エネルギー新時代へのパラダイムシフト ~技術開発の時間感覚~

日本技術士会北陸支部講演会 於:富山県民会館302号室 2013年7月13日(土) 14:30-16:00

富山国際大学 現代社会学部 上 坂 博 亨 (うえさかひろゆき) uesaka@tuins.ac.jp

1

我々を取り巻く、 いくつかの大きな変化

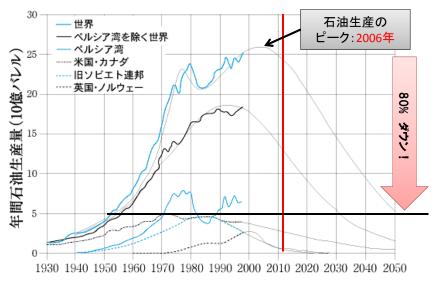
■石油は2050年に80%ダウン

■人口は2050年に9000万人に

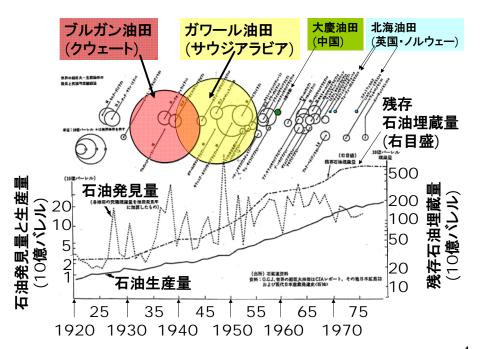


2

石油生産量は2050年に80%減

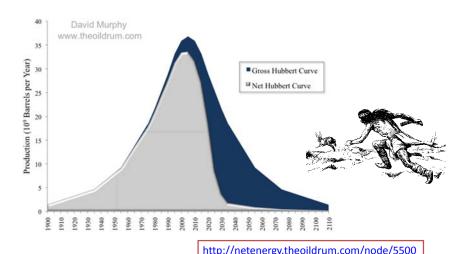


(コリン・キャンベル 1998)3

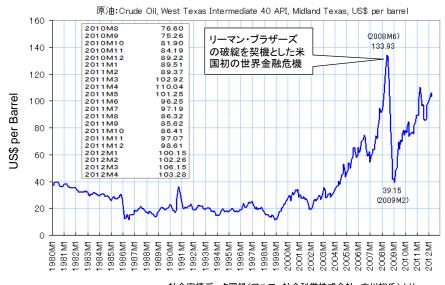


EPR (EROI)でオイルピークを見る

EROI. または EPR と言われる数字 エネルギー投資効率(EROI or EPR)=得られたエネルギー/投入エネルギー



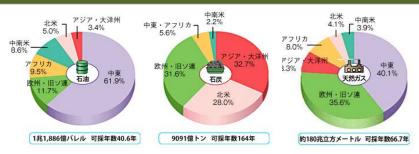
原油価格の推移



社会実情データ図録(アルファ社会科学株式会社 本川裕氏)より http://www2.ttcn.ne.ip/honkawa/4714.html

6

エネルギー資源の確認可採埋蔵量





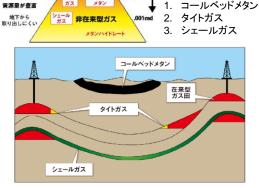
	確認可採埋蔵量	可採年数	
石油	約1.2兆バレル	40年	
石炭	約9000トン	164年	上
天然ガス	約180兆m [®]	66年	対像
ウラン	約460トンU	85年	Ţ
			•

出展:経済産業省「エネルギー資源の確認可採埋蔵量」 BP統計2006, OECD/NEA & IAEA"URANIUM2003" http://www.meti.go.jp/intro/kids/ecology/12.html

天然ガス黄金時代の到来

2011年6月、IEAは世界がガス黄金時代(AGolden Age of Gas)に入ったという レポートを発表した(World Energy Outlook 2011)。

