

京都大学における環境負荷削減目標の設定
に向けて
～CO₂排出実態と削減の可能性を中心に～

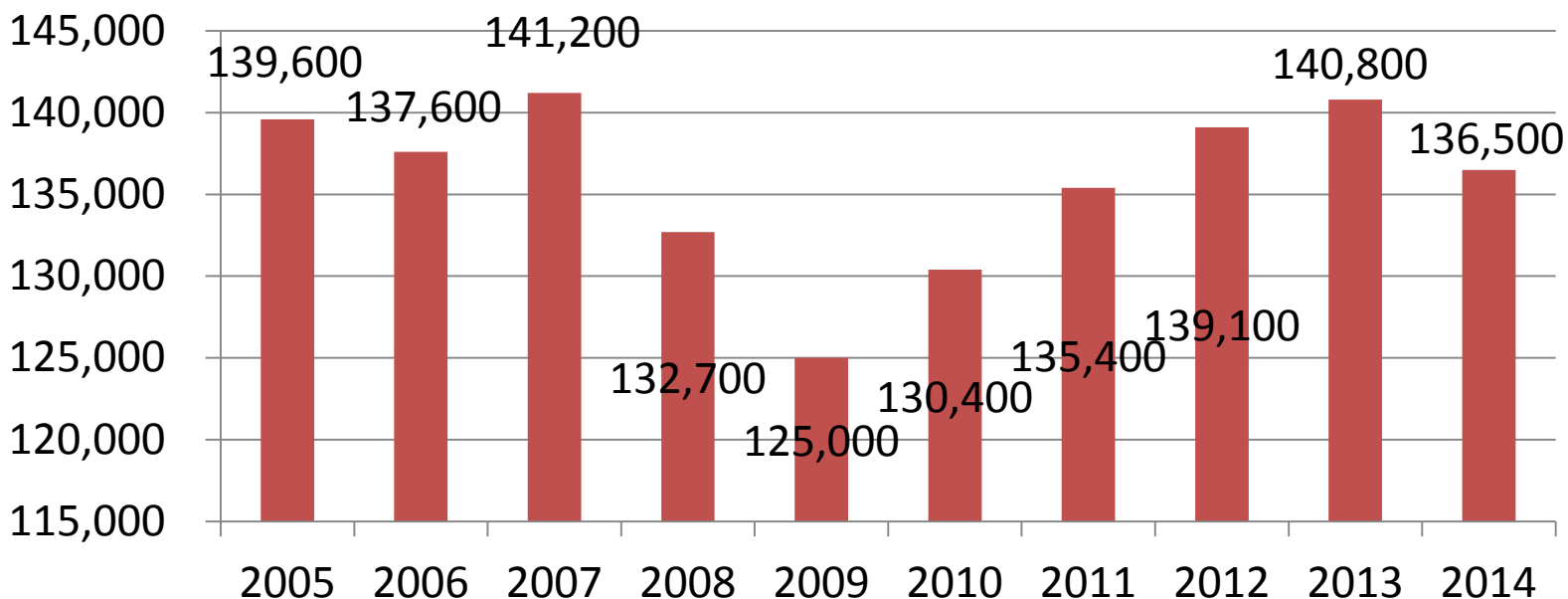
工学部地球工学科4回生 小西啓介

参考

日本は、COP21等で2030年までに2013年比で26%のGHG排出量削減を宣言。2014年度は前年度比-3.0%となっている。

※COP21：国際社会としては、今世紀末に排出量ゼロを目指す

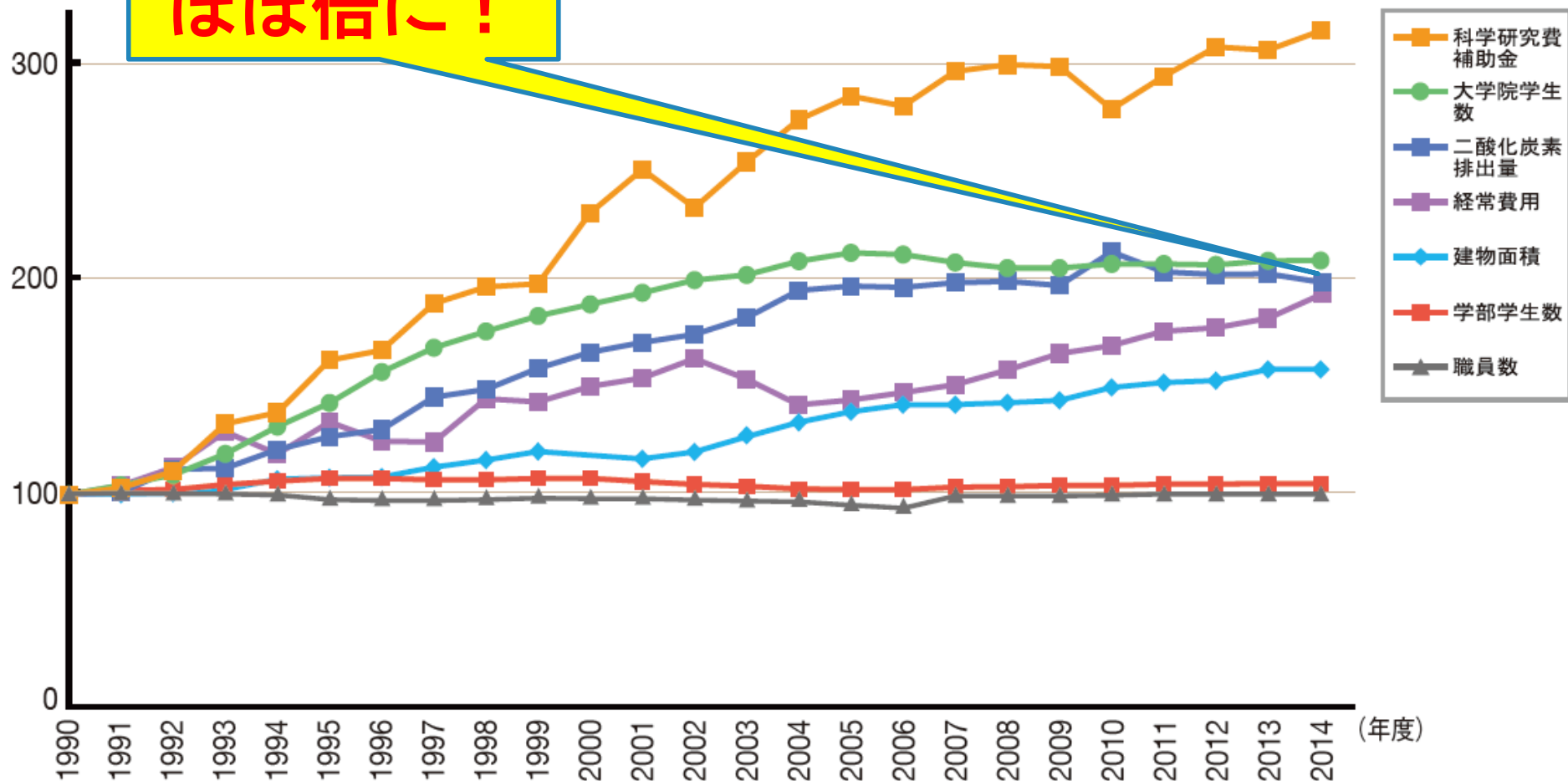
GHG(温室効果ガス)排出量(万 t -CO₂/年)



出典：環境省、温室効果ガス排出量(2014)

京都大学のCO₂排出量の経年変化

ほぼ倍に！



1990年を100としたときの京都大学の諸指標の変化

(出典: 京都大学概要)

京都大学のCO₂削減策の現状

◆削減目標

- ・CO₂排出量原単位 (t-CO₂/m²・年)を毎年前年比2%削減
ハード面で1%、ソフト面で1%を目標にしている。

◆取組概要

- ・環境賦課金制度導入(2008年)

○ハード面での対応

- ・LED照明への改修、空調設備の改修
- ・上記も含むESCO事業
- ・実験機器、見える化の取り組み(ごく一部)

