

平成 22 年度卒業論文

論文題目

マイクログリッドによる電力流通の効率化

神奈川大学 工学部 電気電子情報工学科

学籍番号 200502741

吉田 龍太

指導担当者 木下宏揚 教授

目次

1	序論	3
2	基礎知識	4
2.1	マイクログリッド	4
2.2	マイクログリッドの特徴	5
2.3	マイクログリッドの導入状況	6
2.4	マイクログリッドの展望	9
2.5	分散型市場	10
2.5.1	一般市場参加者	10
2.5.2	貯蔵事業者	10
2.5.3	送電事業者	10
2.5.4	大規模発電事業者	10
2.6	電力貯蔵システム	11
2.7	余剰電力の運用	11
2.8	マルチエージェントの活用	12
2.9	モバイルエージェントの活用	12
3	提案手法	13
3.1	グリッドの中にさらに小規模なグリッドを構築、階層化しより柔軟な電力の流通	13
3.2	電気の先物取引の概念の導入	15
3.2.1	電力需要の予測	15
3.3	一般への排出権の導入	16
3.4	エージェントの活用	18
3.4.1	エージェントとは	18
3.4.2	エージェントの分類	19
3.4.3	マルチエージェント	20
3.4.4	マルチエージェントの活用	20
4	結論	21

目次

2.1	将来、考えられるマイクログリッド	4
2.2	新エネルギー等地域集中実証研究	6
2.3	八戸市 水の流れを電気で返すプロジェクト	7
2.4	京都エコエネルギープロジェクト	8
3.1	グリッドの中にさらに小規模なグリッドを構築	13
3.2	グリッドの中にさらに小規模なグリッドを構築2	14
3.3	キャップアンドトレード	16

1 序論

近年、地球環境の意識の高まりや、電力事業の規制緩和などを背景に太陽光発電・風力発電・燃料電池といった様々や分散型電源の研究、開発が盛んに行われており、その関連技術が急速に進展してきている。このような中で、分散型電源の新たな運用形態としてマイクログリッドという概念が注目され、関心を集めている。近い将来、小規模電源や電力貯蔵装置を数多くの需要家が所有することになる可能性がある。また、電気料金の低価格化や多品質な電力供給などの需要家の要望がさらに高まることが予想されている。マイクログリッドに期待される役割としては、離島などの商用系統と連系が不可能な地域における電力供給システムとしての役割、大規模停電発生時におけるバックアップシステムとしての役割、自然エネルギーや再生エネルギーを利用した分散型電源の普及・拡大などが主に挙げられる。とりわけ、日本においては、このような環境面での役割が期待されており、既に数件の実証実験などによって、マイクログリッドの環境面、経済面などの評価、検討が行われている。このようにマイクログリッドは将来の電力システムの一形態として大いに期待されているが、解決すべき課題も数多く存在する。その中でも需給制御に関するものが重要な課題の一つとして挙げられる。マイクログリッドは商用系統に比べ圧倒的に規模が小さいため、急峻な需要変動が生じる可能性が高いとされている。加えて、太陽光発電、風力発電などの自然エネルギー利用分散型電源を有するマイクログリッドでは、これらの電源の出力を予測することは極めて困難である。そのため、実際の需要や自然エネルギーの出力が、前日の予測から大きくずれる可能性があり、商用系統のように前日に決定された需給運用計画にもとづいて運用を行うことは、経済性や、安全性の面から見ても望ましくない。従って、将来の電力システム、特に需要家に最も近い配電システムには、さらなる高信頼性・高柔軟性が求められている。このようなことから、世界中で様々な新しい電力輸送、電力供給の形態が研究さら始めてきている。本稿では、新エネルギーの普及促進とエネルギーセキュリティの向上が期待されるマイクログリッドだが、電力系統から自立できるシステムの構築とそのシステムによって需要予測が困難になるため、柔軟に対応できるように提案し、分散型電源・情報技術を活用した新しい電力供給システムの開発動向について概観するとともに、いくつかの検討例を紹介しこれらのシステムを働かせるため、エージェントを活用していく。

2 基礎知識

2.1 マイクログリッド

マイクログリッドとは、太陽光発電等の自然エネルギーを含む複数の発電・蓄電設備をネットワーク化し、一つのグリッドとして管理する概念である。各グリッドで電力または熱が不足した場合にはほかのグリッドに売電するような自律分散制御が可能である。

