平成２３年度　電力需給問題に関する研究協議会

大規模停電とその予防対策

2011年4月28日 (木)　アルカディア市ヶ谷にて

早稲田大学　先進理工学部
電気･情報生命工学科
岩本　伸一

我々は電気に頼りすぎ？

その通り。

エアコンが無かった時の契約アンペアは
１０A×１００V＝１０００W＝１kWで
１０A → １kW　(夏は食欲がなくなった)

今は家庭で、エアコン (1台で最大消費時約１０A)を3台
ウォッシュレット等もあり契約アンペアは
５０A → ５kW

今夏の電力供給は足りないのか？

出典：OHM2011年カレンダー　日本の電力地図

他の電力会社からもらえないのか？

http://www.fepc.or.jp/present/supply/soudensen/sw_index_01/index.html

他の電力会社からもらえないのか？

・北海道電力から６０万kW、中部電力から（を通して）１００万kW送ってもらえるが、それだけ。

・東電の周波数が５０Hzで、中部電力の周波数が６０Hzだから、１００万kW以上送れないとの誤解が多い。

・事実は、中部電力と東京電力を結ぶ連系線（送電線）の容量が１００万kWしかないから。

・連系線・周波数変換設備を増設すれば、他の電力会社からもらえる。（ただ、10年、１０００億円かかる）。

今夏の電力は大丈夫？

今夏は、電力供給力（公表）は５２００万ｋＷ

↓

需要が、約５０００万ｋＷなら大丈夫

約20年前(１９９３年）の需要

↓

その時の生活に戻ればよい

↓

エアコンを全く使わなければ大丈夫

しかし、それは、無理！！

今年だけじゃないのか？

・福島第一の470万kW、福島第二の440万kWが止まっている。

・福島県知事は、もう再稼動は無い！と言っているので、合計910万kWが使えなくなった状態。

・原子力発電所は、13ヶ月ごとの定期検査が義務つけられている。

・再起動にあたっては、原子力保安院からの許可と、県知事をはじめとする周辺住民の了解が要る。

・これから、どうなっていくか不明。とにかく、発電所は急にはできない（約10年かかる）。当分、大規模停電の恐れがある。

停電と大規模停電の違いは何か？

・停電

　十分な供給力がある時に、電線が切れるなどして、電気が来なくなること。

　↓

　どうするか？　→　他の所から、電気が来るようにする。

（変電所内での系統切替を実施する。手動で一回10-15分かかる。または、自動的に行われる）

　例：　CIGRE　Large　Disturbance

停電と大規模停電の違いは何か？

・**大規模停電**

電力の供給と需要のバランスがとれなくなる
↓
電気の品質が悪くなる（**周波数**と電圧）
↓
特に、**周波数**が問題！
↓
東電管内での**周波数は、５０Ｈｚ（ヘルツ）**