○ソフト面での対応

- ・京都大学環境配慮型行動マニュアルの作成(2006年)
- ・部局訪問及びWEBサイト、ポスターなどでの啓発・広告活動

京都大学CO₂排出量の近年における傾向

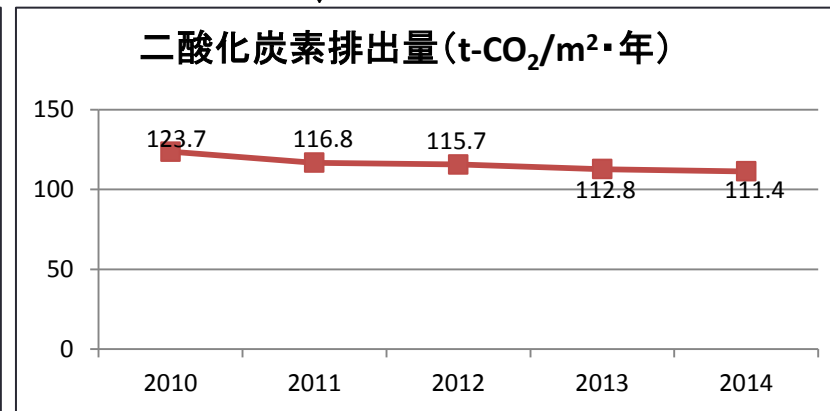
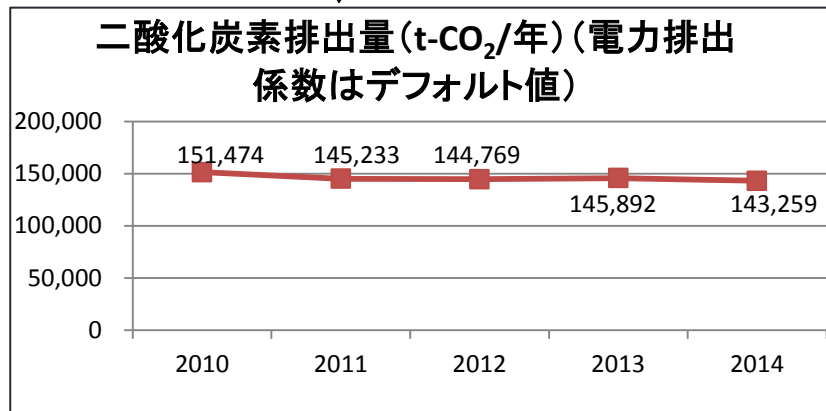
出典: 京都大学環境報告書2015

↓ 総量

↓ 原単位

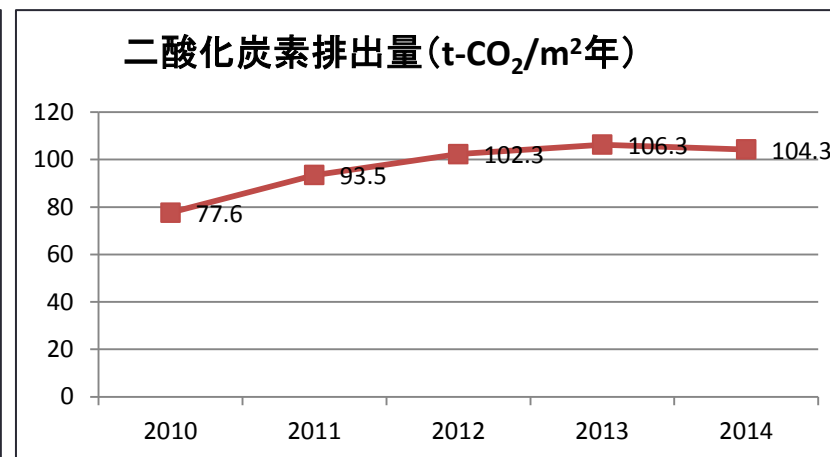
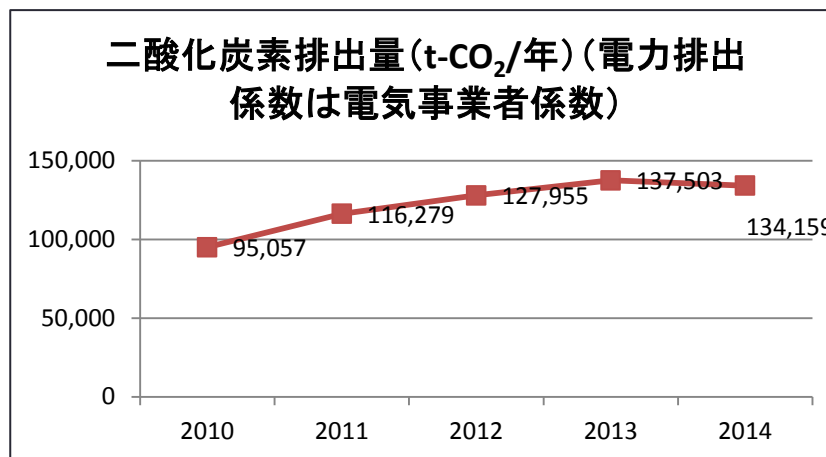
⇒