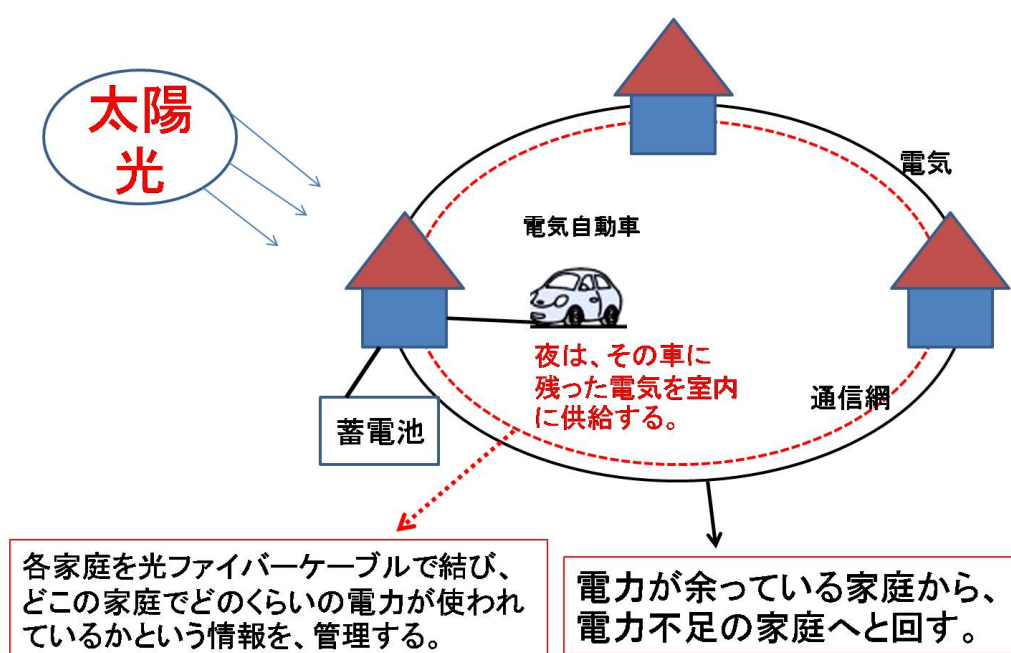


図 2.1: 将来、考えられるマイクログリッド

電力は、一般に人里離れた大規模な発電所で作られている。電気は送電線、変電所、配電線を経由して需要家に送られる。この発電側(供給)から需要側(消費)へ電力を流通させる電力供給網を、「電力系統」と呼ぶ。近年、技術革新や環境問題と相まって、電力を必要とする場所の近くに小型発電機を設置し発電する試みが行われている。この場合、発電機が電力を必要とする場所ごとに分散して設置され、ここで使われる発電機は「分散型電源」と呼ばれる。また、この分散型電源を用いてエネルギーを供給するシステムを、「分散型エネルギーシステム」と呼ぶ。電力の供給システムには、電力量の需給バランス、電圧や周波数といった電力品質の維持が常に求められ、「蓄電(電力貯蔵)」も重要な構成要素となる。このように、需要地内で複数の分散型電源や電力貯蔵システムを組み合わせ、分散型電源の発電量を需要状況に合わせて制御し、電力の地域自給を可能とする小規模の電力供給網のことを「マイクログリッド」と呼ぶ。新エネルギーなどの分散型電源や需要設備で構成され、一つの集合体として電力系統に連結する発電方式である。

2.2 マイクログリッドの特徴

マイクログリッドは、米国で考案された概念で、究極的には電力系統から独立した運転や他のマイクログリッドと連携した運転をめざすシステムである。需要家と分散型電源の間は、自営線で結ばれる。マイクログリッドによってネットワーク化された分散型エネルギーシステムには、下記のメリットが考えられる。

1. 設備投資 電気や熱を使う場所の近くで発電するので、送電線で長い距離を運ぶ必要がなく、送電設備投資などの大規模なインフラ投資と送電損失を回避することができる。
2. 環境・効率 需要場所での発電のため、発電の際に発生する膨大な排熱を極力自然界へ放出せずに活用できるため、エネルギー効率面と併せて地球環境面からも望ましい。
3. 災害リスク 送電網が寸断されて大規模停電に繋がらないよう、災害リスク分散型のシステムとして、社会活動の機能停止に至る災害リスクを防止する。
4. 安全性 新エネルギー等の活用を図り、エネルギー源をできるだけ多様化することにより、特定エネルギー源への依存度を下げることが可能となり、エネルギー供給の安定性が向上する。

分散型電源として新エネルギーの利用も進められている。とくに、風力や太陽光といった自然エネルギーは、自然環境や季節間、昼夜間などの影響を受け出力変動が生じる。そこで、変動電源である自然エネルギーとその他の新エネルギーを適切に組み合わせ、これらを制御するシステムを開発することにより、特定地域内で安定した電力・熱供給を行うことを目標としている。しかし、現状では多くの場合、電力需給のバランスや電力品質の維持を電力系統に依存しており、これを系統連携方式という。需要と供給のバランスが崩れると、電圧や周波数といった電力品質も変動し電気機器に悪影響を及ぼす。系統連携方式では、分散型電源では賄い切れない場合に電力系統の電気で補い、電気が余剰の場合は電力系統側に電気を供給する。マイクログリッドによって、新エネルギーと他の分散型電源や電力貯蔵装置をネットワークし、電力変動の波を極力平準化して電力品質を制御できれば、系統側の負担を軽減することができる。また、電力系統との連携により、分散型電源の故障やメンテナンス時には電力系統をバックアップとして利用でき、また電力系統の停電時には分散型電源を非常用として利用するなど、信頼性が向上する。一方、分散型電源を電力系統に接続しない系統分離方式も、限られた用途で利用されている。この場合、電力系統との連携に必要な設備投資や、電力会社との契約などが不要となる。今後に向けた小型電源の系統分離方式の普及のため、安定品質の電力を供給できる制御システムの開発も進められている。

