的な通信方式

	Zigbee	Z-Wave	WiFi	Bluetooth	PLC	Ethernet
接続形態	無線	無線 (900MHz帯)	無線	無線	有線	有線
最大伝送速度	250 kbps (2.4GHz)	40 kbps	11-300 Mbps	1Mbps (Class 1)	14-200 Mbps	10M -1Gbps
伝送距離	10 to 75m (通常 30m)	30m(見通し)	100m(屋内)	100m (Class 1)	300m	100m
標準化	IEEE 802.15.4	Z-Wave Alliance	IEEE 802.11	IEEE 802.15.1	IEEE P1901	IEEE 802.3
普及率	広く普及	広く普及	非常に高い	広く普及	広く普及 (日本は屋内通信のみ)	非常に高い
特徴	低コスト、低消費電力、長い電池寿命	家電の使用(ISM帯:2.4GHz)による影響無し	最も普及している高速無線方式。ノートPC等多くの機器に標準搭載	情報機器間の通信に広く利用されている	既存の家庭内電力線を利用可能。	高速通信で広く普及。通信の最も標準的なインターフェース

出典：第2 回スマートメーター制度検討会NTT プレゼン資料

3. 全量買取制度に係る費用回収スキーム等の検討

3.1 買取費用の回収に関する詳細制度の検討

3.1.1 全量買取制度の概要

- ・ 基本的な考え方
 - 再生可能エネルギーの全量買取制度の導入により、再生可能エネルギーの需要の創出を図り、これを我が国の経済成長につなげていく。
 - 制度の設計に当たっては、「再生可能エネルギーの導入拡大」、「国民負担」、「系統安定化対策」の3つのバランスが重要。国民負担をできる限り抑えつつ、最大限に導入効果を高めることが基本方針。
 - 制度の大枠について発表後、詳細な制度設計について、地球温暖化対策のための税や国内排出量取引制度の議論の動向を見極めつつ、早急に検討を進める。

(3) 制度概要

以下に「再生可能エネルギーの全量買取に関するプロジェクトチーム」にとりまとめられた再生可能エネルギーの全量買取制度の概要を示す。制度設計における論点としては、費用負担のあり方といった買取費用の回収に関するもののみならず、買取対象の範囲、買取価格／買取期間や電力系統の安定化対策といった論点までカバーされている。

表 3.1.1-1 再生可能エネルギーの全量買取制度の概要

制度の大枠	
買取対象について ○ 実用化されている全ての再生可能エネルギーを対象とし、全量を買収することを基本とする。 - ー 太陽光発電(発電事業用まで拡大)、風力発電(小型も含む)、中小水力発電(3万kW以下)、地熱発電、バイオマス発電(紙パルプ等他の用途で利用する事業に著しい影響がないもの)。 - ー 住宅等における小規模な太陽光発電等については、省エネインセンティブの向上等の観点から例外的に余剰買取とすることを基本とする。(全量買取との選択制についても今後検討。) ○ 新たな導入を促進するため、新設を対象とすることを基本とする。 - ー 既設の設備については価格等に差をつけて買収する等、何らかの措置を講ずる。	費用負担について ○ 本制度により、電力部門のエネルギー自給率の向上とグリーン化が進展することや、買取費用の回収に係る制度を安定的に実施していく観点から、諸外国の例も踏まえ、電気料金に上乗せする方式とすることを基本とする。 ○ 買取対象を拡大するに当たって、地域間の負担の公平性を保つため、地域間調整を行うことを基本とする。 ○ 全ての需要家が公平に負担する観点から、電気の使用量に応じて負担する方式を基本とする。
買取価格、買取期間について ○ 買取価格・期間は、下記の太陽光発電等を除いたものについては、以下の観点から15～20円/kWh程度、15～20年程度を基本とし、一律の買取価格・期間とする。 - ー 買取価格は、標準的な再生可能エネルギー設備の導入が経済的に成り立つ水準、かつ、国際的にも遜色ない水準とする。 - ー 買取期間は、設備の減価償却期間等を参考にして設定する。 - ー エネルギー間の競争による発電コスト低減を促す。 ○ 今後価格の低減が期待される太陽光発電等については、価格低減を早期に実現するため当初は高い買取価格を設定し、段階的に引き下げ、買取期間は10年とする。	電力系統の安定化対策 ○ 系統安定化対策については、電力需要が特に小さい日等に備えて、将来的に、蓄電池の設置や太陽光発電等の出力抑制を行うなど、国民負担を最小化しつつ、再生可能エネルギーの最大限の導入を可能とするような最適な方策を、今後検討していく。 ○ また、将来的な系統安定化に関する技術開発動向や、実際の系統への影響等を見据えつつ、必要に応じて制度の見直しを検討する。 その他 ○ 再生可能エネルギー設備の設置に関し、諸規制の適切な見直しや、公正で透明な電力系統の運用の確保など、その導入のための環境整備も重要である。 ○ 再生可能エネルギーの導入量等を注視しながら、3～5年後を目安として、必要に応じて機動的に制度を見直す。

出典：再生可能エネルギーの全量買取制度に関するオプション

3.1.2 費用負担のオプション

(1) 基本的な考え方

前節で整理したように、全量買取制度導入に伴う費用負担に関する制度の基本的な考え方として以下が示されている。

- 本制度により、電力部門のエネルギー自給率の向上とグリーン化が進展することや、買取費用の回収に係る制度を安定的に実施していく観点から、諸外国の例も踏まえ、電気料金に上乗せする方式とすることを基本とする。
- 買取対象を拡大するに当たって、地域間の負担の公平性を保つため、地域間調整を行うことを基本とする。
- 全ての需要家が公平に負担する観点から、電気の使用量に応じて負担する方式を基本とする。

(2) 費用負担のオプションと検討のポイント

①費用負担の方法に関するオプション

下表が基本的なオプションとなる。検討に際してのポイントとしては、受益者負担、エネルギー間の公平性、消費者や産業への影響、制度の持続可能性等が考えられる。

オプション	概要
電力料金に上乗せされる形の制度とする。	本制度におけるメリットを受ける電力分野内において負担を解消することとなるため、受益者負担の観点からは適当であるが、電力多消費産業への影響が大きくなることが懸念される。
税その他の方法により、広くエネルギー消費全般で負担する制度とする。	すべてのエネルギー利用者がより公平に負担することとなる一方で、電力分野における負担増を他のエネルギーに負わせることには議論あり。

②地域間調整に関するオプション

下表が基本的なオプションとなる。検討に際してのポイントとしては、地域間の公平性、地域間格差の水準等が考えられる。

オプション	概要
全国的に同一の単価を設定する。	本来、全国大での取組である再生可能エネルギーの普及に対する負担に関し、地域間の公平性が担保される一方で、精算のための仕組みが新たに必要になるなど制度が複雑化する。
各地域ごとに単価を設定する。	地域ごとの負担の偏りが大きい場合には、地域間の費用負担の格差が拡大することが懸念される。

③特定分野における軽減措置の是非について

下表が基本的なオプションとなる。検討に際してのポイントとしては、エネルギー需要家間の公平性や負担水準、消費者や産業への影響等が考えられる。

オプション	概要
電気の使用量が多い者等の負担を軽減する。	電力多消費産業等への影響を軽減できる一方、家庭・民生などの他の分野への負担が相対的に重くなることや軽減措置の対象の線引きが困難であることが懸念される。
電気の使用量等に応じた負担を一律とする。	すべてのエネルギー利用者が電気の使用量等に応じて公平に負担することとなるが、負担が大きい場合は、電力多消費産業等の国際競争力への影響が懸念される。

3.2 買取費用等転嫁と電気料金制度との関係整理

3.2.1 買取費用の負担に関する電気料金制度上の取扱い

買取費用の負担については、すべての需要家が公平に負担する観点から、全量買取制度の大枠において、電気の使用量に応じて負担する方式が基本となる。負担の公平性を確保する観点からは、確実に買取費用を回収することが必要であり、このためには、例えば、電気事業者に買取費用を回収するための請求権を付与するとともに、規制小売分野については、供給約款に、買取費用の負担を「再生可能エネルギー促進付加金（以下「サーチャージ」と略称）」として、電気事業法における「料金その他の供給条件」の一部として位置づけることが考えられる。

また、自由化分野におけるサーチャージについても、電気の供給の対価を構成する要素として、電気の本体料金と一体的なものとして位置づけ、規制小売分野と同様の取扱いを確保していくことが必要不可欠である。具体的には、一般電気事業者・PPSともに、すべての需要家に対し、それぞれの電力需給契約において負担を求めるとともに、最終保障約款にサーチャージを位置づけることが必要である¹¹。

¹¹規制小売分野、自由化分野いずれにおいても、サーチャージは電気の本体料金と一体的なものとして取り扱われることから、支払拒否の場合には、約款等に従い供給停止の対象となる。

