

三重県

令和4年度 DX寺子屋 第2回

2022年8月3日

東京大学グリーンICTプロジェクト（GUTP）ステアリング委員
株式会社GUTPコンサルティング 代表
（金型屋二代目） 中島高英

©2022 GUTP CONSULTING

1

1

アジェンダ

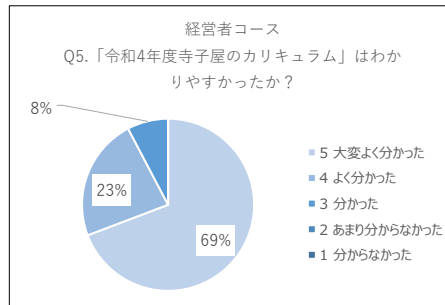
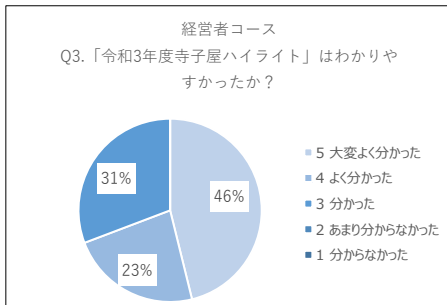
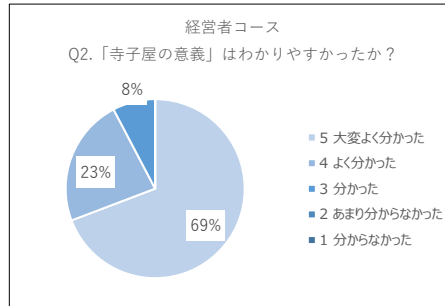
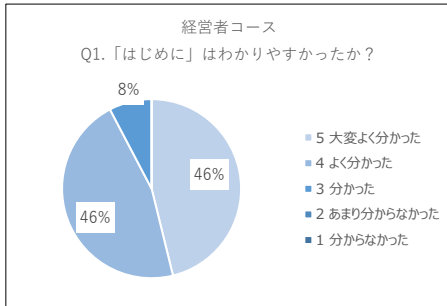
1. はじめに
前回の振り返り～アンケート結果
2. 地球温暖化とカーボンニュートラル
3. 危機としてのカーボンニュートラル
4. （秘伝）体験、経験と経験知
5. チャンスとしてのカーボンニュートラル
6. 実習の目的
7. 学習キットの概要説明

©2022 GUTP CONSULTING

2

2

前回の振り返り～アンケート結果



アンケートの質問とその回答 一部抜粋

<p>質問1) 弊社はほぼ手作業でものづくりを行っており、これといった電力を消費する設備がありません。但し、省エネについては工場全体で考えていきたいと思っています。このような環境でも学習キットは使用は可能でしょうか。</p>	<p>回答1) 電力は生産設備以外で使われていると思います。空調やその他、電力が使われているものに取り付けてみてください。</p>
<p>質問2) 今回データのとり方、見方を教えて頂けるのは電気料金データの事のみになりますか？</p>	<p>回答2) 実習以外に講義ではいろいろなデータの見方を教えていきます。何か期待されているものがあれば教えてください。</p>
<p>質問3) IOTの導入も出来ていないですが、あまりコスト掛けずに実践できる方法を教えてもらいたい。</p>	<p>回答3) あまりコスト掛けずに実践できる方法は、自分で学んで自分でやってみることです。寺子屋のノウハウを学習して応用してみてください。</p>

2. 地球温暖化とカーボンニュートラル

2-1. 地球温暖化とは

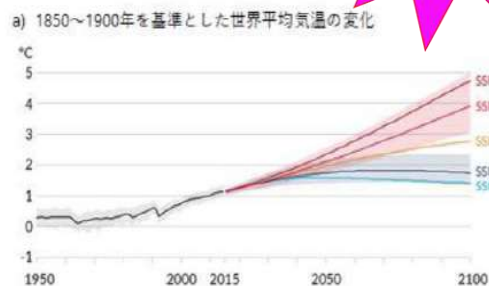
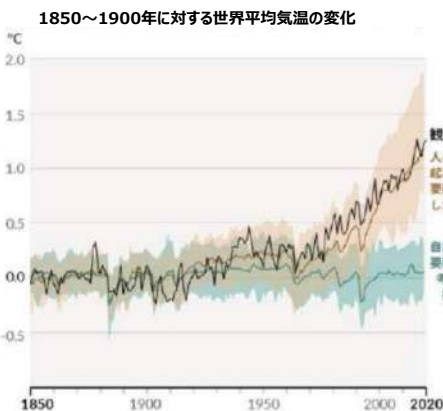
5

