

都市計画

モダニスト都市理論

幾何学的秩序を保った道路・建物
計画的設置
機械的
人工的
効率的
脆弱
硬直的
冷たい

地方生態系の破壊
地域文化の浸食
利権集団の誕生

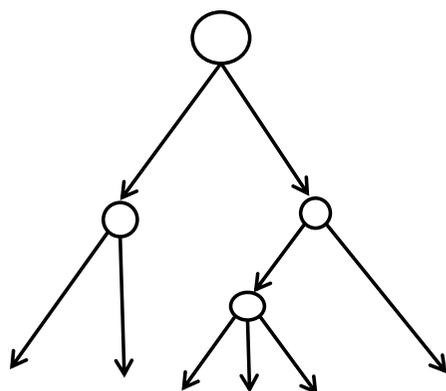
活力のある都市作り

複雑で入り組んだ道路・建物
無計画的歴史の産物
複雑・多様性
人間的
非効率的
強靱
柔軟
温かい

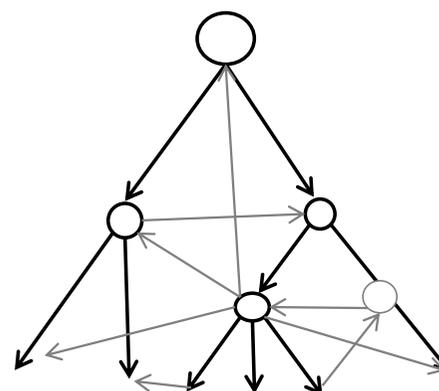
地方生態系の温存
地域文化の活性化
セルフディベロップメント

電力システム

ツリー構造



セミラティス構造



電力システムを例にとって

ツリー構造

- ・効率的
- ・規模の経済
- ・大規模集中電源優位
- ・垂直統合優位
- ・ベストミックスよりモノポリー
- ・進化が遅い

セミラティス構造

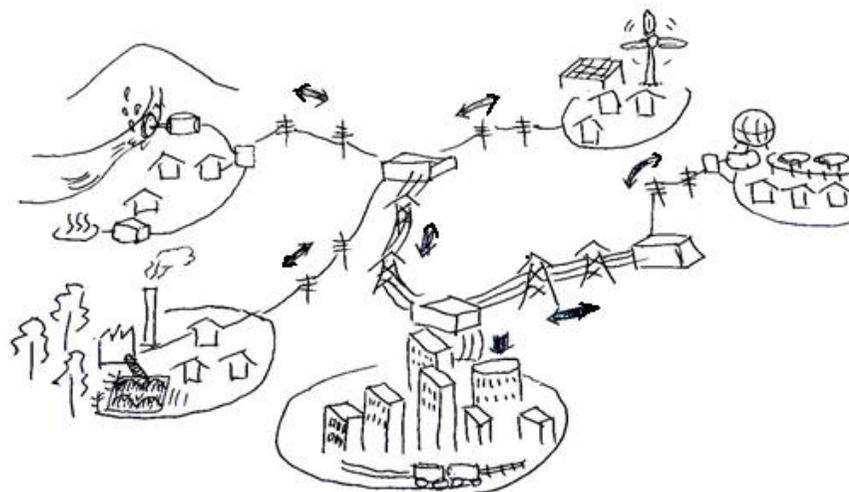
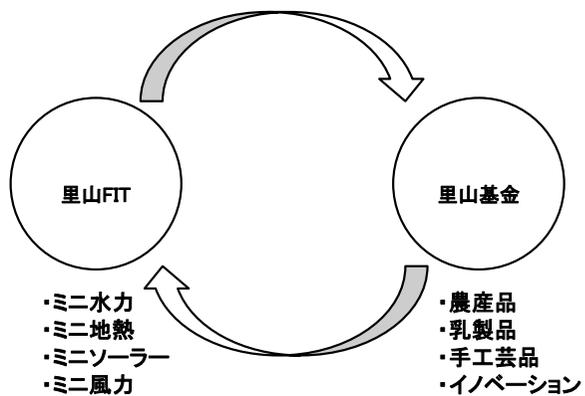
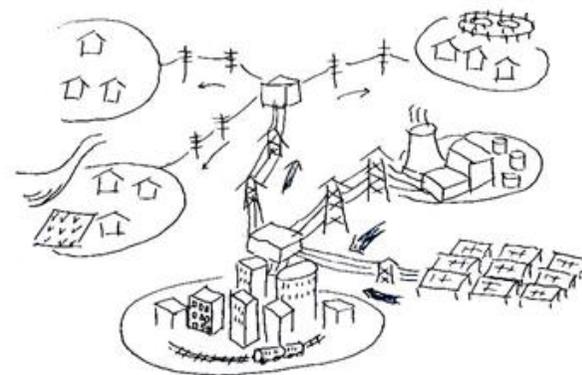
- ・非効率的
- ・複合的・非効率的競争経済
- ・革新技術優位
- ・未来が予測できない
- ・多様なプレイヤー続出
- ・急速な進化

里山FIT(都市に集中した富の新しい地方還元の仕組み)