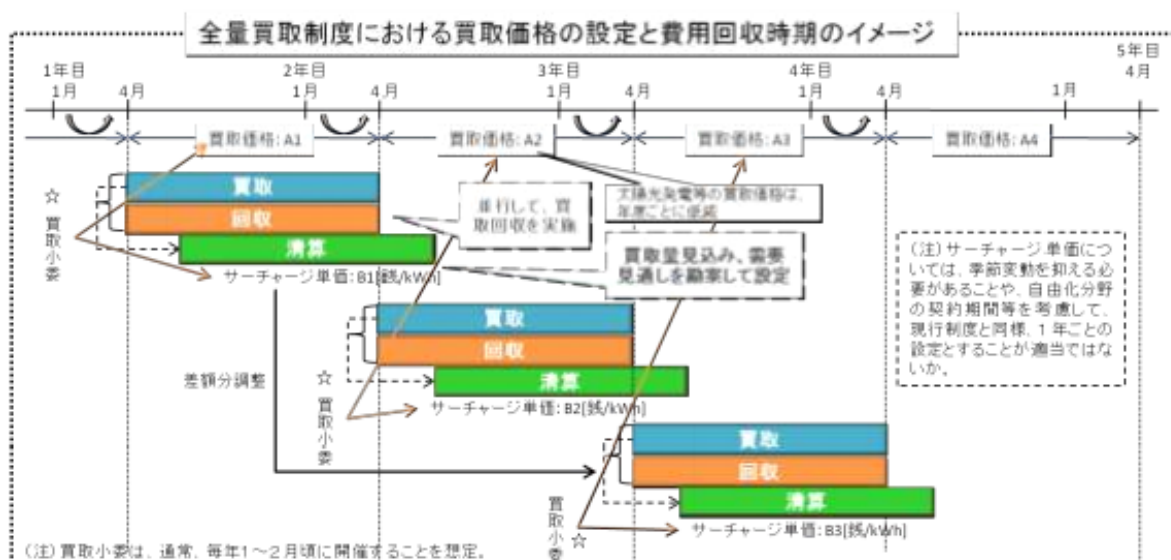
3.2.2 全量買取制度における買取費用の回収タイミング

全量買取制度においては、買取対象が大幅に拡大することに加え、一般電気事業者以外の事業者も買取を行うことが想定される。こうした点を踏まえつつ、費用回収のタイミングについて、WG 2では以下の2つの案のメリット・課題が検討され、同時回収方式をベースとすることが適当とする意見が多数であった。

なお、同時回収方式とする場合、サーチャージ単価を設定する際、前提となる買取費用、需要電力量とも見込みで設定する必要があるため、実際の回収総額は回収すべき買取総額と多少のずれが生じることが考えられることから、差額分については事後的に調整することが必要である。

表 3.2.2-1 費用回収のタイミングの検討

方式	概要	メリット・課題
事後回収方式 (現行方式)	1年分(暦年)の買取費用を確定した上で、サーチャージ単価を設定し、総需要電力量見込みに基づき、翌年度に回収する。	- 電気事業者に金利負担が発生し、結果的に国民負担が増すおそれがある - 相対的に財務基盤が弱く、かつ、再生可能エネルギー買取量比率の高いPPSほど、財務への影響が大きくなるおそれがある。 - 買取りが終了した次年度においては、買取りは行われないにもかかわらず、負担だけが発生する。 - 買い取られた電力は同時に需要家に供給されるため、回収についても、買取りと並行して実施することが可能
同時回収方式	1年分(年度)の買取費用見込み及び総需要電力量見込みに基づき、サーチャージ単価を設定。買取りと同時並行的に回収を実施する。	サーチャージ単価を設定する際、前提となる買取費用、需要電力量とも見込みで設定する必要があるため、実際の回収総額は回収すべき買取総額と多少のずれが生じる



出典：次世代次世代送配電システム検討会第2ワーキンググループ最終報告書

図 3.2.2-1 全量買取制度における買取価格と費用回収時期のイメージ

3.2.3 地域間調整に関する考え方

全量買取制度の大枠においては、「地域ごとに再生可能エネルギーの導入条件が異なる中で、買取対象を拡大するに当たって、地域間の負担の公平性を保つため、地域間調整を行うことを基本とする。」とされている。

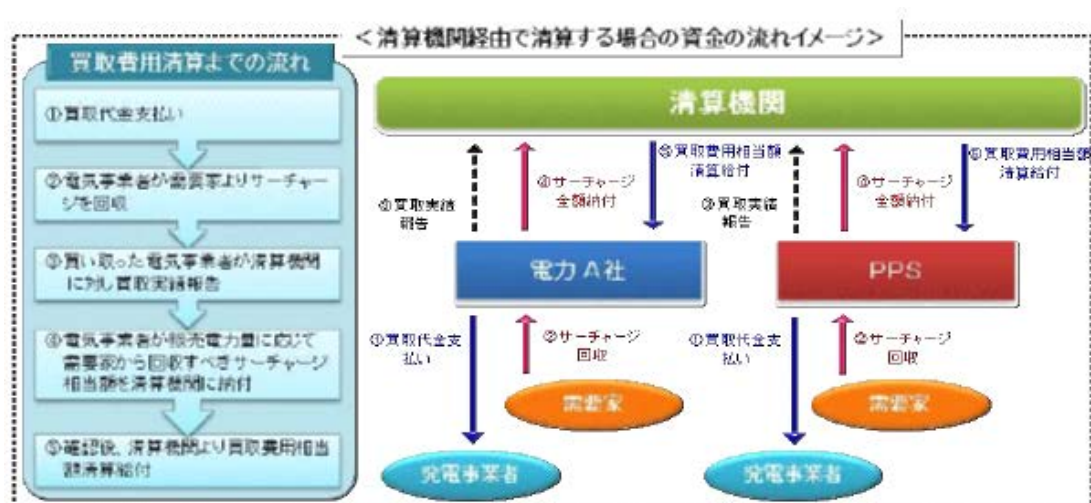
地域間調整を行う具体的な方法としては、以下の2つの考え方が想定されることから、WG2では以下の2つの案のメリット・課題が検討され、清算機関方式が適当であるとの意見が大勢を占めた。

なお、実際に制度設計においては、清算機関のコストについても、全量買取制度の実施に必要な費用として、サーチャージの算定基礎に含めることが一案である。その場合、算定基礎については、行政が関与するなど適切な手段により透明性をもって決定されることが必要と考えられる。

また、清算機関となる具体的な主体や、清算業務と他の業務との区分をどのように行うか、信用リスクに対してどのように対応するか等については、より詳細な検討が必要と思われる。

表 3.2.3-1 地域間調整の方法の検討

方式	概要	メリット・課題
事業者間清算方式	電気事業者間で直接清算を行う。PPS等の間では、複数の一般電気事業者間の供給区域をまたがる託送料金の清算スキーム（事業者間清算制度）などを踏まえ、事業者間で清算を行う仕組みを用いることで対応する。	清算機関方式のような新組織設立、運営によるコストがかからない。
清算機関方式	各事業者が需要家から回収したサーチャージを、いったん清算を集中的に行う清算機関（クリアリングハウス）に集約した上で、各事業者が清算機関から受け取るべき買取費用については、清算機関が確認を行い、買取実績に応じて分配する。	- 収支の流れが明確になる。 - PPS・特定電気事業者も含む多数の事業者間での調整に対応可能である。 - 一元的に資金決済を行う清算機関を経由した方が、地域間調整に係る全体コストの抑制が期待できる。



出典：次世代次世代送配電システム検討会第2ワーキンググループ最終報告書

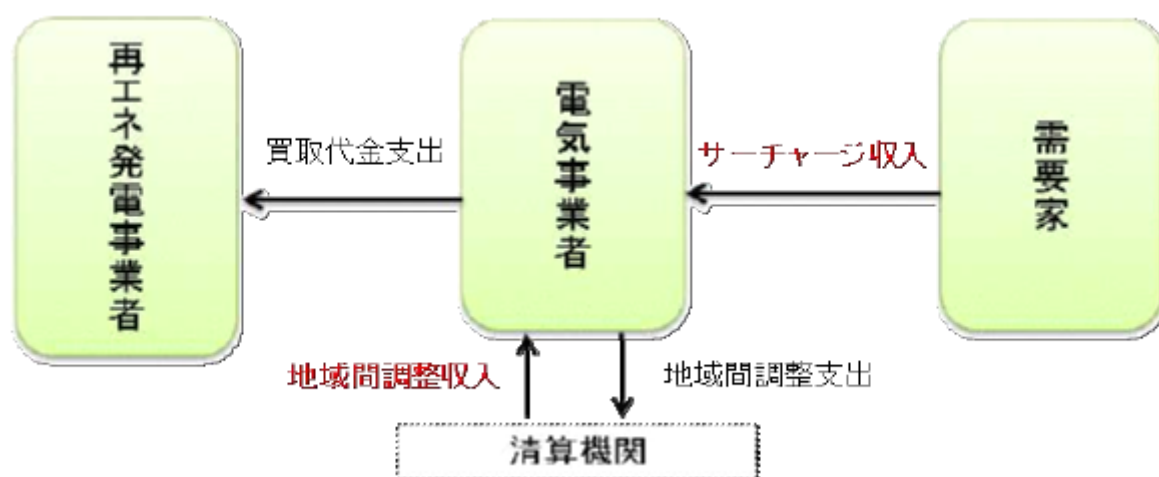
図 3.2.3-1 清算機関経由で清算する場合の資金の流れのイメージ

3.2.4 諸経費等のコストの取扱い

全量買取制度の導入に伴い電気事業者に生ずる、買取費用以外のシステム改修や再生可能エネルギー発電設備設置者への払込みに要する諸経費等の負担が生じる。

これについて、WG 2 の議論では、適正な費用の明確な特定が困難であることから、実績費用に基づきサーチャージとして需要家が負担する仕組みにはなじまず、買取主体となる電気事業者の料金原価に算入することが適当であるとされた。

