

震災後の電力供給不足の解消にむけたシナリオ

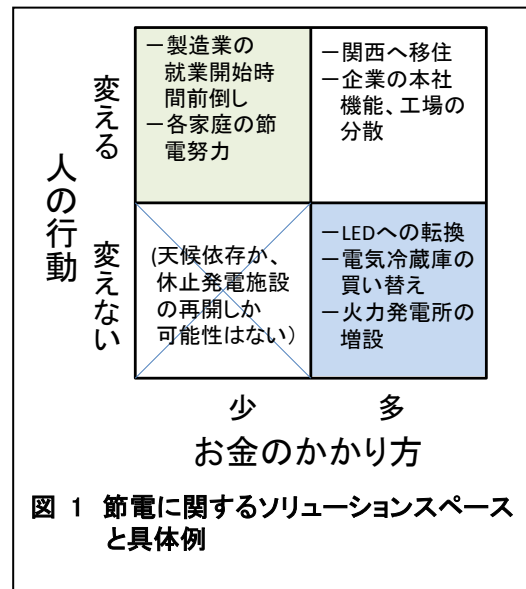
2011/3/30 (最終更新 2011/4/18) ¹

科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター 東日本大震災特別対策シナリオ検討チーム

低炭素社会戦略センター(LCS)では、今後の東北地方の被災地復興及び発電所運転停止による電力供給不足解消に向けて、低炭素社会の創造を基本に技術・社会シナリオを提案する。

本稿では、東北・関東圏の電力不足解消に重点を置き、再生可能エネルギーを主とした分散電源の導入と、家庭部門における節電を行うシナリオを示し、電力需給バランスを検討した。

節電の方策として、人の行動の変革を要するかどうか、コストがかかるかどうか、という点で4つのソリューション（解決策）に分けられる(図1)²。ここでは、効果の大きい日々の暮らしの中で、消費振興をしながら節電に結び付けることや(図1右下)、各家庭やオフィスの生活の変革によりコスト最小限で節電を行うこと(図1左上)に着目した。



途中経過ではあるが、本稿において、2011年夏は分散型電源導入と節電により、可能な限り停電せずに社会活動が続けられるというシナリオを提案する。そのためには東電・東北電力管内の生活者・産業・事業者への提案への協力呼びかけが必要である。本稿で提案する家庭や業務での節電対策は(利用時間のシフト、新機器導入と節電)、生活を圧迫するほどのものではないが、住民、企業の参加は必要不可欠である。実際には、今夏に関しては電力不足は深刻であり、家庭・業務部門だけではなく、経済活動を損なわない形での産業の節電も併せて推し進める必要がある。今後は、そのために必要な行動実施の周知徹底が重要である。

¹ 2011/4/07 一部改訂、4/12 一部改訂及び業務部門評価を追加。4/18 誤植訂正。

² 本来は時間の概念も入れた3次元マトリクスであり、時間軸、すなわち、短期、中・長期の軸が必要であるが、ここでは図の分かりやすさも考慮し2次元で表示している。ボックスごとに、次の段階で時間を評価すればよいと考える。

ポイント

- 東北電力、東京電力管内を対象にした。³
- 評価の時期は、今夏の電力需要ピーク発生時（2011年7月頃）、冬のピーク発生時（2012年2月頃）、来年の夏のピーク発生時（2012年7月頃）とした。
- 太陽光発電、風力発電、小型・中型発電機、燃料電池により追加電力供給を図ることとした。その際、採用する技術については、実際に利用できる量を計算に用いるために、調査した年産規模から技術調達可能量を推定した。
- 家庭部門、業務部門で節電を行うこととした。家庭部門の節電には、高効率機器・家電への買い替え、家電利用時間のシフト、その他省エネの3つの方策を検討した。業務部門の節電は、照明、コンセント（コンピュータなど各種動力）、空調について、買い替え、ピーク時の利用半減、省エネを検討した。⁴
- 本稿での試算の結果、夏期であれば家庭・業務部門の節約で、最大26GW、機器買い替えを行わずコストを抑えたケースでは22GW⁵、ライフスタイルを変えないケース（利用時間の変更なし）では13GWの節電になる。
- 電力不足分を補うためには、分散型電源を最大限導入した上で、家庭部門・業務部門双方で節電が必要であることが分かった。家庭部門だけでは機器買い替え、利用時間シフト、省エネを最大限行っても不足するが、その不足分は業務部門で機器買い替えあるいは利用時間を変えることで、対応可能である。例えば、2011年夏期では、家庭・業務部門の節電最大ケースと、中間ケース（コスト最小）、中間ケース（業務節電最大化）のときに、電力不足を解消できる。一方節電最小ケースでは、10GW不足する。この場合、産業部門で電力半減するか、計画停電が必要となり、経済活動への影響も考えると、家庭・業務部門での節電の啓蒙などにより実行が重要である。
- 2011年夏期の時点では、0.3GWと分散型電源の効果は少ないが、同じ年産規模を保ち供給することで、2012年冬期には1.3GW、夏期には2GWとなり、電力不足分は冬期で1.7GW、夏期で7GWとなる。一方、家庭・業務部門の節電により不足は解消され、さらに余剰電力が期待できる。実際には、余剰電力はその分、燃料費がかさむ発電機を使わなくなることに相当する。今後、再生可能エネルギー供給が同傾向で増加し、さらに系統電力が回復する場合、余剰電力が発生することになるが、これを、例えば被災復興地の契約した産業へ無償で提供するなど、復興支援の一助とすることもできる。