周波数が５０Hzとは？

発電機は、中で磁石が回って電気を起こしている
→　毎分３０００回転→６０で割ると（1分＝６０秒）

毎秒５０回転（1回転＝１サイクル）

↓

一秒間に50サイクル交番することを、

５０Hz(ヘルツ）と言う

周波数が５０Hzとは？

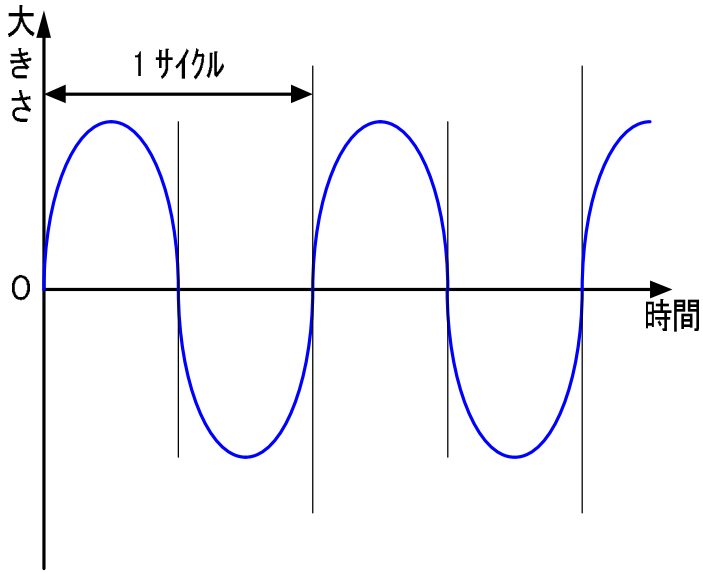
- 東京電力管内では･･･

  50Hz(ヘルツ)の周波数を出すように
  全ての発電機が一緒に回っている

- 50Hz　= 50 ｻｲｸﾙ/秒

- 周波数が下がりすぎると保護リレー装置UFRが働き、遮断器（ブレーカー）が作動する

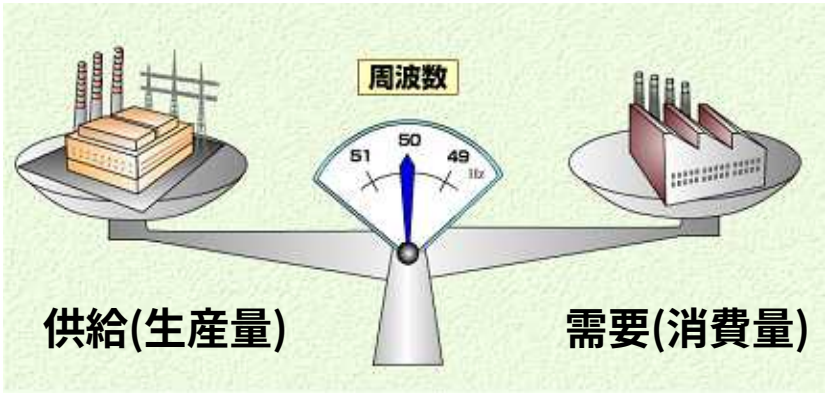
  UFR（Under Frequency Relay:
  不足周波数リレー）