2.3 マイクログリッドの導入状況

国内におけるマイクログリッドの研究は、NEDO 技術開発機構の主導のもと「新エネルギー等地域集中実証研究」(5ヵ年計画)として、2003年より開始された。これにより、これまでの大規模集中型エネルギーシステムに対し、その補完あるいは自立のために分散型エネルギーを利用し、新しいシステムの実証を目的としたプロジェクトが青森県や京都府などで進められており、「愛・地球博」(愛知万博)においても実証研究のデモンストレーションが行われた。

(1) 愛・地球博

平成17年3月に開幕した愛・地球博の会場では、テーマ「循環型社会の構築」の一環としてマイクログリッドによる電力供給が期間中継続して行われ、同年9月に閉幕した。愛・地球博のマイクログリッドでは、生ごみや木材から取り出した水素を燃料とする燃料電池や太陽光発電などを電源として利用している。

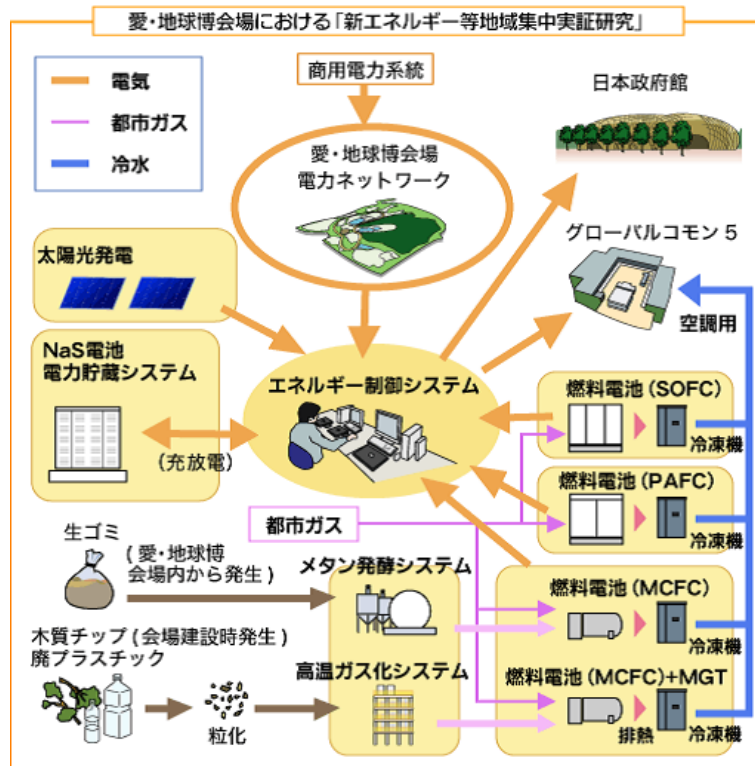


図 2.2: 新エネルギー等地域集中実証研究

(2) 青森県八戸地域

青森県八戸市では、小規模ながら自営線を用いたほぼ独立した電力需給システムを構築し、電力系統に依存しない高品質な電力供給を目標に、実証研究を進めている。青森県は、風力エネルギーやバイオマスエネルギーが豊富に賦存しており、また太平洋側等の一部の地域では日射条件に恵まれ太陽光発電に適した地域も存在する。さらに、県内全域が積雪寒冷気候で熱エネルギー需要が多く、燃料電池等による熱電併給に適した地域でもある。八戸のマイクログリッド構想は、太陽光、バイオマス、風力という自然エネルギーを組み合わせるもので、下水処理場から発生するバイオガスによる発電、さらに太陽光発電と風力発電によって得た電力を、八戸市庁舎や市内の小中学校に供給する。各需要先と分散型電源を自営線で結び、東北電力系統と一点で連携した半独立システムとなっている。電力の供給を主体としたマイクログリッドの実証により、負荷急変時の応答などの電気的特性の向上を目指している。

