

巻頭論文

# スマートグリッド・スマートコミュニティの取り組み

松崎 正\* 金子博彦†  
 松田春紀\*\* 齋藤 讓\*\*\*

Business Approach of Smart Grid and Smart Community

Tadashi Matsuzaki, Haruki Matsuda, Yuzuru Saito, Hirohiko Kaneko

要 旨

低炭素社会の実現に向けた日本のエネルギーの新たなベストミックスを考えていく上で再生可能エネルギーは、従来にも増して重要視され、導入が加速されていく。東日本大震災の復興構想の中でもエネルギーは重要な要素となっており、再生可能エネルギーの整備は不可欠事項として位置づけられているが、これに加えて災害時でも一定のエネルギーが確保できることが新たな要件とされている。エネルギー消費の面では、これまでも政策面で省エネルギーの取り組みがされてきたが、今後は自然エネルギーを最大限利用しつつ消費を大幅に抑制する革新的な技術が必要である。スマートグリッド・スマートコミュニティはエネルギーの供給側・需要側を含めこれらを実現する次世代のエネルギーインフラである。

三菱電機は、これまで供給側である電力会社向けに発電・送電・配電の分野で種々の製品・システムを提供し、電力の安定供給や電力の高品質の確保に貢献してきた。また、需要側としての交通・ビル・工場・家庭の各分野では、パワーデバイス技術、パワーエレクトロニクス技術を基盤技術として高効率化、省エネルギー、創エネルギーに資する製品を提供しており、今後もこれらの製品・システムの個々の性能の進化を図っていく。

一方、個々の製品の進化だけではエネルギーを部分最適していることに留(とど)まる。天候に左右されやすい太陽光発電や風力発電等の再生可能エネルギーを最大限活用してエネルギーの全体最適を図るためには、情報通信技術によって各製品を有機的に接続することで供給側と需要側を一体とし、天候などの不確定要素があってもその状況において全体最適を図りたいエリア単位で最も望ましい需給を実現することが要件となってくる。

当社は尼崎・和歌山地区にスマートグリッド・スマートコミュニティ実証サイト、大船地区にはスマートハウスを整備し、これらの設備を用いて多角的な検証を進めており、次の目標を掲げ技術開発を進めている。

- ①低炭素で経済的かつ信頼性の高い電力系統の実現
- ②需要家での電力消費量の見える化と制御によるエネルギー最適利用の実現
- ③緊急時にも対応した堅牢(けんろう)なエネルギーインフラの実現

これらの目標を達成し、当社のスマートグリッド・スマートコミュニティの理念である“低炭素社会と安全で豊かな社会への貢献”を図っていく。



eco電化コミュニティ

スマートグリッド技術が反映された次世代配電網を利用し、自然エネルギー最大利用も含めたエネルギーのベストミックスをベースにコミュニティ全体のエネルギーを最適化することで、低炭素社会と安全で豊かな生活の両立を目指す。

## 1. ま え が き

国内のスマートグリッドは再生可能エネルギーの大量導入に伴う電力品質の安定維持といった供給側の視点と、蓄エネルギーや蓄熱等のエネルギー移動の制御、電化によるより高度で最適なエネルギー利用といった需要家の視点双方で議論され、研究開発や実験がされてきている。一方、3月11日の東日本大震災から、災害時での電力インフラのあり方や電力不足への対応もその不可欠要件と認識されつつある。

当社が取り組むスマートグリッド・スマートコミュニティは“低炭素社会と安全で豊かな社会への貢献”を理念とし、そのための具体的な目標として、

- ①低炭素で経済的かつ信頼性の高い電力系統の実現
- ②需要家での電力消費量の見える化と制御によるエネルギー最適利用の実現
- ③緊急時にも対応した堅牢なエネルギーインフラの実現の3つを掲げ技術開発を進めている(図1)。

すでに製品として提供している各種エネルギー関連製品に対して、パワーデバイス、パワーエレクトロニクス技術を駆使して高効率化を図るとともに、ICT (Information and Communication Technology) 技術によって各製品をつなげ、エネルギー最適化技術によってこれらを有機的に相互作用させる。

本稿では、当社のエネルギー関連製品及び共通キー技術との関連を示し、大規模エネルギーシステムであるスマートグリッド・スマートコミュニティの実現のプロセスとして、実証実験で多角的に検証を積み重ね、次世代のエネルギーインフラの技術構築を果たしていくことを述べる。