³ 東北電力と東京電力は電力を融通し合っているため、実際には合わせて考える必要がある。結果の表記は参考にしやすいよう、2011年夏期については東北電力管内、東京電力管内を別にしたものも載せる。

⁴ 詳細は巻末〈参考〉参照。ライフスタイルの若干の変更は必要であるが、機器構成の変更は想定していない。例えば電気を利用しているエアコンから、ガスや灯油を利用するストーブへ変更するといった燃料転換を考慮していない。

⁵ GW=100万kW

シナリオ試算結果

1. 電力供給見通し及び需要見込み

表1、表2に電力供給見通し及び需要見込みをまとめた。電力供給が完全に復旧しない今夏、前年までの電力需要に近いピークと仮定すると、不足分は14GWになる。夏に比べピークがやや低い冬期でも、供給が完全には回復しないため不足状態が続く。

	2011.7月頃	2012年2月頃	2012年7月頃	
東北電力管内	11			GW
東京電力管内	50			GW
	61	64	66	GW

(注) 今夏は、東京電力発表の値(2011.4.13新聞発表)と、東北電力については個別発表情報からのLCSの積み上げ。2012年以降は、LCSによる見通し。

	2011.7月頃	2012年2月頃	2012年7月頃	
東北電力管内	15			GW
東京電力管内	60			GW
	75	67	75	GW

2. 分散型電源による電力供給

分散型電源として、太陽光発電、風力発電、小型・中型発電機、燃料電池について、年産規模からそれぞれの技術による電力供給量を計算した。風力、太陽光(昼間)については時間換算稼働率を20%とした。今夏までとすると0.3GW、2012年の夏であれば2GWの発電が可能となる。

	2011.7月頃	2012年2月頃	2012年7月頃	
太陽光発電	160 (800)	640 (3,200)	960 (4,800)	MW ※
風力発電	25 (125)	100 (500)	150 (750)	MW ※
発電機(2kVA)	35	140	210	MW
発電機(50kVA)	109	437	656	MW
燃料電池	3	10	15	MW
合計	0.3	1.3	2.0	GW

※()内は設備容量を表す。

3. 電力不足分

電力需要に対し、系統電力・分散電源による供給を行った結果の電力不足分を表4に示す。これはすなわち需要側において必要とする節約分である。

	2011.7月頃	2012年2月頃	2012年7月頃	
ケース1:新たな分散型電源なし	14.0 (東北 4.0 東京 10.0)	3.0	9.0	GW
ケース2:小型・中型発電機のみ	13.9 (東北 4.0 東京 9.9)	2.4	8.1	GW
ケース3:太陽光発電、風力、燃料電池あり	13.7 (東北 3.9 東京 9.7)	1.7	7.0	GW

4. 家庭部門における節電

東北電力、東京電力管内合わせて2320万世帯の家庭部門における節電方策を、機器買い替え、利用時間シフト、その他省エネの3方策に分け、組みあわせで7通りについて夏期、冬期それぞれの節約分を試算した(表5)。詳細は巻末の<参考1>にまとめた。3方策すべて取り入れた場合が最大で、夏期は8GW、冬期は20GW削減可能である。