人の活動によって、地球が温暖化している



温暖化によって人が地球に住めなくなる

人類的危機



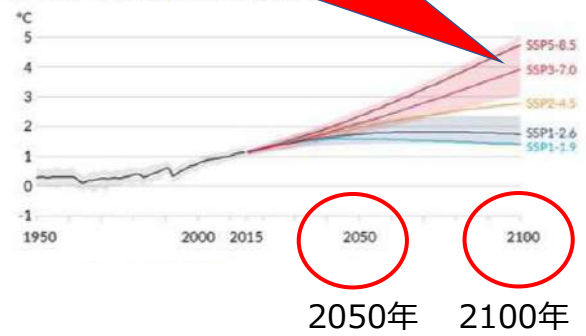
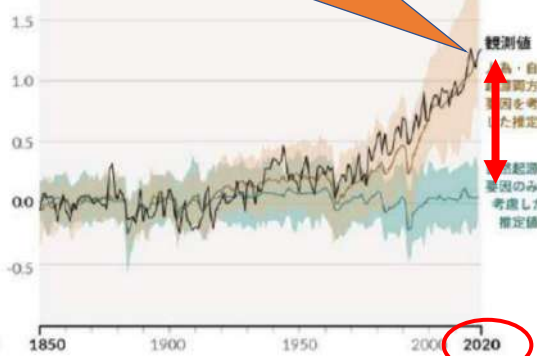
出典：気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第6次評価報告書 別添1
<https://www.meti.go.jp/press/2021/08/20210809001/20210809001-1.pdf>

6

やっと、世界が「不都合な真実」を認めた

今、こんなに上がっている

何もしないと、もっと上がる



出典：気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第6次評価報告書 別添1
<https://www.meti.go.jp/press/2021/08/20210809001/20210809001-1.pdf>

7

クイズ 1 ● は何でしょうか？

人の活動から出される
 ● ● ● ● ● ● によって
 地球が温暖化している

1. CO2排出ガス
2. 温暖化排出ガス
3. 温室効果ガス

8

3. 温室効果ガス

クイズ2

温室効果ガスの英語名称は？

1. CO2・Emissions
2. GHG
3. GHS

クイズ2の答え

温室効果ガスの正式名称（英語）は

GHG

greenhouse gas

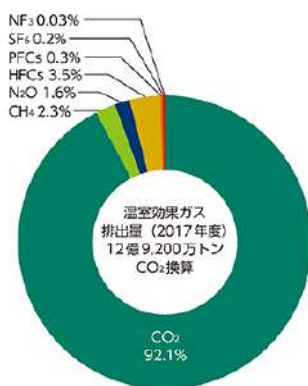
GHS 「化学品の分類及び表示に関する世界調和システム（GHS）」

Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals

参考：

https://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/int/files/ghs/GHS_guidance_rev_2020/GHS_classification_guidance_for_government_2020.pdf

温室効果ガスの7つの種類



資料：環境省

<https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/r01/html/hj19020101.html>

化学式	名称	温暖化係数
CO ₂	二酸化炭素	1
CH ₄	メタン	25
N ₂ O	一酸化二窒素	298
HFCs	ハイドロフルオロカーボン類	12～9810
PFCs	パーフルオロカーボン類	7390～17340
SF ₆	六フッ化硫黄	22,800
NF ₃	三フッ化窒素	17,200

参考：温室効果ガス総排出量算定方法ガイドライン

温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル(Ver4.8) (令和4年1月)