また、全量買取制度の導入に際しては、現行制度と異なり、清算機関と事業者、あるいは事業者間で新たに金銭のやり取りが行われる。このことを踏まえると、今後の課題としては、電気事業者のサーチャージや、地域間調整において各電気事業者が受領する金銭、及び清算機関が徴収・清算する金銭について、税務上（法人税・事業税）、会計上の取扱いを整理することが挙げられる。



出典：次世代次世代送配電システム検討会第2ワーキンググループ最終報告書

図 3.2.4-1 サーチャージの資金の流れ（イメージ）

3.2.5 外生的・固定的なコスト要因の料金反映

現行電気事業制度下の規制小売料金改定では、料金値上げとなる場合には、経済産業大臣の認可（電気事業法第19条第1項）が必要となっており、認可プロセス¹²においては、供給約款料金審査要領に基づく審査や公聴会の開催（同法第108条）等が求められており、申請受理後の標準処理期間は4ヶ月¹³である。これに、一般電気事業者による事前準備の期間を含めると、一連のプロセスにはさらに期間¹⁴を要すると思われる。

これに対して、サーチャージについては、

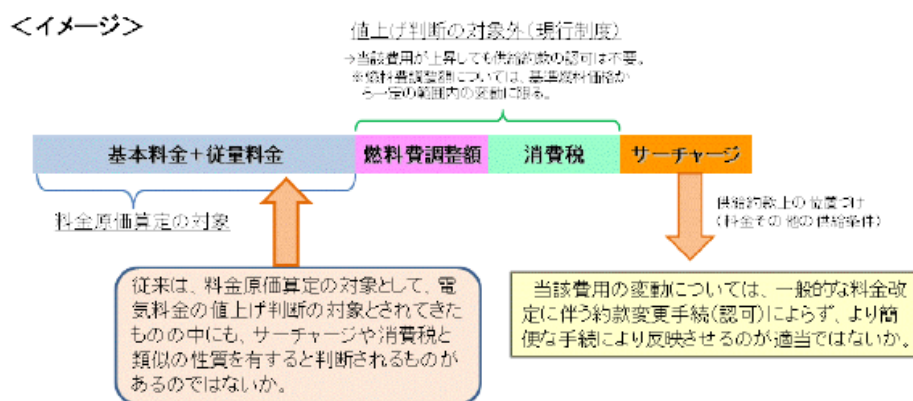
- ① 外生的な要因によって、電気事業者にとってのコスト増加要因となっている。
- ② 電気事業者にとって、効率化努力の余地がない、または、コスト増加を避けるための合理的な代替手段が存在しない。
- ③ コスト増加要因が法令の根拠に基づき発生している。
- ④ コストの額が明確なルールに基づき算定可能となっている。

等の性質を有している¹⁵と考えられる。

このような性質を有しているものが増加する場合にまで、電気事業者のコスト削減等に向けた経営努力を求めることは、料金規制の趣旨に鑑みれば不合理であり、電気事業者に過剰な規制を強いることとなると考えられる。

以上のような理由から、WG2における議論・検討の結果としては、「外生的・固定的なコスト要因」としてのサーチャージの料金反映については、円滑な実施のためにも、電気料金制度上、より簡便かつ機動的な手続きによることを可能とすることが適当であるとされた。

また、サーチャージ以外にも、外生的な要因等によるコスト増加として整理できるもの¹⁶が存在する可能性はあることから、こうしたコスト増加分については、サーチャージ同様、他の費用項目と区分した上で機動的に料金に反映する仕組みを設けるなどの検討がなされるべきとしている。



出典：次世代次世代送配電システム検討会第2ワーキンググループ最終報告書

図 3.2.5-1 外生的・固定的なコスト要因の料金反映（イメージ）

¹² 電気事業法がこうした認可手続を求めている趣旨は、一般電気事業者が独占供給体制の下で能率的な経営によらない非効率なコストを需要家に転嫁することを防止することを目的としていると考えられる。

¹³ 「総合資源エネルギー調査会電気事業分科会第2次報告」（平成21年8月）において、4ヶ月の標準処理期間を2ヶ月程度とするように、料金認可プロセスの短縮化について提言がなされたところ。

¹⁴ 次世代次世代送配電システム検討会第2ワーキンググループ最終報告書では、「半年以上要する」としている。

¹⁵ これらの性質に加え、サーチャージは外生的な要因によって変更頻度が決まり、かつ、当面の間は毎年度増加していくことが確実視される状況である。

¹⁶ 例えば、環境税などが考えられる。

3.3 系統安定化対策費用等の負担ルールの検討

3.3.1 基本的考え方

全量買取制度の大枠においては、電力系統の安定化対策に関する基本的考え方として、

- ・ 電力需要が特に小さい日等に備えて、将来的に、蓄電池の設置や太陽光発電等の出力抑制を行うなど、国民負担を最小化しつつ、再生可能エネルギーの最大限の導入を可能とするような最適な方策を今後検討していくこと、
- ・ 将来的な系統安定化に関する技術開発動向や、実際の系統への影響等を見据えつつ、必要に応じて制度の見直しを検討すること

とされている。

こうした中、平成21年度「次世代送配電ネットワーク研究会」では以下に示すような複数のシナリオにおける系統安定化対策費用の試算がなされ、結果が示された。いずれのシナリオであっても需要家負担が生じるとは避けることはできない。こうした系統安定化対策費用の負担ルールを検討する必要がある。

表 3.3.1-1 系統安定化対策費用の試算結果
2,800 万 kW 導入ケース

シナリオ	2020年までの 負担総額	2020年時点の全需要家 平均負担単価
①(出力抑制なし) (系統側蓄電池)	16.24兆円	3.00円/kWh
②(特異日出力抑制)	3.67兆円	0.74円/kWh
③(特異日半量抑制)	8.54兆円	1.56円/kWh
④(特異日+端境期出力抑制)	1.36兆円	0.19円/kWh
⑤(特異日+端境期出力抑制+需要創出)	1.45兆円	0.21円/kWh

出典：次世代送配電ネットワーク研究会

系統増強費用については、

○現状においては、再生可能エネルギー電源に限らず、発電事業者が発電設備を設置することに伴う系統増強費用については、対策の直接の原因者が明確に特定できれば、特定負担が原則。

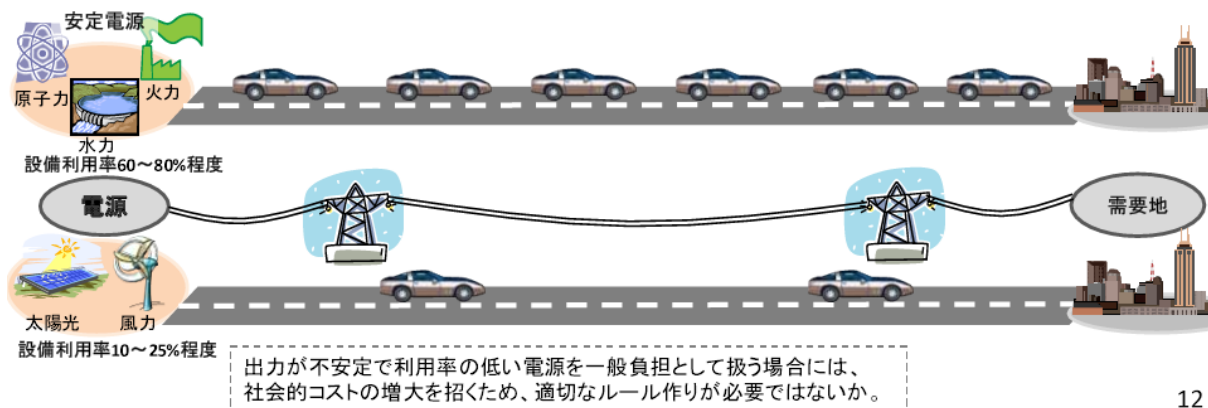
○これに対して、諸外国の中には、再生可能エネルギー導入拡大の観点から、発電事業者が再生可能エネルギー発電設備を設置する場合に必要な系統増強対策費用について、一般負担とするの考え方もある。

○想定され得る系統増強対策としては、大別して、(1) 送電線の新增設と、(2) 電源線と送電線との接続点における電圧維持対策のための設備増強があるが、相対的に大規模な投資が必要となるのは(1)である。