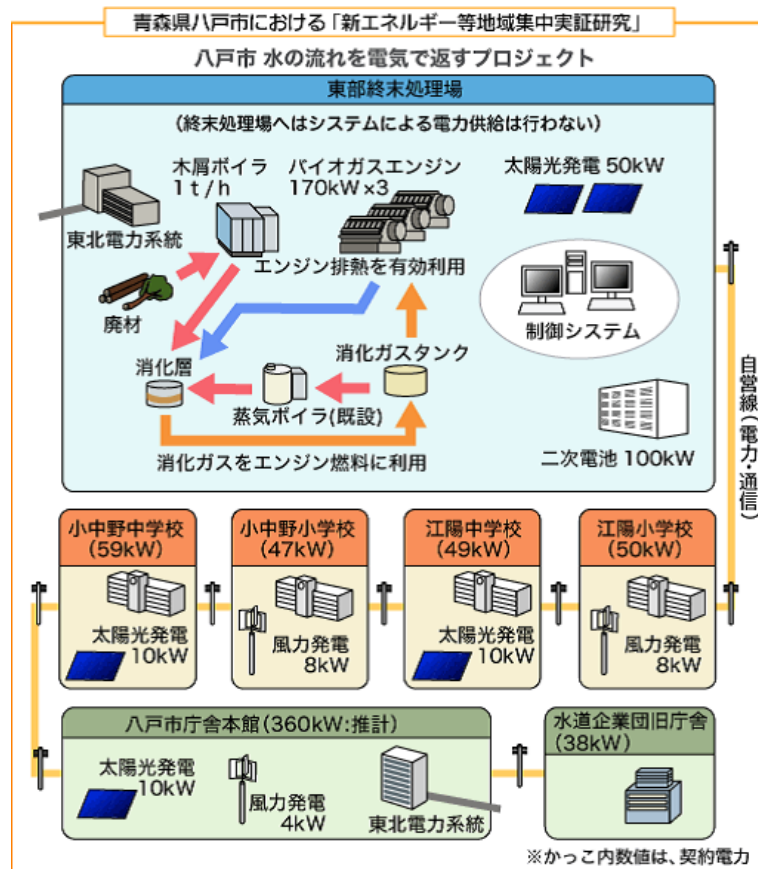


図 2.3: 八戸市 水の流れを電気で返すプロジェクト

(3) 京都エコエネルギープロジェクト

京都府では、一般の電力網や公衆の通信回線を活用した中・大規模で汎用性の高い電力需給システムを構築し、系統への影響を最小限に抑えつつ新エネルギーを活用した分散型電源の導入を促進することをめざして、実証研究が進められている。ここでは、風力発電や太陽光発電に加え、食品廃棄物からバイオガス燃料を発生させガスエンジンや燃料電池などの発電に活用する地産地消型の環境性の高い運用が組み込まれており、一般電気事業者の電力網を利用した形態での安定した電力供給が目標である。

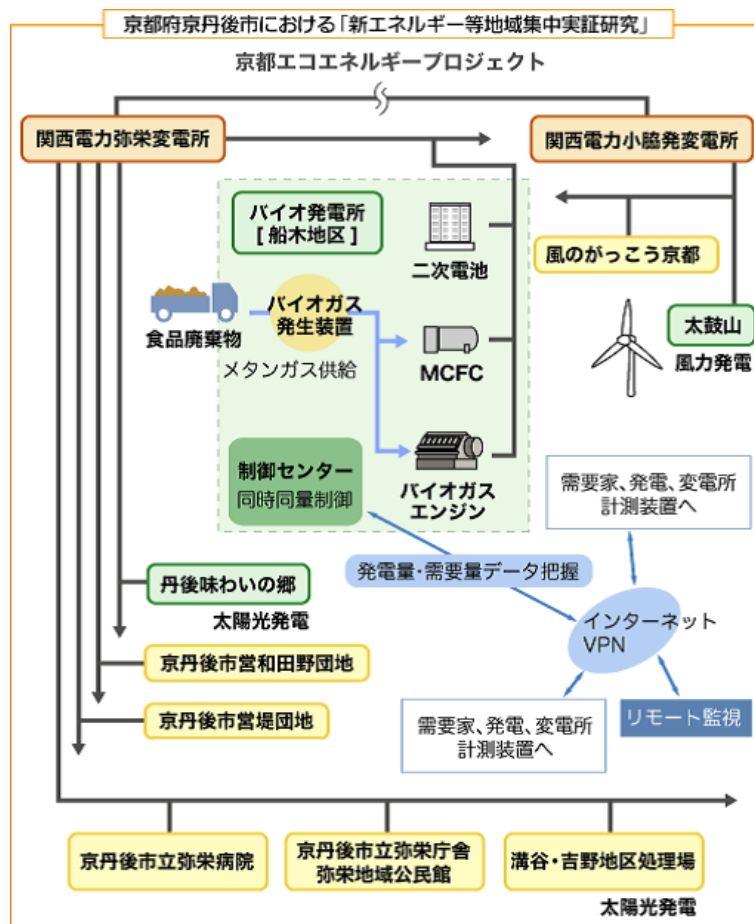


図 2.4: 京都エコエネルギープロジェクト

2.4 マイクログリッドの展望

近年、風力発電や太陽光発電、バイオマス発電などの新エネルギーは、著しい進展を見せている。また、コージェネレーションシステムの普及に加え、燃料電池など小規模向きの新技術も急速に発展してきており、こうした分散型電源の社会的なニーズも高まりを見せている。地球環境保護やエネルギーセキュリティの観点から、今後こうした分散型電源の普及が進めば、電力ネットワーク全体の安定性をいかに維持していくかが重要な課題となる。こうした状況下で、マイクログリッドが注目されており、新エネルギーの普及を図る有効な手段としても考えられている。マイクログリッドの構築は米国が先行しており、わが国では実証のための試験研究を実施している段階である。太陽光、バイオマス、風力などの自然エネルギーは、現実的には供給の安定度を十分満足しているとはいえない。このため、「電力系統」に接続する「分散型電源」の割合が大きくなると、系統電力の品質に影響が現れたり保安面での問題が生じることも考えられる。新エネルギーの普及促進とエネルギーセキュリティの向上が期待されるマイクログリッドだが、電力系統から自立できるシステムとなるかどうかは課題となっている。当面、地域自給発電で需要の全てが賄えるようになるまでは、既存の大規模発電網との共存が現実的な選択と考えられる。自然エネルギー等の地域資源を生かし、マイクログリッドによるエネルギーの地域自給が進めば、二酸化炭素の排出量の削減やエネルギー自給率の向上にも繋がる。マイクログリッドの仕組みが適正に機能すると、大都市部でのコージェネレーション化や工場・施設における自然エネルギーを使った発電が進むと思われ、地球温暖化対策とも相まって急速に広まることが期待されている。