- ・大規模発電+長距離送電⇒大都市
- ・地方の系統脆弱化
- ・限界集落

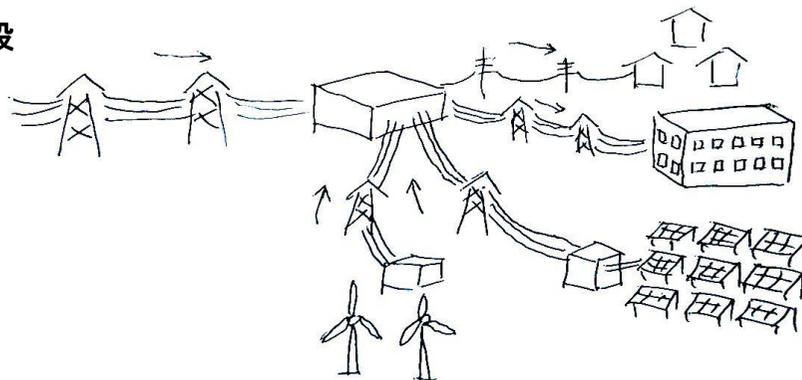


- ・里山発電強化⇒地産地消+都市部へ送電
- ・里山バッファリング効果⇒デマンドフィックス
- ・地方の収益増大⇒地方の自立・活性化

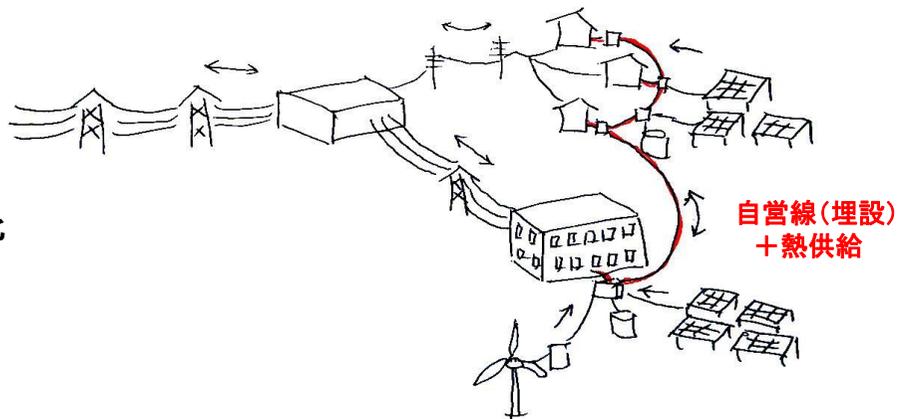


配電網自由化

- メガソーラ、ウインドファーム送電線新設
- 変電所増改良工事
- 上流系統増強工事

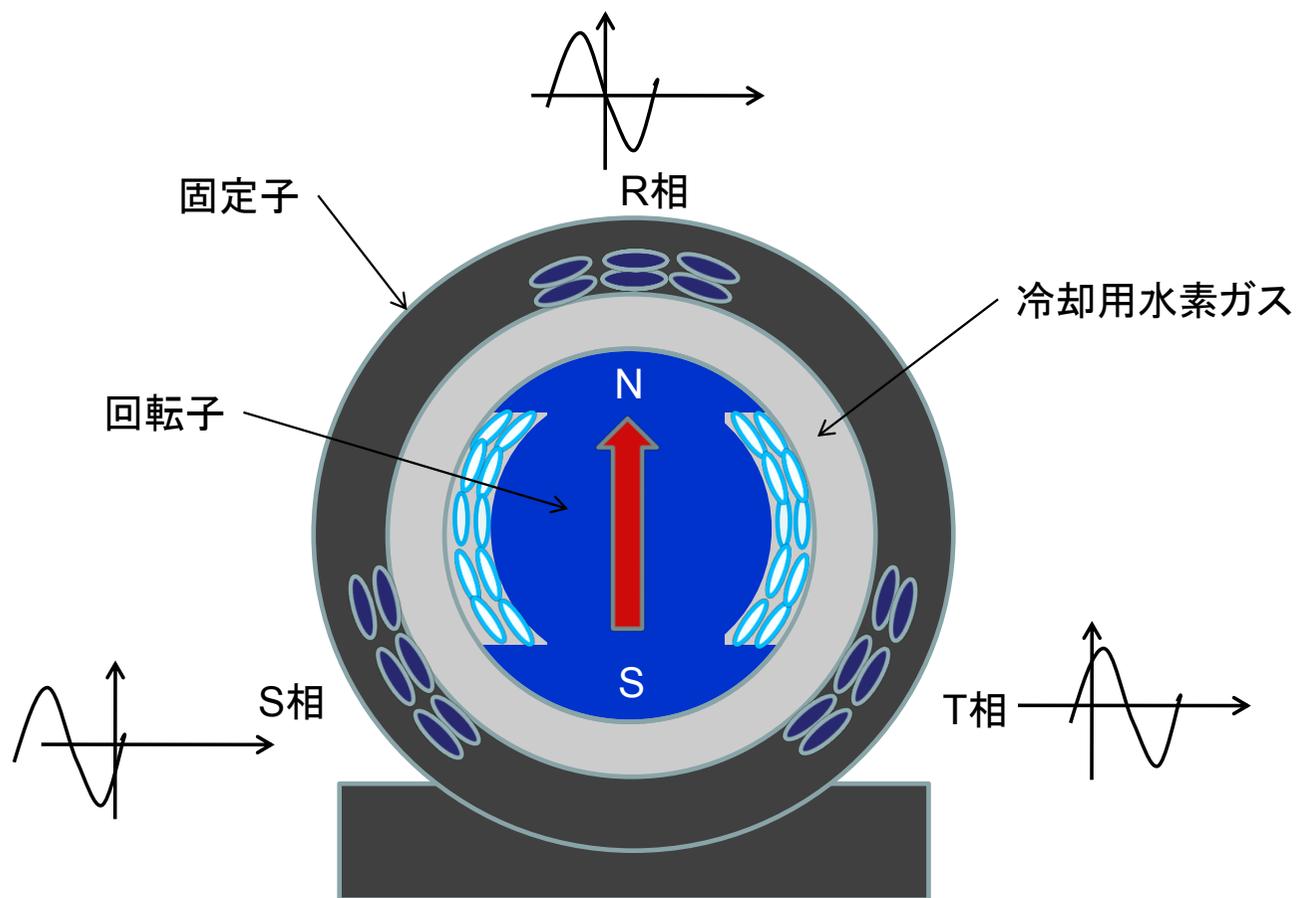


- セル内供給多重化
- 埋設配管による安全安心系統化
- 自給自足+蓄電池を使って調整電源化
- 日本国の総合熱効率の飛躍的向上



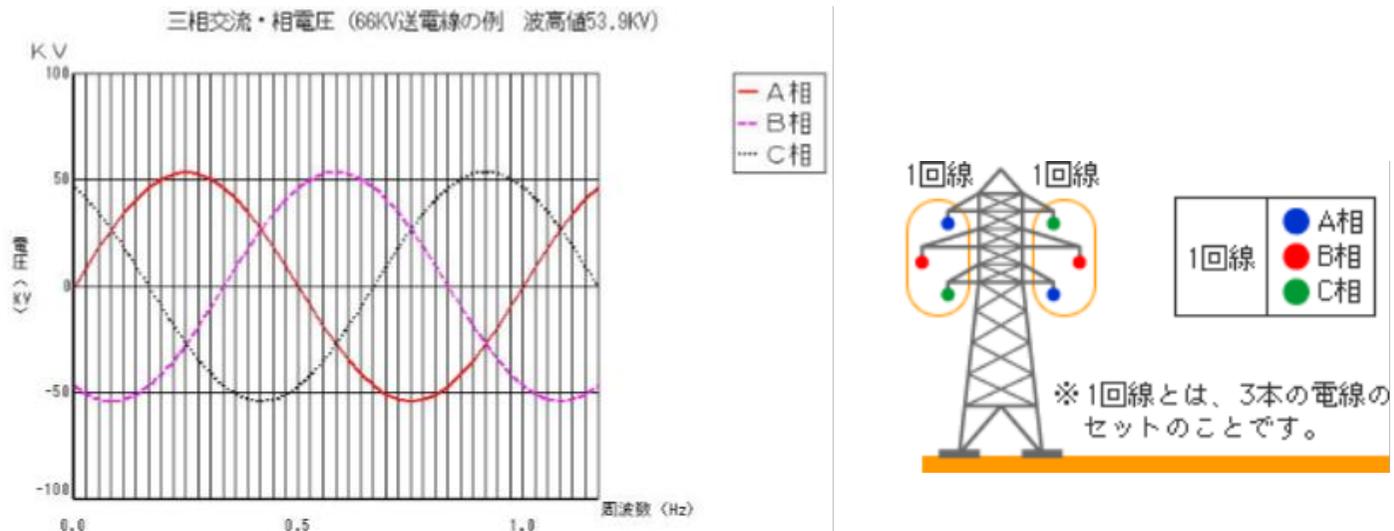
ツリー構造がよかった時代の成長メカニズム

三相交流発電の原理



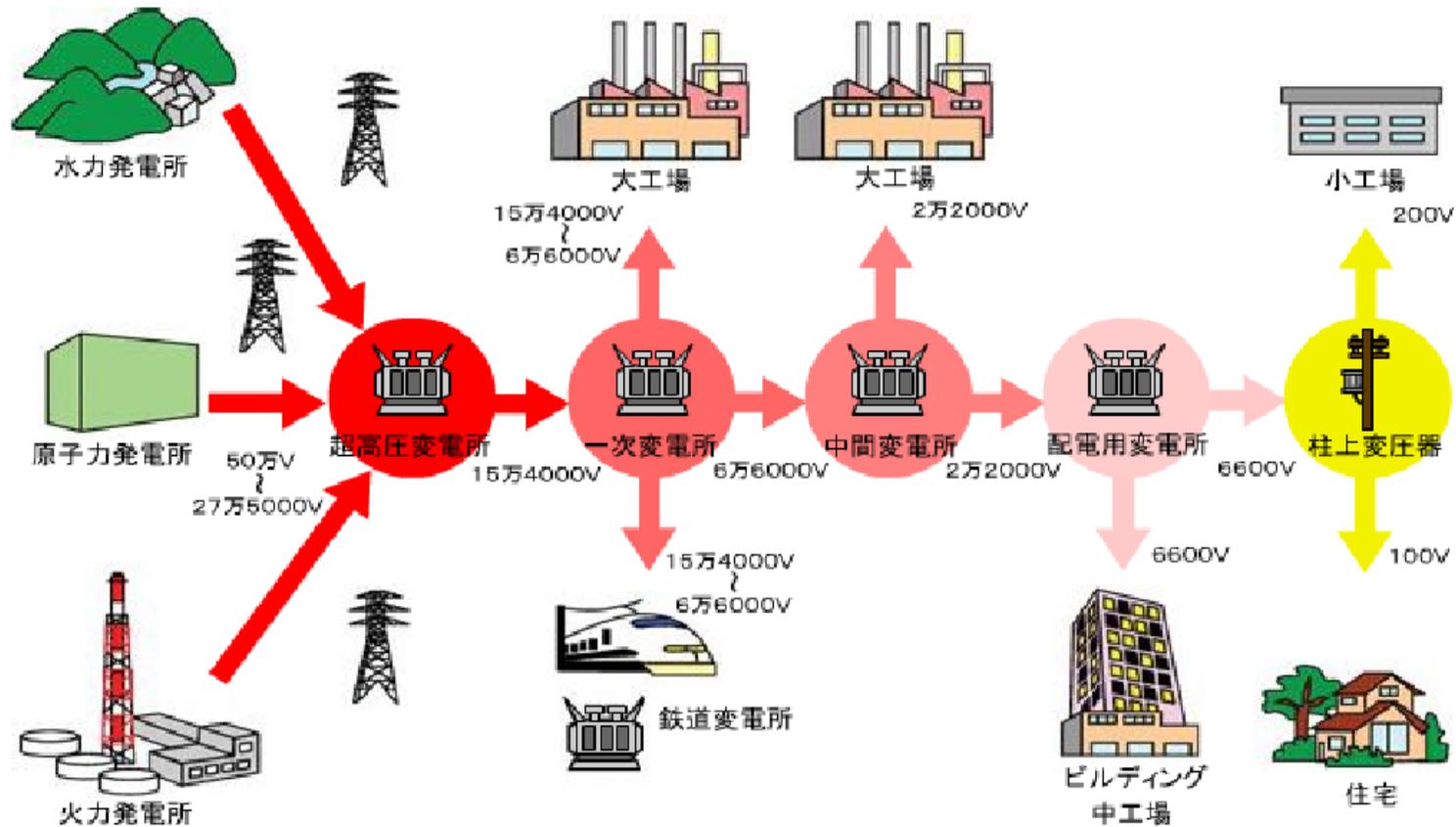
系統連系の意義を理解しよう

- ・ 三相交流
 - 3つの単相交流が組み合わせられて出来たもの



- どの時間断面をとってもA, B, Cの電気の総和は0になり帰路に電気が流れないこととなる。
- 三相三線式

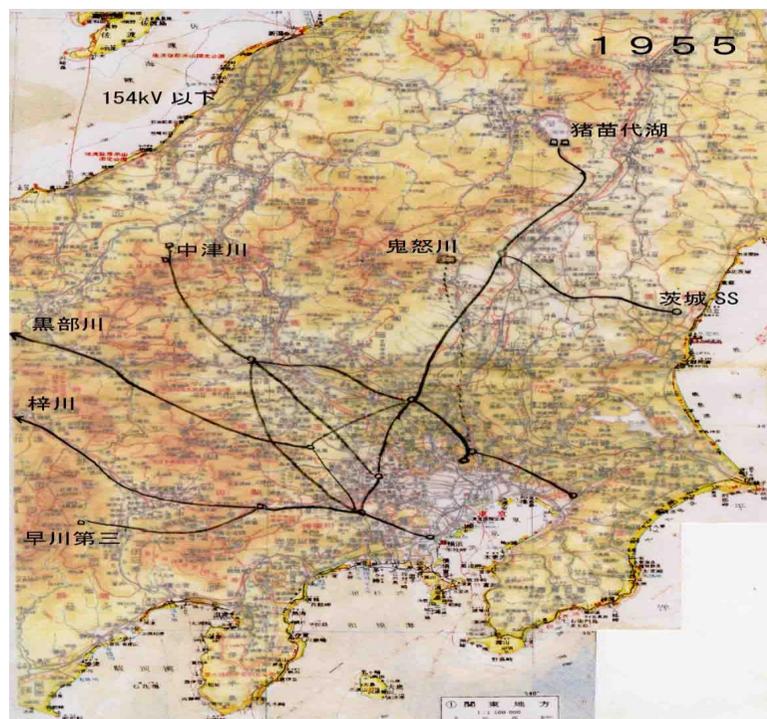
電力系統とは(発電=消費:常に)



http://www.fepec.or.jp/learn/souden/keiro/sw_index_01/index.html

系統連系の強化

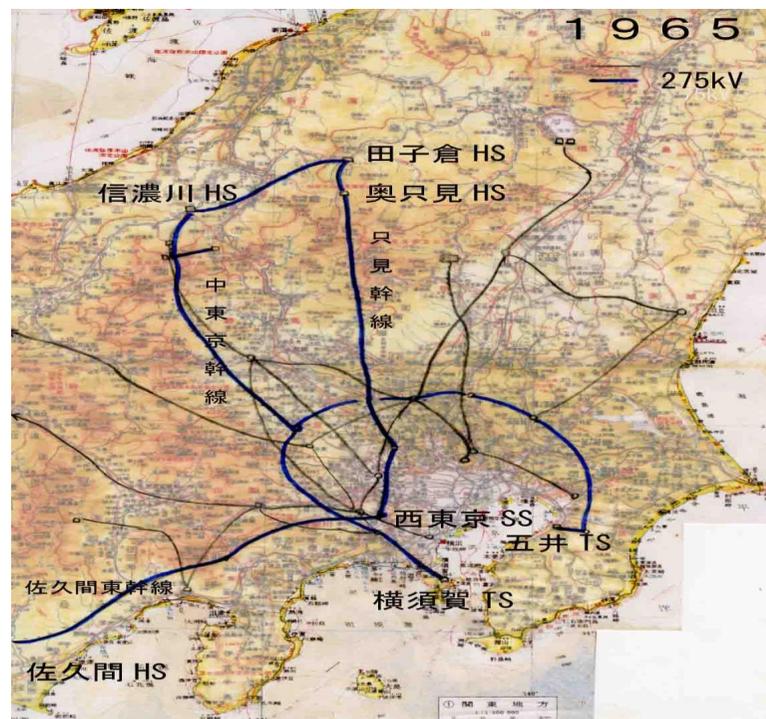
外輪線の構築 (首都圏)



地球技術研究所
荒川氏作成

系統連系の強化

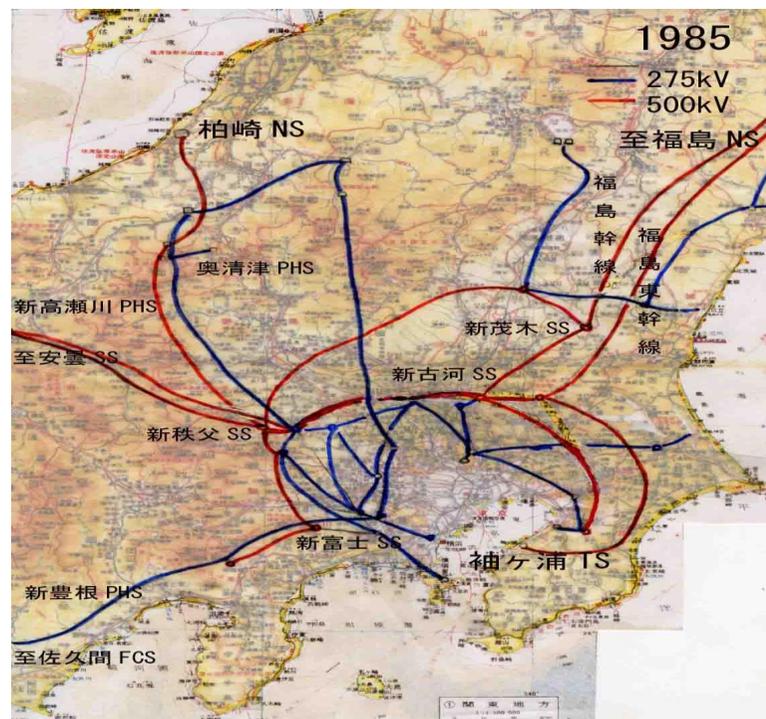
外輪線の構築 (首都圏)



地球技術研究所
荒川氏作成

系統連系の強化

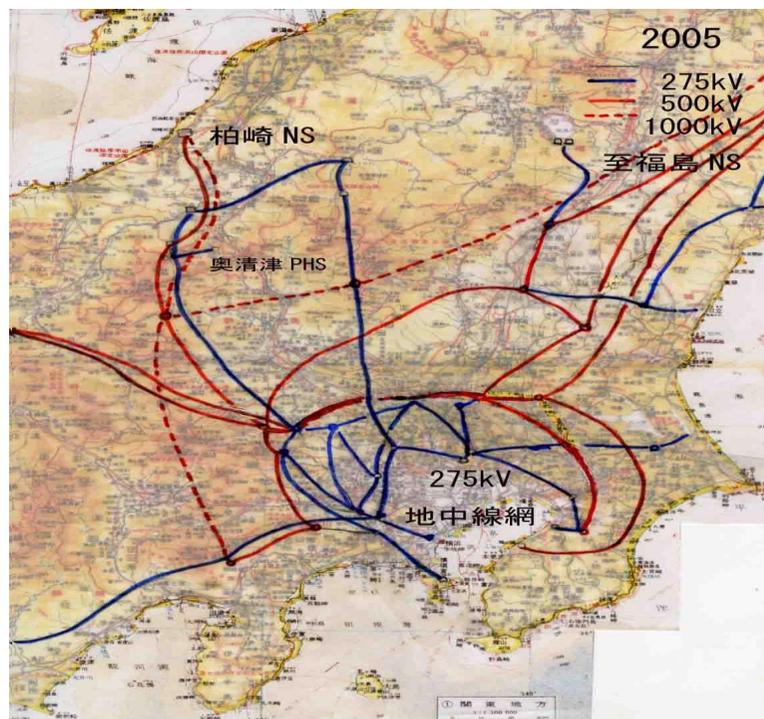
外輪線の構築 (首都圏)



地球技術研究所
荒川氏作成

系統連系の強化

外輪線の構築 (首都圏)



地球技術研究所
荒川氏作成

米国の全電力を太陽光で賄えるか？



米国エネルギー省: 100マイル四方のPV(効率10%)で米国の全電力が賅える

A 100-mile-square area of PV with 10% efficiency can supply....

