

我が国のエネルギーを支える
鉄鋼技術日本のエネルギー利用を
支える技術開発

豊かで快適な生活を実現するためにエネルギーはなくてはならないが、水や空気のように、普段はあまり意識されことなく利用されている。しかし、東日本大震災以降、エネルギーへの関心が高まり、再生可能エネルギーや省エネ家電の導入などが進んでいる。今回は、Part1として、日本のエネルギー利用およびエネルギーチェーンの概要とそれを支える鉄鋼技術・製品を紹介する。Part2では、エネルギー供給や利用のソフト面として注目されている「スマートコミュニティ」の事例を紹介する。

大都市の夜の明るさは、現代文明と豊かさの象徴である。今後もエネルギー消費量は増大すると予想されている。

Part1 日本のエネルギーチェーンを支える
鉄鋼技術と製品

多様化するエネルギー

有史以来、人類はさまざまなエネルギー源を利用し、発展を続けてきた。薪から、石炭、石油、原子力などへとエネルギー源を多様化させ、その利用形態を高度化させてきた。最初の変化は、18～19世紀に起こった「産業革命」による石炭の消費量の増大である。その後、1950年代に中東やアフリカで大規模油田が次々に発見され、石炭に代わって石油が交通機関、暖房、発電などの燃料として使用されるようになる「エネルギー液体革命」によって、世界のエネルギー消費量と人口は急激に増加した。今後もこの傾向は続く予想され、世界のエネルギー消費量は2030年には1990年の約2倍に達すると予測されている。

エネルギーは、自然界に存在する1次エネルギーと、1次エネルギーを利用しやすい形態にした2次エネルギーに分けることができる。

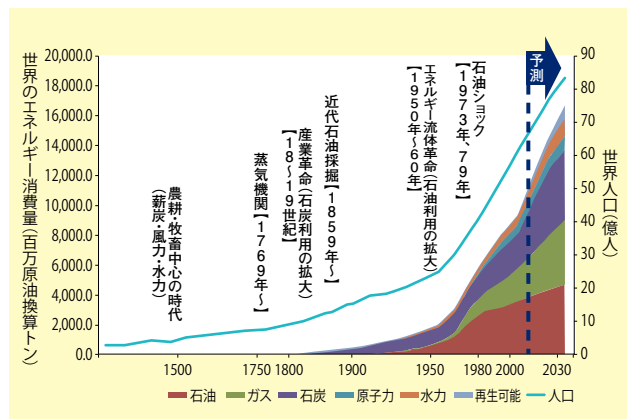
1次エネルギーには、従来までの石油、天然ガス、石炭、ウランなどのほか、近年は世界的に再生可能エネルギーの導入が進んでいる。日本でも太陽光発電、風力発電などの導入が進められているところであり、大きなポテンシャルを持っている洋上風力発電

や地熱発電では小規模な実用化や本格的活用を目指した研究開発が活発に行われている。

枯渇が心配される化石エネルギーについては、従来では掘削が難しかった大深度油田の開発が進み、またシェールガスやシェールオイルなど、いわゆる非在来型資源が利用可能になっている。