○特に、風力や太陽光のように、設備利用率の低い電源のために送電線の増強を行う場合、発電

電力量あたりの設備償却費用が高くなることから、限界費用を十分踏まえた上で、適切な費用負担ルールを作ることが必要と考えられる。

<系統利用状況のイメージ図>



12

3.3.2 事業用発電設備の設置に伴う電源線敷設・系統増強対策費用の負担ルール

現在のルールでは、事業用の発電設備を設置する場合、原因者が特定できるものとして、発電事業者が電源線及び系統増強対策費用を負担することが原則として整理されている。

一方で、一般電気事業者が設定している送電容量や連系可能容量を超えて再生可能エネルギー発電設備を系統連系（送電網との接続）しようとする場合、発電事業者側が電源線や系統増強コストを負担する意向の有無にかかわらず、系統増強費用が高いといった理由で拒否される場合があるのが現状である。

こうした中、全量買取制度下において、電源線コスト及び系統増強コストについての適切な負担ルールについて、WG 2において検討が行なわれた。

（１） 電源線敷設に係る費用負担ルール

電源線に係る費用負担については、従来から原因者が特定出来るものとして特定負担（発電事業者負担）として整理されてきた。これを一般負担（電気料金で広く需要家から回収）とする場合、発電事業者のみが利用する送電線を社会全体で支えることとなる上、全体として高コストな電源立地に過剰なインセンティブが付与され、結果的に最終的な需要家負担の増大を招くおそれがある。他方、特定負担であれば、全量買取制度の下で、電源線費用を含めたコストがより低い地域から、順次、発電設備が設置され则认为られる。

したがって、電源線敷設に係る費用負担については引き続き、特定負担とすることが適當である。

ただし、系統連系技術要件ガイドライン等を踏まえ、一般電気事業者等が電圧調整装置の設置等を求める場合、具体的な対策の適切性や費用負担の妥当性については、一義的な挙証責任を一般電気事業者側が負うことが適當である。

（２） 系統増強に係る費用負担ルール

現状においては、再生可能エネルギー電源に限らず、発電事業者が発電設備を設置することに伴う系統増強費用については、対策の直接の原因者が明確に特定できれば、特定負担が原則である。

全量買取制度においては、再生可能エネルギー発電設備が設置された場合に、買取義務を負う者（一般電気事業者等）は、一定の買取拒否事由に該当しない限り、技術的に可能な範囲で売電契約を締結する義務を負うため、系統連系を拒否することができないとの整理が基本である。この場合、一定の買取拒否事由に該当することについての挙証責任は、買取り側にあるとの点で、従来の売電契約とは質的な変化があり、従来よりも再生可能エネルギー導入を促進する方向での制度設計することが想定される。他方で、風力や太陽光のように、設備利用率の低い電源のために送電線の増強を行う場合、発電電力量あたりの設備償却費用が高くなることから、こうした限界費用を十分踏まえた上で、適切な費用負担ルールを作ることが必要とされる。

系統増強費用の負担については、諸外国でのルールも踏まえ、大きく分けて以下の２つのルールが想定可能である。

WG 2においてそれぞれのメリット・課題が検討され、発電事業者負担方式を採用することが適当であるとする意見が多数であった。

表 3.3.2-1 系統増強費用の負担方法の検討

方式	概要	メリット・課題
発電事業者負担方式	発電事業者の負担とし、その場合には原則として系統増強を実施する。 対策内容の妥当性や対策費用の適切性に対する举证責任は一般電気事業者が負うものとする。	- 市場原理に基づき、系統増強費用を含めた最終的な需要家負担が低い地点から発電設備の立地が進むという点で費用対効果に優れ、原則一律価格での買取りという全量買取制度の趣旨とも整合的である。 - 系統増強が必要ない発電施設との公平な競争条件が確保される。 - 発電事業者にとって、一般電気事業者から示される系統安定化対策の妥当性や費用負担の見積もりの適切性が確保される必要性あり。 - 原因者負担ルールにより、風力発電の適地に計画的かつ効率的な設置が進まないといった懸念がある場合、政策的に必要であれば、一定の区域において、系統増強が進むよう戦略的な支援策を講じることも一案として考えられる
上限付き一般負担方式	一般負担（一般電気事業者が託送料金等で回収）とするが、系統増強を行う場合の費用に上限を設け、発電施設の設置コスト（電源線コストを含む）の一定比率以上となる場合には、買取義務が解除される。	- 非合理的なコストを要する場合にまで系統増強を行うことは、最終的な需要家（国民）負担が増大することから適当ではないため、系統増強を行う場合の費用に上限を設け、一定以上のコストがかかる場合には、買取拒否事由とする。 - 買取義務が解除される上限値を合理的な考え方に基づき設定することが困難である¹⁷ - 発電事業者にとって、一般電気事業者から示される系統安定化対策の妥当性や費用負担の見積もりの適切性が確保される必要性あり。 - 発電事業者負担方式名目上の買取価格が相対的に低くても導入は進むが、別途、系統増強対策費用がかかるため、社会的な費用の合計は高くなるおそれ。 - 一般負担の場合、再生可能エネルギー電源の導入が進む地域ほど電気料金が上昇することから、地域間調整を行うとの制度設計の考え方とは整合的でない。

¹⁷ ドイツにおいては、非合理的な系統増強費用となる上限値として「２５％」が設定されているが、あくまで目安であり、何らかの科学的根拠に基づいて設定された水準としては確認できなかった。

最終報告書では以下の通り見解が示されている。

- ・ 系統増強費用については発電事業者（設置者）の負担とするが、発電事業者が費用を負担する場合には、一般電気事業者は、原則として、系統増強を行うものとするのが適当である。
- ・ 系統増強に係る具体的な対策内容の妥当性や対策費用の適切性について一般電気事業者が適切な説明を行い、仮に、当事者間で合意できない場合には、中立的な第三者機関における紛争処理プロセスに委ねることとし、その際の一義的な挙証責任は、一般電気事業者側が負うこととすべきではないか。
- ・ なお、発電事業者負担方式とすることにより、風力発電等の適地に計画的かつ効率的な設置が順調に進まないといった状況が生ずる場合、政策的に必要であれば、一定の区域において、系統増強が進むような戦略的な支援策を講ずることも一案である。
- ・ また、いかなる方式を採用するにせよ、全量買取制度下における再生可能エネルギーの導入状況を見つつ、適切なタイミングで、系統増強に関する費用負担ルールのあり方を改めて検討し、必要に応じてルールを見直していくことが適当と考えられる。

（参考）各国の系統連系に係る費用負担の扱いについて

2010年1月現在

項目		英国	フランス	ドイツ	スペイン	デンマーク	日本
系統増強	6～15万V程度	増強費用のうち発電事業者の起因分を当該事業者負担、残りは配電系統運用者(DSO)負担	送電系統運用者(TSO)負担	DSO負担 経済的に不合理な方法での連系は行わない	発電事業者負担	原則として、発電事業者負担 風力はTSO負担	発電事業者負担
	5万V程度以下		DSO負担			原則として、発電事業者負担 風力はDSO負担	
電源線	6～15万V程度	発電事業者負担	発電事業者負担	発電事業者負担	発電事業者負担	発電事業者負担	発電事業者負担
	5万V程度以下		発電事業者負担(※4)	洋上風力の沖合変電所から陸上の送電線との連系地点まではTSO負担		洋上風力の沖合変電所、および同変電所から陸上の送電線との連系地点までは系統運用者負担	

（備考）

※1：再生可能エネルギー電源の系統への接続が想定される電圧階級は15万V以下。

※2：系統運用者の負担分は、最終的に一般需要家の電気料金に転嫁。

※3：電圧調整装置や自動解列装置のような付加的機器の費用は原則発電事業者負担。

※4：フランスの配電系統への連系のうち電源線については、従前はDSOが40%の費用負担を行っていたが、2010年に風力・太陽光の導入が増えてDSOの負担が重くなったため、発電事業者の100%負担となった。

(参考) 過去の審議会における報告

◆風力発電系統連系対策小委員会中間報告書（平成 16 年 7 月）

現在の送電線・変電所の仕様では連系が不可能な場合については、系統連系の本検討の際に、電力会社保有の送変電設備の増強について電力会社と風力発電事業者との協議を行うことが期待される。

協議の際には、風力発電事業者が当該送変電設備の増強のための費用負担を許容する意思を表明している場合であって、電力会社保有の送電線・変電所の能力を増強すれば連系可能になる場合には、例えば新規用地の取得困難や地域の反対など、費用以外の要因により増強が不可能な場合を除き、電力会社は、能力増強の内容（技術的根拠を含む）及び増強のための費用を通知し、連系を認めることが望ましい。

◆総合資源エネルギー調査会電気事業分科会第 2 次報告（平成 21 年 8 月）

（3）新エネルギー大量導入に伴って必要となる系統安定化対策費用の負担の在り方（抜粋）

新エネルギーの大量導入に伴って必要となる系統安定化対策費用としては、配電対策費用、周波数調整力確保対策費用、余剰電力対策費用等が考えられるが、これらの費用のうち、対策の直接の原因者が明確に特定されるものについては、現行制度における考え方と同様に原因者負担と整理すべきと考えられる。ただし、現在は、配電対策費用¹⁸の一部を除き、実際の設備形成や設備運用がなされていないことから、これまで新エネルギー電源の設置者負担となっていない種類のコストを新たに設置者負担と整理することを検討する場合には、実運用データ等の客観的な材料に基づき、明確な因果関係の存否について十分な検証・議論を行うことが必要である。また、当該検証・議論の結果として設置者負担と整理する場合には、設置者の費用負担が増えると新エネルギーの普及が遅延・抑制される可能性があるとの指摘等を踏まえれば、公的支援の可否を含めて検討を行うことが重要である。