Technologies

Concentrating Solar Power

Photovoltaics

- Why PV is Important
- PV Basics
- PV in Use
- Research & Development
- For Builders
- For Consumers
 - Decision-making Tools
 - So You Want PV on Your Roof...
 - PV Quick Facts
 - PV Myths

Solar Heating

Solar FAQ

Solar Timeline

Learning About PV: The Myths of Solar Electricity

Solar electricity, or photovoltaics (PV), is a thriving business worldwide. It makes good on its promise of "delivering clean, reliable, on-demand power."

Research progress continues, better positioning current and next-generation photovoltaic (PV) technologies to meet future electricity needs. But these successes seem to spark some criticisms and questions. Some are warranted. Some are based on partial truths. And others are perpetuated from urban legends or myths about the technology.

Common among these criticisms and questions are the seven myths of solar electricity:

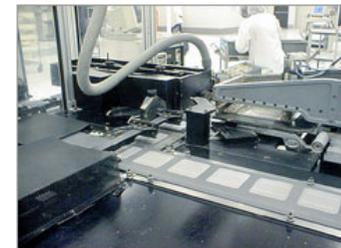
- **Myth 1:** Solar electricity cannot serve any significant fraction of U.S. or world electricity needs.
- **Myth 2:** Solar electricity can do everything — right now!
- **Myth 3:** Photovoltaics cannot significantly offset environmental emissions.
- **Myth 4:** Photovoltaics is a polluting industry.
- **Myth 5:** Photovoltaics is merely a cottage industry, appealing only to small niche markets.
- **Myth 6:** PV is too expensive and will never compete with "the big boys" of power generation. Besides, you can never get the energy out that it takes to produce the system.
- **Myth 7:** Nothing remains to be done. Essential R&D is complete, the product works — just close the laboratory doors and let industry fight it out.

Myth 1: Solar electricity cannot serve any significant fraction of U.S. or world electricity needs.

PV technology can meet electricity demand on any scale. The solar energy resource in a 100-mile-square area of Nevada could supply the United States with all its electricity (about 800 gigawatts) using modestly efficient (10%) commercial PV modules.

A more realistic scenario involves distributing these same PV systems throughout the 50 states. Currently available sites—such as vacant land, parking lots, and rooftops—could be used. The land requirement to produce 800 gigawatts would average out to be about 17 x 17 miles per state. Alternatively, PV systems built in the "brownfields"—the estimated 5 million acres of abandoned industrial sites in our nation's cities—could supply 90% of America's current electricity.

[Printable Version](#)



A solar cell manufacturing line.

<http://www1.eere.energy.gov/solar/myths.html>

<https://energycenter.org/index.php/incentive-programs/california-solar-initiative/csi-latest-news/1237-myths-about-solar-pv-debunked-by-us-doe>

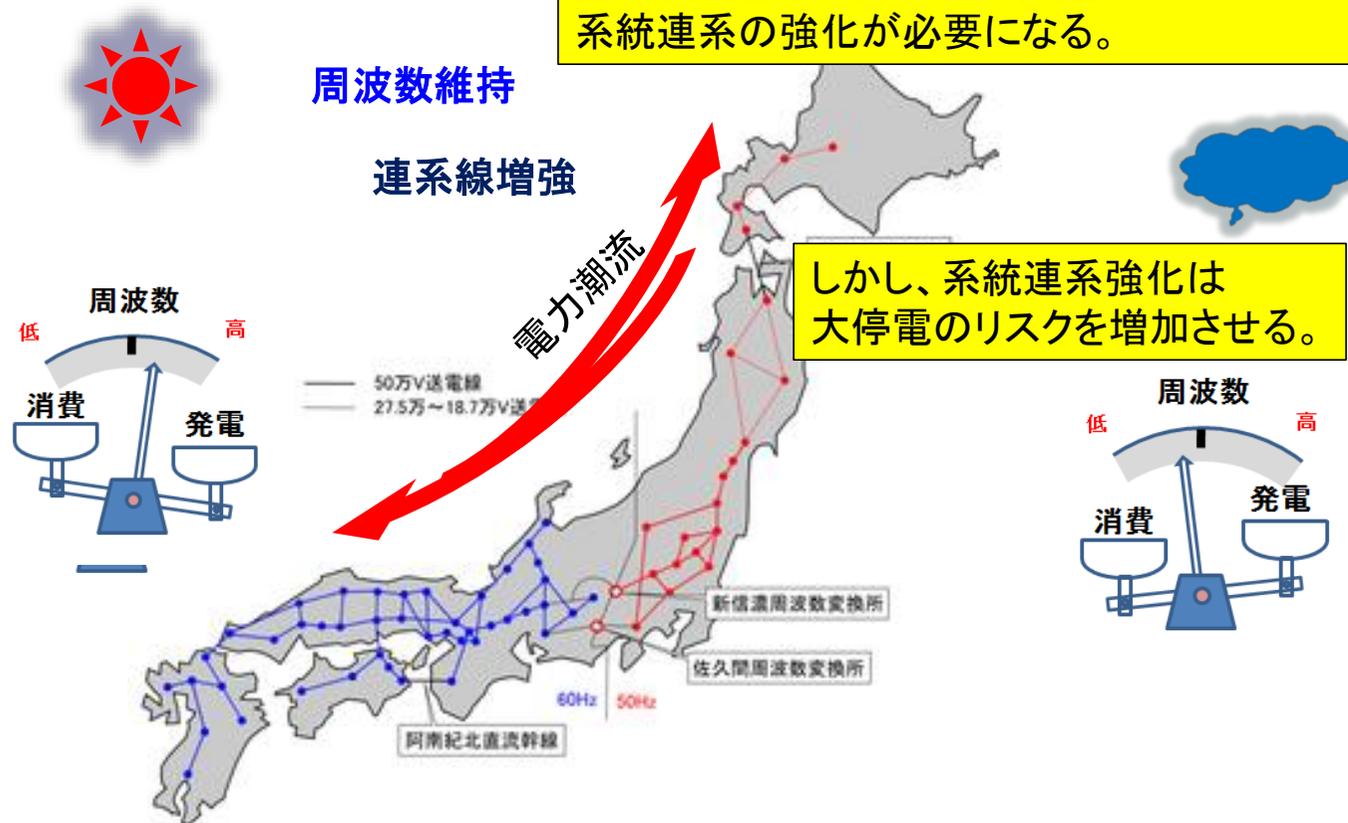
米国の全電力を供給する太陽光発電設備の面積



自然エネルギーは、ツリー構造の電力系統で受け入れられるのか？

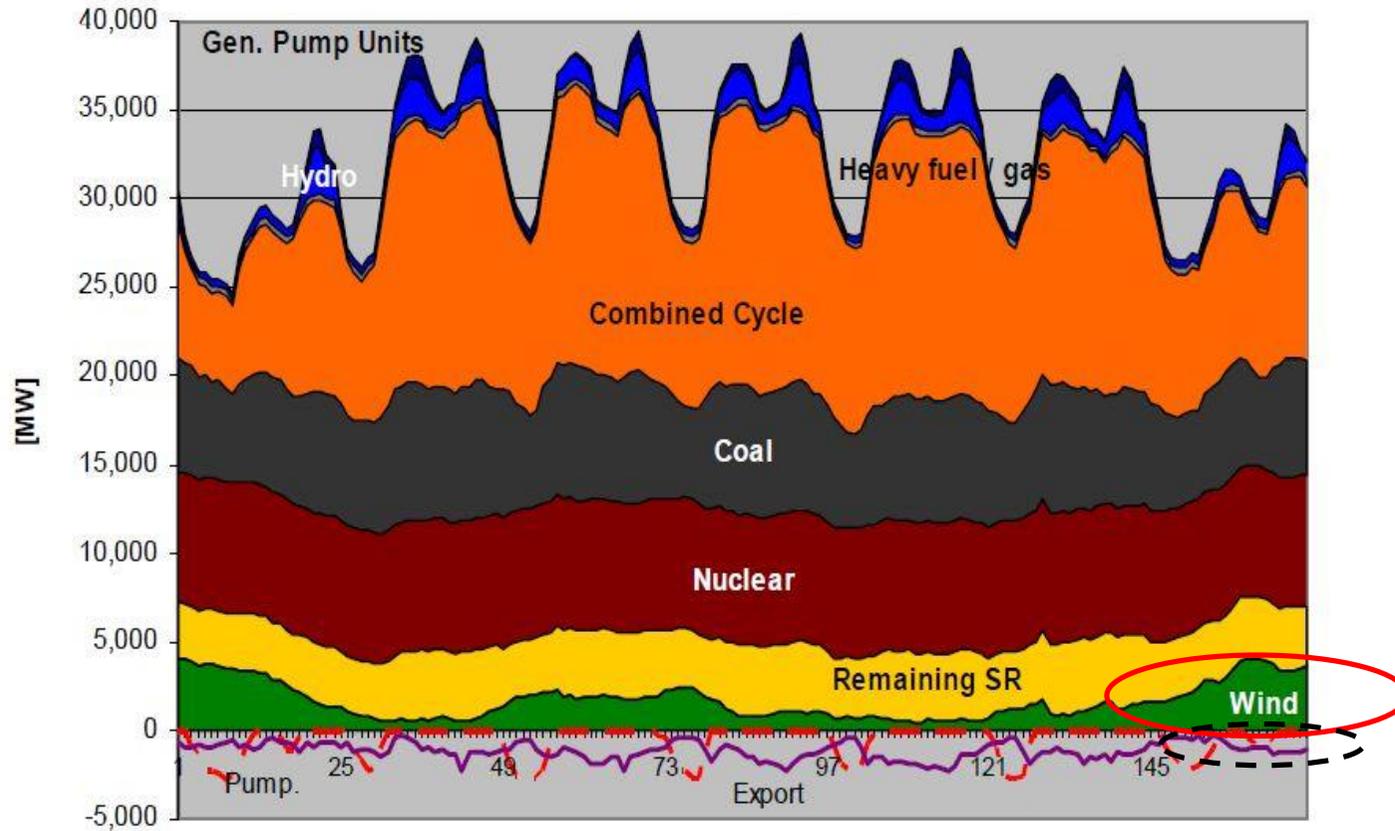
発電変動を抑える電力潮流：連系線増強

太陽光発電の大量導入は出力変動をもたらし、周波数維持のためには系統連系の強化が必要になる。



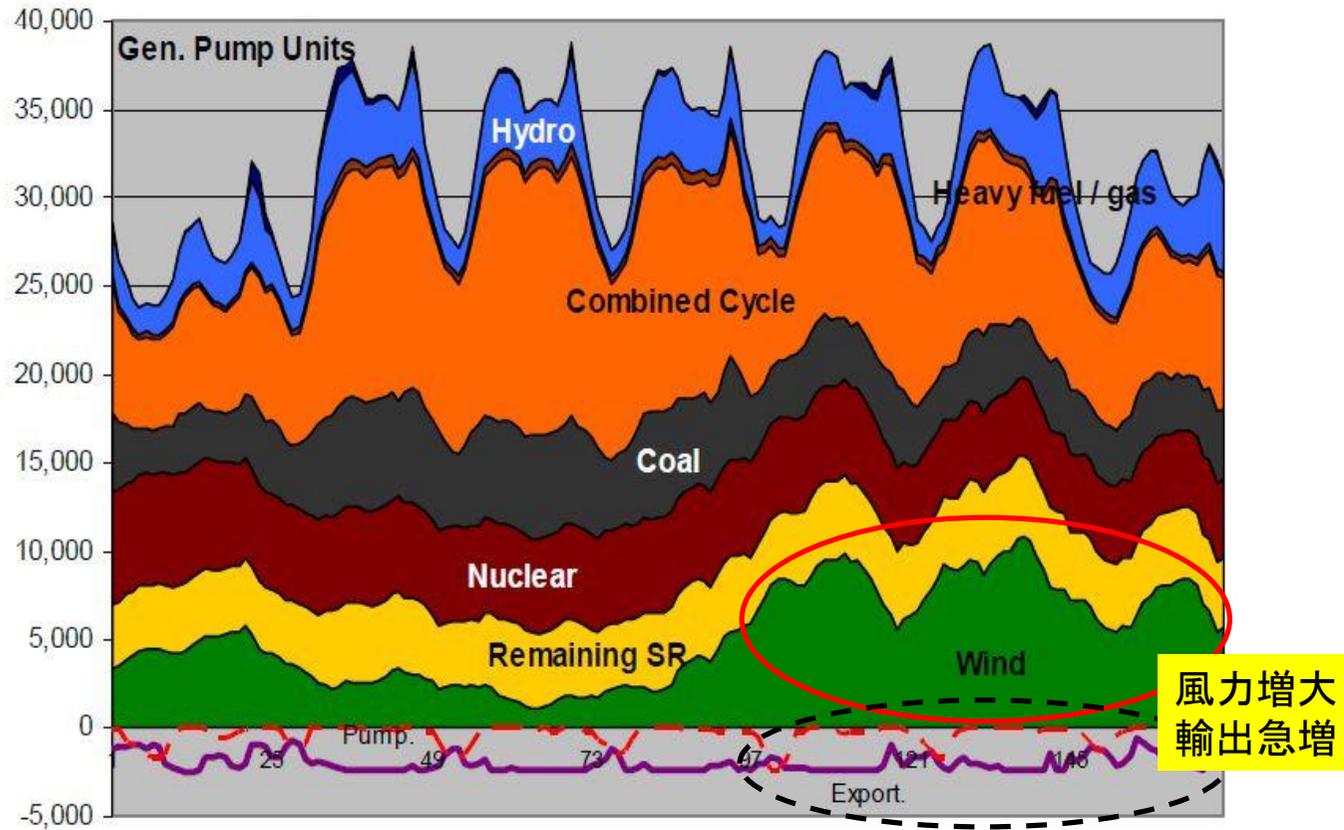
それには理由がある(スペインの1週間)