## 2. スマートグリッド・スマートコミュニティの定義と構成要素

スマートグリッドとスマートコミュニティについては、概ね表1のような定義と認識している。

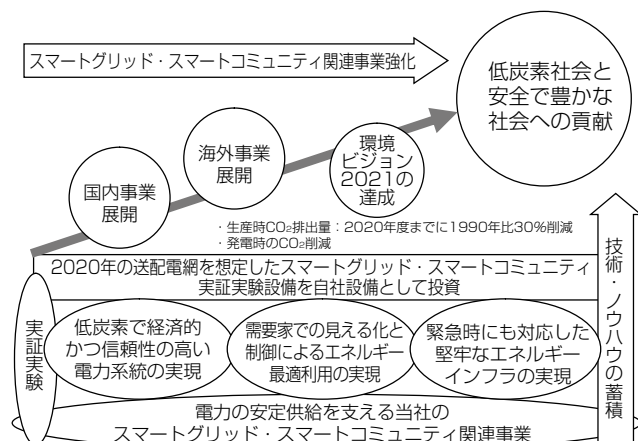


図1. 理念と技術開発の目標

図2はスマートグリッドとスマートコミュニティの関係を模式的に表している。概ねスマートグリッドは供給側のシステム、スマートコミュニティは需要側のシステムといえよう。これから分かるようにこれらを構成する要素は従来も存在、又はすでに出現している製品であり、個別に省エネルギー技術や節エネルギー技術が駆使されてきている。今後、更なる技術の進化の反映とともに、これらが有機的につながることでエネルギーの部分最適から全体最適に移るようにスマートグリッドとスマートコミュニティが実現されていくものと考えられる。

## 3. 当社のスマートグリッド・スマートコミュニティの取り組み

### 3.1 供給側の構成要素

電力供給の高信頼化や高い電力品質の実現のため、図3に示すように需給制御システム、系統安定化システム、系統安定化機器、配電制御システム、配電機器、自動検針システム等を提供してきた。

再生可能エネルギーが大量導入された場合、出力の不安定性への対応、需要量の正確な把握、配電電圧の適正値維持等、これらのシステムの重要性はますます高まる。さらに、緊急時、エリア内の分散電源で需給を成立させ、一定の生活が確保できるようなインフラとしての新たな要件も浮上している。これらの要件をとらえ、的確に対応できる技術を製品に反映していく。

### 3.2 需要側の構成要素

鉄道分野では、車両電機品や変電設備の高効率化、小型

表1. スマートグリッド・スマートコミュニティの定義

スマートグリッド
供給側としての電力システム及び需要家の各機器をネットワークでつなぎ、再生可能エネルギーの大量導入対策や全体としての省エネルギーのため、需要と供給のバランスを常に最適化し、効率のいいかつ安定的に高品質な電力供給を実現する仕組み
スマートコミュニティ
電力の有効利用に加え、熱や未利用エネルギーも含めたエネルギーの“面的利用”や地域の交通システム、市民のライフスタイルの変革等と複合的に組み合わせたエリア単位での次世代のエネルギー・社会システム(経済産業省2010年2月)

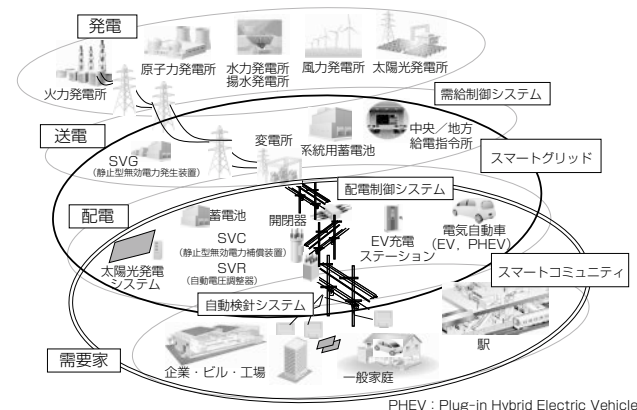


図2. スマートグリッドとスマートコミュニティの関係

軽量化を進めるとともに、回生電力を有効活用する電力貯蔵システムの開発や、駅への太陽光発電・LED (Light Emitting Diode) 照明の導入等様々な製品とシステムを提供している。