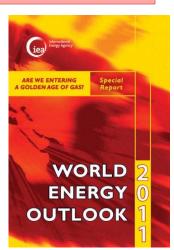
<非在来型天然ガス>



寄護量に開発

地下から 取り出しやすい

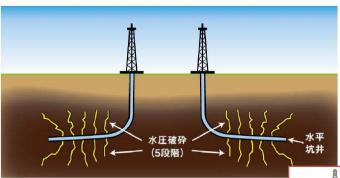
在来型ガス



JOGMEC:世界の天然ガス埋蔵量の急増 http://oilgas-info.jogmec.go.jp/pdf/4/4455/1108 out c increased naturalgas reserves.pdf

5

シェールガス採掘の技術



出所:SPE 107053 を基に作成

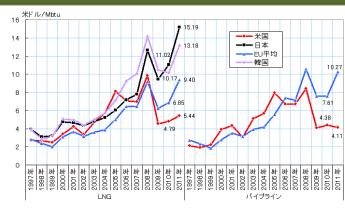
- •圧力をかけて地層に割れ目を生じさせる
- •一旦開いた割れ目(フラクチャ)に流体を混ぜた砂を 圧入して割れ目を保持
- •上下のキャップロックを壊さないように地中の割れ目 の観測
- •一つの坑口から複数の水平部分をもつ坑井

採掘技術の進歩で可採年数が160年に!

200m Lateral Spacing

出所:カナダ National Energy Board

天然ガス輸入価格の推移



(注)パイプライン輸入元: EUはロシア、ノルウェー、アルジェリアなど、米国はカナダ、メキシコ 2011年は福島第一原発事故後の4~9月平均(LMG EU平均、韓国は4~8月平均)の値 (資料)IEA Energy Prices and Taxes. Volume 2005 Issue 1. Volume 2011 Issue 3.4

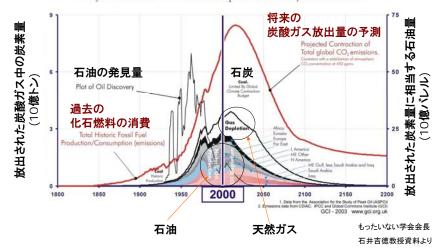
- 米国はシェールガスの商業化と、近年の暖冬により価格が低下
- EUはパイプラインとの価格競争により、LNG価格も低めに推移
- 日本と韓国はパイプラインを持たないため価格競争力が無く、LNGは石油価格に連動
- 日本は特に、東日本大震災以降はLNG火力発電での需要増加によって価格が上昇

10

"Oil Reserves & Resources, the Depletion Debate,"

Institute of Energy 13 02 03

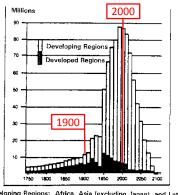
OIL¹- Past Discovery/Production & Projected Depletion CO₂ Emissions - Past Consumption and Projected Control



世界の人口、今まで・・・これから

世界人口の成長と今後の予測

1750年から2100年までの人口増加の変化



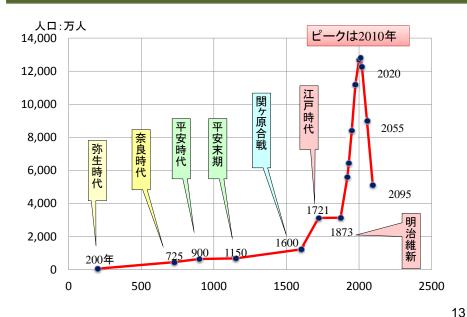
Developing Regions: Africa, Asia (excluding Japan), and Latin America

Developed Regions: Europe, former Soviet Union, Japan, Oceanus (including New Zealand and Australia), and North America (Canada and the United States)

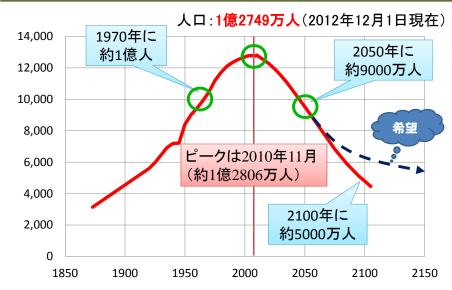
Human Population Trends and Controlling Factors (IOWA State Univ. Global Change Course)

http://www.meteor.iastate.edu/gcp/issues/pop/images/5double.gif

日本の人口の歴史的推移と予測



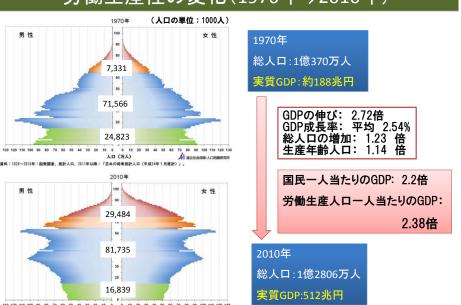
人口変化の予測(100年分)