Spanish Demand Coverage - 24/02/2008 to 01/03/2008



風力の増加をガスタービンと輸出でしのぐ

Spanish Demand Coverage - 13/04/2008 to 19/04/2008



Integration of large scale wind in the grid – The Spanish Experience : RED

巨大同期電力システムのしくみ

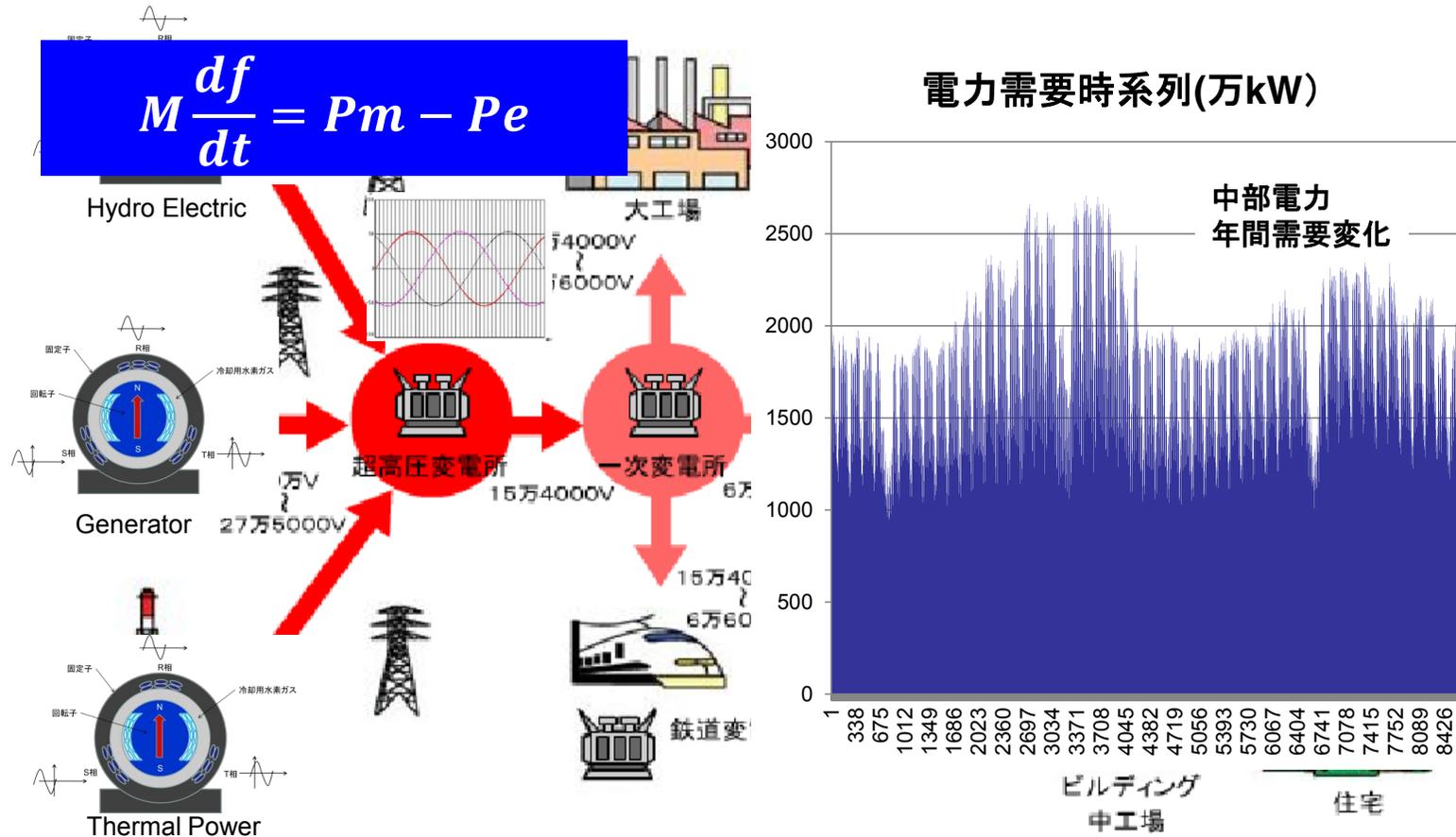
従来の電源系統

発電設備 **制御可能**

送配電設備 受動的制御

需要 **制御不可能**

巨大同期系統の制御システム

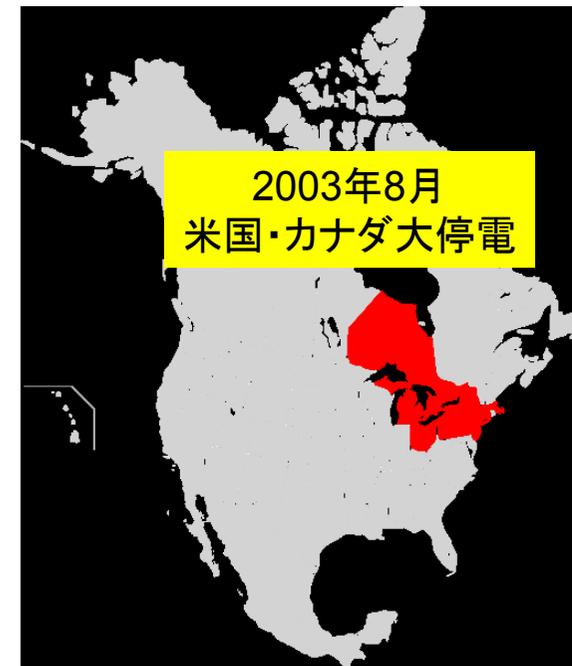


http://www.fepec.or.jp/learn/souden/keiro/sw_index_01/index.html

頻発する停電事故

小さな事故が連鎖的に事故を拡大していく
 同期系統では、系統分離のスピードが追い付かない
 自然エネルギーの大量導入はさらに問題を複雑にしていく

| 大規模停電事故 | 影響(百万人) | 場所 | 発生日 |
|-------------------|---------|------------------------|-------------|
| 2009年ブラジルとパラグアイ停電 | 87 | 中央、南、ブラジル南東部とすべてのパラグアイ | 2009年11月10日 |
| 2005ジャワバリブラックアウト | 100 | インドネシア | 2005年8月18日 |
| 2003年イタリア停電 | 55 | イタリア | 2003年9月28日 |
| 2003年北東ブラックアウト | 55 | 北米、北東部 | 2003年8月14日 |
| 1999年南ブラジル停電 | 97 | 南と南東ブラジル | 1999年3月11日 |

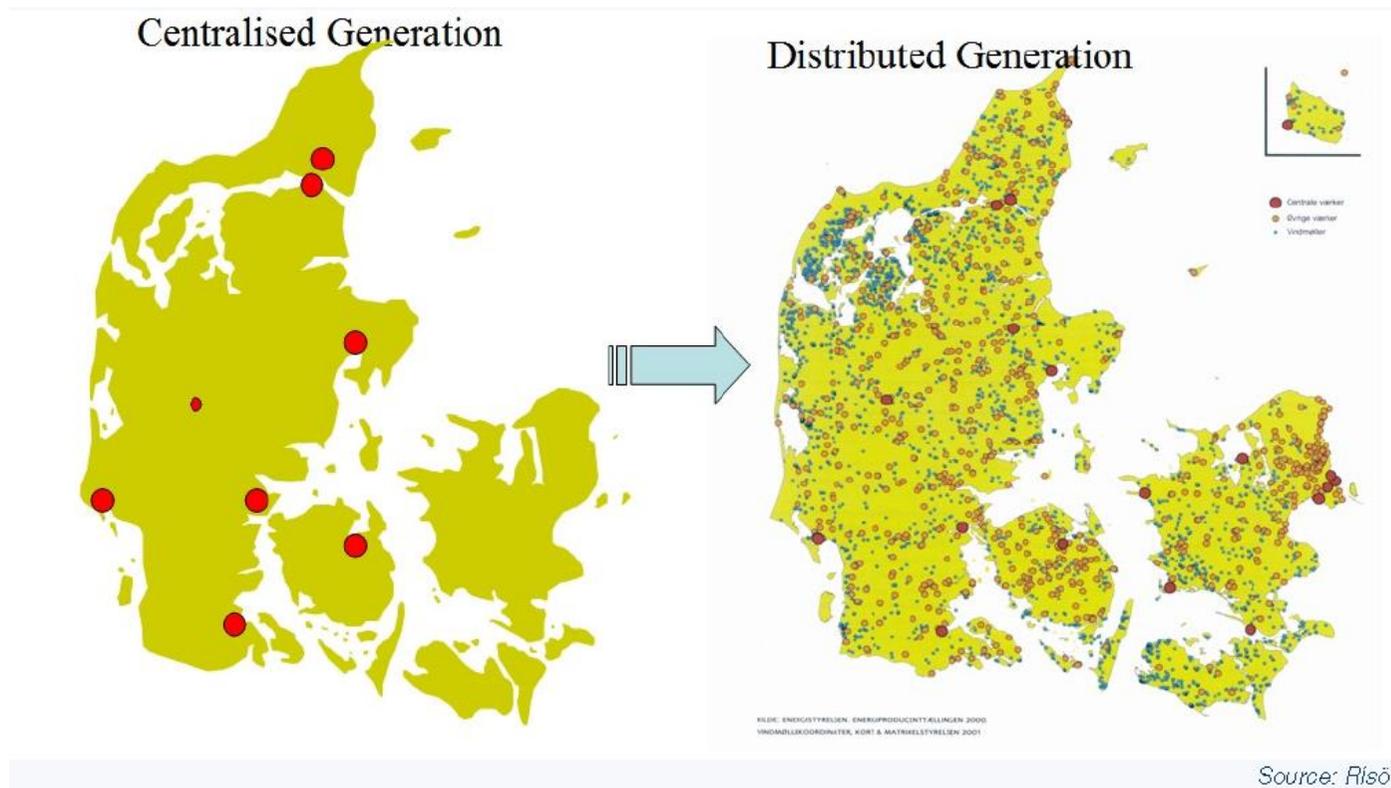


スマートグリッドで自然エネルギー変動は抑えられるか？

スマートグリッドは電力を間接制御する

| | 従来の電源系統 | スマートグリッド |
|-------|---------|-----------------------------|
| 発電設備 | 制御 ○ | 自然エネルギーは制御 × |
| 送配電設備 | 受動的制御 | 受動的制御 電気料金で制御 負荷の直接制御 |
| 需要 | 制御 × | 制御 × → ○? |