一方、対策の直接の原因者が明確に特定できないコストについては、設置者負担と整理できないことから電気料金により回収されるべきものと整理されるところ、一般電気事業者が設備を設置する場所や設備の機能に応じて、送電等関連費又は送電等非関連費のいずれかに整理するというのが現行料金算定ルールの基本的考え方である。しかしながら、その場合、例えば、蓄電池は系統の需給バランスを確保する機能を有する設備であるとともに、蓄電された電気については他の発電設備による電気と何ら区別されることなく需要家に対して供給されるという発電設備としての機能も有していること、蓄電を機能的に捉えれば揚水発電所との類似性も存すること等を踏まえれば、その費用全体を送電等関連費又は送電等非関連費のいずれかに整理し、系統利用者負担又は一般電気事業者の需要家負担のいずれかと画一的に整理し続けることは、必ずしも適当ではない。

上記の蓄電池の例にあるように、その機能等に着目し、現行料金算定ルールの考え方に代わる整理を新たに行おうとする場合には、原因者負担の整理の可否についての検討の場合と同様、実運用データ等の客観的な材料に基づく検証・議論を行うことが求められる。現時点では、そうした客観材料が十分に存在せず、特に蓄電池については、その価格水準や技術動向、太陽光発電等の普及状況によって、その導入形態も変わり得ること等も踏まえれば、系統安定化対策費の負担の在り方については、以上の点を踏まえつつ、引き続き検討を行うことが適当である。

¹⁸太陽光パネルの導入に伴う配電対策として行われる柱上変圧器の分割設置に係る費用については、原因者が特定できることから、これまでもパネル設置者が負担してきているところ、こうした費用負担を求める場合には、その必要性を負担者に十分説明することが重要と考えられる。

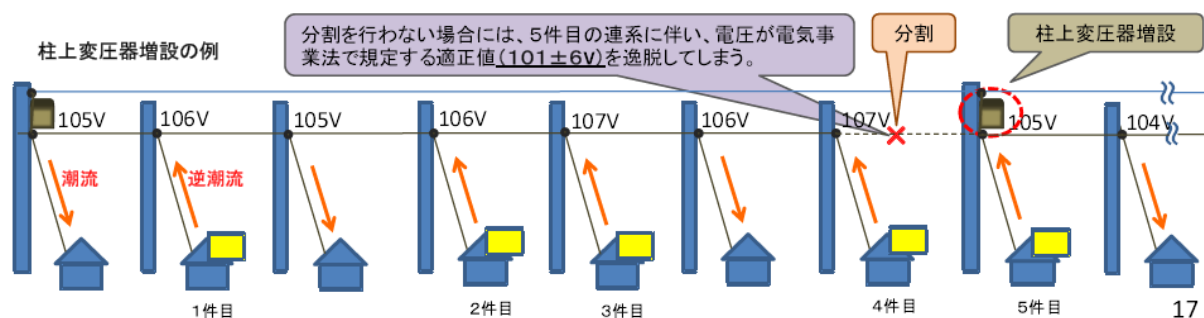
3.3.3 住宅用太陽光発電に係る系統増強対策費用のうち、トランス増設費用の扱い

従来、太陽光パネルの導入に伴う配電対策として行われるトランス（柱上変圧器）の増設に係る費用については、原因者が特定できることから、太陽光パネルの設置者負担として整理されている。しかし、増設が必要となるタイミングで設置した者は、対策が必要となる事態のトリガーは引いているものの、すでに周辺の住宅にパネルを設置した者も、トランス増設の原因に寄与しているともいえる。

こうした事情を踏まえ、適切な負担ルールとしてはどのようなものが考えられるか、WG 2において検討が行なわれ、以下の通り報告されている。

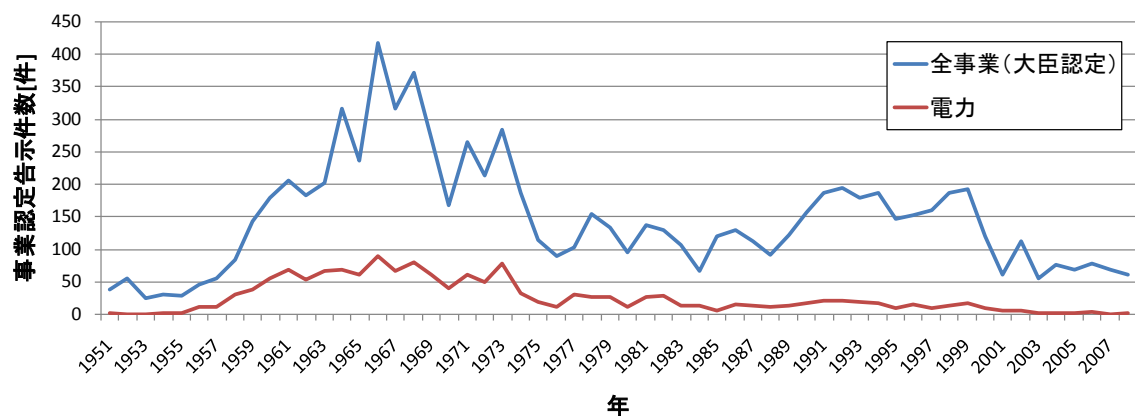
トランス増設費用については、増設による対策が必要となるタイミングで太陽光パネルを設置した者について原因者負担の原則が妥当し得ることから、当該増設費用を負担することが原則と考えられる。しかしながら、トランス増設費用を特定の者が負担することは、同じ太陽光パネルを設置した者の間に結果的に不均等に生じるコストである。一方、こうした不均等に生じるコストは、太陽光パネル設置者の投資リスクを増大させるものであり、今後の太陽光発電の普及拡大に支障となる懸念がある。

したがって、こうした不均等なコストを緩和するための方策について、引続き検討する必要がある、何らかの手段によって、パネル設置者を支援する仕組みを構築することによって、普及拡大のための環境を整備すべきである。



出典：次世代次世代送配電システム検討会第2ワーキンググループ最終報告書

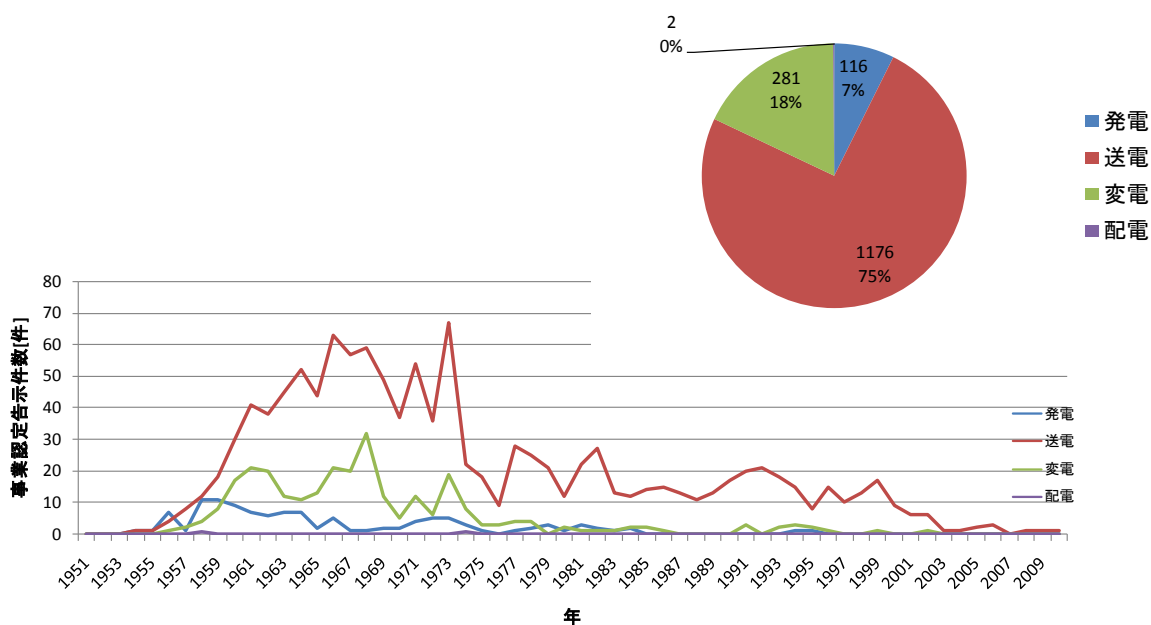
図 3.3.3-1 太陽光発電導入によるトランス増設の例（イメージ）



出典：国土交通省「土地収用法の運用状況」、および小澤道一「逐条解説 土地収用法」より作成

図 4.1-2 土地収用制度における電気事業の件数

電気事業の業務別に見た事業認定数では、送電分野が大半を占めることがわかる



出典：官舎情報サービスより作成

図 4.1-2 土地収用制度における電気事業の内訳

5. 次世代送配電送配電システム制度検討会について

5.1 設立趣旨

次世代エネルギー・社会システム協議会の下、「次世代送配電ネットワーク研究会」においては、再生可能エネルギーの大量導入を受け入れる次世代送配電ネットワークの構築のため、系統安定化に係る技術的課題の整理や系統安定化対策コストの試算等の検討を行い、その結果を本年4月26日にとりまとめ、公表するとともに、「再生可能エネルギーの全量買取に関するプロジェクトチーム」（以下、全量買取PT）にも報告したところ。

