

研究クラスター「分散型電源/電力貯蔵を含む環境保全型エネルギー供給システムに関する包括的研究」	
題目	クラスター拡張型自律分散電力ネットワーク・システムの実現可能性の検証
著者	早稲田大学 横山隆一、小柳薫、紙屋雄史、草鹿仁、大聖泰弘

### 1. 研究目的

早稲田大学本庄キャンパスには、太陽光、風力発電などの分散型電源ならびに電力用貯蔵装置が設置されている。そこで、これらのエネルギー関連設備を有効活用するために、自律分散型の電力ネットワーク構造をもつクラスター拡張型電力供給システムを提案し、その実現可能性の検証結果をおこなった。

### 2. 研究項目及び研究成果

#### 2.1 研究項目

風力発電や太陽電池といった新エネルギーは、エネルギー自給率の向上や地球温暖化対策に資するほか、分散型エネルギーシステムとしてのメリットも期待できる貴重なエネルギーとして期待されている。しかしその大量導入を進めるにあたっては、出力の不安定性や逆流の問題から現行の電力システムへの接続には課題がある。この問題については、2003年10月に閣議決定されたエネルギー基本計画において電力系統連携対策の検討を行なうことが明記され、従来から新エネルギーの系統連携実証研究等が進められている。一方、電力システムそのものについて、既存の大規模集中発電と長距離大電力送電を前提とし高品質な電力を安定供給するシステムとは異なる自律分散型電力システム・ネットワーク (ECONetwork がその一例) の可能性が研究され始めている。自律分散型電力システム・ネットワークは、ローカル・クラスターを単位として、複数のクラスター間で連携しネットワークを構成する電力システムである。このシステムはクラスター内で需給コントロールを行い、不足分を他のクラスターから受け入れるシステムであり、風力発電や太陽電池といった再生可能エネルギーの大量導入を前提としたシステムである。本研究では、このような電力システムは、再生可能エネルギーの導入を前提としている点で新エネルギー対策でもあり、また海外の無電化地域等における電力システム導入の解決策の一つであることの検証を目的としている。

#### 2.2 研究成果

スマートグリッドが注目される他の理由は、各国が打ち出している「CO2排出のない太陽光や風力発電等の再生可能エネルギーの大量導入」を進めると、その発電出力の変動が電力ネットワークに影響を与え、電力品質(周波数、電圧、高調波)を悪化させることが懸念されていることにある。これは、5,300万KWという大量な太陽光発電導入を政策決定した我が国にも当てはまり、再生可能エネルギー大量導入時にも低廉で、安定した電力が供給できるような新たな電力供給社会インフラを構築してゆく必要がある。一方、信頼度の高い基幹電力供給システムが完備されている我が国においては、次世代グリッドの開発方向は欧米とは異なり、発展してゆく地域での新たな社会インフラ、いまだ完備されていない離島や僻地向け、および未電化地域を有する途上国向けの供給システムの開発を進めるべきと考える。このような、地域における電力供給システムの開発にあっては、大規模で高価なネットワークを一度に作るのではなく、地域や集落特性に合わせた適正規模の供給ネットワーク(クラスターと呼ぶ)を作り、必要に応じて随時のクラスターを増設し、相互間を連結することにより、さらに電力の安定した供給ができるような相互結合型ネットワークを開発し、実証試験を行う必要がある。実証研究する拡張型スマートグリッド社会インフラの開発の必要性と技術的特徴は以下のとおりである。従来の電力システムは、既存の大規模集中発電と長距離大電力送電を前提としており、膨大な設備投資を必要とし、また、電源から需要に一方的に電力が送られる集中型管理構造であった。これに対し、提案する拡張型スマートグリッド社会インフラは、高品質な電力を安定供給する高価な従来システムとは異なり、廉価で安定供給可能な自律分散型電力システム・ネットワーク(Electric Cluster Oriented Network と呼ばれている)であることに特徴がある。自律分散型電力システ