国立社会保障・人口問題研究所、日本の将来人口推計(2012,出生中位・死亡中位)より作成 「希望」の破線は上坂が追加

14

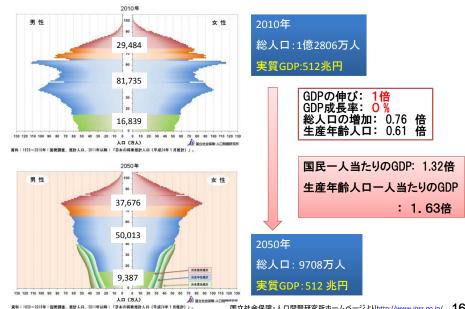
労働生産性の変化(1970年→2010年)



人间 医立社会保障·人口即

資料:1920~2010年: 国勢調査、推計人口、2011年以降: 「日本の将来推計人口(平成24年1月推計)」。

労働生産性の変化(2010年→2050年)



経済成長率の推移



(注) 年度ベース。93SNA連鎖方式推計。平均は各年度数値の単純平均。1980年度以前は「平成12年版国民経 済計算年報」(63SNAベース)、1981~94年度は年報(平成21年度確報)による。それ以降は、2013年1-3月 期 2次速報値 <2013年6月10日公表>。

> 社会実情データ図録(アルファ社会科学株式会社 本川裕氏)より http://www2.ttcn.ne.ip/honkawa/4400.html

17

労働生産性の予測

①年率0.9%の低成長

GDP:約733兆円

GDP伸び: 1.43倍

労働生産性:約2.34倍

②ゼロ成長=GDP維持

GDP:約512兆円

GDP伸び:1倍 労働生産性:約1.63倍 ③生産性維持=減退

GDP:約312兆円 GDP伸び: 0.6倍

労働生産性:約1倍

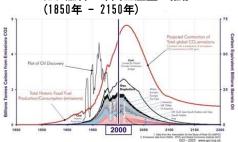


再エネ時代へのソフトランディング

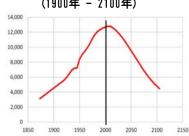
取り巻く条件

- 石油は2050年頃(40年後)をめどに使用困難, すでに価格上昇中
- 石炭は当分の間(160年程度)利用可能と言うが、実感できる価格上昇は 早く到来
- 天然ガスもシェールガスに期待して可採年数160年以上としても、価格上 昇は到来。さらに石油型の社会システムをガス型に変更する必要性
- 原子力は2040年頃をめどにすべて停止、延々と続く廃炉作業
- 日本は2050年頃には9000万人、2100年ごろには6000万人体制
- 高齢率は2050年頃に約40%、労働人口は約60%→国内生産の減退

化石燃料の年間生産量の推移 (1850年 - 2150年)



日本の人口の推移 (1900年 - 2100年)



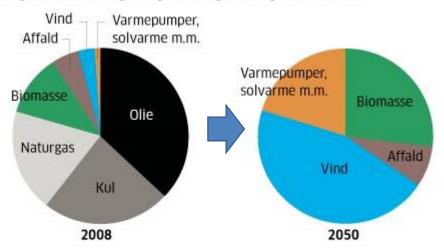
再エネ時代へのパラダイムシフト



- ■2050年までのシナリオ
- ■変革までの時間経過
- ■残された時間=40年間

デンマーク: 2050年RE100%シナリオ

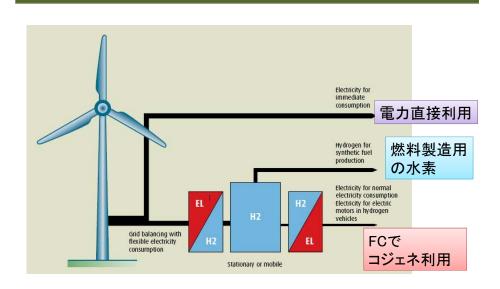
Energikilder i 2008 og mulig fordeling af energikilder i 2050