全量買取制度の導入に当たり、いかなるオプションを採用するにしても、再生可能エネルギー拡大に対応した系統運用ルール、系統安定化に必要な送配電システムの具体的内容、買取費用の回収スキームなど、電気事業法に基づく諸制度とも密接に関連する技術的事項について、詳細な検討が不可欠である。

このため、次世代エネルギー・社会システム協議会の下に、省内の検討会として「次世代送配電ネットワーク研究会」を発展する形で「次世代送配電システム制度検討会」を設置し、上記の事項について検討を行った。

5.2 次世代送配電送配電システム制度検討会 委員名簿

座長	金本 良嗣	東京大学公共政策大学院一大学院経済学研究科	教授
委員	伊佐 均	(社)日本電機工業会 重電政策委員会	委員長
		(株)日立製作所執行役常務電力システム社火力担当	CEO
	大日方 隆	東京大学大学院経済学研究科	教授
	後藤 清	KDDI (株) 執行役員ソリューション事業本部副事業本部長	
	野村 淳二	パナソニック (株) 代表取締役専務	
	林 泰弘	早稲田大学大学院先進理工学研究科 電気・情報生命専攻	教授
	福長 恵子	(社) 日本消費生活アドバイザー・コンサルタント協会理事	
	藤井 康正	東京大学大学院工学系研究科 原子力国際専攻	教授
	森本 宜久	電気事業連合会	副会長
	山内 弘隆	一橋大学大学院商学研究科	教授
	横山 明彦	東京大学大学院新領域創成科学研究科	教授

5.3 次世代送配電送配電システム制度検討会 審議経過

第1回 平成22年5月27日

(議題)

- ・ 「次世代送配電システム制度検討会」について
- ・ 送配電システムの現状と課題について

6. 次世代送配電システム制度検討会第1ワーキンググループについて

6.1 設立趣旨

再生可能エネルギー拡大に対応した系統運用ルール、系統安定化に必要な送配電システムの具体的内容などの技術的事項については、詳細かつ専門的議論を相当程度行うことが必要と見込まれる。したがって、次世代送配電システム制度検討会の下に、次世代送配電システムの技術・ルール等の検討を行う第1ワーキンググループ（WG1）を設置し、具体的検討を進める。

6.2 次世代送配電システム制度検討会第1ワーキンググループ 委員名簿

座長	横山 明彦	東京大学大学院新領域創成科学研究科教授
委員	伊藤 敏憲	UBS証券会社株式調査部シニアアナリスト兼マネージングディレクター
	江川 尚	一般社団法人 電力系統利用協議会 事務局長
	大橋 弘	東京大学大学院経済学研究科 准教授
	栗原 郁夫	(財)電力中央研究所システム技術研究 所長
	合田 忠弘	九州大学大学院システム情報科学研究院 教授
	小西 貴雄	シャープ(株)ソーラーシステム事業本部システム事業推進センターシステム企画室長
	住吉 浩次	KDDI(株)ソリューション推進本部ソリューション8部長
	武井 務	(株)エネット代表取締役 社長
	竹中 章二	(社)日本電機工業会 新エネルギー政策委員会 委員長 (株)東芝 電力流通・産業システム社 統括技師長
	辰巳 国昭	(独)産業技術総合研究所ユビキタスエネルギー研究部門蓄電デバイス研究グループ長
	中野 和江	NPO法人あすかエネルギーフォーラム理事長・消費生活アドバイザー
	萩原 龍蔵	一般社団法人太陽光発電協会高密度連系部会 副部会長
	橋本 健	大口自家発電施設者懇話会理事長
	早坂 礼子	産業経済新聞社編集局編集委員
	林 泰弘	早稲田大学先進理工学部電気・情報生命工学科教授
	祓川 清	(株)ユーラスエナジージャパン代表取締役社長
	廣江 譲	電気事業連合会事務局長
	藤井 康正	東京大学大学院工学系研究科原子力国際専攻教授
	山口 博	東京電力(株) 常務取締役電力流通本部副本部長

6.3 次世代送配電システム制度検討会第1ワーキンググループ 審議経過

第1回 平成22年6月8日

(議題)

- ・ 「次世代送配電システム制度検討会・WG1」について
- ・ 送配電システムの現状と課題について
- ・ 太陽光発電の出力抑制について

第2回 平成22年7月1日

(議題)

- ・ 再生可能エネルギーに係る優先規定について

第3回 平成22年7月23日

(議題)

- ・ 再生可能エネルギーに係る優先規定について

第4回 平成22年8月30日

(議題)

- ・ 電力系統における双方向通信の導入に向けた課題

第5回 平成22年10月15日

(議題)

- ・ 電力系統における双方向通信の導入に向けた課題
- ・ スマートメーターの情報の取扱について

※スマートメーター制度検討会（第6回）合同会合

第6回 平成22年12月1日

(議題)

- ・ 再生可能エネルギーに係る優先規定について

第7回 平成22年12月27日

(議題)

- ・ 実証事業等の進捗状況等について
- ・ 電力系統における双方向通信の導入に向けた課題

第8回 平成23年1月20日

(議題)

- ・ 再生可能エネルギーに係る優先規定について
- ・ 報告書骨子（案）について

第9回 平成23年2月23日

(議題)

- ・ 報告書とりまとめ

7. 次世代送配電システム制度検討会第2ワーキンググループについて

7.1 設立趣旨

再生可能エネルギー拡大に対応した系統運用ルール、系統安定化に必要な送配電システムの具体的内容、全量買取制度に係る買取費用の回収スキームなどの技術的事項については、詳細かつ専門的議論を相当程度行うことが必要と見込まれる。

したがって、次世代送配電システム制度検討会の下に、「全量買取制度に係る費用回収スキーム等」の検討を行う第2ワーキンググループ（WG2）を設置し具体的検討を行った。

7.2 次世代送配電システム制度検討会第2ワーキンググループ 委員名簿

座長	金本 良嗣	東京大学大学院経済学研究科	教授
委員	大橋 弘	東京大学大学院経済学研究科	准教授
	大日方 隆	東京大学大学院経済学研究科	教授
	城所 幸弘	政策研究大学院大学	教授
	林 泰弘	早稲田大学先進理工学部	教授
	藤井 康正	東京大学大学院工学系研究科	教授
	山内 弘隆	一橋大学大学院商学研究科	教授

7.3 次世代送配電システム制度検討会第2ワーキンググループ 審議経過

第1回 平成22年6月30日

（議題）

- ・ 「次世代送配電システム制度検討会・WG2」について
- ・ 全量買取制度に関する検討状況（報告）と今後の検討課題について
- ・ 買取制度に関する技術的検討課題について（1）

第2回 平成22年9月8日

（議題）

- ・ 全量買取制度の大枠について（報告）
- ・ 買取費用の回収スキーム等に関する技術的論点について

第3回 平成22年10月7日

（議題）

- ・ 買取費用の回収スキーム等に関する技術的論点（2）について

第4回 平成22年11月4日

（議題）

- ・ 全量買取制度に係る技術的課題等について（案）について

8. スマートメーター制度検討会について

8.1 設立趣旨

「次世代送配電ネットワーク研究会」を発展する形で「次世代送配電システム制度検討会（座長：金本良嗣 東京大学大学院経済学研究科教授）」を設置するとともに、新たに「スマートメーター制度検討会（座長：林泰弘 早稲田大学大学院先進理工学研究科教授）」を設置し、以下に示すような事項について検討を行った。

- ① スマートメーター及びこれと連携したエネルギー・マネジメント・システムの果たす機能の整理
- ② ②①の機能の実現に向けた制度的・技術的課題の整理（データの提供の在り方等）
- ③ ③スマートメーターの普及に向けたステップ 等

8.2 スマートメーター制度検討会 委員名簿

座長	林 泰弘	早稲田大学大学院先進理工学研究科 教授
委員	石王 治之	パナソニック株式会社 エナジーソリューション事業推進本部本部長
	伊藤 敏憲	UBS 証券会社株式調査部 シニアアナリスト兼 マネージングディレクター
	梅嶋 真樹	慶應義塾大学大学院 政策メディア研究科 特別研究講師
	大野 智彦	中部電力株式会社 取締役 専務執行役員
	城所 幸弘	政策研究大学院大学 教授
	小林 俊一	東光東芝メーターシステムズ株式会社 開発技術部 参事
	斎藤 昇	東京都水道局 研修一開発センター 開発課長
	重松 公夫	セントラル石油瓦斯株式会社 代表取締役社長 社団法人エルピーガス協会 卸委員会 委員長
	新野 昭夫	ゼネラルエレクトリックインターナショナルインク GE エナジー デジタルエナジー部長
	辰巳 菊子	社団法人日本消費生活アドバイザー・コンサルタント協会 理事
	土井 義宏	関西電力株式会社 常務取締役
	中山 雅之	日本アイ・ビー・エム株式会社 未来価値創造事業 事業推進理事
	服部 徹	電力中央研究所 主任研究員
	藤原万喜夫	東京電力株式会社 常務取締役
	前田 忠昭	東京ガス株式会社 取締役 副会長
	松村 敏弘	東京大学社会科学研究所 教授
	宮崎 達三	日本電信電話株式会社 研究企画部門チーフプロデューサー
	村上 憲郎	グーグル株式会社 名誉会長
	米原 高史	日本電気計器検定所 専務理事