換算
係数に
規定値
利用



⇒

電力
事業者
のもの
利用



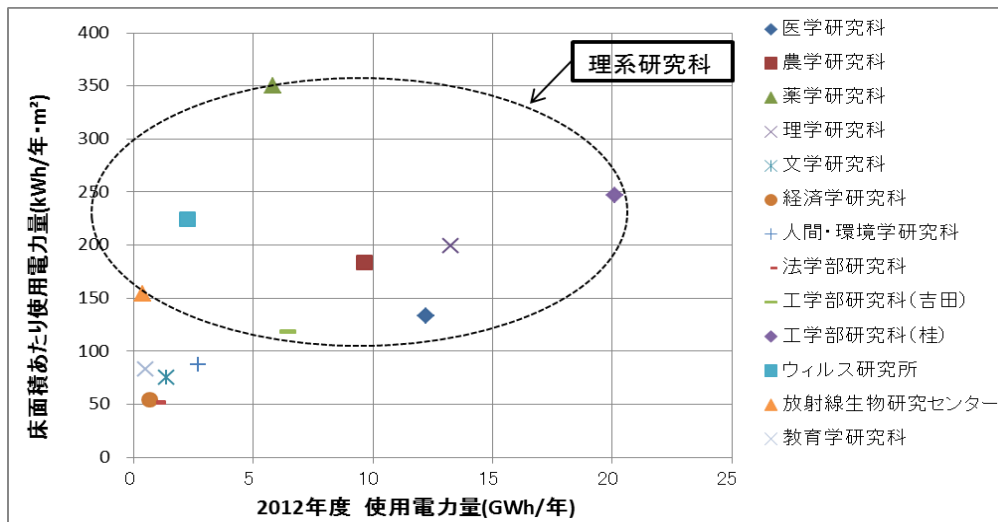
デフォルト値でのデータでは2011年,2013年でのみ2%削減を達成している。
電気事業者係数値でのデータではどの年も2%削減には及んでいない。

CO₂排出(≒電気利用)実態分析⇒削減策は？

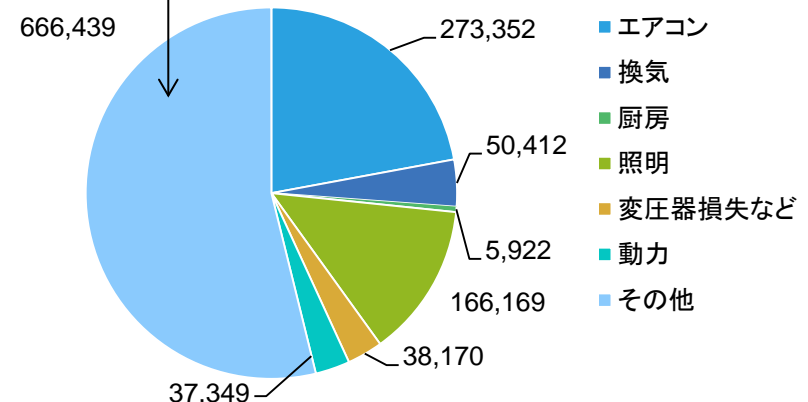
・中長期でみると環境賦課金制度導入も頭打ちか。2030年に20~30%の削減が望める環境負荷が大きいターゲットは？



・主要な研究科の消費電力総量及び床面積あたりの消費電力量をみると、理系の研究科は文系よりも明らかに大きい。そのため理系研究科の実験機器および設備による負荷を削減することが効果的省エネにつながるのではないか。また工学研究科吉田キャンパスを例にとると、エネルギー使用量のほぼ半分を実験系が占めている。



この多くが実験系だと考えられる



吉田地区の2013年度用途別エネルギー量(GJ)

部局・研究科別消費電力量と床面積あたりの使用量

出典:京都大学環境負荷データ2012

京都大学の削減策の試算の方向性(案)

◆照明・空調関係等

- ・施設部試算データを入手予定

◆一般的な環境配慮行動

- ・2006年に環境配慮行動マニュアル(日めくり&エコ宣言WEB)にて試算し、全体の排出に対して1-2割の削減見込みあり

⇒今一度試算やりなおしも検討

- ・啓発に加え、見える化システム導入等により実行率向上？

◆実験・研究系汎用機器の省エネ対策

- ・冷凍冷蔵庫の集約化×トップランナー制度導入【既存計算のリバイス】
- ・PC、OA機器関係のトップランナー制度導入【同上】
- ・ドラフトチャンバーやエバポレーターの環境配慮型利用【同上＋新規】