表5 家庭部門における機器買替え、利用時間シフト、省エネによる夏期・冬期の節電シナリオ

		シナリオ H-1	シナリオ H-2	シナリオ H-3	シナリオ H-4	シナリオ H-5	シナリオ H-6	シナリオ H-7
節電シナリオ内容	機器買い替え	あり	なし	なし	あり	あり	あり	あり
	利用時間シフト	なし	エアコン、暖房、調理器具のみ	あり	エアコン、暖房、調理器具のみ	あり	エアコン、暖房、調理器具以外	なし
	その他省エネ	なし	なし	なし	なし	あり	あり	あり
夏期節約分(GW)		3	4	6	6	8	5	3
内 東北電力管内		0.5	1	1	1	1	1	1
内 東京電力管内		2	3	5	5	7	4	2
冬期節約分(GW)		3	11	18	14	20	10	5
内 東北電力管内		1	2	3	3	4	2	1
内 東京電力管内		3	9	15	12	16	8	4

また、家庭部門で節約を行った場合の電力不足分を表6にまとめた。冬期は節約によりすべてのシナリオで電力余剰となり、現実には発電機のピーク時利用が不要となる。夏期は、2011年は家庭部門の節約では不足するため他部門での節約が望まれるが、2012年は買い替えと一部利用シフトで電力余剰に転じる。

表6 家庭部門における節電後の電力不足分（単位 GW）

	シナリオ H-1	シナリオ H-2	シナリオ H-3	シナリオ H-4	シナリオ H-5	シナリオ H-6	シナリオ H-7
2011.7月頃	11	10	7	8	6	8	11
内 東北電力管内	3	3	3	3	2	3	3
内 東京電力管内	8	7	4	5	3	5	7
2012.2月頃	-2	-10	-16	-13	-18	-9	-4
2012.7月頃	4	3	1	2	-1	2	4

※マイナスの緑字は電力余剰分を表す。

5. 業務部門における節電

業務部門の節電は、

- 照明の蛍光灯をLED電灯に置き換えと、ピーク時半減利用
- コンセント動力をピーク時半減利用と待機電力カットや省エネモード運転
- 空調利用をピーク時不使用と冷暖房温度を省エネモード運転

により行うこととした。計算の詳細は巻末の〈参考2〉にまとめた。結果を表7に示す。

表7 業務部門における機器買替え、利用時間シフト、省エネによる夏期・冬期の節電シナリオ

シナリオ		シナリオ O-1	シナリオ O-2	シナリオ O-3	シナリオ O-4	シナリオ O-5	シナリオ O-6	シナリオ O-7
	照明買い替え	あり	なし	なし	あり	なし	あり	あり
利用時間シフト	なし	あり	なし	なし	あり	あり	あり	
待機電力カット、 省エネ	なし	なし	あり	あり	あり	なし	あり	
節約割合		24%	59%	5%	29%	61%	71%	72%
夏期	全体(GW)	6	15	1	7	15	18	18
	内 東北電力管内	1	3	0.3	1	3	4	4
	内 東京電力管内	5	12	1	6	12	14	14
冬期	全体(GW)	5	13	1	6	14	16	16
	内 東北電力管内	1	3	0.3	1	3	4	4
	内 東京電力管内	4	10	1	5	11	12	13

照明買い替え、利用時間シフト、待機電力カット及び省エネ方策のすべて取り入れた場合が最大で、夏期は 18GW、冬期は 16GW 削減可能である。表 8 は、業務部門で節約を行った場合の電力不足分である。2011 年夏は、照明買い替えと利用時間シフト、あるいは利用時間シフトと省エネにより、不足分を解消できることがわかる。2012 年冬以降は、照明買い替えか利用時間シフトのどちらかが徹底されることで余剰となる。待機電力カット、あるいは省エネモード運転だけでは節電は不十分である。

表8 業務部門における節電後の電力不足分（単位 GW）

	シナリオ O-1	シナリオ O-2	シナリオ O-3	シナリオ O-4	シナリオ O-5	シナリオ O-6	シナリオ O-7
2011.7 月頃	8	-1	12	6	-1	-4	-4
内 東北電力管内	3	1	4	2	1	0.4	0.3
内 東京電力管内	5	-2	9	4	-2	-4	-5
2012.2 月頃	-4	-11	0.5	-5	-12	-14	-14
2012.7 月頃	1	-8	6	-0.2	-8	-11	-11