8.3 スマートメーター制度検討会 審議経過

第1回 平成22年5月26日

(議題)

- ・ 「スマートメーター制度検討会」について
- ・ スマートメーターをめぐる現状と課題

第2回 平成22年7月1日

(議題)

- ・ スマートメーターの機能①（需要家情報の活用）について

第3回 平成22年7月22日

(議題)

- ・ スマートメーターの機能②（メーターの活用による業務効率化等）について

第4回 平成22年8月31日

(議題)

- ・ ガスメーター等について
- ・ 諸外国における動向（アジア等）

第5回 平成22年10月4日

(議題)

- ・ スマートメーターの情報の取扱について

第6回 平成22年10月15日

(議題)

- ・ 電力系統における双方向通信の導入に向けた課題
- ・ スマートメーターの情報の取扱について

※次世代送配電システム制度検討会第1ワーキンググループ(WG1)（第5回）合同会合

第7回 平成22年11月19日

(議題)

- ・ スマートメーターの普及に係る論点等について

第8回 平成22年12月16日

(議題)

- ・ スマートメーターに求められる機能について

第9回 平成23年2月3日

(議題)

- ・ 今後の対応について
- ・ 報告書骨子（案）について

第10回 平成23年2月17日

(議題)

- ・ 報告書（案）について

9. 用語集

AMI (Advanced Metering Infrastructure) : 高度メータインフラストラクチャ。情報通信を応用することで、需要家と電力会社の双方向通信を可能とするインフラである。

CEN (Comité Européen de Normalisation) : 欧州標準化委員会。ヨーロッパ 15 ヶ国の標準化機関の参加の下、ローマ条約に従って 1961 年に創設。ISO/TC204 より一足早く 1991 年から CEN/TC278 を発足させ、欧州内の ITS に関する標準設定作業を進めている

CENELEC (Comite Europeen de Normalisation Electrotechnique) : 欧州電気標準化委員会。1973 年に設立され、ヨーロッパにおける電気・電子技術分野の統一規格である欧州規格 (EN) の制定を担当している。

DSO (Distribution System Operator) : 主として配電システムの系統運用責任者

ETSI (European Telecommunications Standards Institute) : 欧州電気標準化機構。1988 年に設立され、ヨーロッパ圏の電気通信における標準仕様を策定するための標準化団体の名称である。米国の ANSI (American National Standards Institute) と同様の役割を果たしている。

ESCJ (Electric power System Council of Japan) : 一般社団法人電力系統利用協議会。2004 年 2 月に、送電ネットワークの公平利用を目指すため、全国共通のルールを策定し、そのルールが守られているかどうかを監視するため、電気事業法に基づく日本で唯一の『送配電等業務支援機関』として、経済産業大臣の指定を受け、世界でもほとんど例のない民間主導の機関

EU 再生可能エネルギー利用促進指令 : 2009 年に制定され、2020 年までに最終エネルギー消費量に占める再生可能エネルギー消費量の割合を加盟国平均で 20% (英国の場合 15%) に高めることを義務付ける

EWIS (European Wind Integration Study) : 欧州風力発電連系研究

FIP (Feed-in-Premium) : 市場価格の電力料金に固定プレミアム (ボーナス) を上乗せした価格で買取する制度

FIT (Feed-in Tariff) : 固定価格買取制度

FRT (Fault Ride Through) 機能 : 系統側からは電圧低下時の運転継続機能で、Low voltage ride through と呼ばれる。

HEMS (ホーム・エネルギー・マネジメント・サービス) :

IEA (International Energy Agency) : 国際エネルギー機関。加盟国において石油を中心としたエネルギーの安全保障を確立するとともに、中長期的に安定的で持続可能なエネルギー需給構造を確立することを目的として 1974 年に設立。

IEC (International Electrotechnical Commission) : 国際電気標準会議。各国の代表的標準化機関から成る国際標準化機関であり、電気及び電子技術分野の国際規格の作成する。

IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) : 米国電気電子学会。1963 年に創設され、電子部品や通信方式などの標準化を行なっている。

LFC・LFC 容量 : 負荷周波数制御 (LFC: Load Frequency Control) を行うことのできる発電所で調整可能な発電機出力。負荷周波数制御とは、負荷変動に起因する周波数変化量や連系線電力変化量等に応じて発電機出力を制御することであり、数 10 秒から数 10 分の周期の負荷変動を吸収する。

LPC (Loop Power flow Controller) : 電力融通装置。現状で放射状構成をとる配電系統を適切な地点でループ化する機器であり、分散型電源連系時の系統電圧制御のみならず、ネットワーク潮流の均等化や瞬時電圧低下補償など、多様な機能を実現できる特長を有する。

Negative Price : 電力取引において取引の底値のマイナスを許容する仕組みで、Nord Pool において 2009 年 11 月より導入される。

NIST (National Institute of Standards and Technology) : 米国国立技術標準化研究所。連邦政府の機関で、工業技術の標準化を支援。

Nord Pool : 1993 年にノルウェー送電会社の取引所として設立したが、1996 年スウェーデンの電力自由化に伴い共通市場として改編。その後フィンランド (1998 年)、デンマーク西部 (1999 年)、デンマーク東部 (2000 年) が加入し、北欧の電力取引の共通市場となった。PCS (Power Conditioning System) : 太陽電池からの直流電力を交流電力に変換する機器

PLC (Power Line Carrier) : 送電線路に高周波 (100kHz から 450kHz までの周波数) を重畳して情報を伝送する方式。2006 年には、規制緩和により屋内に限り 2 MHz から 30MHz の周波数の使用が許可され屋内の電力線を利用したホームネットワーク構築の要素技術の一つとなっている

RPS (Renewable Portfolio Standards) : 再生可能エネルギーの利用割合の基準

SVC (Static Var Compensator) : 静止形無効電力補償装置。配電系統の電力品質を維持するために電力系統の電圧・無効電力を制御する方法の一種。

SVR (Step Voltage Regulator) : 線路用電圧調整器。配電系統の電力品質を維持するために電力系統の電圧・無効電力を制御する方法の一種。

TC (Technical Committee) : 規格策定に関わる技術委員会

TSO (Transmission System Operator) : 主として送電系統の系統運用責任者

UCTE (Union for the Co-ordination of Transmission of Electricity) : 欧州送電協調連盟。1951 年設立。

アモルファス合金：結晶構造を持たない非晶質合金。柱上変圧器に用いることにより、損失低減を図ることが可能となる。

位相調整器（Phase Shifter）：電圧又は電流の波の位置を表わす言葉で位相差とは二つの波のズレをいう、位相調整器はこの位相のズレを修正する装置

イタリア全土停電：2003年9月、地域バランスとしての電源不足に加えて、嵐の影響でスイスからの送電線が使用不能になりイタリア全土が停電。

インターフェース：二つのものの間に立って、情報のやり取りを仲介するもの。また、その規格。IT関連では、「ハードウェアインターフェース」「ソフトウェアインターフェース」「ユーザインターフェース」の三つに大別できる。

異常時：事故などによる電力供給の安定性が何らかの形で損なわれている状態

エネルギー効率：広義には投入したエネルギーに対して回収（利用）できるエネルギーとの比。

エネルギー密度：電池では質量あたりに蓄えられるエネルギーを指す。

遠隔検針：計量器の計量データを無線通信手段によりデータ収集装置に取得して表示する。
AMR:Automated Meter Reading などとも呼ばれる。

欧州広域停電：2006年11月、ドイツ北西部で発生した送電系統の過負荷がもととなり、欧州大陸で周波数同期して運用されている電力系統が3つに分断され、需要超過となった欧州大陸西部では各国で負荷遮断に至った結果、欧州広域で停電が発生

カウンタートレード：トレーディング手法の一つで、相場の行き過ぎを判断し、上昇時には売り、下落時に買いを行う投資行動

カレンダー機能：あらかじめ機器にカレンダーに基づく制御指令が組み込まれたもの

慣性力：慣性系に対し加速度運動をしている座標系で運動方程式を記述する際に現れる見かけ上の力であるが、ここでは発電機等回転機器が有するものを指す。電力系統では、負荷は一定ではなく、絶えず変動しているので周波数も変動するが、電力系統では多数の同期発電機が稼働しており、その慣性力が大きいので通常は周波数変動は問題にならない。