https://www.env.go.jp/policy/local_keikaku/data/guideline.pdf

<https://ghg-santeikohyo.env.go.jp/manual>

https://ghg-santeikohyo.env.go.jp/files/manual/chpt2_4-8.pdf

なぜ温室効果ガス = CO₂と考えられるようになったか

1. 大半（92%）を占めるから 小学生レベル

2. CO₂は残留期間が長いから 中学生レベル

半減期の5730年

参考 <http://caos.sakura.ne.jp/tgr/observation/iso-co2>

参考 https://www.cger.nies.go.jp/ja/library/qa/15/15-1/qa_15-1-j.html

3. CO₂排出量換算という**指標化**
デジタル数値を**共通言語**にした DXの入り口

2. 地球温暖化とカーボンニュートラル

2-2. 地球温暖化の影響

参考：環境省ホームページ
「おしえて！地球温暖化」

<https://www.env.go.jp/earth/earth/ondanka/oshiete201903.pdf>

地球温暖化による5つの事象

出典：環境省ホームページ
「おしえて！地球温暖化」
赤線、赤字は弊社で記載

工業化(1750年頃)前と比較して、今、**世界**ではどんな影響が出ているの？

5つの現象を見よう

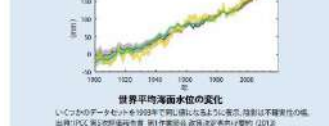
北極海の海氷が減少 極端現象、災害

近年は春から夏にかけて海水が急激に減少し、海氷全体が薄くなっている。
2013年9月に海氷面積の最小を記録したの以来、

森林火災
タイ国チャオプラヤ川で発生した大洪水による影響

企画・監修：環境省地球環境局
編集：一般財団法人日本気象協会
作成：2019年3月29日

海面水位上昇



食料 収穫量の減少

感染症の拡大

水を媒介とする感染症(コレラ、サルモネラ等)が拡大
本質が変化して、安全な貯水水の確保が難しくなる可能性がある。

地球温暖化は



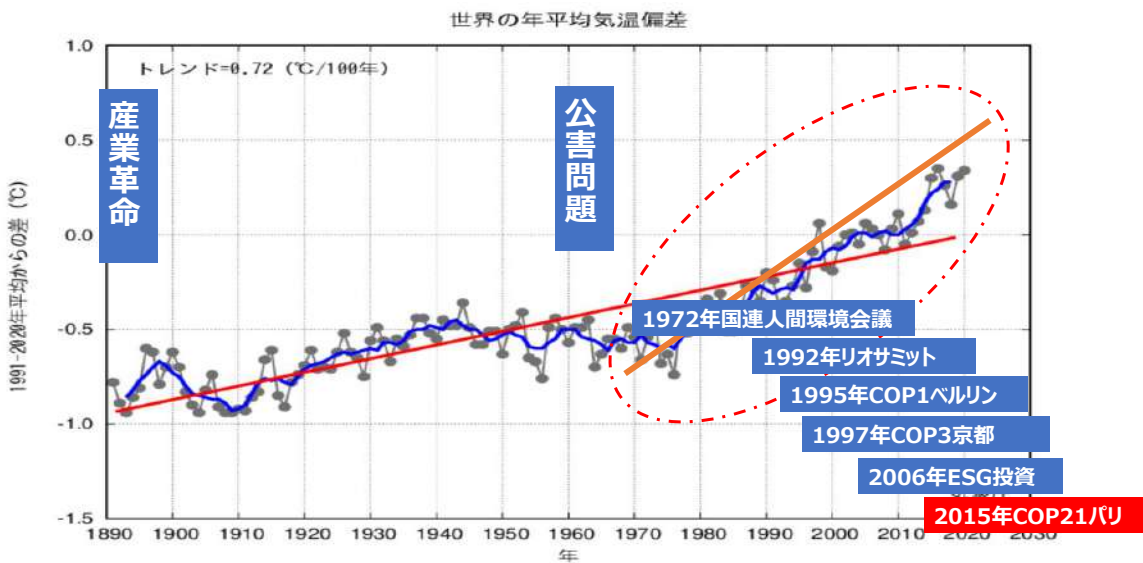
「不都合な真実」に目をつぶっている場合でない

ヤバイ
地球温暖化

温暖化を止めるために
温室効果ガスを減らそう

世界が合意するまでの
道のりは長かった 50年もかかった

地球温暖化とその対策の歴史



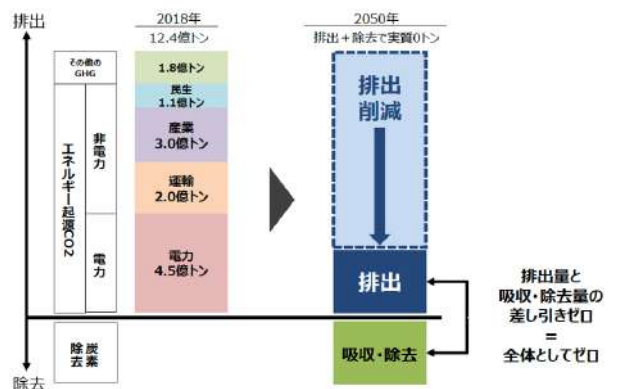
2. 地球の温暖化とカーボンニュートラル

2-3. 4つの視点から見る カーボンニュートラルとは

カーボンニュートラルとは

定性的表現 ヒトの活動が出る**温室効果ガス**を
プライス、マイナス ゼロにする

定量的表現 **2050年 0%**
2030年 約50%



出典：資源エネルギー庁ウェブサイト

https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyoo/carbon_neutral_01.html

パリ協定に賛同した国 **125**

2050年までにカーボンニュートラルを表明した国

2050年までのカーボンニュートラルを表明した国

124カ国・1地域

※全世界のCO2排出量に占める割合は37.7% (2017年実績)



(出典) COP25におけるClimate Ambition Alliance及び国連への長期戦略提出状況等を受けて経済産業省作成 (2021年1月20日時点)

<https://climateaction.unfccc.int/views/cooperative-initiative-details.html?id=94>

出典：資源エネルギー庁ウェブサイト

https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyoo/carbon_neutral_01.html

©2022 GUTP CONSULTING

21

21

俯瞰 社会的側面

The Reformation (宗教改革) に匹敵する

社会の変化が起きている

資本主義社会の刷新運動



©2022 GUTP CONSULTING

22

22

東西対立と多極化が同時進行

2050年までのカーボンニュートラルを表明した国

124カ国・1地域

※全世界のCO2排出量に占める割合は37.7% (2017年実績)



出典：資源エネルギー庁ウェブサイト

https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyoo/carbon_neutral_01.html