Kilde: Klimakommissionens rapport Grøn Energi- Grafik: MK 2011年3月 Hydrogen Research Innovation Center でのレクチャーより

21

デンマークの自然エネルギー政策



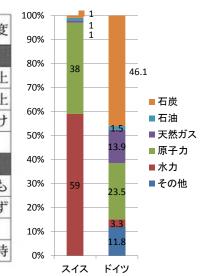
22

ドイツ:2022年までに全面停止

「百子力」巡り割れる欧州

	原発の数	「福島」後の政府の態度
「脱原発」を	主主張	
ドイツ	17	2022年までに全面停止
スイス	5	34年末までに全面停止
オーストリア	0	反原発連合を呼び掛け
イタリア	0	新設計画の凍結表明
原発依存物	どえず	
英 国	19	推進。反対論に警戒も
ポーランド	0	20年の新設方針変えず
フィンランド	4	増設計画を維持
フランス	58	8割を依存。政策堅持

平成23年6月1日 日本経済新聞Web版より



日本の見通し: 脱原発シナリオにおける試算

- 人口変動を考慮したエネルギー要求量の試算
 - 人口は、2040年に、2009年の85.7%
 - 人口減少によってエネルギー需要量は減少する
- 原発依存の発電をできる限り再エネに移行
 - 建設中・計画中の原発は停止
 - 耐用年数は40年とする
 - 停止中の原発は耐用年数まで利用
 - 2040年に、耐用年数を迎えない原発についても終了

• 省エネ効果を考慮

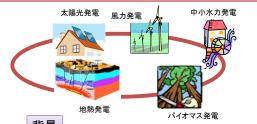
- 節電の定着による需要抑制(節電率15%が定着すると仮定)
- 照明や動力の効率向上による需要抑制
- 年平均3%づつ効率が向上すると仮定
- 再生可能エネルギー熱による電力代替
- ペレットストーブ、ペレットボイラー、太陽熱温水器、ソーラーシステムなど によって電力を代替。

再生可能エネルギーによる 原子力発電代替プラン ver.2.2 (2011年5月) 千葉大学法経学部 倉阪研究室 http://homepage3.niftv.com/kurasaka/renewable-plan-ver2.pdf

試算の結果 対策を講じた場合の 電力供給量水準 2009年の電力供給量水準 900,000,000 化石燃料によって補う電 力需要分は、2040年に 800,000,000 現状に比べて57.6%減。 700,000,000 人あたりの省エネによる電力需要減 各種機器の省エネ効率向上による電力需要測 600,000,000 ■自然エネルギー熱代替による電力需要減 500,000,000 化石燃料によって補う電力需要 ■大規模水力発電 原子力発電 400,000,000 ■バイオマス発電 ■太陽光発電 300,000,000 ■風力発電 ■地熱発電 200,000,000 ■中小水力発電 原子力発電は、2040年 100.000.000 に終了。 千葉大) 倉坂研究室2011 2012 2014 2016 2018 2020 2022 2024 2026 2028 2030 2032 2034 2036 2038 2040 25

固定価格買取制度のスタート

平成24年7月1日, 再生可能エネルギーの固定価格買取制度がスタート目的: 再生可能エネルギー利用の普及・拡大



- 1.エネルギー自給率の向上
- 2. 地球温暖化対策
- 3. 日本の産業の育成

背景

- ■再生可能エネルギーによる発電はコストが高く投資回収の経済性がまだ悪い
- ■電力会社に一定の価格・期間で、再生可能エネルギー電力の買い取り義務
 - ■買取価格を高くすることで、再エネ電力生産者の投資回収を補助
 - ■固定価格にすることで投資回収の見込みが立ちやすい
- ■電力会社は電気代に「賦課金」を上乗せして回収(電気代の上昇)