逆潮流（逆潮）：発電設備設置者から電力系統側へ向かう有効電力の流れ。

給電・再給電：電力を供給することで、再給電は、停電復旧時に再び電力を供給すること。

供給信頼度：電力システムの供給信頼度とは、発電から送配電、需要家を含めた系統システム全体の頑健性を指し、一般には「停電の少なさ」が目安となる

系統運用ルール：電力系統を運用するためのルールで、我が国では一般社団法人 電力系統利用協議会が定めた「電力系統利用協議会ルール」がある。

系統連系技術要件ガイドライン：発電設備設置者と電気事業者との間で、系統連系の条件について、

個別に協議を行うために必要となる技術要件を定めるために制定されたもの。「系統連系技術要件ガイドライン」は平成 16 年 10 月に廃止され、「電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン」が制定されている。

軽負荷時：全体の電力需要が少なくなる夜間などの時間帯

公衆感電：伐倒木により切れて垂れ下がった電線に接触、クレーン操作中に、ブームやワイヤー等が接近・接触、建設作業中に身体、鉄筋、パイプ等が接触などにより感電する事故

高調波：交流電源の基本波(一般的には商用周波数の 50Hz 又は 60Hz)の整数倍の周波数を持つもの。

高調波を含まない基本波のみの波形はきれいな正弦波であるのに対し、高調波を含んだ波形は歪んだものとなる。この歪んだ電圧波形が電力系統側に流れ込むことと、他の電気機器に対し誤動作・異常振動・異常加熱・焼損等を引き起こす場合がある。

高調波：系統の電流（または電圧）の波形が歪んでいる場合、その電流（または電圧）には、基本波の他に基本波周波数の整数倍の周波数をもつ波形成分が含まれている。これらの波形成分を高調波といい、基本波周波数 f [Hz] の整数倍の周波数 nf [Hz] の高調波を第 n 高調波または第 n 調波という。

再生可能エネルギー：自然現象から取り出すことができ、何度利用しても再生可能な枯渇しないエネルギー資源。具体的には、太陽光、太陽熱、風力、バイオマス、雪氷熱、温度差熱、地熱、水力、海洋エネルギー。

産業連関表：産業連関表は、国内経済において一定期間（通常 1 年間）に行われた財・サービスの産業間取引を一つの行列（マトリックス）に示した統計表で、5 年ごとに関係府省庁の共同事業として作成している。

瞬時電圧低下：電力系統を構成する設備に、落雷等により 2 相または 3 相短絡（地絡）が発生した場合（直接接地系では 1 相地絡事故を含む）、事故設備を保護リレーで検出し、遮断器を開放することにより事故設備を切り離すが、それまでの極めて短時間（0.07～2 sec 程度）故障点を中心に、広範囲に電圧が著しく低下する現象をいう。

スマートグリッド：現時点では明確な定義があるわけではないが、従来型の大容量集中発電と CO₂ 排出量が少なく、効率的な需要反応が可能な多極・分散型電源との共存を実現するもの

セキュリティホール：セキュリティホールとは、ソフトウェアの設計ミスなどによって生じた、システムのセキュリティ上の弱点

ゼロ・エミッション電源：発電時に化石燃料の燃焼を伴わず CO₂ を排出しない電源。具体的には、再生可能エネルギー（太陽光、風力等）や原子力電源等。

単独運転：単独運転とは、系統に事故等が発生し供給を停止した時に、局所的な系統負荷へ分散型電源が電力を供給している状態のことをいう。この状態が継続すると人身および設備の安全に対して大きな影響を与える恐れがあるため、単独運転状態を検出する単独運転検出機能が開発されている。

地域間連系：電力会社相互送電線を通じて、気温変動や予期せぬ発電所の停止などによる電力需給の逼迫時などに、電力の融通によって補う仕組み

蓄電池：エネルギー貯蔵技術の一種で、現在実用化しているものとしては、鉛、ニッケル水素、リチウムイオン、ナトリウム硫黄などの方式がある。

潮流：発電設備設置者から電力系統側へ向かう有効電力の流れ。

通信インフラ：情報通信に関わる社会基盤（通信網）

通信プロトコル：プロトコルとは、ネットワークを介してコンピュータ同士が通信を行なう上で、相互に決められた約束事で、通信手順、通信規約などと呼ばれることもある。

デファクト基準：国際機関や標準化団体による公的な標準ではなく、市場の実勢や学問上の評価などによって事実上の標準とみなされるようになった「業界標準」の規格・製品

デマンド・サイド・マネジメント（DSM）：従来、供給サイドのみが行っていた電力システムの計画や運用に、デマンドサイドすなわち需要家が自ら参加し、需要家にとっての便宜を損なうことなく、全体として最も経済的で環境負担の少ない電力供給システムを構築する手法。

デマンドレスポンス：電力需要の価格弾力性を活用することで、電力需要を抑制する取組で、2000 年以降、アメリカの一部地域で導入され始めている。

電圧調整装置：供給電圧を電気事業法に規定された許容変動範囲以内に収めるための装置

電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン：系統に連系することを可能とするために必要となる要件のうち、電圧、周波数等の電力品質を確保していくための事項及び連絡体制等について考え方を整理したもの

電力系統：電力の発生から消費に至るまでの発電所、送電線、変電所、開閉器、配電線、需要家等の一連の設備が一体的に結合されたシステム。送電系統（発電所から配電用変電所まで）と配電系統（配電用変電所から需要家まで）より構成される。

同期化力・同期機器：電力系統に接続され、同期速度で運転している発電機群のうち、1 台の発電機が何らかの原因で加速し、相差角 θ が進んだ場合は、これをもとに戻すような力が働かなければならない。発電機への機械的入力が一一定であれば、 θ が増加した場合は発電機出力 P が増加し、この増加分に相当する発電機のエネルギーを放出させ、減速させる必要がある。発電機出力 P の変化に対する位相角 θ の変化を同期化力と呼んでいる。同期化力を発生できる機器が同期機器。

特異日：電力需要が年間のうち著しく少なくなる日（ゴールデンウィーク及び年末年始）。

配電用開閉器：開閉器とは平常時の負荷電流を開閉でき、かつ電路の短絡状態における異常電流も投入できる装置

端境期：電力需要が年間のうち比較的少なくなる春季及び秋季。

パワーエレクトロニクス・パワーエレクトロニクス機器：電力用半導体デバイスを用いて電力の変換、制御、開閉を行う技術・機器

バンク：配電用変圧器

バンク逆潮流：配電用変電所の変圧器をバンクと呼び、配電用変電所のバンク単位で逆潮流が発生すると、電圧管理や保護協調面で問題が生じる恐れがある他、バンク単位の単独運転の可能性もある。

ヒートポンプ：大気や地中からの熱を圧縮機と膨張弁を使い効率よく移動させることによって、冷却や加熱を行なう装置

不要解列：配電線の系統切替などによる電圧位相の急変、上位系統への落雷等による瞬時電圧低下といった、本来的には分散型電源が解列されてはならない事象を単独運転検出装置（受動的方式）などが検出して分散型電源を解列すること、及びこの防止策。分散型電源が一斉かつ大量に不要解列されると、需給のバランスを崩し、周波数の低下などの問題を引き起こす。

プロトコル（通信プロトコル）：ネットワークを介してコンピュータ同士が通信を行なう上で、相互に決められた約束事の集合。通信手順、通信規約とも言われる。

平常時：電力供給が安定的に行われている状態

ベース供給力：電力需要のベース部分に対する供給を担い、電力需要の変化に応じた発電出力の調整を行わず出力一定で運転する電源。

マイクログリッド：一定地域内において、複数の分散型電源、電力貯蔵設備および制御装置等を組み合わせ、ネットワーク化し、エネルギーを供給するシステム

無効電力：負荷と電源とで往復するだけで消費されない電力。電圧の実効値と電流の実効値との積で示される表向き（見かけ）の電力（皮相電力）の位相差のサイン（ $\sin \theta$ ）の積で求められる。

ユースケース：システム開発などにおいて、システムが外部に提供する機能のこと。利用者や外部の別のシステムなどがそのシステムを使ってできることを意味する。

優先アクセス（Priority Access）：発電電力の買取時に、加盟各国は、再生可能エネルギーによる電気に対して、系統への優先的アクセス又はアクセス保証を提供しなければならないとする規定

優先給電（Priority Dispatching）：需給バランス調整時に、電力系統の安定的な運転が可能なことを前提に、給電の際、各国電力系統の安定的な運転が可能、かつ、透明性と非差別的な基準に基づく限りにおいて、系統運用者は再生可能エネルギー発電設備に対して優先性を付与する、あるいは再生可能エネルギー発電電力の削減を最小化するために適切な系統措置及び市場に基づく運用措置が講じられること保証する規定

優先接続（Priority Connection）：発電事業者が、系統運用者との連系協議時に、再生可能エネルギーの系統への接続手続きを迅速にするために、優先接続又は予備的な接続容量を新設の再生可能エネルギー発電設備に与えることができる規定

余剰電力：発電量が需要量を上回り、余剰となった電力。

流通設備：送電、変電及び配電設備

ループフロー：異なる電圧階級の長距離送電線によるループ構成となっていることにより、所期の潮流が送電線に乗らない状態

出典：

- ・ 電気工学データベース (<http://www.power-academy.jp/db/glossary/>)
- ・ 電力用語集 (<http://www.fepc.or.jp/library/words/index.html>)
- ・ IT用語辞典 (<http://e-words.jp/>)