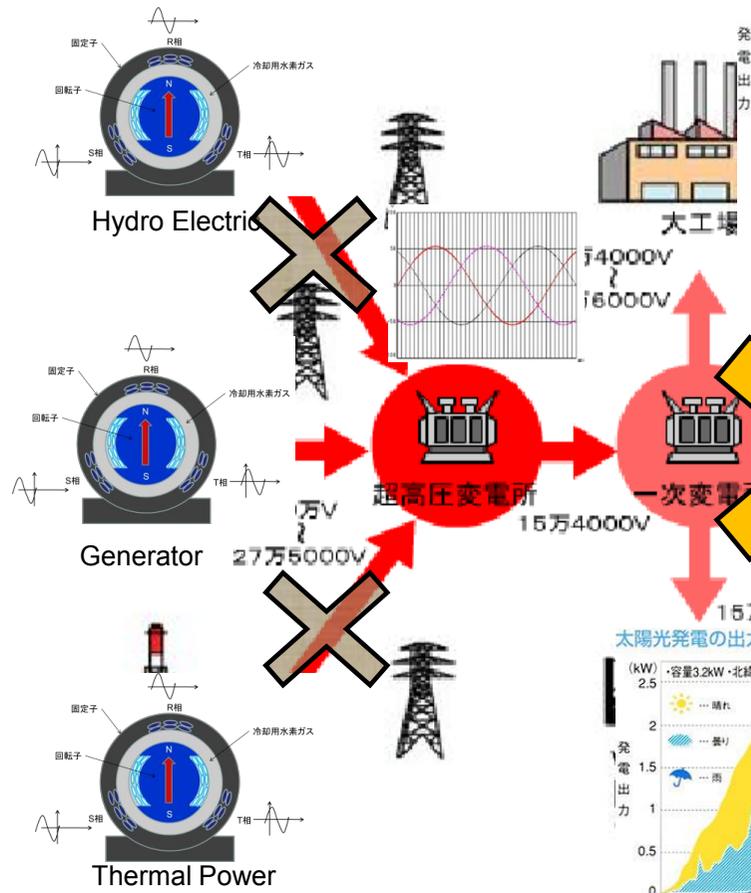
再生可能エネルギー先進国の電力系統



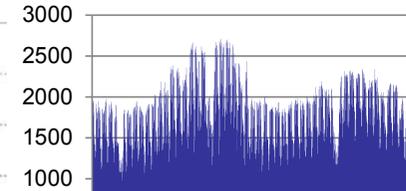
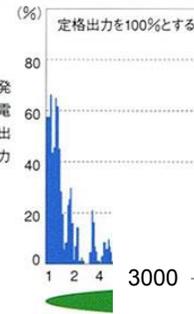
巨大同期系統の持つ脆弱性

電力需要時系列 (万kW)

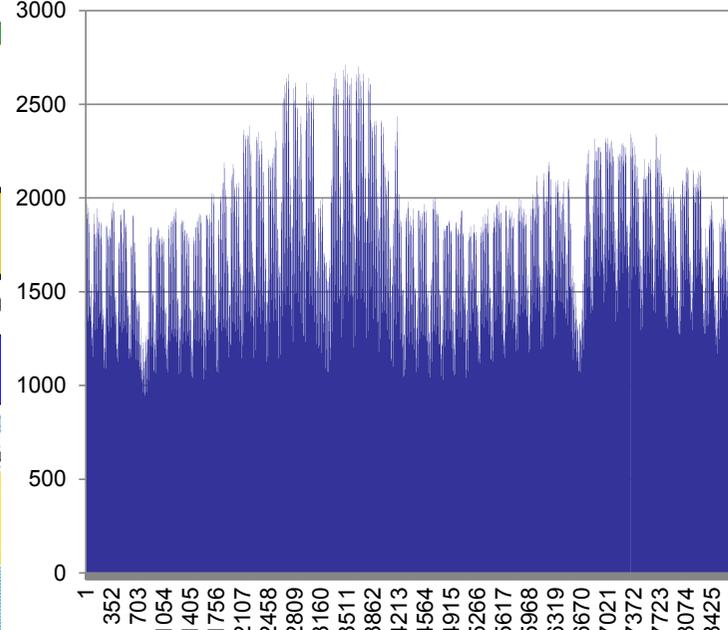
io-Strategic
engineering/
estment
oratory



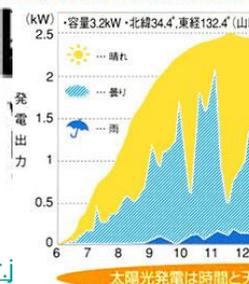
風力発電の出力変動例(月間)



電力需要時系列(万kW)



太陽光発電の出力変動例(春)



太陽光発電は時間と天気とで発電出力が変わる

<http://www.fepec.or.jp>

出典: 電気事業連合会資料(「原子力・エネルギー」脱炭素2009)より作成

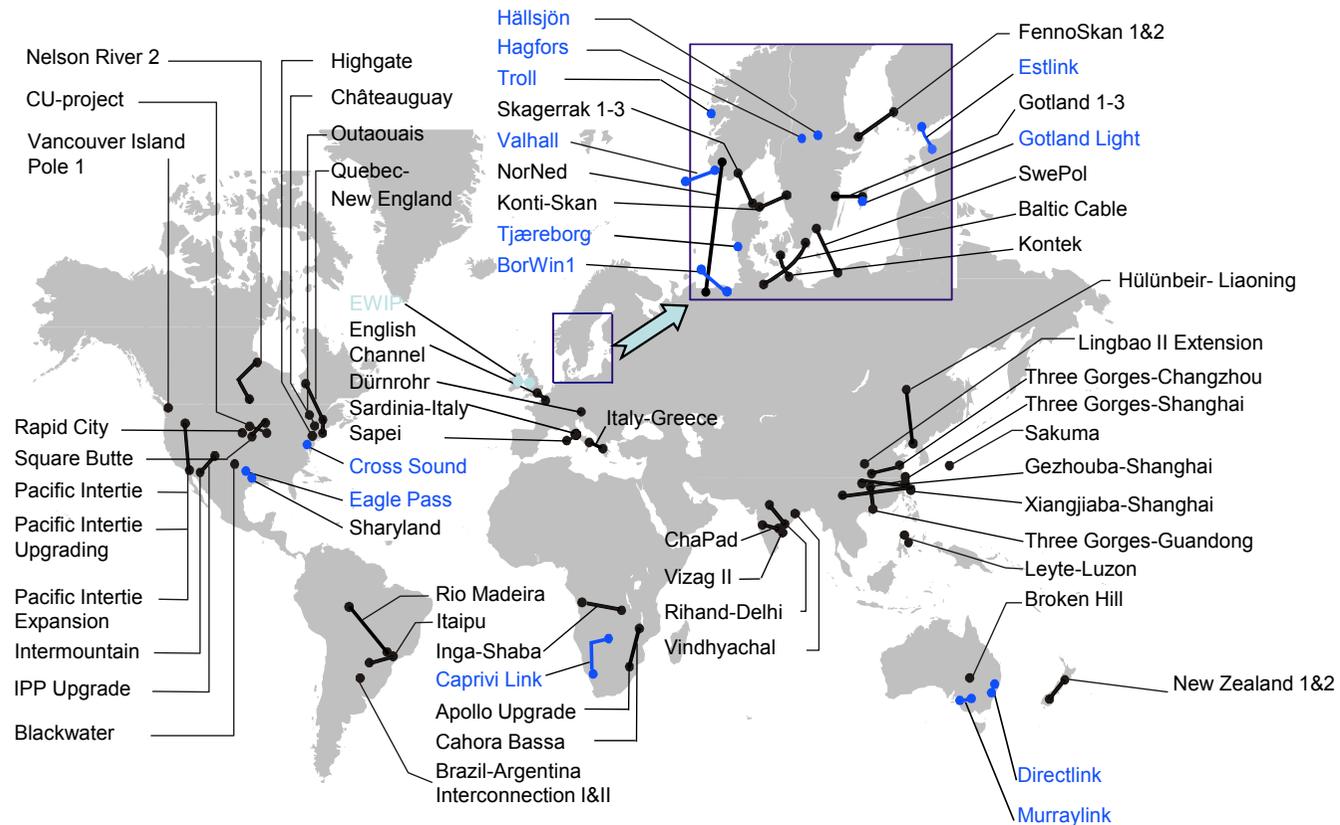
「出典: 電気事業連合会」に加筆

デジタルグリッド™の提案(直接制御)

| | 従来の電源系統 | スマートグリッド | デジタルグリッド |
|-------|---------|----------------------------------|----------|
| 発電設備 | 制御可能 | 制御不可能 | 制御不可能 |
| 送配電設備 | 受動的制御 | 受動的制御 | 能動的制御 |
| 需要 | 制御不可能 | 電気料金で制御 負荷の直接制御 ↓ 制御不可能 | 制御不可能 |