周波数は一定ではないのか？

負荷が重くなると→周波数は下がる

負荷が軽くなると→周波数は上がる



【出典】電力中央研究所；
「電力系統の安定運用のために」，
2001年11月

東電管内では、平常時

５０±０．２Hz

になるよう制御されている

周波数が変動→電動機の回転が変動

繊維、圧延、製紙など、延伸が必要な製品にムラ発生

電力の供給より需要が増えると何が起こる？

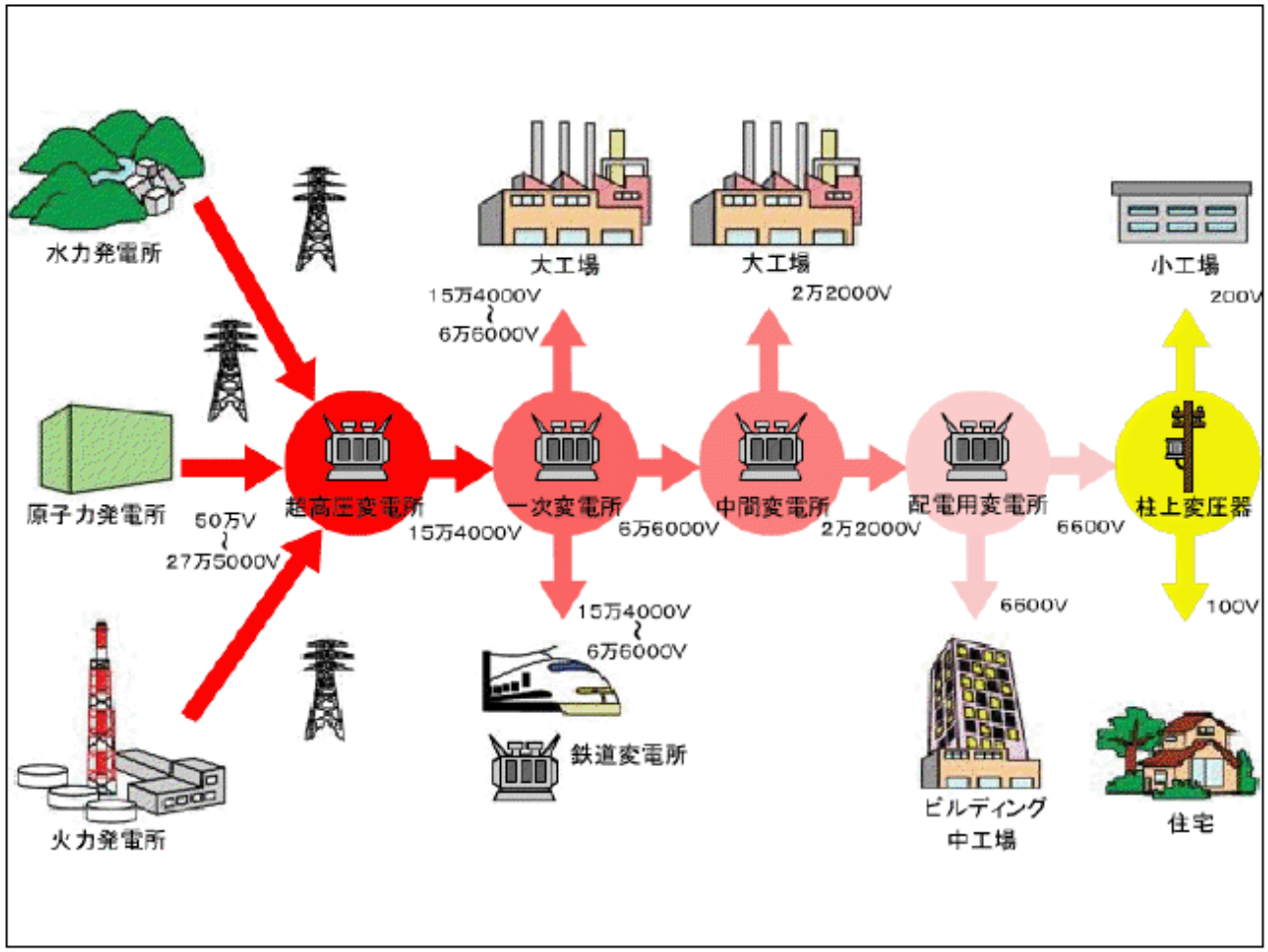
周波数が、段々と下がっていき、

５０．０ → ４９．Ｘ → ４９．Ｙ → ４９．Ｚ → ・・・

４９Hzを少し下がったところから、一次変電所の
遮断器（ブレーカー）が、自動的に動作する（UFRにより）
↓
負荷が切られる→停電となる→大規模停電となっていく

例：　中越沖大地震時の周波数の動き

一次変電所とは？



http://www.fepc.or.jp/present/supply/soudensen/index.html

どうして大規模停電になるのか？

電力系統は、生き物のように動き、
この負荷遮断は、段階的に行われていく

48.X(Hz)　　A 万kW 負荷遮断(停電)
↓
48.Y(Hz)　　B 万kW 負荷遮断(停電)
↓
48.Z(Hz)　　C 万kW 負荷遮断(停電)

大規模停電になる！！

北米大停電の時はどうなった？

- いつ起こったか？
  - 2003年8月14日（木）16：10頃
- どんな状況だったか？
  - 停電地域：ニューヨークを含む米国北東部及びカナダ五大湖周辺
  - 供給支障：約6200万kW　（東電全体とほぼ同じ）
  - 復旧状況：8月16日（土）昼頃ほぼ復旧。しかしその後1週間以上、供給力不足による計画停電を実施。