©2022 GUTP CONSULTING

23

23

資本からの要求

投資・融資基準の第一条件となった

投資家が注目する基準

TCFD

Task Force on
Climate-related
Financial Disclosures

SBT

Science Based
Targets

RE100

Renewable Energy
100%

EP100

Energy Productivity
100%

参考 <http://www.env.go.jp/earth/datsutansokeiei.html>

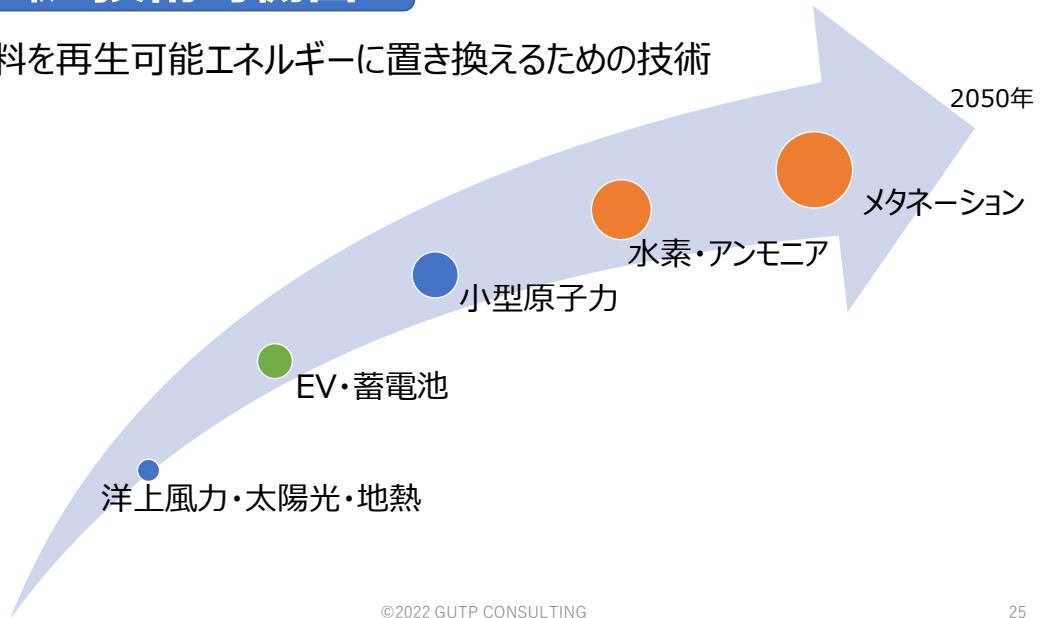
©2022 GUTP CONSULTING

24

24

俯瞰 技術的側面

化石燃料を再生可能エネルギーに置き換えるための技術



©2022 GUTP CONSULTING

25

25

日本の立ち位置

2050年カーボンニュートラルに向けて
2030年度に **46%** の削減をめざす



“2030年度に、温室効果ガスを2013年度から46パーセント削減することを目指します。さらに、50パーセントの高みに向けて、挑戦を続けてまいります。”