◆実験・研究系の特殊機器の省エネ対策

- ・NMR(核磁気共鳴装置)等の省エネ化／共有化の可能性【新規】
- ・**スパコンのトップランナー制度導入？**【新規】
- ・その他の機器の洗い出し【新規】

◆再エネ率の設定

- ・国内外の他大学事例、(周辺地域の)将来予測等より設定予定【新規】

【参考】実験系機器のトップランナー制度導入の可能性は？

スパコンの世界にも、省エネ概念が！

- 「GREEN500」・・・世界で最もエネルギー消費効率の良いスーパーコンピュータのランキング(単位エネルギー消費量あたりの計算量)

The Green500 List

引用:

<http://pc.watch.impress.co.jp/img/pcw/docs/714/768/html/01.png.html>

Listed below are the June 2015 The Green500's energy-efficient supercomputers ranked from 1 to 10.

Green500 Rank	MFLOPS/W	Site*	Computer*	Total Power (kW)
1	7,031.58	RIKEN	Shoubu - ExaScaler-1.4 80Brick, Xeon E5-2618Lv3 8C 2.3GHz, Infiniband FDR, PEZY-SC	50.32
2	6,842.31	High Energy Accelerator Research Organization /KEK	Suiren Blue - ExaScaler-1.4 16Brick, Xeon E5-2618Lv3 8C 2.3GHz, Infiniband, PEZY-SC	28.25
3	6,217.04	High Energy Accelerator Research Organization /KEK	Suiren - ExaScaler 32U256SC Cluster, Intel Xeon E5-2660v2 10C 2.2GHz, Infiniband FDR, PEZY-SC	32.59
4	5,271.81	GSI Helmholtz Center	ASUS ESC4000 FDR/G2S, Intel Xeon E5-2690v2 10C 3GHz, Infiniband FDR, AMD FirePro S9150	57.15
5	4,257.88	GSIC Center, Tokyo Institute of Technology	TSUBAME-KFC - LX 1U-4GPU/104Re-1G Cluster, Intel Xeon E5-2620v2 6C 2.100GHz, Infiniband FDR, NVIDIA K20x	39.83
6	4,112.11	Stanford Research Computing Center	XStream - Cray CS-Storm, Intel Xeon E5-2680v2 10C 2.8GHz, Infiniband FDR, Nvidia K80	190.00
7	3,962.73	Cray Inc.	Storm1 - Cray CS-Storm, Intel Xeon E5-2660v2 10C 2.2GHz, Infiniband FDR, Nvidia K40m	44.54
8	3,631.70	Cambridge University	Wilkes - Dell T620 Cluster, Intel Xeon E5-2630v2 6C 2.600GHz, Infiniband FDR, NVIDIA K20	52.62
9	3,614.71	TU Dresden, ZIH	Taurus GPUs - Bull bullx R400, Xeon E5-2680v3 12C 2.5GHz, Infiniband FDR, Nvidia K80	58.01
10	3,543.32	Financial Institution	iDataPlex DX360M4, Intel Xeon E5-2680v2 10C 2.800GHz, Infiniband, NVIDIA K20x	54.60

イエール大学及びハーバード大学の取組概要

CO₂排出に関する各大学の概要

	土地面積 (m ²)	CO ₂ 排出量 合計(t-CO ₂ /年)	排出原単位(t -CO ₂ /人・年)	排出原単位 (t-CO ₂ /m ² ・ 年)	削減目標
Yale大 学	12,848,373 (敷地面積)	227,522	13.59	0.02 (敷地面積)	2020年までに 2005年を基準として43%削 減
Harvard 大学	20,570,901 (敷地面積)	222,397	9.5	0.01 (敷地面積)	2016年までに30%削減、 2050年までに80%削減 2006年を基準として
京都大 学	1,318,645 (床面積)	143,259	4.07	0.11 (床面積)	CO ₂ 排出量原単位(t- CO ₂ /m ² ・年)を 毎年前年比2%削減