    （特に、発電・送電・系統運用が別会社だったため、復旧にかなりの時間がかかったと考えられる）

大規模停電になると早く復旧できない？

早急には無理。北米大停電では、約丸２日かかった。

↓

周波数が正常値へ戻ってくるのを見ながら、
変電所で遮断器 (ブレーカー)を戻していく
(上部の給電所より指令)

↓

関係した一次変電所の需要だけ供給力が必要

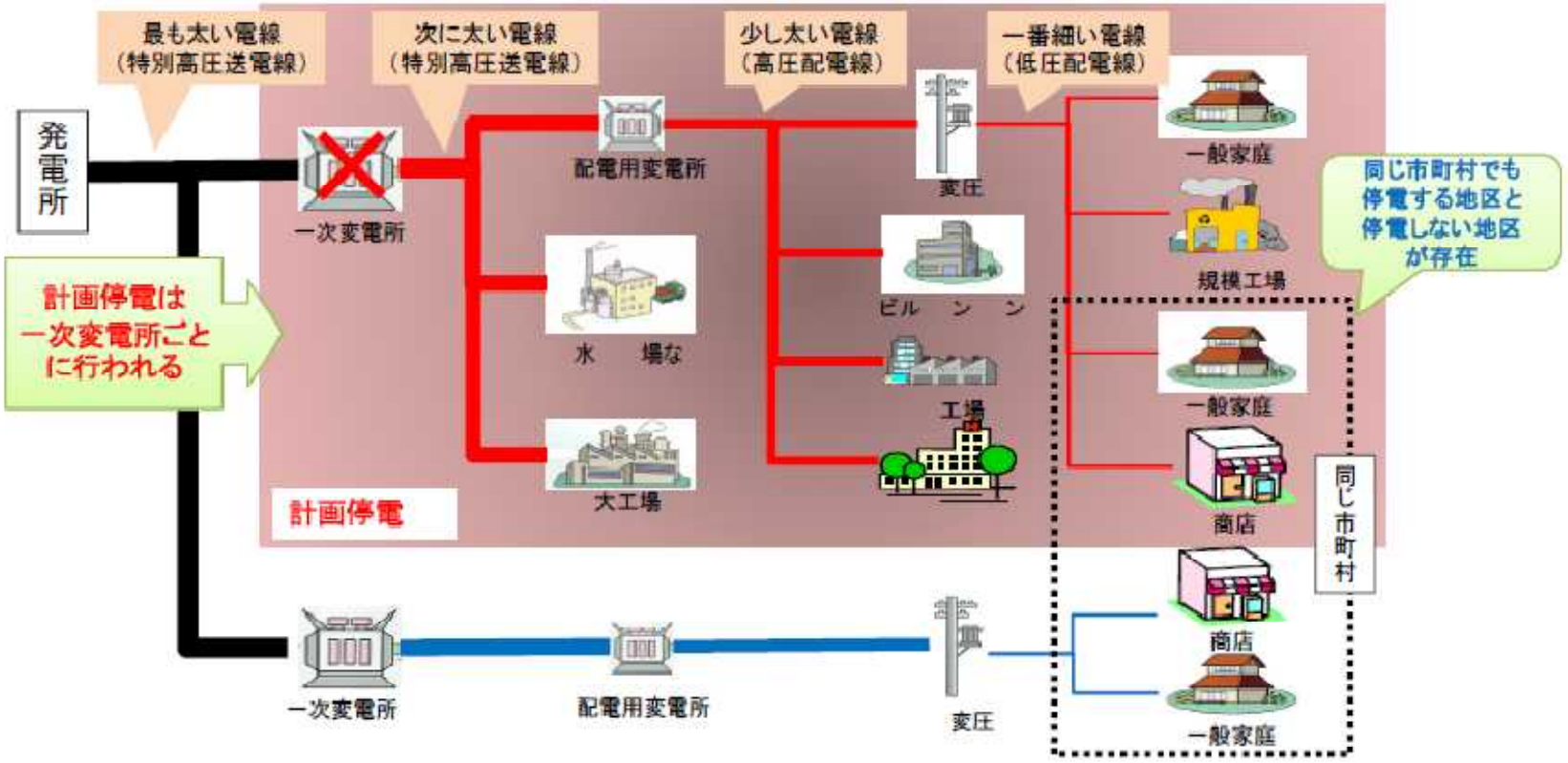
↓

それでも無いものは無いので、停電は続く

大規模停電を起こさないには？

計画停電を実施するしかない（初期は）
↓
実施した
↓