2.5 分散型市場

2.5.1 一般市場参加者

家庭や商業施設のような一般市場参加者は需要を持ち、電力の過不足によって市場への入札と自身の持つバッテリーの運用を行う。

2.5.2 貯蔵事業者

バッテリーのみを持ち電力運用することで利益を得ようとする行動主体。家庭も需要や発電機を持つ一種の貯蔵事業者とみなすこともできるが、需要をまたずにあくまでも電力を投機の対象としているという点で、ここでは別の主体とする。

2.5.3 送電事業者

両市場間の価格差を利用して利得を得る行動主体。貯蔵などの運用を行うのではなく接続する2市場間の価格をもとに当該時点の電力融通のみを行う。

2.5.4 大規模発電事業者

既存の一般電気事業者のような大規模発電事業者

2.6 電力貯蔵システム

電力貯蔵とは夜間などのオフピーク時にベース電源の電気でエネルギーを貯蔵し、昼間のピーク負荷時にそれを電気に変換する、いわゆる負荷の移行によって平準化を行うものである。それは燃料コストが安価な大型電源のオフピーク時の稼働率を高めることによって、連続運転による大型電源の信頼性を向上させることができる。また、分散型電源、なかでも太陽光発電などの自然の影響を受けやすく出力の変動が激しい電源が広範に普及すると、周波数維持だけでなく原子力・火力発電などの大規模発電の運用にも支障をきたす。そこで電力貯蔵装置によって出力を平準化する必要が生じてくる。一方、電力を運用する側の利点としては、発電量・需要・価格等の将来の不確実性に対応できるという利点がある。

2.7 余剰電力の運用

将来において分散電源が広範に普及し、それによって各家庭の電力需要を各家庭の発電量で賄うことができるようになった時、各家庭・各時点において電力の余剰が生じる場合が起こる。その余剰電力を運用するには貯蔵と売電の二つの手段がある。現在の制度では各家庭が行うような小規模な売電は電力市場に参入できない。現在の制度では余剰電力は各電力会社に電力会社が提案する価格で売電するほかない。各家庭に余剰電力が発生するようになり、家庭の売電に適正な市場価格を適応させようという動きが起こると、現在先送りとなっている完全自由化の可能性が出てくる。家庭のような小規模な市場参入者が現れた場合に、現在のような市場に参入することは必ずしも望ましいとは言えない。例えば、現行の市場のように単一の市場では遠方の家庭と取引を行う場合が生じてくる。もし取引が近郊であるなら送電のロスによる価格の上昇がなく取引を行えるが、遠方との取引ではロスによって余分な価格上昇が生じ、買い手にとって効用の損失がおこる。また、小規模な参入者が一定の市場支配力が持つことも、市場がローカルなものであると可能になる。

2.8 マルチエージェントの活用

分散型電源が広域にわたって分散配置される場合、これらの分散型電源の協調制御を実現するためにコンピュータネットワークを介して各種情報の授受を行う。すなわち、系統内に分散配置された各種分散型電源からの出力情報、周波数変動情報は情報配信エージェントによってコンピュータネットワークを介して制御策定エージェントに伝送され、制御策定エージェントでは出力調整可能な分散型電源の出力調整司令を決定する。この出力調整司令はネットワークを介して関連した分散型電源の制御実行エージェントに伝送され制御が実行に移される。保護システムにおいてもマルチエージェントは利用価値が高いと考えられている。将来の配電系統の計画・運用では、分散型電源の導入拡大や需要家の電力品質への要求の多様化など、従来では想定されていない様々な要因を考慮する必要がある。そのためには、配電系統の構成を分散型電源の運転状況や各需要家の電力品質への要求に応じて随時変更することが有効であり、これに応じて保護システムにおいても、事故発生の判断や保護区間の選択など、各種の設定も随時変更し、柔軟性が高く、かつロバストな保護システムを実現できる可能性がある。

2.9 モバイルエージェントの活用

分散型電源ならびに負荷の新增設に柔軟に対応するためモバイルエージェント技術を適用する。モバイルエージェントは実行プログラム自身が分散配置された計算機間を自律的に移動し、移動先の計算機上で処理を行うという方式である。その動作環境は java の実行環境上にありモバイルエージェントは、その上で並列動作する。モバイルエージェントは高・中・低の優先度を持ち、アプリケーションにより静止され実行開始する場合には設定された優先度に従い、移動すべきホストとそこで行うべき処理手順を設定する。

3 提案手法

前述において、マイクログリッドには様々な問題が存在し、その問題点の中から三つ挙げる。その三つの問題点とは 従来のマイクログリッドのシステムでは、電力系統との連繫を前提にしているため再生可能エネルギーのみの供給は困難である 安定的に供給するにあたって、電力需要の把握が必要 太陽電池や蓄電池など需要側にコストが発生してしまう以上三つの問題点を解決すべく提案手法を述べていく。

3.1 グリッドの中にさらに小規模なグリッドを構築、階層化しより柔軟な電力の流通

分散型電源、中でも太陽光発電のような電源は、天気(日射量)等の地理的要因によって出力が不安定であるため局所的な電力の過不足が生じる。そこで、この問題を軽減するためグリッドの中にさらに小規模なグリッドを構成、動くことが可能なグリッドなどを階層化しより柔軟に供給を行う。