※マイナスの緑字は電力余剰分を表す。

6. まとめ

4, 5 の家庭部門、業務部門の節電シナリオを合わせ、最大ケース、最小ケース、中間ケースについて、節電可能量と、節電後にまだ不足している電力を表 9 にまとめた。

中間ケースは次の 4 通りである。

- ・ 「ライフスタイル変更小」…利用時間シフトをなるべく行わない
- ・ 「コスト最小」…機器買い替えを行わない
- ・ 「家庭節電最大化」…家庭で最大の節電を行い、業務では最小のシナリオを選択
- ・ 「業務節電最大化」…業務で最大の節電を行い、家庭では最小のシナリオを選択

2011 年の夏では、最大ケースと、中間ケース（コスト最小）、中間ケース（業務節電最大化）のときに、電力不足を解消できる。最小ケースでは、10GW 不足するという結果になった。この場合、産業部門で、電力使用を 40% 減しなくてはならないことになる。経済活動への影響も考えると、家庭・業務部門での節電が必須である。

表9 業務部門における部門における節電後の電力不足分（単位 GW）

シナリオケース	最大ケース	最小ケース	中間ケース: ライフスタイル変更小	中間ケース: コスト最小	中間ケース: 家庭節電最大化	中間ケース: 業務節電最大化
家庭部門シナリオ	H-5 機器買い替え、利用時間シフト、省エネ	H-1 機器買い替え	H-6 機器買い替え、エアコン・調理器以外の利用時間シフト、省エネ	H-3 利用時間シフト	H-5 機器買い替え、利用時間シフト、省エネ	H-1 機器買い替え
業務部門シナリオ	O-7 機器買い替え、利用時間一部シフト、待機電力カット、省エネ	O-3 待機電力カット、省エネ	O-4 機器買い替え、待機電力カット、省エネ	O-5 利用時間一部シフト、待機電力カット、省エネ	O-3 待機電力カット、省エネ	O-7 機器買い替え、利用時間一部シフト、待機電力カット、省エネ
夏期合計	26	4	13	22	9	21
冬期合計	36	5	18	31	21	20
2011.7月頃	-12	10	1	-8	4	-7
内 東北電力管内	-1	2	2	-0.3	2	-0.1
内 東京電力管内	-11	7	-0.4	-8	2	-7
2012年2月頃	-35	-3	-15	-30	-20	-18
2012年7月頃	-19	3	-6	-15	-2	-14

※マイナスの緑字は電力余剰分を表す。

<参考1>

省エネ計算に使用した各機器の節約電力など詳細と、各シナリオで実施した方策の一覧を以下に示した。

- ・ 東北電力及び東京電力管内のそれぞれ 423 万、1897 万世帯合わせて 2320 万世帯を対象
- ・ 夏期のピークは午後2時から3時頃、冬のピークは午前9時ごろと午後6時ごろ
- ・ 機器あたり節約電力はメーカーカタログ値、(財)省エネセンターの家庭の省エネ大事典をもとに設定
- ・ 世帯当たり節約電力は、機器あたり節約電力に在宅率、利用率、保有率(あるいは普及率)の項目を掛け合わせることで LCS で計算。

参考 表1 夏期の家庭部門電気機器による節電効果(昼ピーク)

		節約電力 (W/機器)	節約電力 (W/世帯)	シナリオ						
				1	2	3	4	5	6	7
照明器具	ピーク時不使用(白熱灯)	54	16			○		○	○	
	ピーク時不使用(蛍光灯)	12	2			○		○	○	
	白熱電球をLED電球に	48	14	○			○			○
	蛍光灯をLEDに	6	1	○			○			○
エアコン	ピーク時に不使用(冷房)	480	112		○	○	○	○		
	冷房設定温度1℃上げる	50	12						○	○
	効率のよい機器へ買い替え	280	25	○					○	○
テレビ	ピーク時不使用(ブラウン管)	87	7			○		○	○	
	ピーク時不使用(液晶)	49	3			○		○	○	
	ピーク時不使用(プラズマ)	204	9			○		○	○	
パソコン	ピーク時不使用(デスクトップ)	70	5			○		○	○	
冷蔵庫	効率のよい機器へ買い替え	55	69	○			○	○	○	○
電子レンジ	ピーク時不使用	1000	3		○	○	○	○		
電気炊飯器	ピーク時不使用	1400	4		○	○	○	○		
電気ポット	ピーク時不使用	1000	15		○	○	○	○		
IH調理器	ピーク時不使用	3000	5		○	○	○	○		
食器洗い乾燥機	ピーク時不使用	1200	14		○	○	○	○		
温水洗浄便座	ピーク時不使用	500	20			○		○	○	
洗濯機	ピーク時不使用	300	27			○		○	○	
洗濯乾燥機	ピーク時不使用	800	22			○		○	○	
掃除機	ピーク時不使用	1000	15			○		○	○	
ドライヤー	ピーク時不使用	1000	1			○		○	○	