出典：首相官邸ホームページ

https://www.kantei.go.jp/jp/99_suga/actions/202104/22ondanka.html

©2022 GUTP CONSULTING

26

26

3. 危機としてのカーボンニュートラル

参考

環境省「中小規模事業者のための脱炭素経営ハンドブック」

https://www.env.go.jp/earth/SMEs_handbook.pdf

経済産業省資源エネルギー庁「日本のエネルギー2020」

https://www.enecho.meti.go.jp/about/pamphlet/pdf/energy_in_japan2020.pdf

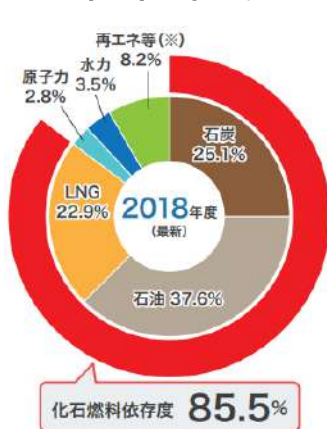
©2022 GUTP CONSULTING

27

27

日本はどんなことになるか

化石燃料依存度85%を2050年までにゼロにできるか？



答え

今の延長ではできない

出典：経済産業省資源エネルギー庁
「日本のエネルギー2020」

https://www.enecho.meti.go.jp/about/pamphlet/pdf/energy_in_japan2020.pdf

©2022 GUTP CONSULTING

28

28

できないとどうなるか？

・コストが上がる

再生電力を調達すると電気代が上がるのではないかな

・製品製造が出来なくなる

化石燃料の使用が制限されると自社の製品製造が困難になってしまうのではないかな

・取引停止

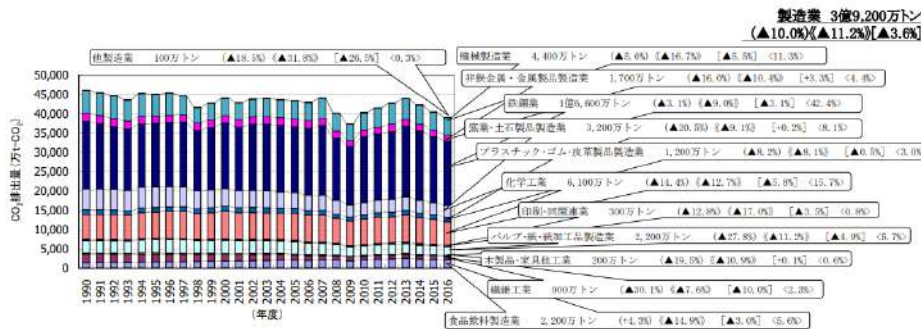
温室効果ガスを多く排出する自社と取引をする会社が少なくなるのではないかな

環境省「中小規模事業者のための脱炭素経営ハンドブック」 P5参照

https://www.env.go.jp/earth/SMEs_handbook.pdf

日本の製造業が危ない

鉄鋼業、化学工業、機械製造業、窯業・土石製品製造業、パルプ・紙・紙加工品製造業、
食品飲料製造業からの排出量が大きく、**製造業全体の9割程度**を占める



※ 業種別の排出量には、業種間の重複が一部存在しているため、業種別の合計と製造業全体の排出量は一致しない。

＜出典＞温室効果ガス排出・吸収目録

{(2005年度比) <2013年度比> [前年度比] <全体に占める割合(最新年度)> } 4

地球温暖化対策で

ヤバイのは



日本の製造業だけでなく**産業まるごと**

4. (秘伝) 体験、経験と経験知

人生の秘伝

体験

暑かった！楽しかった！

思い出 アルバム



経験

体験を自分の頭に刻み込む
失敗した原因、環境を覚えて次に注意する

熟練工の知恵



経験知

経験を深掘り、標準化、一般化して、
自分以外にもわかるものにする。

知の普及

個人的なアーカイブ

1970年

公害問題に出会う

水俣病

石牟礼道子「苦海浄土」

ドキュメンタリー映画「水俣」土本典昭監督

写真家 ユージン・スミス



公害

レイチェル・カールソン「沈黙の春」

宇井 純「公害言論」

宇沢弘文「自動車の社会的費用」

省エネ 資源エネルギー庁長官賞 受賞



ポイント1

消費電力を削減した

ポイント2

削減した電気代を社員に配った

- ・社員のモチベーション向上

ポイント3

稼働の見える化をした

- ・生産性が大幅に向上した
- ・商品「JupiterX」につながる

ポイント4

有効とムダな電力を分別した



- ・自動的に収集するシステムを作った
- ・日本と米国で特許を取得した
- ・商品「ESP Dragon」になった
- ・新規事業としてBAの業界に進出した

ノーベル賞 ワンガリ・マータイさんとの出会い

「論語と算盤」でなく「環境とソロバン」を実践された方



「MOTTINAI」を広めようとした方

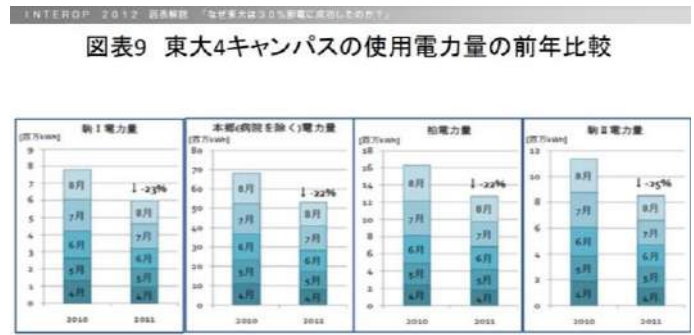
ワンガリ・マータイさんはケニアでグリーン・ベルト・ムーブメントを始め、独裁政権下で投獄されそれでも頑張りケニアの副大臣にまでなられた方です。

「ケニアで植樹をして環境によいことをしたことよりも一本一本の木を植える人に1ドルずつお金を払ったことです。先進国の皆さんには分からないかもしれませんが、たった1ドルでも現金収入のない村の女性たちに現金収入の道を作ったことがとても価値があったのです。」