Yale大学のGHG排出

◆GHG削減目標

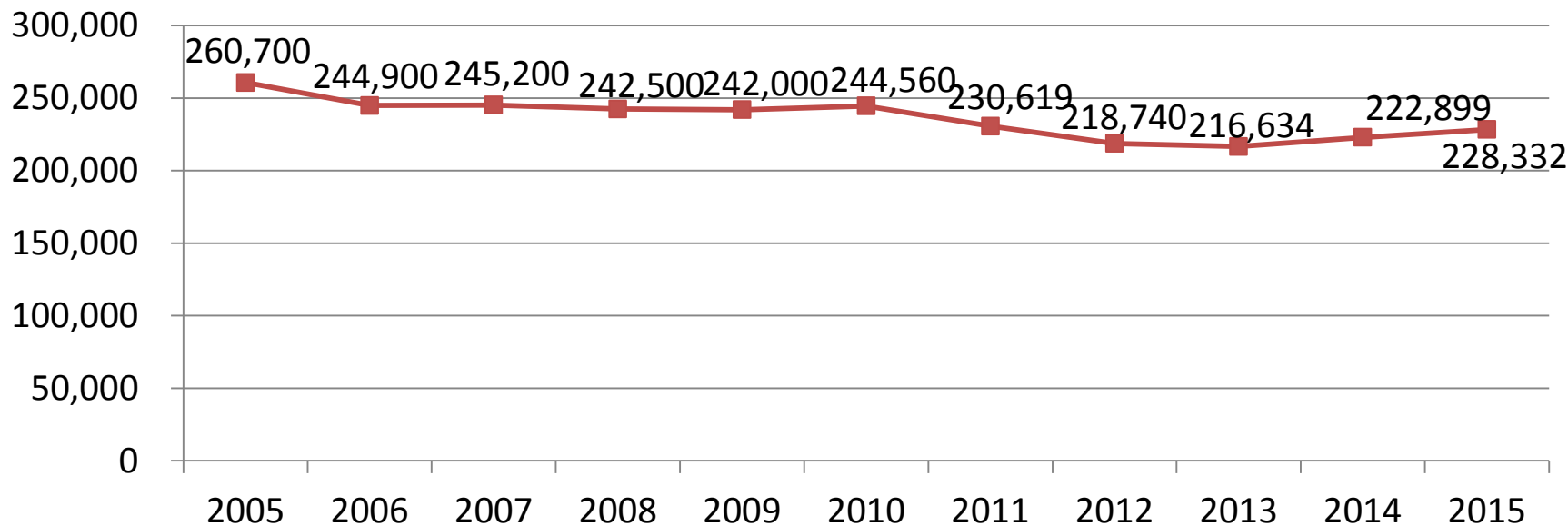
- ・2020年までにGHG排出量を2005年のものから43%削減する。
- ・2016年までに2013年のGHG排出量から5%削減する。



◆実態報告

2015年GHG排出量は2013年に比べて5.4%増加、しかし2005年の基準からは11.8%削減した。

メインキャンパスにおけるCO₂排出量 (t-CO₂/年)