26

ドイツの固定価格買取制度



朝日新聞 2012年10月16日

家庭の電気料金が来年から値上がり

3500kWh/年の家庭で負担増は約70ユーロ。 送電網使用料なども含め約10%の値上がり

買取制度の見直し論も

- 2000年に制度開始、
- 太陽光は今年4月から20~30%引き下げ。
- 52GWに達した時点で買い取り廃止。
- 2008年:1940kW(年間新規)
 - 2010年:7400kW
 - 2011年:7500kW
- 風力とバイオマスの買取価格も段階引き下げ 将来的に買い取りを廃止に。

しかし脱原発、再エネ支持率は69%

- 38%が、50ユーロの電気料金値上げを、
- 29%が、100ユーロの値上げを受け入れると回答

国民の努力による省エネ分 800,000,000 省エネ家電の普及 700,000,000 人口減少による需要減 600,000,000 バイオマス熱利用分 \$ 500,000,000 石油・石炭・天然ガス 従来分: 400,000,000 約2.400億kWh/年 300,000,000 大規模水力 太陽光 再エネ分: 200,000,000 原子力 約2,800億kWh/年 風力 100,000,000 (全体の50%以上) 2012 2014 2016 2018 2020 2022 2024 2026 2028 2030 2032 2034 2036 2038 20

制度 再生可能エネルギー導入の懸念事項

50%以上もの再エネ電力を、電力会社は買い取れるのか?

- ■安定性の低い再エネ電力は電力品質に影響を与えないか?
- ■品質確保に投じられるコストの財源は?
- ■固定価格買い取り制度はいつまで維持できるか?

27

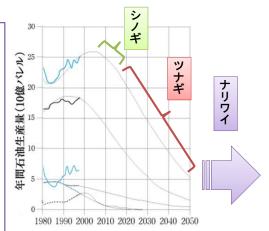
めまぐるしく変化する「必要な技術」

考慮すべき時間経過

- ピークオイル後、緩やかに景気や産業が減速していく時期(2006年~2015年頃)
- 急激に冷え込んでいく時期(2015年頃~2050-2100年頃)
- 比較的安定して、緩やかな減速とともに低めに安定する時期(2100年以降)

求められる技術

- 第1期:産業や経済が、上昇から下降に転じる事への対応の技術
 - 節約や省エネに対応する技術
 - シノギの技術
- 第2期:急激に景気が減退すること に対応するための劇的な対応技術
 - 30年程度使える新しい技術
 - ツナギの技術
- 第3期:安定的に長期的に使用する ための、持続性のある技術
 - オイルなしで繰返し実践可能な 100年以上の技術
 - ナリワイの技術



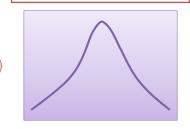
29

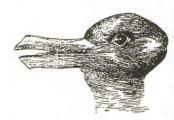
アヒルがウサギに見える日

右肩上がりの経済



高度経済成長から減退へ





パラダイムシフト

パラダイムとは「思考の枠組み、常識、 思い込み、物事の見方、考え方」など の総称。パラダイムシフトは、今までの 思い込みから脱却して、新しいものの 考え方に移行すること

ジャストロゥ(米・心理学)のアヒルとウサギ

30

変革の目標は2050年

• 著しい石油減退の変化に対応する技術と方法

- 2050年頃までは大きな変革の連続が予想される
- とにかく目先の省エネを促進
- エネルギー供給構造の大きな変化にとりあえず対応
 - 改造電気自動車、エネファーム、太陽光発電・・・・
- 何が起きてもあわてないための地域管理型システム
 - 自立型の発電・給湯システム、地産地消の食料供給・・・
 - 技術と経済の地域化

• 高度経済成長時代の古いプロセスからの脱却

- 画一的で効率的な大量生産・大量消費は終了
- 常に起動修正を求められる柔軟性
 - 答えがどこにもない、すべてが人類にとって初体験
- 国民総70点の教育体制は捨てるべき
 - 徹底した個性の育成と適材適所化 → 匠の技の伝承
 - 地域に固有に存在する資源の活用 → 地方の特殊化=観光地

「従来のやり方」が失敗を生み続ける40年間

The Party's Over (パーティーは終わった)

化石燃料時代はこんなに短い。人類の歴史の中のほんの一瞬。 まるで「浮かれた宴会」みたいなものである。