2004年 ノーベル平和賞・環境 受賞
2007年 気候変動に関する政府間パネル
アル・ゴアも受賞「不都合な真実」

東大の電力 30%節電に貢献できた

電力見える化システム「ESP Dragon」が活躍した



https://www.cimx-initiative.com/wp-content/uploads/2022/12/20120613_003.pdf

5. チャンスとしての カーボンニュートラル

5-1. 脱炭素経営のメリット

参考：環境省「中小規模事業者のための脱炭素経営ハンドブック」

脱炭素経営によって期待されるメリット

① 競争優位にたてる

サプライヤーに対して排出量の削減を求める傾向が強まりつつあり、脱炭素経営の実践は、こういった企業に対する訴求力の向上につながります。Scope3

② 光熱費・燃料費の低減

③ 知名度、認知度の向上

④ 社員のモチベーション、人材獲得力の強化

⑤ 資金調達に有利に働く

環境省「中小規模事業者のための脱炭素経営ハンドブック」 P5-7参照
https://www.env.go.jp/earth/SMEs_handbook.pdf

脱炭素経営に向けた具体策

① 省エネを進める

例) 高効率の照明・空調・熱源機器の利用等

② エネルギーの低炭素化を進める

例) 太陽光・風力・バイオマス等の再エネ発電設備の利用、CCS付き火力発電の利用、太陽熱温水器・バイオマスボイラーの利用等

③ 電化を促進する

例) 電気自動車の利用、暖房・給湯のヒートポンプ利用等

環境省「中小規模事業者のための脱炭素経営ハンドブック」 P19参照
https://www.env.go.jp/earth/SMEs_handbook.pdf

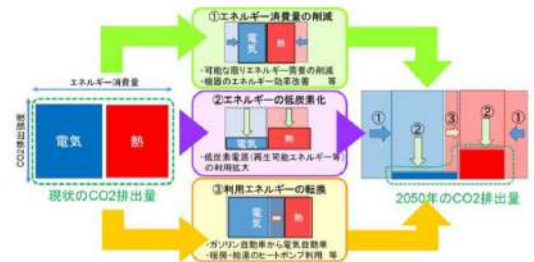


図 2-1 温室効果ガス大幅削減の方向性

出所) 環境省「温室効果ガス削減中長期ビジョン検討会 とりまとめ」

脱炭素経営に向けた具体策

① 省エネを進める

例) 高効率の照明・空調・熱源機器の利用等

② エネルギーの低炭素化を進める

例) 太陽光・風力・バイオマス等の再生エネルギーの利用、CCS付き火力発電の利用、太陽熱温水器・バイオマスボイラーの利用等

③ 電化を促進する

例) 電気自動車の利用、暖房・給湯のヒートポンプ利用等

環境省「中小規模事業者のための脱炭素経営ハンドブック」P19参照
https://www.env.go.jp/earth/SMEs_handbook.pdf

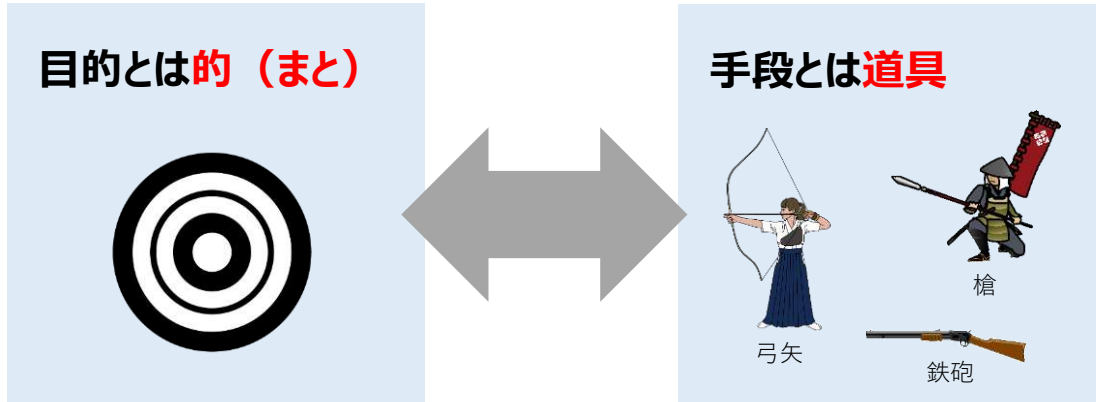


5. チャンスとしてのカーボンニュートラル

5-2. 手段としてのDX

カーボンニュートラル by DX

目的と手段の違い

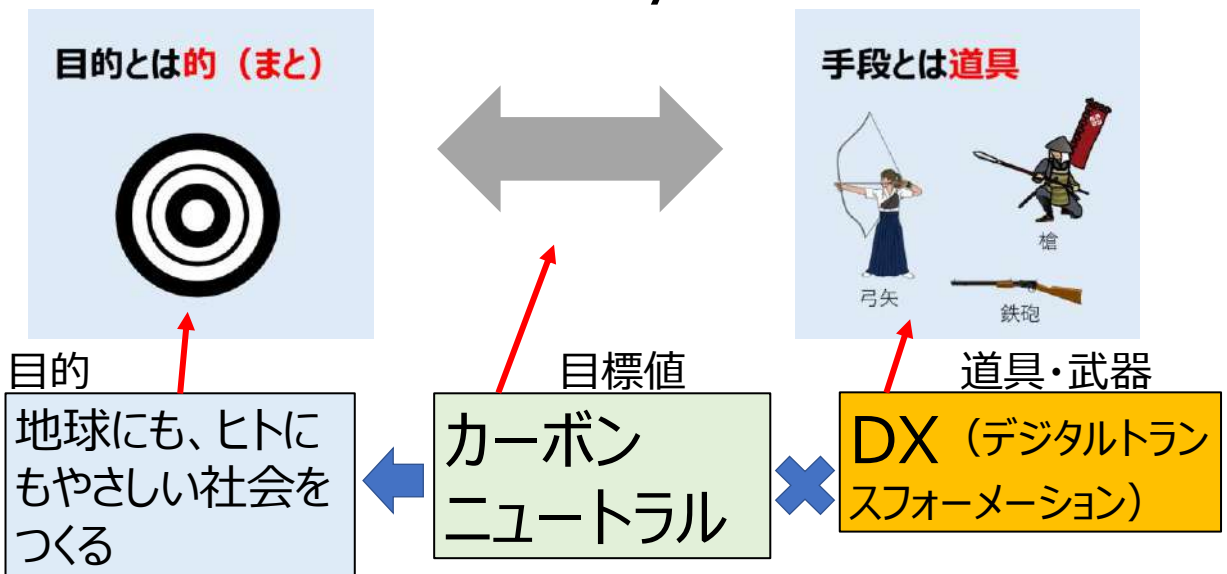


©2022 GUTP CONSULTING