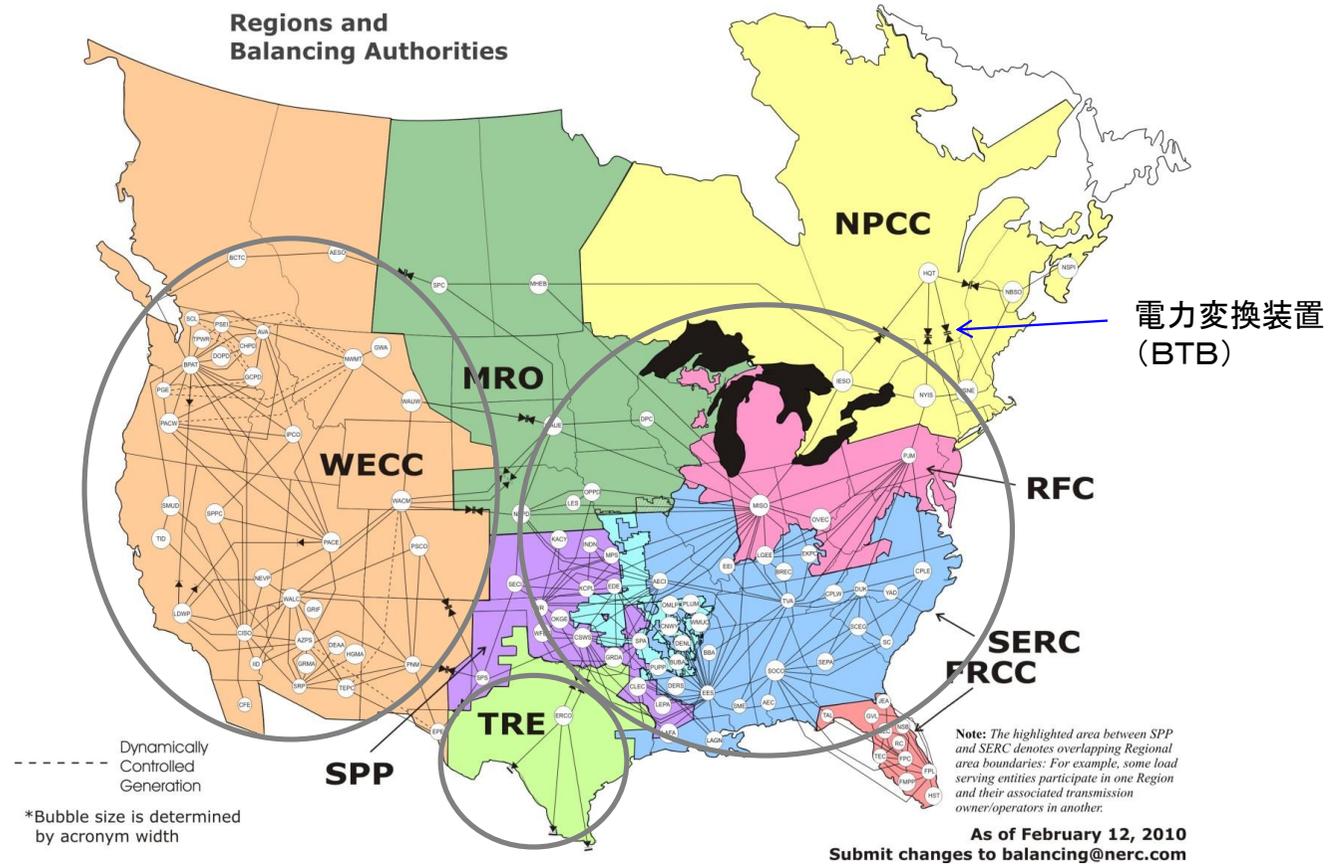
HVDC by ABB

非同期接続による能動的電力制御が必要

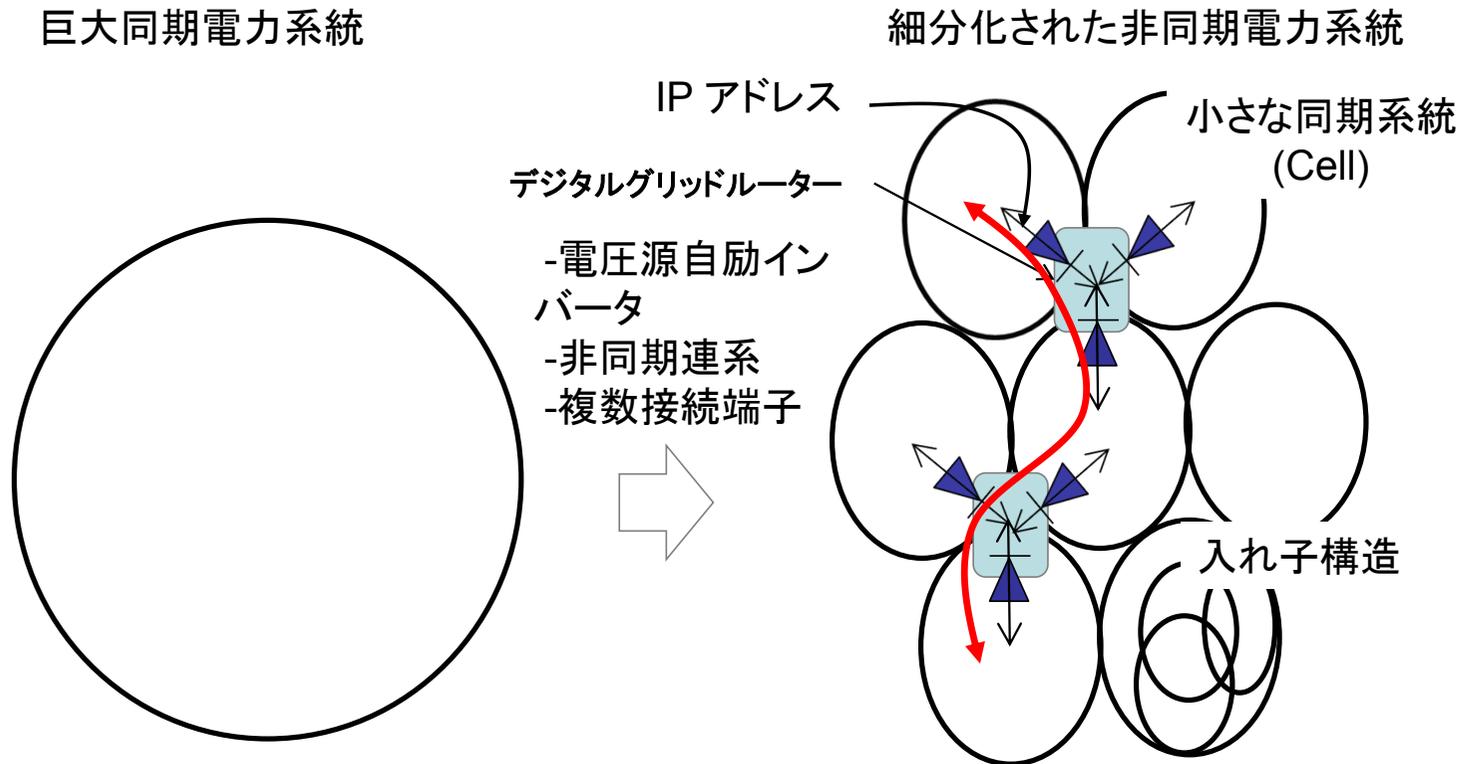


56 HVDC Classic Projects since 1954
 14 HVDC Classic Upgrades since 1991
 14 HVDC Light Projects since 1997

米国電力系統での適用

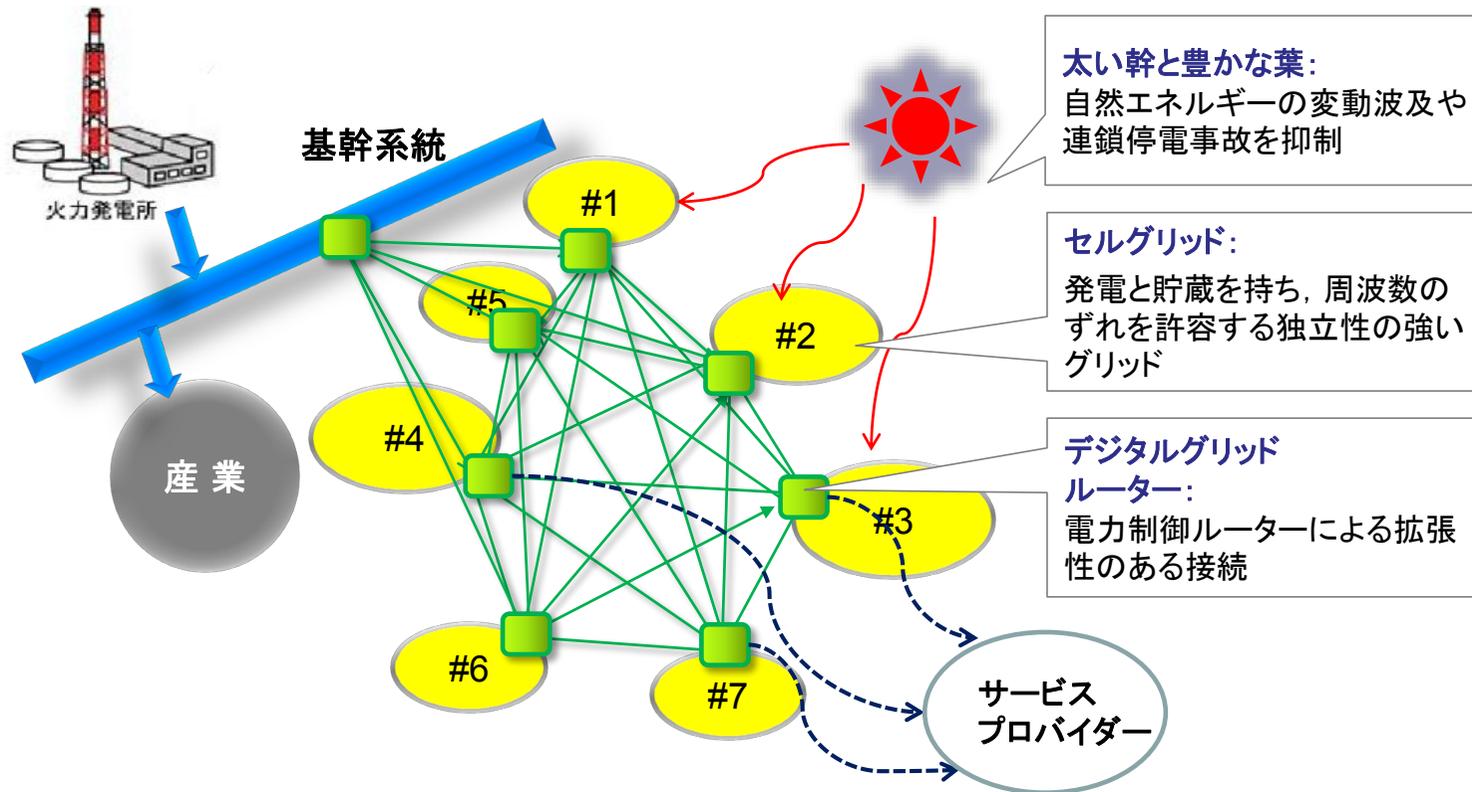


自然エネルギーを受け入れる新しい仕組み：デジタルグリッド の概念



セルのサイズ: 地方単位, 州単位, 市単位, 工場単位, 家庭単位, etc.

新しい電力供給システム ~デジタルグリッド~



デジタルグリッド

セルとは

- セルは分散形電源・貯蔵装置・負荷を持ち、自立運転可能な最小グリッド単位。

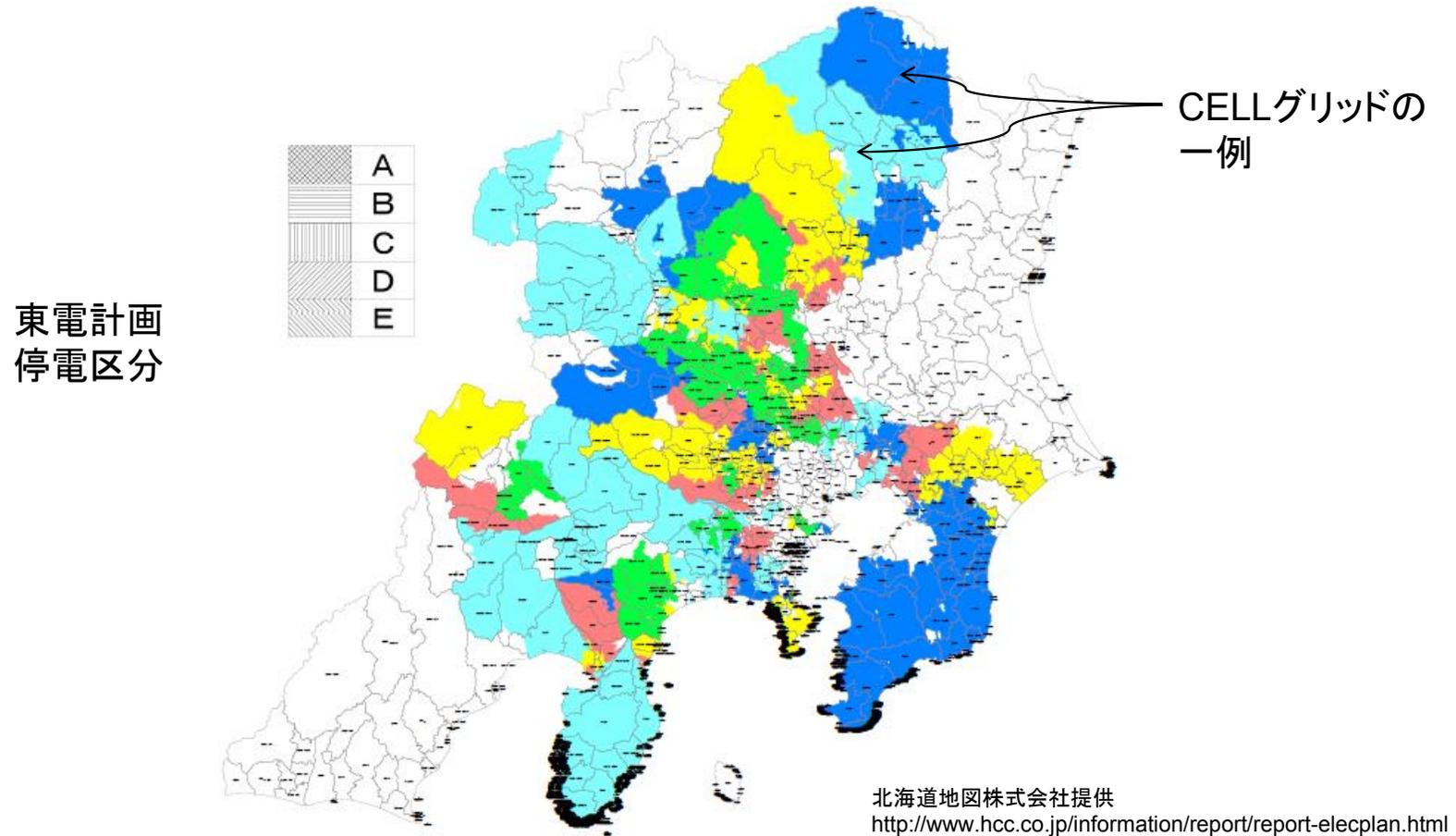
デジタルグリッドとは

- デジタルグリッドとは、数多くのセルをデジタルグリッドルーターで非同期連系した集合セルがさらにルーターで非同期連系し、アクティブに電力を融通しあう電力システムの進化した姿。