ビル分野ではエネルギー効率の高い空調、LED照明、エレベーター、省エネルギー支援を含んだビル管理システム“Facima”等様々なソリューションを提供している。

工場分野では空調・照明などのユーティリティ機器に加え、モータや変圧器等の高効率機器、エネルギー計測ユニットなどの省エネルギー支援機器や省エネルギーソリューションの“e&eco-F@ctory”やデマンド関連機器を提供している。

住宅分野では太陽光発電、空調・照明機器、給湯システム、床暖房、IH(Induction Heating)クッキング、等の省エネルギー製品を提供してきている。

今後も個々の製品の効率化を図っていくが、これに加え鉄道、ビル、工場、住宅等のクローズした中でのエネルギーの融通や自然エネルギーや再生可能エネルギー利用の最大化、エネルギー利用の工夫によるピーク抑制や緊急時のエネルギー消費抑制等を実現することが重要である。そのため、図4に示すように、BEMS、FEMS、HEMS等、各需要家単位でのエネルギー管理システムを中核にエネ

ギーの見える化をきっかけとして、創エネルギー、省エネルギー、節エネルギー、蓄エネルギーの各システムを有機的につなげ、エネルギーの最適利用システムを実現できる機能を付加していくことが重要と認識している。

3.3 情報通信

スマートグリッド・スマートコミュニティを支える神経系統として情報通信インフラは各要素を確実につなげる使命を持った重要なインフラである。

電力システムで、基幹系統と呼ばれる電圧階級の高い送電網はすでに高速、高信頼な自営通信網が整備され、電力供給の高信頼化に大きく貢献してきており、今後も継続してその役割を果たしていけるものである。

一方、再生可能エネルギーが大量に接続される配電網では電圧値を適正に維持するために面的なきめ細かい制御が求められ広帯域の通信ネットワークの整備が必要である。また、太陽光や風力等の電源が需要家側に分散配置されることによって需要量をより正確にリアルタイムに把握することが必要であり、そのための需要家との通信ネットワークの整備が必要になってくる。

当社は、光通信としてGE-PON(Gigabit Ethernet<sup>(注1)</sup> - Passive Optical Network)、ツイストペアケーブル等の長距離メタル線向けの広帯域のOFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)方式通信、需要家領域の通信として高速電力線通信や無線メッシュ通信等、多様な通信ソリューションを提供している。さらに、暗号技術や認証技術等、情報通信に欠かせないセキュリティ技術の強みを生かした情報通信インフラを実現していく。

(注1) Ethernetは、富士ゼロックス株の登録商標である。

3.4 スマートグリッド・スマートコミュニティ技術の実現プロセス

3.1節の供給側、3.2節の需要側の各構成要素は、パワーデバイス技術、パワーエレクトロニクス技術、エネルギー最適化(制御)技術等の全社横断的なキー技術によって個々のエネルギー効率の向上など製品競争力を強化してい