色々な問題が発生（電車、工場、信号、病院）
↓
(例)何故、隣の家では電気が来ているのに、自分のところには来てないのか？

隣の家の電気はついてる



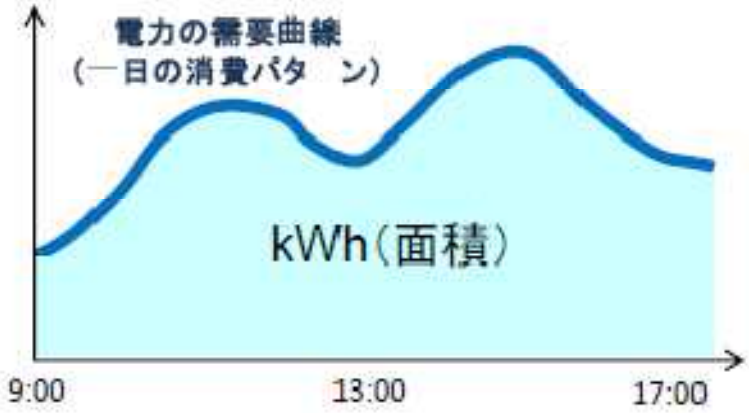
http://www.meti.go.jp/earthquake/electricity_supply/0325_electricity_supply_04_00.pdf

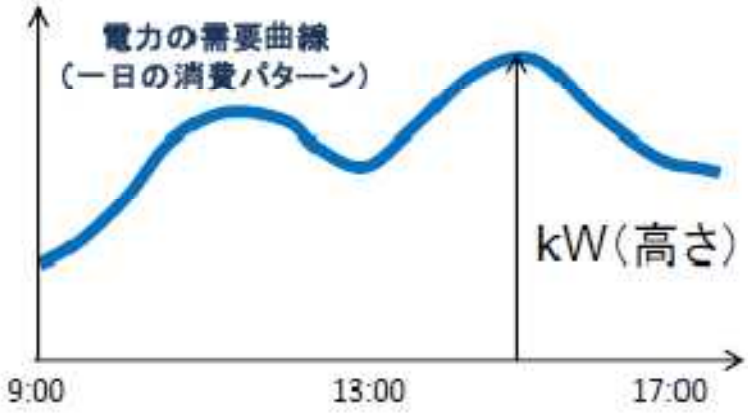
計画停電とは別のやり方は？

事前通知の総量規制でやる

→最大電力量（kWh)と最大電力（kW)