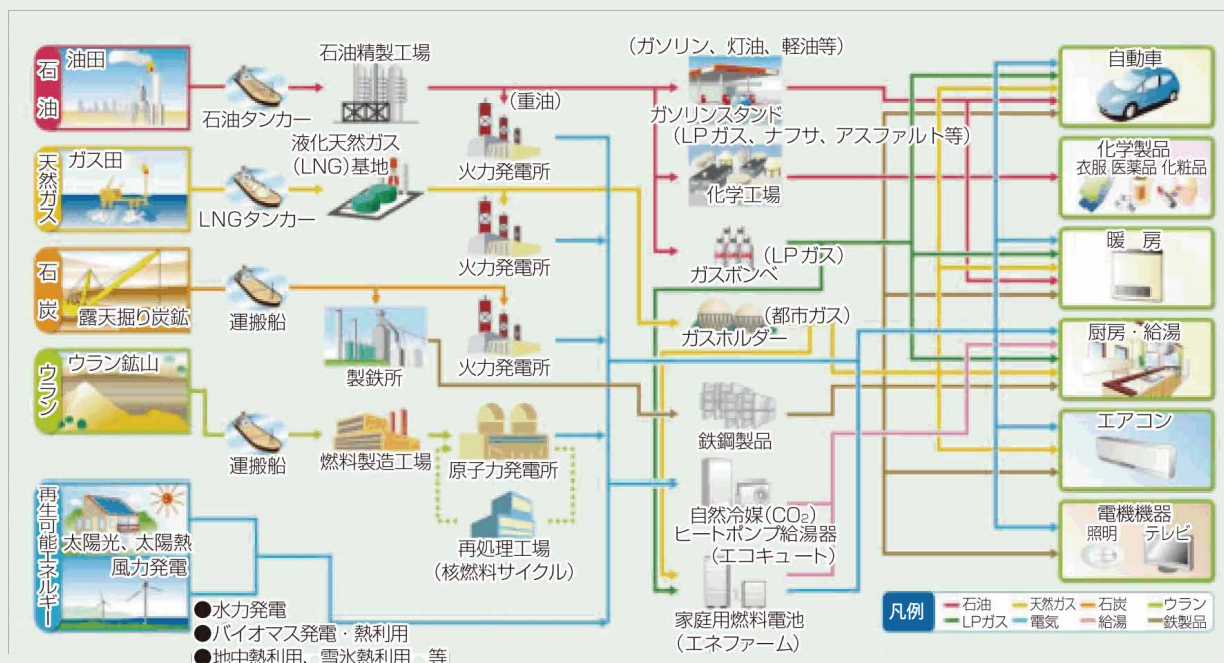
また、1次エネルギーを、電力やガソリン、都市ガスなどのように使いやすい形に変換した2次エネルギーでは、クリーンなエネルギー源として水素が注目されている。実用化のためには、水素エンジンや燃料電池などの活用方法に加え、貯蔵・輸送などでも技術開発が

■世界のエネルギー消費量と人口の推移



(平成24年度エネルギーに関する年次報告(エネルギー白書2013)を元に作成)

■エネルギー資源の供給過程と利用形態



(出所：平成24年度エネルギーに関する年次報告(エネルギー白書2013))

必要であり、日本でも実証試験が行われている。

エネルギーチェーンを支える鉄鋼技術

エネルギーは、「運ぶ・貯める」フェーズである化石燃料などの資源生産・調達、実際のエネルギーを生産する「作る」フェーズ、エネルギーを使用・消費する「使う」フェーズといった、複雑で長いエネルギーチェーンを経ることによって、企業や家庭などの最終利用者に提供・消費されている。その多くのフェーズで鉄鋼製品は、重要な役割を担っている。

■1次エネルギーを運ぶ・貯める

「運ぶ・貯める」フェーズでの鉄鋼材料の例として、石油や天然ガスを輸送するパイプラインや、LNG(液化天然ガス)タンクなどが挙げられる。

パイプライン用鋼管は、近年の大容量化、高圧化に対応するために大口径化、高強度化が求められている。また、輸送される天然ガスには硫化水素や炭酸ガスなどの腐食成分が含まれていることが多く、耐食性も求められる。さらに、パイプラインは最も深いところでは水深2,000m以深の深海など過酷な環境に敷設される場合も多く、いっそうの強度や耐久性が求められる。

天然ガスはパイプラインで輸送されるほか、液化されてLNGとして輸送されることも多い。LNGは -160°C の低温であるため、使用する鋼材には低温下での耐破壊性能が必要であり、LNGタンク用材料としてNi鋼が広く利用されている。

そのほか、油井・ガス井の掘削用鋼管や、海底油田の場合は、

■エネルギーの分類

	化石エネルギー	石油 天然ガス 石炭
1次エネルギー	再生可能エネルギー	水力 風力 地熱 バイオマス
	原子力	
2次エネルギー	電力	
	燃料	ガソリン 灯油など

(出所：JFE技報No. 29(2012年)、p.1-10)



長距離にわたり敷設されるパイプライン
(写真提供：JFEスチール(株))