スマートグリッド

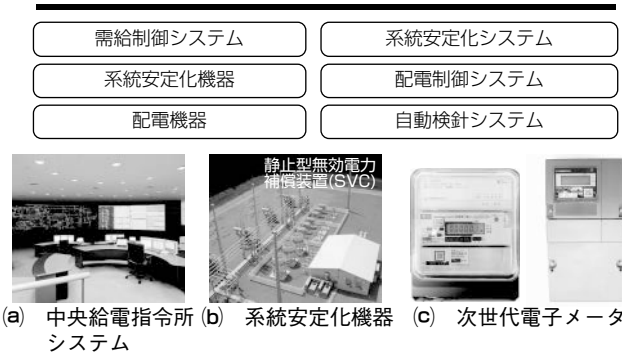


図3. 供給側の構成要素

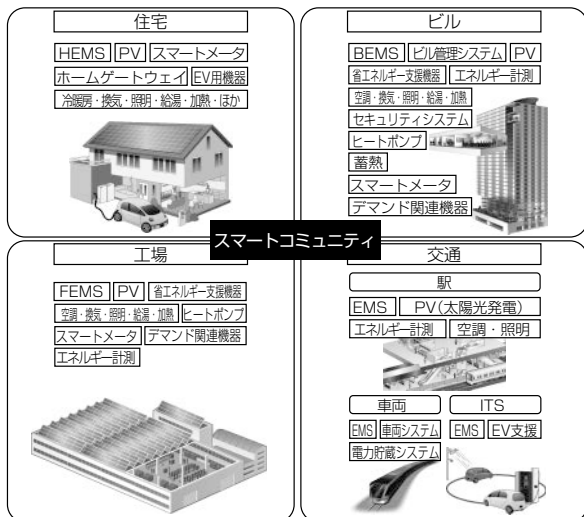


図4. 需要側の構成要素

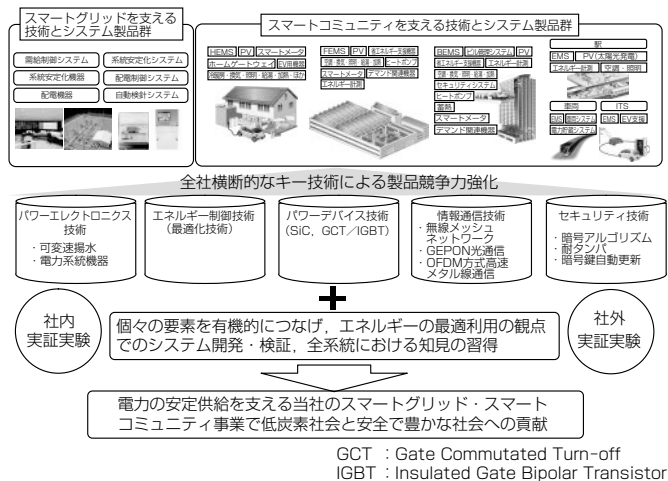


図5. 実現プロセス

GCT : Gate Commutated Turn-off  
IGBT : Insulated Gate Bipolar Transistor

くとともに、実証実験によって個々の要素を有機的につなげ、供給側・需要側すべてにわたってエネルギー最適利用の観点でのシステム開発・検証、知見の習得を行っていくことで、スマートグリッド・スマートコミュニティ技術の実現を図っていく(図5)。

#### 4. スマートグリッド・スマートコミュニティの実証

##### 4.1 尼崎・和歌山地区実証サイト

スマートグリッド・スマートコミュニティのキーは電力の安定供給と品質の維持が図られた最適なエネルギー利用にあり、大規模な最適エネルギーシステムといえる。このため、その実用性・実効性は多角的な視点での検討・検証を必要とする。当社は2020年の送配電網を想定したスマートグリッド・スマートコミュニティの実証実験サイトを尼崎・和歌山地区に整備した(図6)。

ここには、表2のように電力会社の発電・送電の基幹系、配電系、需要家系を構成する中核の設備を設置した。これらは実証実験用に各種ネットワークで有機的に接続されており、オペレーションセンターで各種実証実験の結果が視覚的に得られる。

実証システムはその目的に応じて自由に構成が可能で表3に示すように主要なモードでエネルギー需給など重要事項の検証が可能である。

##### 4.2 大船地区実証スマートハウス

ゼロエミッション住宅の実現のために、大船地区では太陽光・熱・自然風等の自然エネルギーを最大限活用するとともに、電力ピークシフトや創エネルギー・蓄エネルギー、

エネルギー消費のリアルタイム把握と最適制御の実証を行うため、スマートハウスでの実証を継続している(図7)。

HEMSコントローラに接続されたパワーコンディショナで太陽光発電、家庭用蓄電池、電気自動車間での充放電、太陽熱給湯、ヒートポンプ、IHクッキングヒーター、エアコン、床暖房、ロスナイ換気等を無線ホームネットワークで連携させ、朝昼晩、四季を通じてエネルギー最適制御

表2. 尼崎・和歌山の実証実験サイトの設備

発電系統	4MWの太陽光発電、発電機模擬装置
送電系統	変電所、系統用蓄電池、火力・揚水・風力発電と基幹系統を模擬した系統シミュレータ
配電系統	SVR(Step Voltage Regulator), SVC(Static Var Compensator), センサ付き開閉器、配電網
需要家系統	スマートメータと自動検針システム、EV充電ステーション、ビル・住宅等の模擬需要家

表3. 主要モードと検証内容

	需給検証モード	配電検証モード	総合検証モード	特定地域離島検証モード
再生可能エネルギー電源増加時の需給バランス確保	○	-	○	○
配電系統への太陽光発電大量導入時、安定した電圧の維持	-	○	○	○
次世代電子メータによる見える化、省エネルギー・節電	-	○	○	○
系統事故や系統切替え時等での電力機器の検証	-	○	○	○
緊急時における需要家による消費抑制検証	○	-	○	○
実証実験設備を使用した事前検証	○	○	○	○