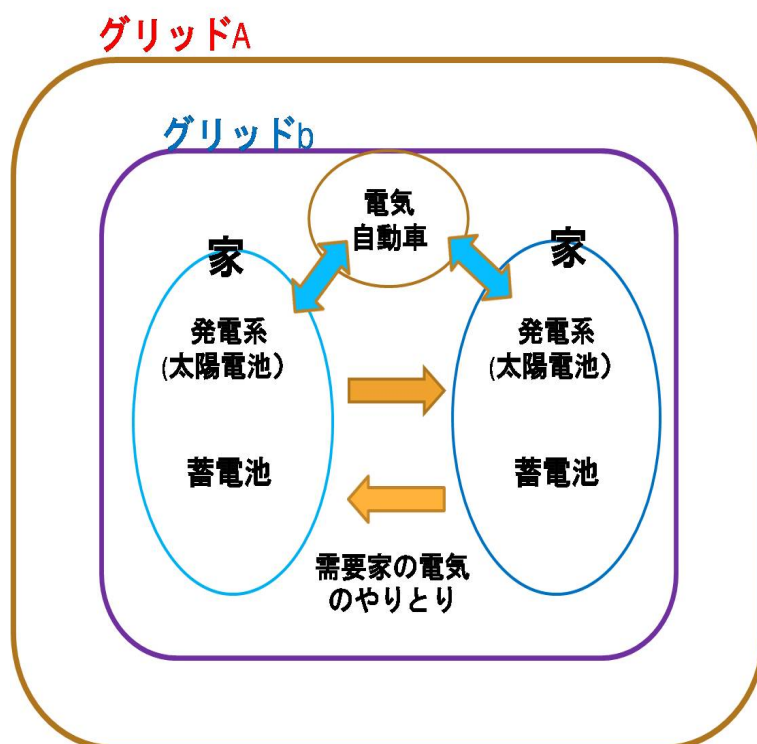


図 3.1: グリッドの中にさらに小規模なグリッドを構築

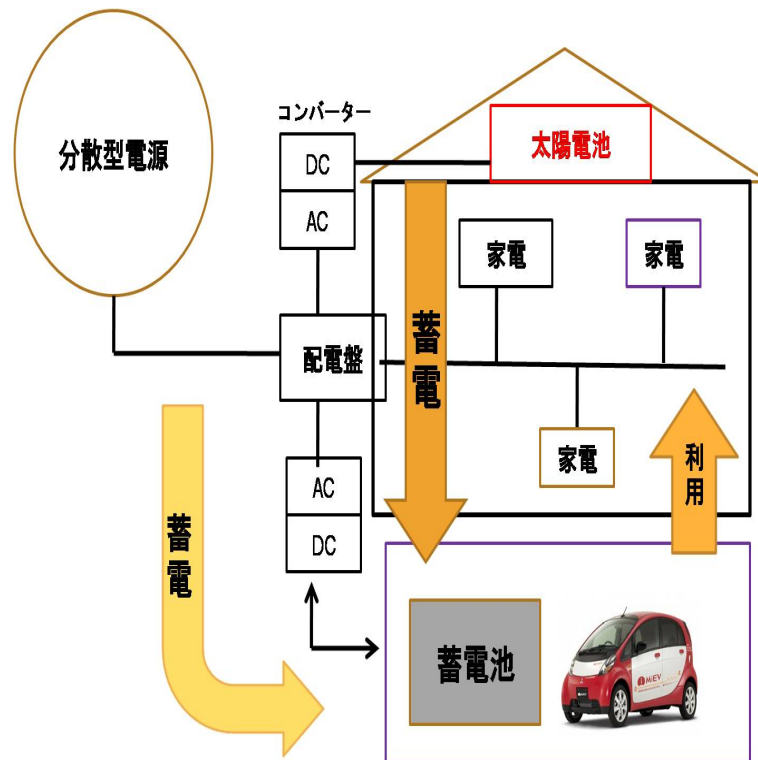


図 3.2: グリッドの中にさらに小規模なグリッドを構築 2

基本となる従来のマイクログリッドシステムだけの供給だけでなく、さらに需要家による太陽光発電または電気自動車による余剰電力などの利用により今までの電力システムのバックアップだけということがなくなる。他、電気自動車を利用しグリッドからグリッドに移動し需要家同士の電気の売買などが行え、より柔軟に電力供給が行える。

3.2 電気の先物取引の概念の導入

先物取引とはいわゆるデリバティブ（派生商品）の一つで、価格や数値が変動する各種商品・指数について、未来の売買についてある価格での取引を保証するものを言う。元々は商品の受け渡しを伴ったものであったが、現在では、商品を扱うもの（先渡し契約あり:主に商品先物）と権利を扱うもの（派生市場商品取引・デリバティブ取引）に分化している。ここでは主に後者を記載する。この取引は全ての人に公開されていて、特別な条件などは必要なくどなたでも参加することができる。ただし、先物取引には一般の市場取引とは違った特徴やルールが存在する。一般市場における商品の取引は、その場で代金を支払ってその場で商品を受け取るものである（実物取引）。しかし、商品先物取引所で行われている取引は、将来の一定期日に商品を受け取ることができる権利をやり取りする。変動する商品の値段をあらかじめ決めておくもので、先物取引の参加者は取引をすることによって利益が出ることもあれば損益が生じることもある。したがって、先物取引は資産運用の目的でも活用される。将来の商品の価格を予想しながら売りと買いの注文を適宜入れていく必要がある。そういう意味では株の取引とよく似ている。また、先物取引は本来は不安定で変動する商品の値段を現時点で決めることができ、価格変動リスク（プライスリスク）を管理する役割も担っている。