43

43

カーボンニュートラル by DX



©2022 GUTP CONSULTING

44

44

5. チャンスとしてのカーボンニュートラル

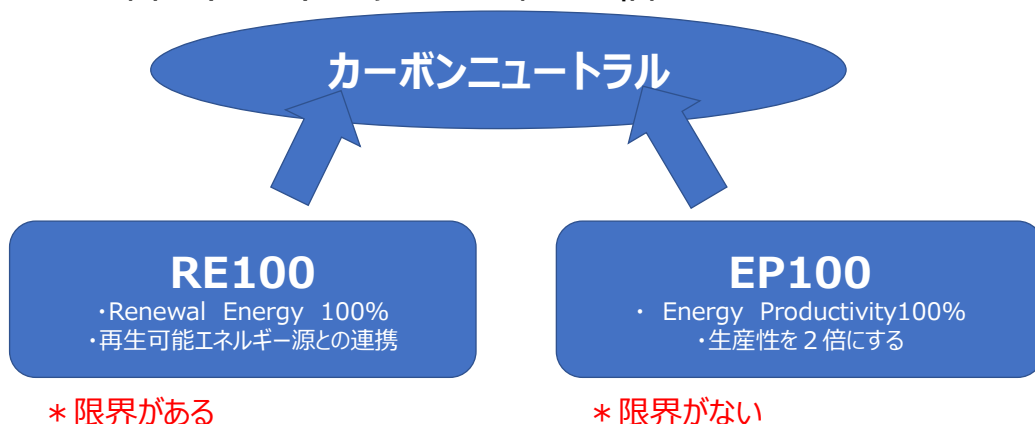
5-3. カーボンニュートラル by DX

手段としてDXを取り入れることで、
会社と現場にとって大きなチャンスになる

カーボンニュートラルへの取り組み方

RE100：化石燃料を再生可能エネルギー（太陽光、風力、水力）
に置き換える

EP100：省エネとエネルギー生産性を2倍にする



手段としてDXを取り入れることで、
会社と現場にとって大きなチャンスになる



生産性を2倍、3倍にする可能性がある

EP100：エネルギー生産性を2倍にする

EPは会社の決算書（BS、PL）にない数値。



自社で新しく作らなければならない。



DX寺子屋はEP（エネルギー生産性）の作り方と
EP（エネルギー生産性）の改善の方法を教えます



実行すれば結果 **カーボンニュートラル by DX**になります

EP100 : エネルギー生産性を2倍にする指標

工場管理者、経営者

経営者

生産性

労働生産性、時間生産性
エネルギー生産性の3つを持つ。
分子は共通の「付加価値額」。
分母は従業員数、総投入時間、総エネルギー消費量。

リードタイム

製品リードタイムと製造リードタイムの2つを計る。
製品リードタイムとは設計から納品検収とサービス期間まで。
製造リードタイムとは工場内で製造から工場出荷まで。

自動化率

自動化率とは無人加工時間÷人の作業時間。
機械別、ライン別に細かく収計することで制度が上がる。

CCC

CCC (=Cash Conversion Cycle: キャッシュ・コンバージョン・サイクル) を事業部別に持つ。
経理部で簡単に計算が出来る。

データ収集はIOTで自動化できる

効率化の結果はCCCに表れる

EP100 : エネルギー生産性を2倍にする時の壁

現場の抵抗

電力を使わないと仕事ができない。
品質にも影響する。

脅し

自分だけ我慢しても意味がない。
他にもっとムダにしているところがある。

言い訳

EP100 : エネルギー生産性を2倍にする時の
壁を破る 秘訣 1

「脅し」と「言い訳」に効く薬は？



データから見る癖をつける

「測定できないものは改善できない」

だから設備機器の電力使用量を測定する。

EP100 : エネルギー生産性を2倍にする時の
壁を破る 秘訣 2

データをみんながわかる数値（指標化）する

$$\text{エネルギー生産性} \cdot \text{EP} = \frac{\text{付加価値}}{\text{投入エネルギー量}}$$

注記：中島の定義

EP100 : エネルギー生産性を2倍にする時の 壁を破る 秘訣 3

中島式 ムダの定義を利用する

(一般的)

(中島式)