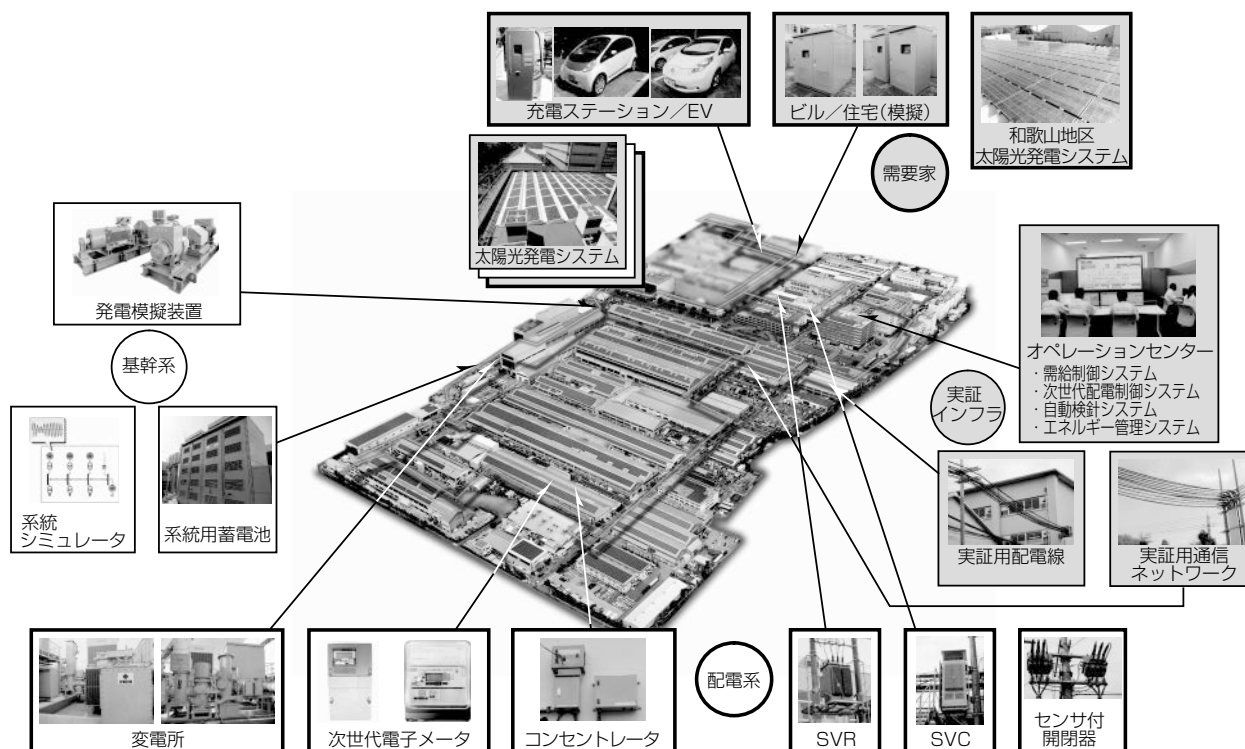


図6. 尼崎・和歌山の実証実験サイト

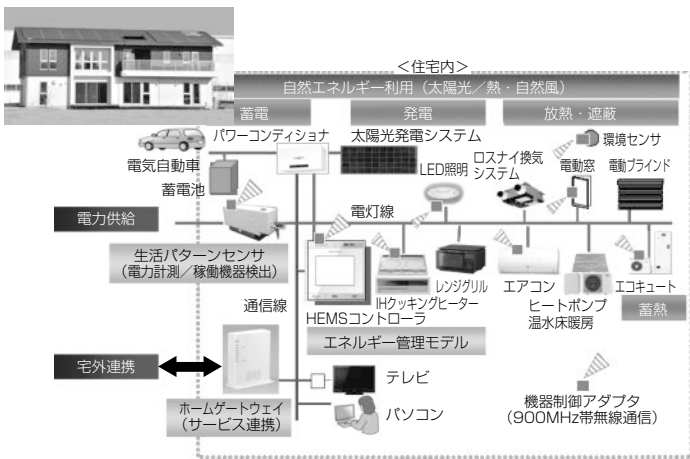


図7. 大船スマートハウス

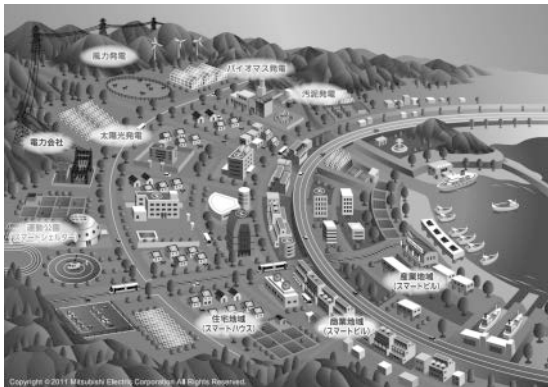


図8. 復興の街のエネルギーインフラ提案

の実績データの蓄積から知見を重ねている。また、将来、エネルギー情報管理サービスなどが立ち上がることを想定し、HEMSコントローラに接続されたホームゲートウェイを設置しており、光のブロードバンドインフラからこれらのサービスを受けられるようにしている。

### 5. 震災復興の街作りへの貢献

スマートコミュニティの実現では街単位でのエネルギーシステムの設計が不可欠である。当社は、街作りのコンセプトとして需要家側には世界最先端の省エネルギー技術を駆使して従来より大幅にエネルギー消費を削減するとともに、地域の特質に応じた地域電源を整備してエネルギーの地産地消を図るため、一定比率の電力は地域でまかなうことをコンセプトとした復興の街のエネルギーインフラを提案している（図8）。

平常時や系統脱落時、被災時等の異常時の各々の状態におけるエネルギー確保と状況に応じた需給制御を地域の単位でできることを目標としている（図9）。

尼崎の実証実験での特定地域・離島検証モード（表3）では街のエネルギーシステムを作り出し、平常時や系統脱落時、被災時のエネルギー環境を模擬することが可能であり、特に震災の復興街作りで強力なツールになると考えている。

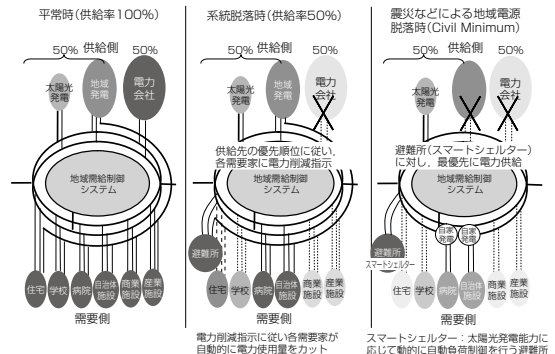


図9. 平常時、異常時のエネルギー確保と需給制御

## 6. むすび

当社は、供給側・需要側双方で長い歴史を持つ各種エネルギー関連の製品・システムを強みにしている。これらをICT技術によってつなげ、エネルギー最適化技術によって有機的に相互作用させることでスマートグリッド・スマートコミュニティの様々なモデルが構成できる。これらのモデルを尼崎・和歌山地区実証サイトと大船スマートハウスで多角的に検証を積み重ね、次世代のエネルギーインフラの技術構築を果たしていく所存である。