ム・ネットワークは、ローカル・クラスターを単位として、複数のクラスター間で連携しネットワークを構成する電力システムである。このシステムはクラスター内で需給調整を行い、不足分を他のクラスターから受け入れるシステムであり、太陽光、風力発電、バイオマス、マイクロ水力といった再生可能エネルギーの大量導入を前提としたシステムであることが示された。ここで提案する電力供給システムは、再生可能エネルギーの導入を前提としている点で再生可能エネルギー大量導入時の安定化対策でもあり、また離島や海外の無電化地域等における電力システム導入の解決策の一つとなる可能性があることが明らかになった。

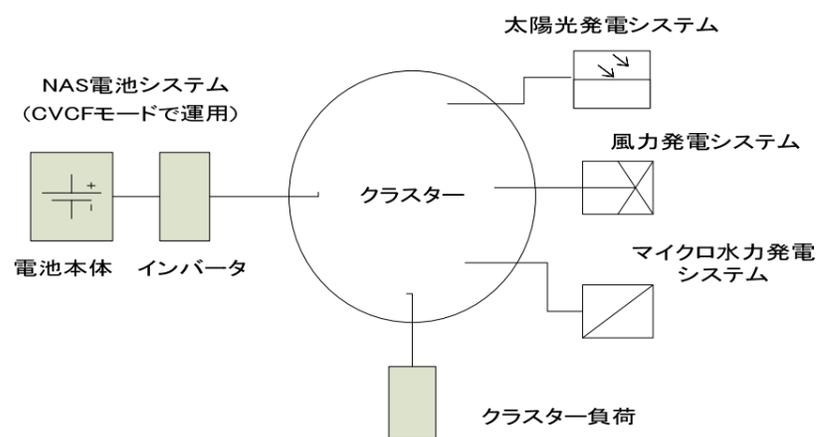


図 単一クラスター基本構成とインバータ制御

### 3. まとめ

この実証研究における主要技術である個々のクラスターにおける周波数と電圧の制御の特徴は下記のようなものである。

#### (1) 周波数制御、

NAS電池システムは、一定電圧・一定周波数制御(CVCF)モードで運転させる。CVCFモードではNAS電池インバータ出力電圧の周波数は独立変数として任意に制御可能である。従ってこの周波数をクラスター定格周波数とし、他の発電システムの基準周波数とする。周波数維持、即ち需給制御は基本的にはNAS電池システムのみで行う。自然エネルギーによる他の発電機は通常は最大出力追従運転を実施する。

#### (2) 電圧制御

CVCFモードではNAS電池インバータ出力電圧の大きさは制御可能である。電圧維持、即ち無効電力制御はNAS電池システムとともに制御機能を有する他の発電システムも互いに協調して行う。具体的には機器定格容量に応じた垂下率特性を考慮した制御分担が望ましい。

なお、電源による電圧制御のみでは許容範囲にクラスター電圧を維持できない場合には、並列コンデンサやSVCなどの変電機器を適用する。

提案する拡張型地域(本庄)スマートグリッド社会インフラの構造的特徴は、ユビキタスに賦存する変動の大きい再生可能エネルギー由来の電力を、短距離の電力需給クラスター内あるいはクラスター間で、電力相互融通を行う電力ルーター(Power Router)を介してネットワーク状に相互に連携するところにある。システムの規模はクラスター内の電力需給規模に応じて弾力的に変えることが出来る。また、分散型であることから初期投下資本が小さく、短期間の設備投資が可能で、コンパクトシティを目指した新/再開発地域や、離島・過疎地や開発途上国などで新規の電力導入に適しているシステムと考えられる。一方先進国においても、再生可能エネルギーの他コージェネレーションなど電力・熱の需給システムをECONetworkと一体化させ、過不足分を相互融通しあう自律的な総合エネルギー需給システムの構築であることが検証された。