参考 表2 冬期の家庭部門電気機器による節電効果(朝夕ピーク)

		節約電力 (W/機器)	節約電力 (W/世帯)	シナリオ						
				1	2	3	4	5	6	7
照明器具	ピーク時に不使用(白熱灯) (朝夕)	54	54			○		○	○	
	ピーク時に不使用(蛍光灯) (朝夕)	12	6			○		○	○	
	白熱電球を LED 電球に(朝 夕)	48	48	○			○			○
	蛍光灯を LED に(朝夕)	6	3	○			○			○
エアコン	ピーク時に不使用(暖房)	500	195		○	○	○	○		
	暖房設定温度1℃下げる	90	35						○	○
	効率のよい機器へ買い替え	280	25	○					○	○
電気カーペット	ピーク時に不使用	600	98		○	○	○	○		
	設定を「強」から「中」に変更	100	16						○	○
こたつ	ピーク時に不使用	600	75		○	○	○	○		
	設定を「強」から「中」に変更	130	16					○	○	○
	上掛けと敷布団追加	90	11					○	○	○
テレビ	ピーク時に不使用(ブラウン 管)	87	12			○		○	○	
	ピーク時に不使用(液晶)	49	5			○		○	○	
	ピーク時に不使用(プラズマ)	204	14			○		○	○	
パソコン	ピーク時に不使用(デスクトッ プ)	70	8			○		○	○	
冷蔵庫	効率のよい機器へ買い替え	55	69	○			○	○	○	○
電子レンジ	ピーク時に不使用(朝夕)	1000	10		○	○	○	○		
電気炊飯器	ピーク時に不使用(朝夕)	1400	63		○	○	○	○		
電気ポット	ピーク時に不使用	1000	15		○	○	○	○		
IH 調理器	ピーク時に不使用(朝夕)	3000	15		○	○	○	○		
食器洗い乾燥 機	ピーク時に不使用	1200	24		○	○	○	○		
温水洗浄便座	ピーク時に不使用	500	20			○		○	○	
洗濯機	ピーク時に不使用	300	89			○		○	○	
洗濯乾燥機	ピーク時に不使用	800	36			○		○	○	
掃除機	ピーク時に不使用	1000	25			○		○	○	
ドライヤー	ピーク時に不使用(朝夕)	1000	5			○		○	○	

<参考2>

業務部門については、単位面積あたり、もしくは事業所あたりの機器利用率などのデータがないため、家庭部門の計算のような積み上げ計算ができない。ここでは、以下の方法で求めた。

- ・ ピーク電力のうち家庭、業務、産業が3分の1ずつ電力利用していると仮定。
- ・ 省エネセンター資料により、業務部門のエネルギー消費における照明、コンセント動力、空調はおよそ40%、30%、30%である。ここでは空調の熱源は電力とその他燃料が50%ずつと仮定し、業務部門電力消費に対する割合を設定した。
- ・ 節電可能率をそれぞれに設定し、電力使用割合に乗じて、各機器業務部門電力消費削減割合を求めた。
- ・ 大きく分けて、照明買い替え、利用時間シフト(半減・不使用)、待機電力カット及び省エネ、の3つの組み合わせで7つのシナリオを設定した。

参考 表3 業務部門における用途別電力消費削減割合

	電力に対する 使用割合	削減方策	節電可能率	業務部門電力消費削減 割合
照明	47%	蛍光灯をLEDに	50%※	24%
		ピーク時半減	50%	24%
コンセント	35%	ピーク時半減	50%	18%
		待機電力カット、省エネモード	10%	4%
空調	18%	ピーク時不使用	100%	18%
		冷暖房温度を省エネモードに変更	10%	2%

※実際にはハロゲン電球からLEDへの買い替えもあると見込まれ、その場合はより多く節電可能となるが、ここでは、実施率、普及率など不明のため、50%としている。