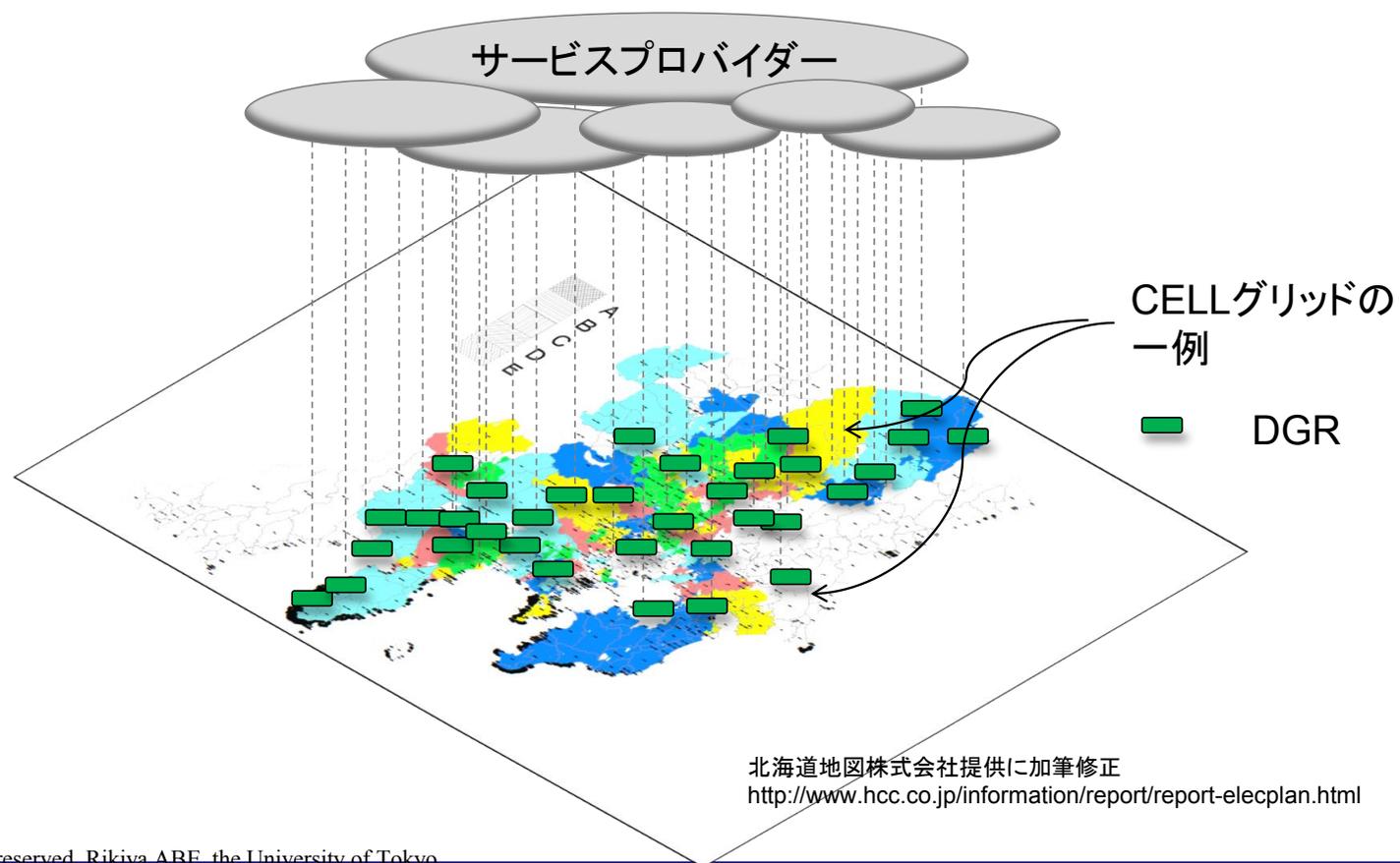
デジタルグリッドにより得られる効用

- 互いに独立したセルは、自然エネルギー発電制御に好適で停電連鎖が起きにくい。
- 分散したセルが発電源となり、グリッドは取引ルートに変貌していく。
- 電力の発生・伝達・消費行為が情報により実現され、他の電力と差別化できる。電力以外の価値も付加され、商品のように取引できる自由市場が形成される。多様な電源・節電・消費が生まれる。

地域ごとに電源を持ち自給自足(地産地消) する仕組み



地域の電力需給を域内でバランスする



電力が識別できると、新しい世界が始まる。
アナログ電力のデジタル化の仕組み

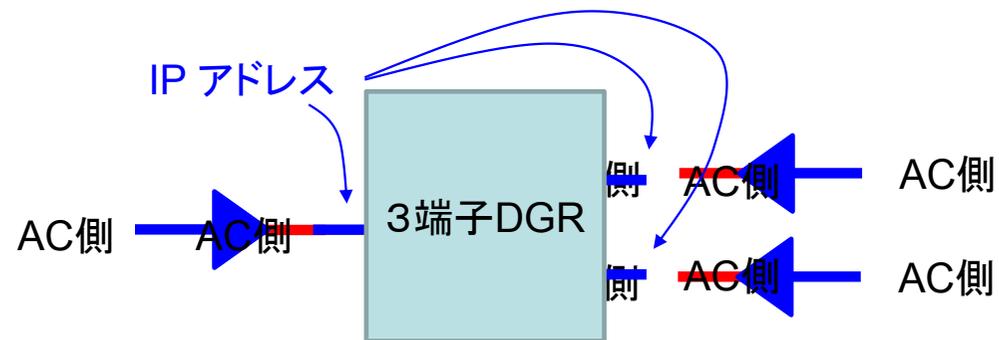
デジタルグリッドルーターの特徴

ルーター外部端子はすべて交流(周波数・電圧は任意)