Yale大学の再生可能エネルギー、交通関連の目標及び進捗状況

・2016年までに大学内で創る再生可能エネルギーの量を2013年を基準に1%増加する。

・2015年の間に2013年を基準に0.1%の再生可能エネルギーを増加した。

西部キャンパスのソーラーパネルによる発電が寄与。

・毎年大学全体の自動車利用によるGHG排出量を80t-CO₂/年削減する。

2014年、大学全体の自動車利用によるGHG排出量を85t-CO₂削減した。

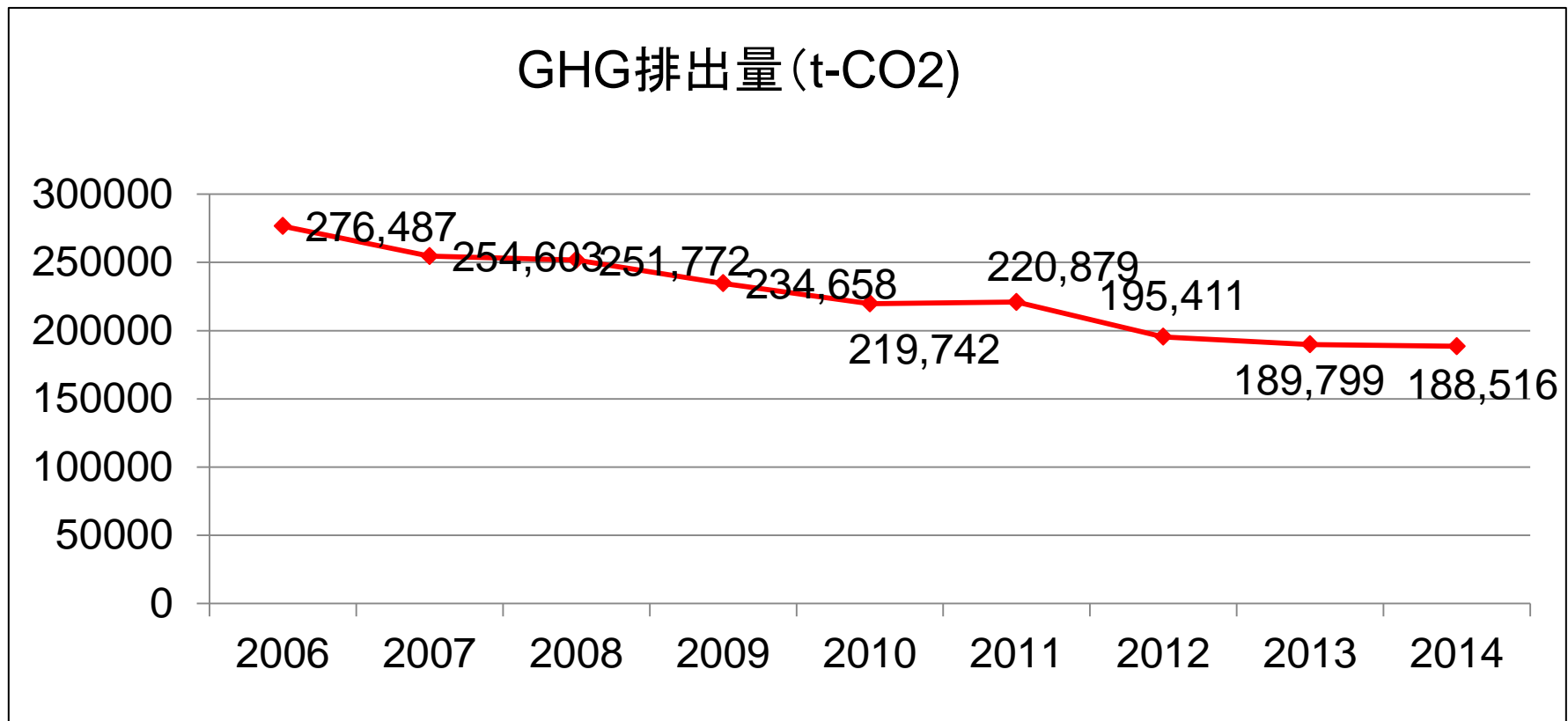
これはディーゼルやバイオディーゼルに比べ20~40%クリーンな無鉛で圧縮された天然ガスを用いたことが主な要因である。

Harvard大学におけるGHG排出

◆目標：大学全体でのGHG排出量総量を2006年の基準から2016年までに30%削減（2050年までに80%削減を念頭においた目標）



◆実態：2014年、GHG排出量を2006年比21%削減した。



他大学と比較して・・・

- Yale大学、Harvard大学と比較して、京都大学は再生可能エネルギー利用に関する目標および、通勤や通学また学内の自動車移動に関するGHG排出量削減目標などには及んでいないことがわかる。
- 大学の土地の広さなどの関係もあるが、大学全体としてサステナブルキャンパスの構築のためにはそれらの目標値設定も検討しなければならない。

**Yale,Harvardについての情報は以下のURL参照
(すべて最終アクセス日2015/12/05)

<http://www.harvard.edu/about-harvard/harvard-glance>

<http://www.yale.edu/about-yale/yale-facts>

<http://green.harvard.edu/topics/energy-emissions>

<http://sustainability.yale.edu/planning-progress/areas-focus/energy/energy-generation-yale>

ご清聴ありがとうございました。

【参考】京都大学の削減策の検討

(京都大学環境配慮行動マニュアルー実験室省エネ事例集ー)