3.2.1 電力需要の予測

現在、考えられてる電力需要の把握として、例年の天候や天気予報などの情報から電力需要の予測や最近ではスマートメータによる宅内機器のエネルギー利用状況の把握などがある。さらに電気の先物取引の概念の取り入れることによって、その日の取引量で地域ごとの電力需要がより細かく把握できる。その他、作る・貯める・使うなどの情報もより予想が立てやすくなる。

3.3 一般への排出権の導入

排出権とは各国家や各企業ごとに温室効果ガスの排出枠（キャップ）を定め、排出枠が余った国や企業と、排出枠を超えて排出してしまった国や企業との間で取引（トレード）する制度である。「排出量取引」、「排出権取引」、「排出枠取引」、「排出許可証取引」、「排出証取引」。京都議定書の第17条に規定されており、温室効果ガスの削減を補完する京都メカニズム（柔軟性措置）の1つ。排出取引の方式は主に2種類ある。キャップアンドトレード (Cap Trade) と、ベースラインアンドクレジット (BaselineCredit) であるが、多くの排出量取引で前者が用いられている。キャップ・アンド・トレードとは、温室効果ガスの総排出量をあらかじめ設定したうえで、個々の主体（国や企業）に排出枠を配分し、それぞれ割り当てられた排出枠の一部を取引するというものである。あらかじめ割り当てられた排出枠を売買する「排出量取引」がキャップ・アンド・トレードの代表例といえる。

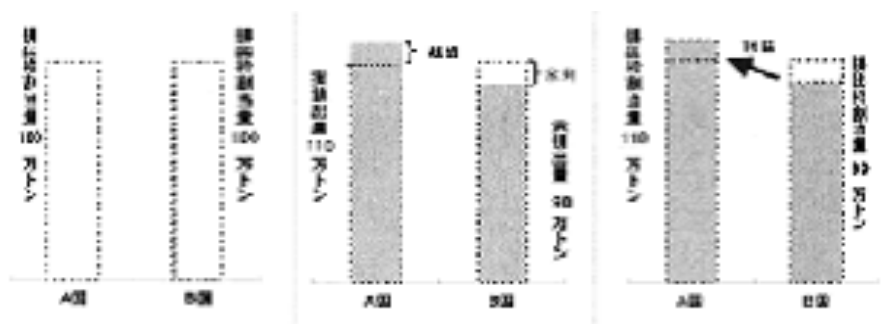


図 3.3: キャップアンドトレード

キャップ・アンド・トレードでは、個々の企業や国は、最初に排出枠を割り当てられるが、その排出枠の交付方法（割り当て方）には、2つの方法がある。1は、「グランドファザリング」といって、過去の排出実績をもとに、排出枠を交付するやり方。もうひとつは「オークション」で、これは政府が排出枠を公開入札などで販売すること。グランドファザリングには、最初の排出枠獲得のためのコストがかからない、過去の実績から交付されるため獲得できる排出枠を予想しやすい、といった長所がある一方、過去の排出量把握のための行政コストがかかる。他方、オークションでは、獲得機会の公平性、透明性が確保できるという長所があるが、最初の排出枠獲得のためにコストがかかること、どの程度排出枠を確保できるか予想が困難であること、といった短所がある。この考えを国や企業だけでなく、一般の家庭にも取り入れ電気の消費量を目安に算出する。与えられた排出量を超えなかった場合、直接残りの排出権の売買を行ったり、環境税の免除など優遇する。このようにメリットを出すことによって、より二酸化炭素を減らす方向へ誘導できる。結果的に環境面への貢献に繋がる。

3.4 エージェントの活用

3.4.1 エージェントとは

普通名詞としての「エージェント (agent)」という言葉には「代理人」という意味がある。この意味を文字通り解釈すると、エージェントはユーザの代理人として機能するシステムと考えることができる。「エージェント」という用語はソフトウェアの抽象化/アイデア/概念を説明するものであり、その意味でオブジェクト指向プログラミングの各種用語 (メソッド, クラス, オブジェクトなど) と同類である。また, 様々な人々がそれぞれにエージェントの定義を提案しているが, それらには以下のような概念が共通して含まれている。

- 永続性 (persistence) そのコードは要求されて実行されるのではなく, 常に起動された状態で, 何らかの行動を起こす時期を自身で判断する
- 自律性 (autonomy) エージェントは, 実行すべきタスクの選択優先順位付け, 目標に向けた行動, 意思決定を人間の手助けなしで行う機能を持つ
- 社会性 (social ability) エージェントは他のコンポーネントと何らかの通信や協調をする機能を持ち, 1 つのタスクを共同で処理する
- 反応性 (reactivity) エージェントは周囲の環境を把握し, その変化に適切に反応する