## 参考文献

- 三菱電機広報：スマートグリッド・スマートコミュニティ実証実験設備を本格稼働開始  
<http://www.mitsubishielectric.co.jp/news/2011/1019.html?cid=rss>
- 三菱電機広報：スマートグリッド事業について  
<http://www.mitsubishielectric.co.jp/news/2010/0517-1.pdf>
- 復興への提言～悲惨のなかの希望～，平成23年6月25日 東日本大震災復興構想会議  
<http://www.cas.go.jp/jp/fukkou/pdf/fukkouhenoteigen.pdf>
- 長坂寿久：リローカリゼーション（地域回帰）の時代へ（その1）—3・11後の日本と世界のビジョンへ向けて—，国際貿易と投資2011，No.84（2011）
- 宮城県復興計画  
<http://www.pref.miyagi.jp/seisaku/sinsaihukkou/keikaku/index.htm>
- 福島県復興計画検討委員会資料  
[http://www.cms.pref.fukushima.jp/pcp\\_portal/PortalServlet;jsessionid=9B0D2D0343BFA522203342A2E91EE591?DISPLAY\\_ID=DIRECT&NEXT\\_DISPLAY\\_ID=U000004&CONTENTS\\_ID=25367](http://www.cms.pref.fukushima.jp/pcp_portal/PortalServlet;jsessionid=9B0D2D0343BFA522203342A2E91EE591?DISPLAY_ID=DIRECT&NEXT_DISPLAY_ID=U000004&CONTENTS_ID=25367)
- 岩手県東日本大震災津波復興計画 復興基本計画案について  
<http://www.pref.iwate.jp/view.rbz?cd=32806>