超々臨界圧火力発電用蒸気タービン
(写真提供：(株)日立製作所)



浮体式洋上風力発電設備「ふくしま未来」
(写真提供：清水建設(株))

掘削リグや生産システムなどの海洋構造物でも、高い安全性と信頼性が求められる部分には、高強度で溶接性に優れた厚鋼板が使用されている。

■過酷な環境下でエネルギーを作る

エネルギーを「作る」フェーズの例として、導入が進む風力発電と、高効率化された火力発電で使用される鉄鋼材料を紹介する。

風力発電において、標準的な3MW級の風車に用いられる鋼材は1基あたり約1,000tといわれている。発電機を収納するナセル、ナセルを支えるタワーや基礎部分などに鋳鉄、厚板が使用されるほか、発電機には電磁鋼板が用いられるなど、多彩な鉄鋼材料が利用されている。さらに、風にさらされ続ける風車は、疲労破壊に対する特性が求められ、特に今後普及が予想される洋上風車では、海洋環境にも耐えられる高い耐食性と耐久性が必要になる。

火力発電の分野では、大容量高効率の火力発電用鋼への期待が大きい。火力発電は温度が高いほど効率を向上させることが可能であるため、ボイラチューブなどには高温クリープ強度の高い耐熱鋼などが使用される。また、石炭火力発電プラントの排煙には酸性物質が含まれるため、耐熱性に加え耐食性も要求される。ここには耐硫酸性・耐塩化物イオン性を高めたステンレス鋼が用いられている。

■エネルギーを効率的に使う

エネルギーを「使う」フェーズでも、鉄鋼材料は広く利用されている。ここでは自動車用の高張力鋼板（ハイテン材）とモーターに不可欠な電磁鋼板を例として挙げる。

自動車用鋼板は、燃費向上のための軽量化と衝突安全性という相反する要求に応えなければならない。そのニーズを満たすのがハイテン材であるが、高強度化と高い加工性を両立させるための材料開発が行われている。

また、発電機、変圧器、各種モーターなどには電磁鋼板の使用が不可欠である。磁気と電気のエネルギー交換を効率的に行う機能材料である電磁鋼板は、発電・送電・消費のすべての段階で省エネルギーに貢献する。

上記以外でも鉄鋼材料は、さまざまな分野で利用されており、原子力や核融合、資源のリサイクルなど、鉄鋼技術・製品が重要な役割を担っている分野は幅広い。資源エネルギー庁の「エネルギー白書2013」では、「自立的かつ環境調和的なエネルギー供給構造」を目指すことが謳われている。今後ますます複雑化するエネルギーチェーンに対応していくため、高強度、高耐食性、高耐久性など、さまざまな特性を発揮する鉄鋼材料の果たす役割は大きい。

Part2 スマートな電力利用の形 ——スマートコミュニティ

実証が進む「スマートコミュニティ」

現在、日本各地でスマートコミュニティ（スマートシティとも呼ばれる）の構築に向けた取り組みが行われている。スマートコミュニティとは、「市民のQOL（生活の質）を高めながら、健全な経済活動を行うがし、環境負荷を抑えながら継続して成長を続けられる、新しい都市の姿」と定義されている。経済産業省は2009年11月に省内横断的なプロジェクトチーム「次世代エネルギー・社会システム協議会」を設置し、横浜市、豊田市、いわはんな学研都市、北九州市の4地域で社会実証を行っている。実証試験は、2010～2014年度までの5年計画で、スマートコミュニティ実現のための技術、仕組み、ビジネスモデルなどが検証される計画である。

具体的な取り組みとしては、HEMS*やBEMS*の活用によるエネルギー消費量の見える化や最適化、供給側から需要調整を促すデマンドレスポンスが挙げられる。そのため、供給側・需要側双方のエネルギー・情報のインフラである「スマートグリッド」についても検証されている。再生可能エネルギーなど多様化したエネルギーを安定して活用するためには、スマートグリッドは不可欠な技術である。