ルーター内部の直流変換で非同期化

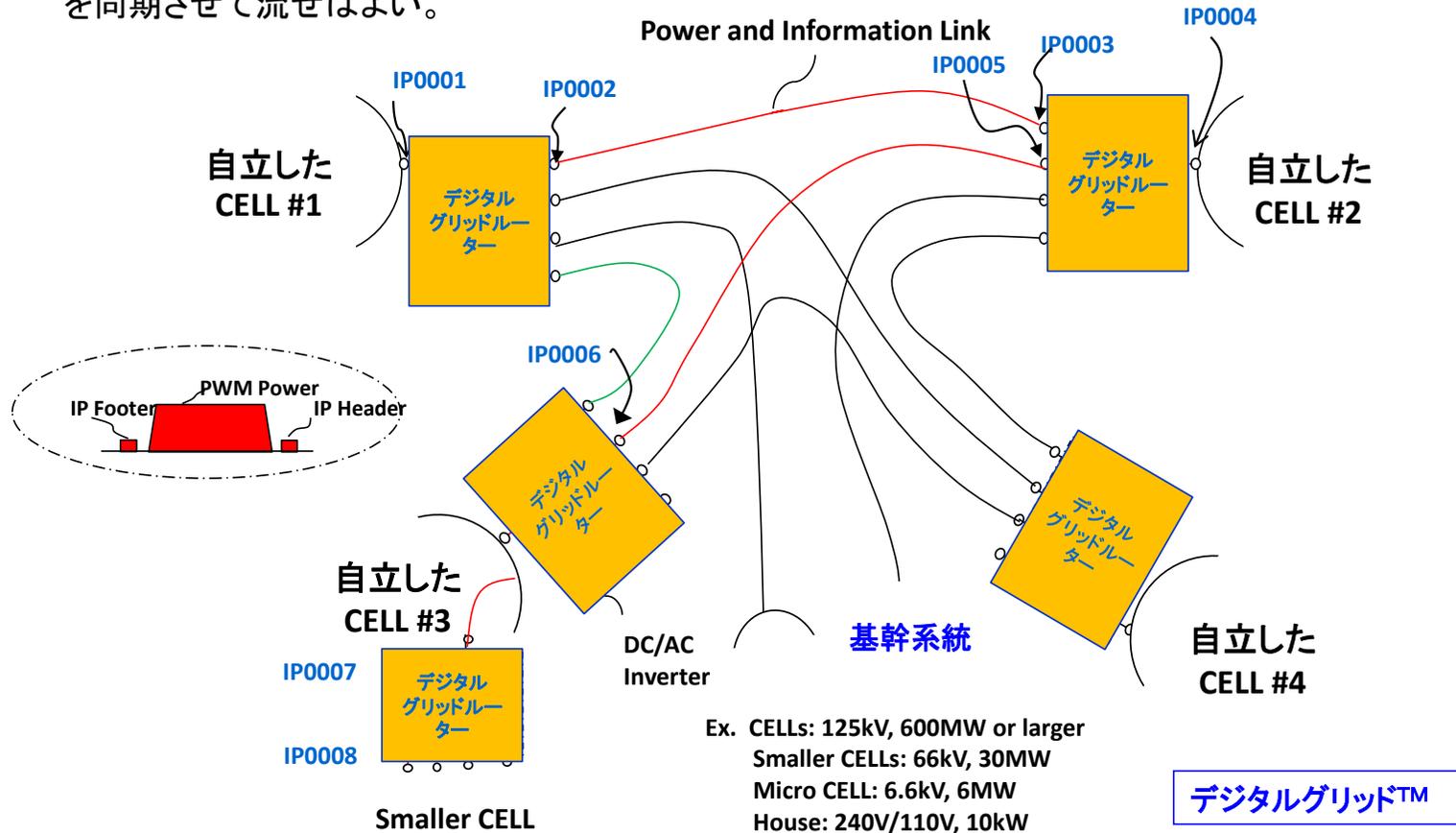
外部端子がIPアドレスで特定

電力のルーティングがスムーズに行える



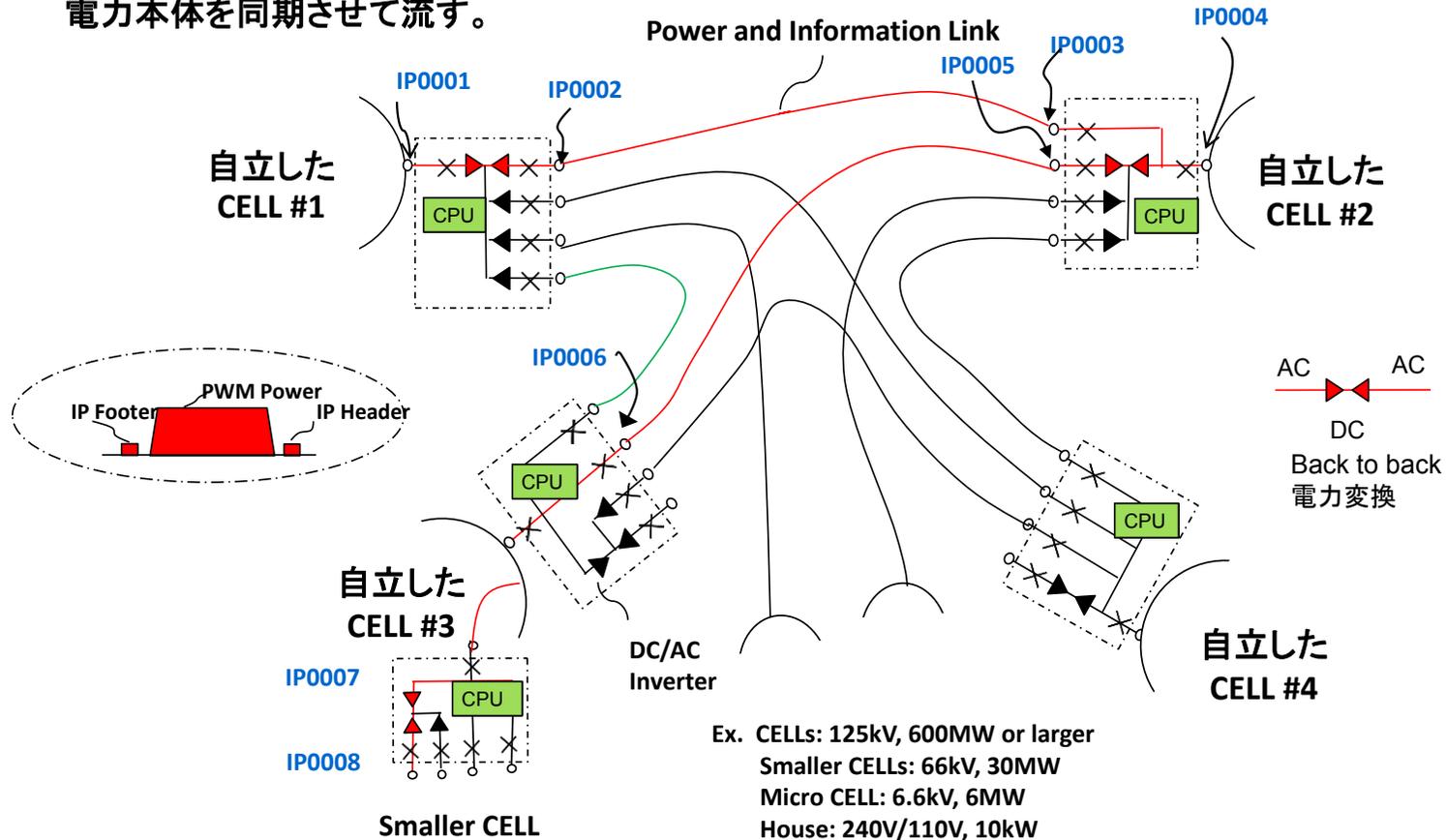
電気の識別

電気を識別するには、連系点にアドレスを付与し、アドレス情報を含んだ電力情報と電力本体を同期させて流せばよい。



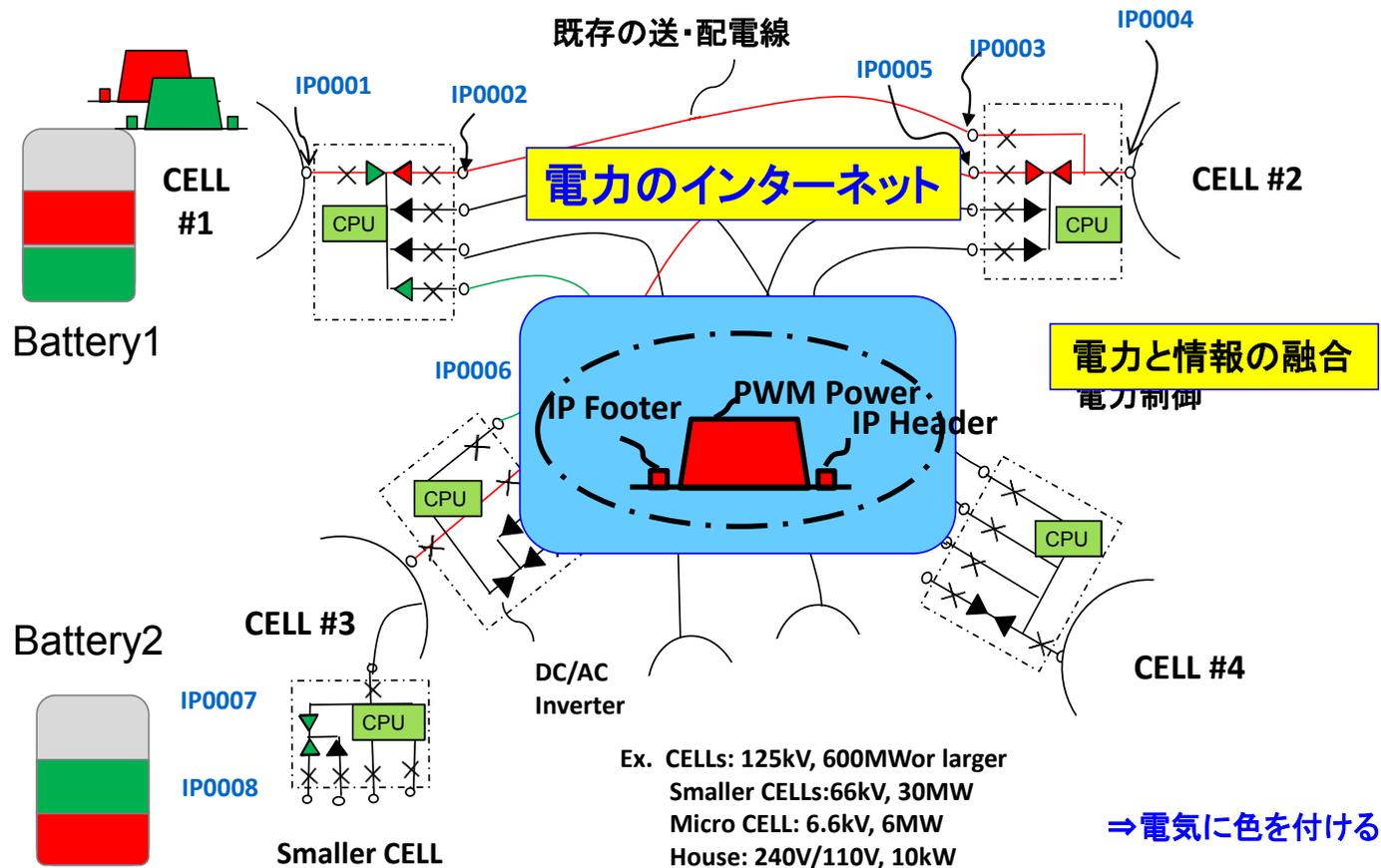
デジタルグリッドルーターの役割

電気を識別するには、連系点にアドレスを付与し、アドレス情報を含んだ電力情報と電力本体を同期させて流す。

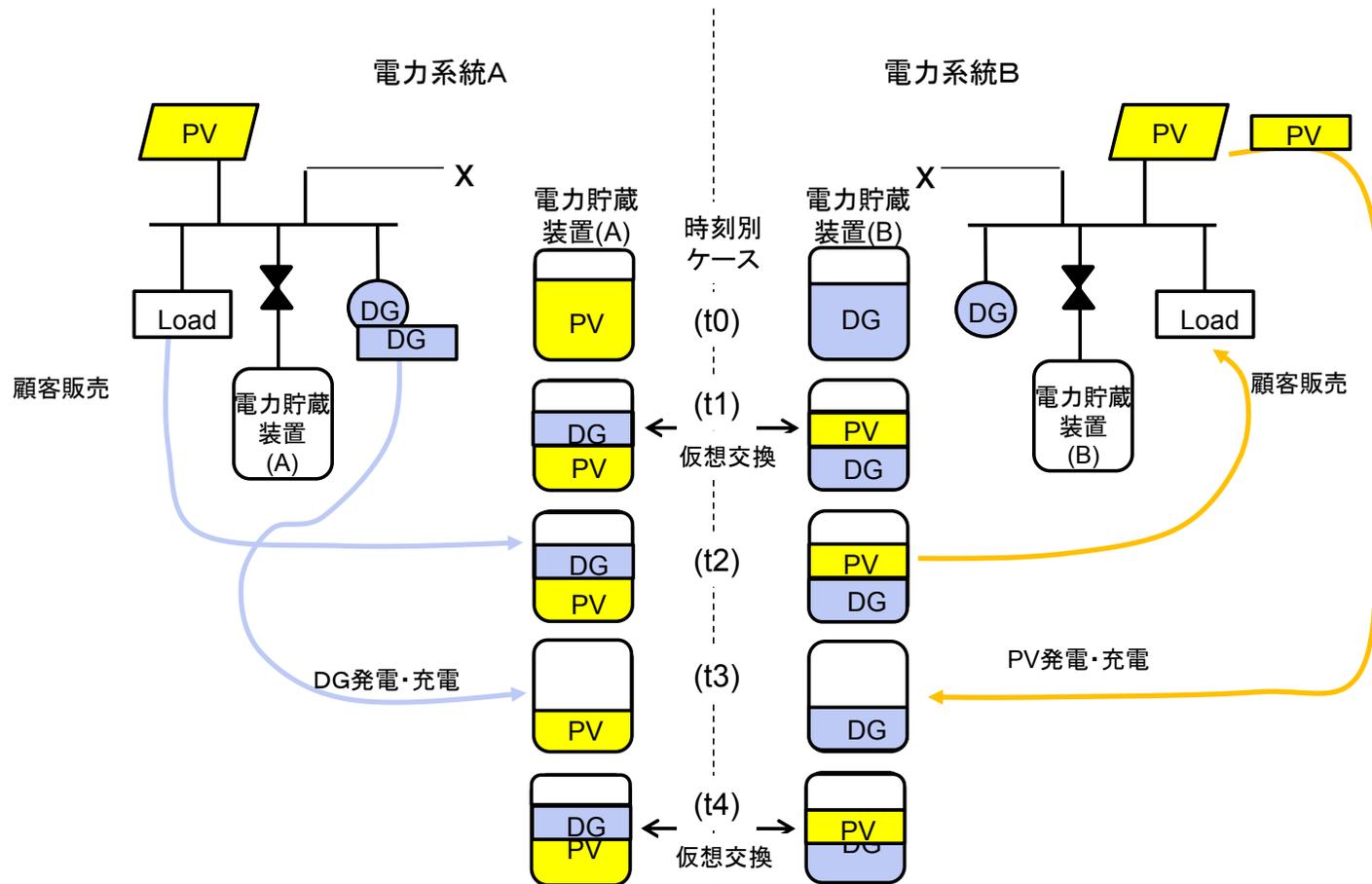


電気の同期識別

アドレスによるルーティングで電気識別が可能になる。



電力仮想交換



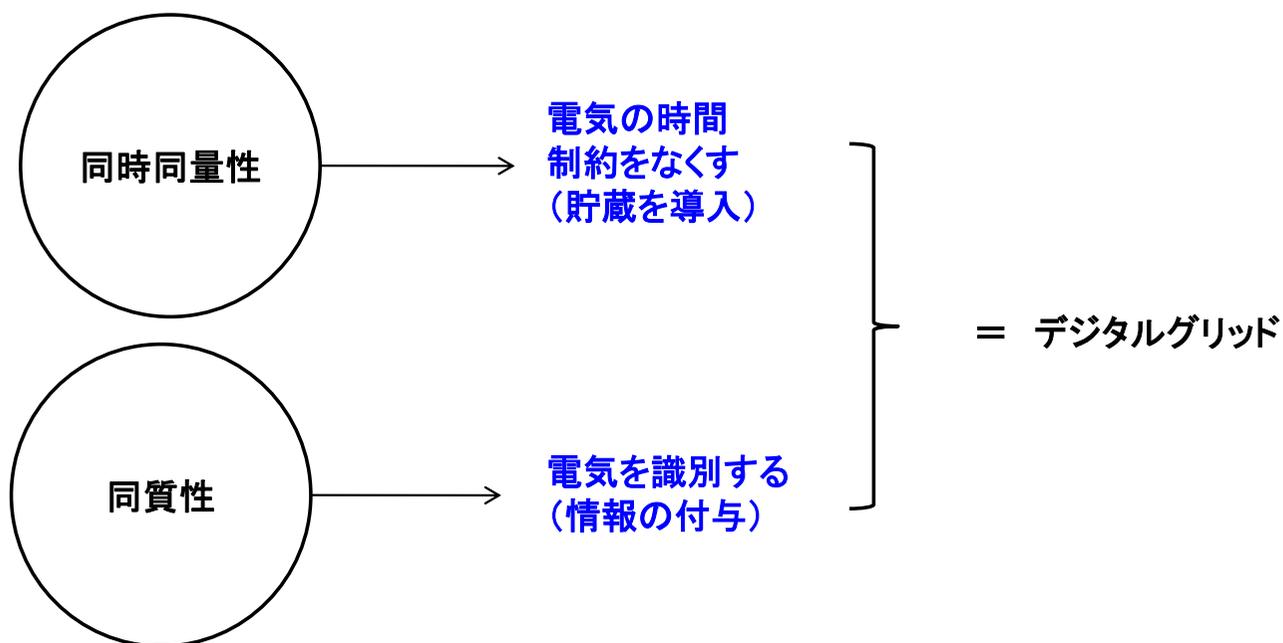
デジタルグリッドのもたらすもの

常識を覆す

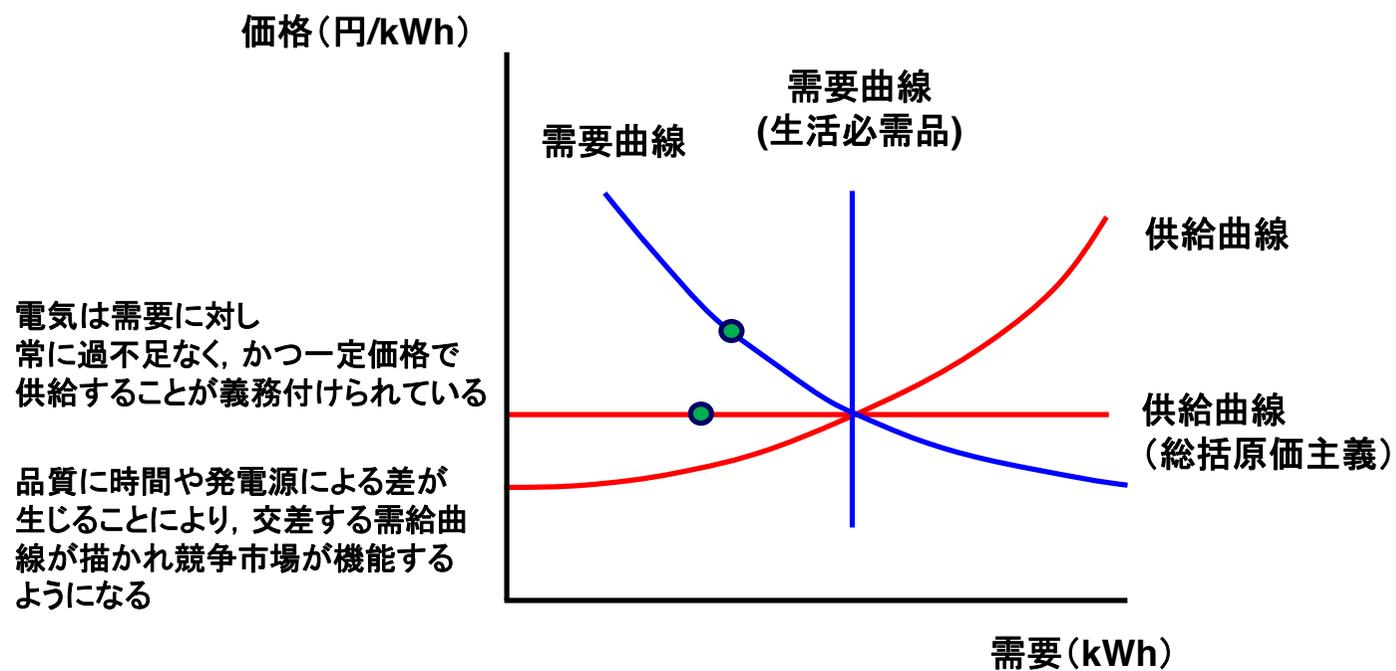
世界が直面する問題に対する本質的な課題は、電気の時間的制約をなくし、識別すること、これが可能な世界をアナロググリッドに対比してデジタルグリッドと呼ぶ。

原因はこの「常識」

解決すべき課題



電力の需給曲線



成長の限界の先へ

デジタルグリッドで可能となる無尽蔵エネルギーの分散供給は、世界の人々の暮らしを変え、経済活動を活性化し、世界に持続可能な成長をもたらす。

電力の世界に真の意味の競争市場経済が持ち込まれ
効率的な成長が始まる

無尽蔵な自然エネルギーの利用により、エネルギー制
約がなくなり、持続的経済成長が図れる

世界電化によって、人類全体の教育・生活水準が向上
し、南北問題の解決につながる。