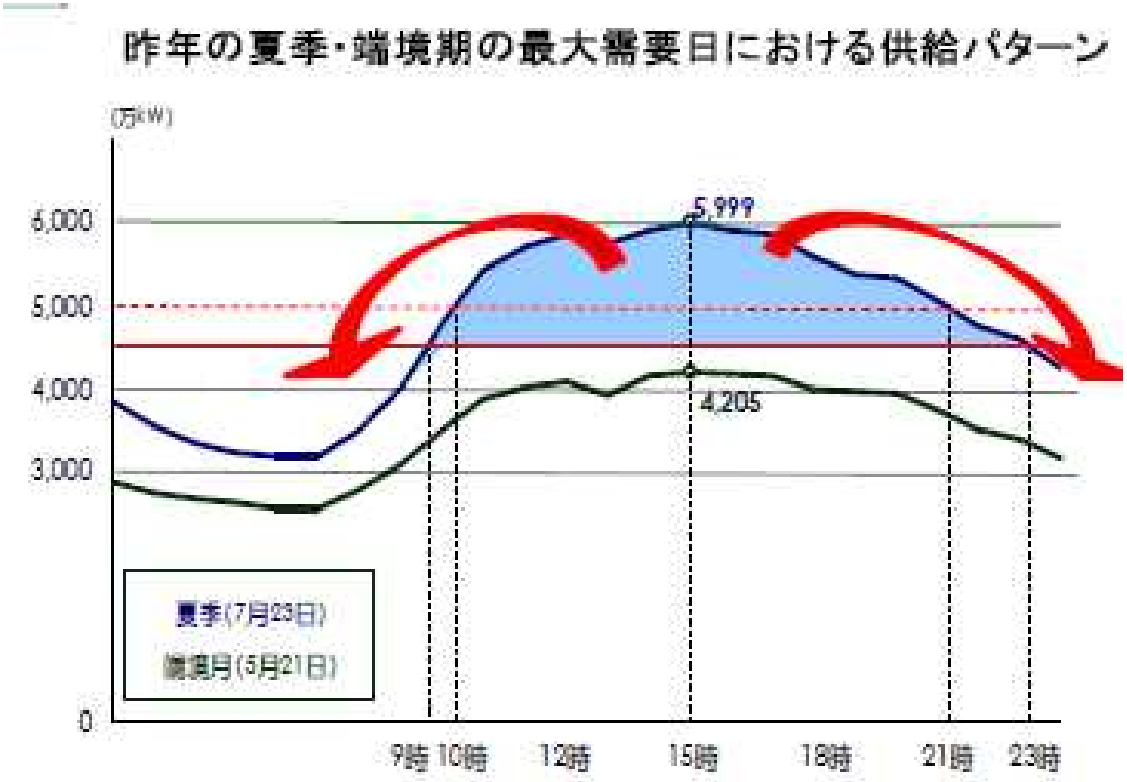
に上限を課す。





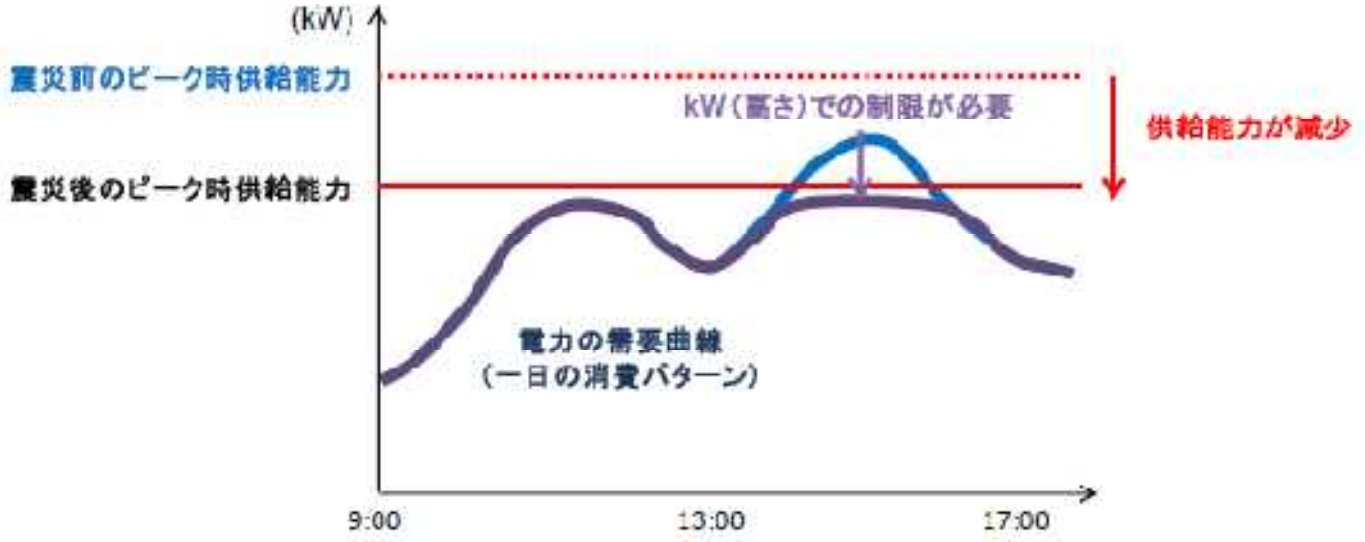
http://www.meti.go.jp/earthquake/electricity_supply/0325_electricity_supply_04_00.pdf