また、EV（電気自動車）と家の連携、蓄電システムの最適設計、EV充電システムなどの新しいエネルギー供給の仕組みや、水素

利用の実証なども試みられている。特に水素の利活用では、貯蔵・輸送に関する鉄鋼材料の検証や開発も重要なテーマになっている。

これらの実証を通じて、地域におけるエネルギー利用の全体最適を図るCEMS*を構築することが目標である。

海外からも期待される日本の技術

国内での実証事業のほかに、NEDOなどが中心となって海外での実証試験が進められている。都市型や離島型など、地域の環境に合わせたスマートコミュニティの実証試験には、多くの日本企業が参画している。

経済産業省は、「スマートコミュニティ・アライアンス」という、日本の優れた新エネ・省エネ技術やスマートグリッド関連技術の国際展開・国際標準化を促進するための組織を展開している。

卓越した日本の省エネルギー技術とインフラビジネスと組み合わせたトータルソリューションは、省エネルギー、高効率化を実現するスマートシティの実現に大きく貢献することが期待されている。

*BEMS：Building Energy Management System
CEMS：Community Energy Management System
EMS：Energy Management System
HEMS：Home Energy Management System
SCADA：Supervisory Control And Data Acquisition

世界に先駆ける低炭素都市モデルへ 横浜スマートシティプロジェクト

横浜スマートシティプロジェクトは、スマートシティの成功モデルを全国・海外に展開するべく2010年に開始した。横浜市では、低炭素都市の実現を目指し、省エネに加え、太陽光発電など再生可能エネルギーの利用を進めている。2013年夏にはエネルギーを無駄なく使うためのシステムであるEMS*が連携し、ピークカットなどの節電行動を促す実証実験が行われた。

この他にも、地域内に設置された蓄電池を大きな一つの蓄電池に見立てて管理するシステムである蓄電池SCADA*により、蓄電池を有効活用する実証実験も行っている。例えば、家庭に設置された蓄電池で使用しない時間帯や空き容量を蓄電池SCADAが借り受け、地域としての電力の過不足を調整するよう蓄電池SCADAから充放電の依頼をすることができる。このような蓄電池SCADAからの依頼により、HEMSやBEMSと連携して、家庭やビルに設置された個々の蓄電池の放充電を制御することができる。

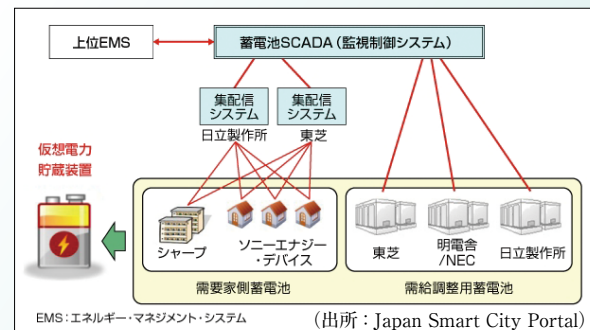
実験は2014年末まで行われ、蓄電池SCADAによる多数の蓄電池制御が可能か、などが実証される見通しである。

■ユーザー側の電力見える化画面



実験には一般家庭も参加し、電力使用ピークカットのモニタリングに協力する。電力の見える化により、効率的な節電行動が可能となる。(出所：(株)東芝)

■蓄電池SCADAシステム概念図



蓄電池 SCADA の技術により、電力供給側が個々の電池状況を意識することなく電力使用量の調整ができる。

製鉄所で発生した水素を地域で有効活用 北九州スマートコミュニティ創造事業

北九州スマートコミュニティ創造事業は、北九州市八幡東区東田地区で行われている。また、同事業と連携した「北九州水素タウン」事業が2011～2013年度に行われている。これは、新日鐵住金(株)八幡製鉄所で発生する副生水素を、市中に敷設した水素パイプラインによって直接供給するものである。水素の供給先は、オフサイ

ト型水素ステーションや集合住宅や業務用施設などに設置する燃料電池や低圧水素充填装置で、効率的な水素供給・利用を実証する。パイプラインには配管用炭素鋼管が用いられ、パイプライン耐久性評価が行われるほか、水素供給実証、純水素型燃料電池などの多用途・複数台運転実証、小型移動体への水素充填実証などが行われている。

■北九州水素タウンにおける実証研究の概要