	見えるもの	見えないもの
使われてしまっているムダ (used)	<ul style="list-style-type: none"> ・手持ちのムダ ・運搬のムダ ・手直しのムダ ・材料費のムダ 	<ul style="list-style-type: none"> ・時間 ・エネルギー
使われていないムダ (waiting)	<ul style="list-style-type: none"> ・在庫のムダ ・動作のムダ ・管理する人のムダ 	<ul style="list-style-type: none"> ・情報 ・能力 (コンピテンシー)

©2022 GUTP CONSULTING

53

53

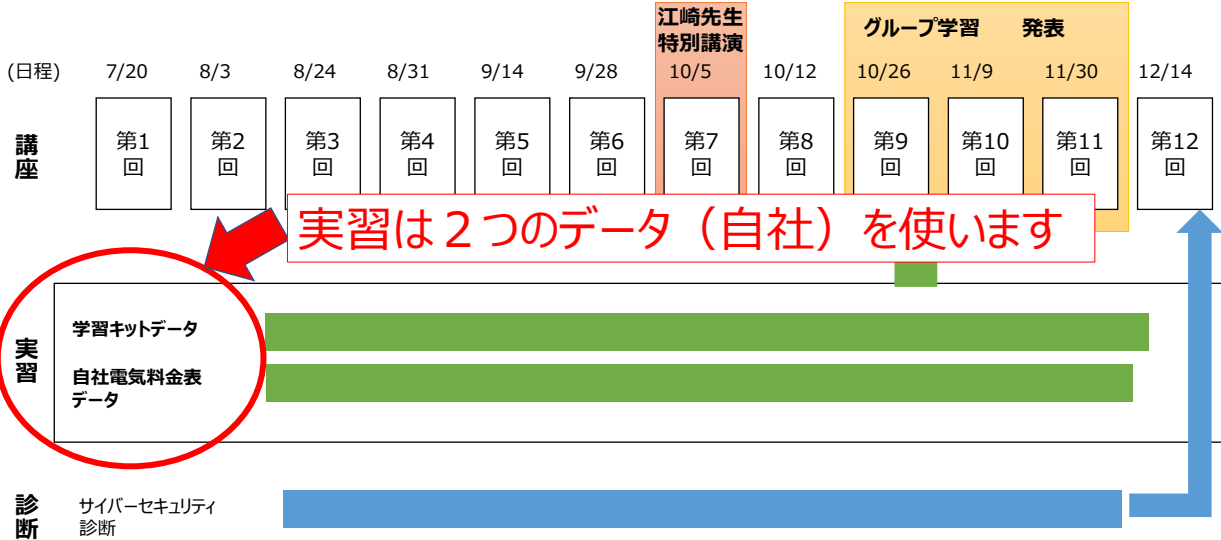
6. 実習の目的

©2022 GUTP CONSULTING

54

54

実習について



実習の目的

- ・目的
 - 自分事としてのカーボンニュートラルを考える。
CO2排出量の90%は電気による
 - 自社のデータを収集する体験をする。
 - さらに、実際の動きとデータを比較して
データから「ものごとを見る」経験をする。

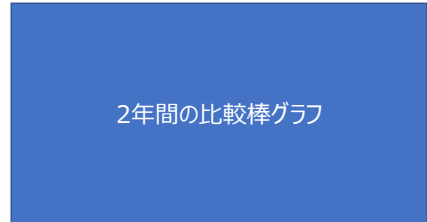
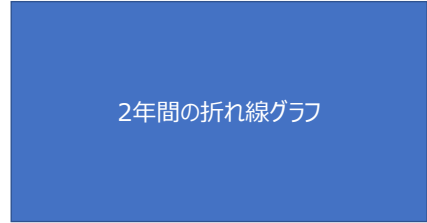
自社の電気代の請求書を使う

電気代 と 電気使用量

電気ご使用量のお知らせ (平成〇〇年〇月分)		電気料金領収証 (平成〇〇年 〇月分)	
〇〇 〇〇 様 〇〇〇〇〇〇-〇〇〇〇〇〇-〇〇〇〇〇〇-〇〇〇〇〇〇		〇〇 〇〇 様 〇〇〇〇〇-〇〇〇〇〇〇-〇〇	
ご使用量 000 kWh (前年度同月) 000 kWh (前年度同月) 000 kWh	ご請求予定額 0,000円 (前年度同月) 000円	領収金額 0,000円	
今月指示数 0000 前月指示数 0000	〇〇電力株式会社 本店 営業所 様計員 〇〇	印紙税申告 付につき 〇〇 本迄 振込済	

×24か月

グラフの作成



学習キットを使って電気の様子を知る

- マシン (CNC、PLC) との通信**によりマシン内部のデータを取得する
 上記ができず且つマシンの改造をしない場合
- 接点信号 (パトランプの点灯)** を外付け光センサを使って取得する
- CT方式電流センサ**を使用して電力データを取得する
 * マシンの電力は、主幹 (マシン全体) と加工電源の2か所

7. 学習キットの概要説明

☆Think together
(一緒に考えましょう)

☆Challenge together
(一緒に取組みましょう)