使用電力のシフトをやる



http://www.meti.go.jp/earthquake/electricity_supply/0408_electricity_supply_03_00.pdf

電力のピークカットをやる



http://www.meti.go.jp/earthquake/electricity_supply/0325_electricity_supply_04_00.pdf

どうやって節電するのか？

- エアコン使用を抑える。
  エアコン1台 (最大消費時約１０００W、設定温度到達後約1/6)の電力で
  ＝　３０cmの扇風機約５台回せる
  設定温度を1℃上げて扇風機を回す (電力約10%減)

- 照明を抑える。
  →　蛍光灯に換える。LED電球に換える

- あまり新しくない校舎であれば、これで相当節電可
  窓を開けれない高層ビルの校舎は、これができない
  →エアコンの温度設定を上げ、扇風機を併用

大学に何ができるか？

1．最大電力（kW）を決める。

2．最大電力使用量（kWh)を決める。

3．それらを監視（＋制御）する人を決める。

4．監視する人は、電力カーブを見る。

5．最大電力に達しそうになったら、緊急アナウンスを流す・・・自動で可？

（事前に、教職員には、周知しておく）

大学に何ができるか？

・窓に遮熱フィルムを貼る。

・ウオシュレットは止める。

・自販機は切る。

・エレベーターは、いつ停電しても、職員がドアを空けれるようにする（可能？）。非常用バッテリーで動くか必ず事前点検

大学に何ができるか？

・文鎮（習字で使う）で書類を押さえて、扇風機で仕事をする。

・ノーネクタイで（クールビズで）仕事する。

・湯沸し器の保温はしない。

・エアコン電源は別の回路にして、監視・制御。

東京電力へ提言したこと

・大規模停電になりそうになったら、あらゆる手段を用いて、アナウンスするよう！（地震時の様に）

・テレビのテロップで流す。
・町内放送で流す。
・緊急電力速報を流す。
・企業等でも流してもらう
（事前に、きちんと連絡網を作って）

大学は大規模停電時の対策を

・急に大停電になった時の準備を！

・エレベーターは、突然、電源を失う。止まる。中の照明は点くか？非常用電源はきちんと動作するか？必ず事前にチェックを！（閉じ込められたら、職員が空けれるのか？待つのか？）

・電気が止まると、開閉できなくなるドア等（装置）は大丈夫か？

・学生が帰宅できなくなった時、教室を開放する準備はできているか？水・食料はあるか？

注意しなければならないこと！！

・東京電力は、頑張って供給電力の積増しを行っている。（4650万kW→5200万kW→？）
・新聞では、あたかも、大丈夫なような記事もあるが、危険。
・何が、危険か？→従来とは、**供給力の質**が違う！
　（休止火力の再起動、それらを用いた揚水発電）
・発電機が、一機か二機は、トラブルを起こして脱落する可能性大（100-200万kW）・・・私的考え
・節電を！！

ご清聴ありがとうございました！！

Source of corner pictures: http://www.jnto.go.jp/eng