3.4.2 エージェントの分類

多くの場合、一つのエージェントがすべての機能を実現するのは難しい。また、エージェントという名称を使う場合には、ある要素機能に着目して、いろいろな形容詞を付けて呼ばれることが多い。

- 自律エージェント (autonomous agent) 自己充足的であり、観測された環境に基づいて内部目標を達成するための行動を独自の判断で決定する
- 知的エージェント (intelligent agent) 一種の人工知能的機能を有するエージェントで、ユーザーを補助し、繰り返し行うべきコンピュータ関連のタスクをユーザーに代わって行う
- マルチエージェント (multi agent) 単体では目的を達成できず、複数のエージェントが相互作用を及ぼしながら動作する
- モバイルエージェント (mobile agent) ネットワークに接続されたコンピュータ間をプログラムが移動しながら処理を行う

3.4.3 マルチエージェント

エージェントのどのような機能に着目するかによって、エージェントが分類されることにおいて述べた。ここでは、その一つであり、本研究においても重要となるマルチエージェントについて、さらに詳しく説明する。マルチエージェントは複数のエージェントから構成されるシステムであり、個々のエージェントやモノリシックなシステムでは困難な課題をシステム全体として達成する。同じ特徴を持った複数のノードの相互作用によるシミュレーションとは異なり、例えばさまざまな個性を持った人間社会など一見予測不可能な事象をモデル化し、できるだけ実際に起こりうる状況を再現しようとすることを目的としたシステム。

3.4.4 マルチエージェントの活用

2.7 で述べたように、分散型電源が広域にわたって分散配置される場合、これらの分散型電源の協調制御を実現するためにコンピュータネットワークを介して各種情報の授受を行う。すなわち、系統内に分散配置された各種分散型電源からの出力情報、周波数変動情報は情報配信エージェントによってコンピュータネットワークを介して制御策定エージェントに伝送され、制御策定エージェントでは出力調整可能な分散型電源の出力調整司令を決定する。この出力調整司令はネットワークを介して関連した分散型電源の制御実行エージェントに伝送され制御が実行に移される。その他、需要予測として天候からの予測だけでなく提案した電気の先物取引の概念より需要予測させたり、需要家同士での電気の売買の面で活用しより柔軟に電気の供給を行う。

4 結論

本稿では、マイクログリッド・情報技術を活用した新しい電力供給システムの開発動向について概観するとともに、三つの提案手法を紹介した。これらのシステムを実現することによって従来のマイクログリッドは大型発電の電力系統などのバックアップにすぎなかったが、提案したシステムによって自然エネルギーを最大限に活用し、より従来のマイクログリッドシステムより温室効果ガスを防ぎ、結果的に環境に貢献するシステムとなる。しかし、このシステムは一般の需要家に太陽光発電や蓄電池などコストが発生するため流通するには時間がかかると考えた。そこで提案した一般への排出権の導入により需要家に利益が生じ、このシステムの流通へと繋がると考えた。今後の課題として、提案したシステムには周波数の安定や電気の品質の考慮などを考えたさらなるシステムの構築が必要となる。そのためにはさらにエージェントについて理解し、活用していく必要がある。その他、提案手法について、シミュレーションを行い、その有効性を検証する必要がある。

謝辞

本研究を行なうにあたり，終始熱心に御指導していただいたり数多くの有益な御助言をしていただいた木下宏揚教授に心から感謝致します．さらに，公私にわたり良き研究生活を送らせていただいた木下研究室の方々に感謝致します．

参考文献

- [1] 船橋俊久、横山隆一：「分散型電源と情報技術を活用した新しい電力供給システムの開発動向」電学論 C,vol126,No2,2006.
- [2] 林泰弘、宮本英樹、松木純也、飯塚俊夫、東仁：「マイクログリッドにおけるオンライン電源運用最適化手法」電学論 B,vol128,No2,2008.
- [3] 児玉淳一、浜上智樹、田邊隆之、船橋俊久、平田「契約ネットプロトコルを用いたマルチエージェントによる自律分散型の配電システム事故復旧方式」電学論 C,vol127,No1,2007.
- [4] 細川智弘 修士論文「自律分散型市場によって構成される革新的電力流通システムの提案 p2 ~ p62.
- [5] 篠原雄一郎 修士論文「自律分散電源ネットワークのための新しい電力流通方式構築に向けた基礎検討」 p3 ~ p55.
- [6] 西田豊明、木下哲男、北村康彦、間瀬健二「エージェント工学」情報処理学会.
- [7] @先物取引 <http://www.boluto.com/>
- [8] NEDO <http://app2.infoc.nedo.go.jp/kaisetsu/neg/neg07/index.html>
- [9] ALIA <http://www.alianet.org/homedock/15kinen/4-1.html>
- [10] CENT JAPAN <http://japan.cnet.com/marketing/story/0,3800080523,20388039,00.htm>
- [11] 環境 goo <http://eco.goo.ne.jp/business/keiei/planner/17.html>
- [12] 先天目章 マルチエージェント [http://www.nda.ac.jp/nama/Top/InvitedTalk/08-01it.pdfsearch =](http://www.nda.ac.jp/nama/Top/InvitedTalk/08-01it.pdfsearch=) マルチエージェント