● 4-1. 可視化

削減対策を立てるにあたって、まずは研究科の実態把握が必要である。

理学研究科やウィルス研究所では計測システムの導入や分電盤の可視化により消費電力量の把握を行った。これにより稼働時間のチェックや待機電力の削減などが行える。



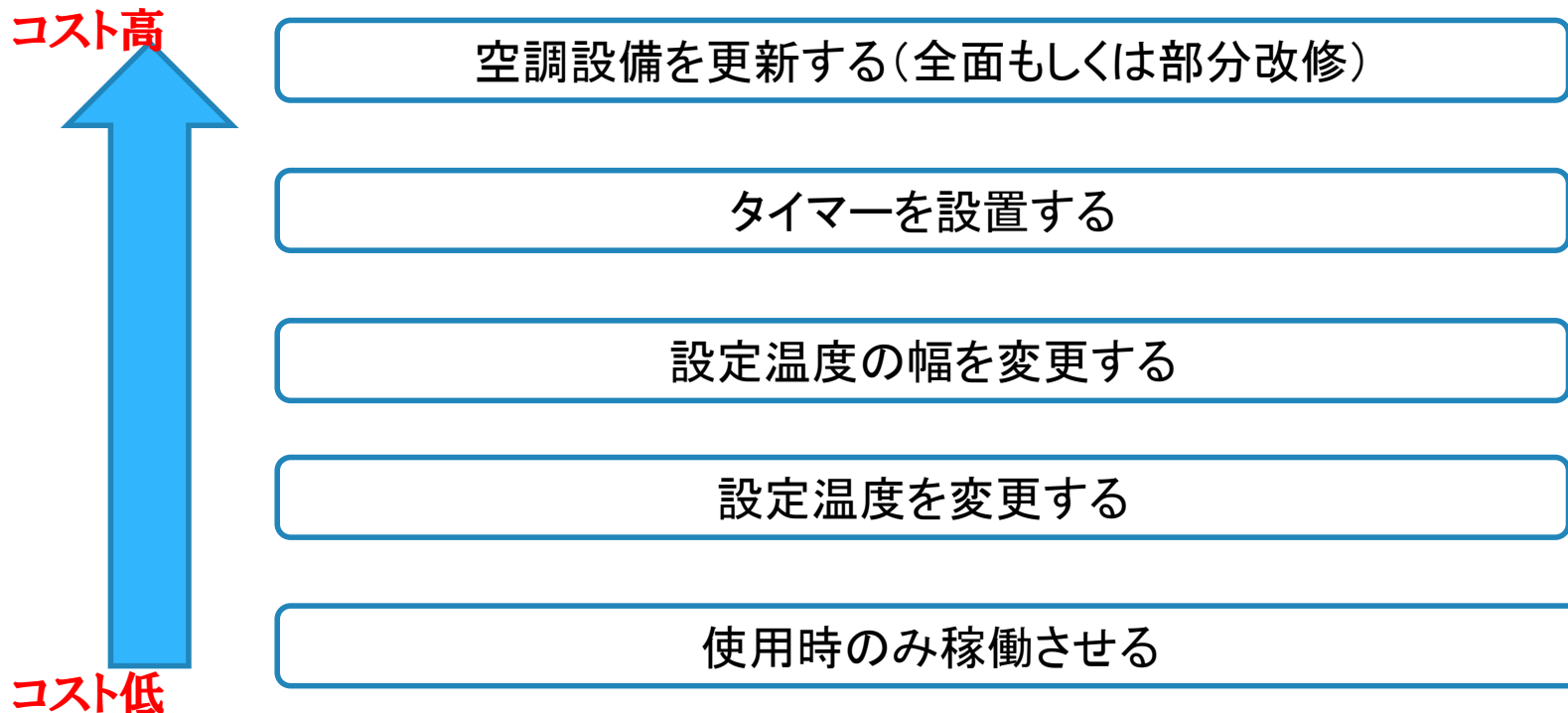
図1. 理学研究科2号館の電力システムの管理画面



図2. ウィルス研究所の分電盤

● 4-2. 特殊空調の省エネ

薬学研究科を例にとると、特殊空調による消費電力は研究科自体の約2割を占めていると推測され、これをターゲットにすることが効果的な省エネにつながると考えられる。



- 特殊空調とは:主に恒温室、恒温恒湿室、クリーンルームなどで用いられている空調装置のこと。家庭やオフィスでの冷暖房に使用される「一般空調」と比べて室内の温度を簡単かつ高精度にコントロールすることができる反面、消費電力が大きい。そこまでの精度を必要としない実験室に対してはその実験室に用いられている特殊空調を家庭用の一般空調に交換することで消費電力の削減が見込まれる。

• 4-2. 特殊空調の省エネ

例として、桂キャンパスでの対策を紹介する。

①温度幅の変更

ある実験室で設定温度幅 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 以内だったが、 ± 3 度以内の条件でも問題ないことが判明したため、設定温度を下げた。

②タイマーの設置

あるクリーンルームで、使用の有無に関わらず24時間稼働させていたが、それほどの厳密さは必要ではなく、休日、夜間にヒーターを停止するプログラムを組み込んだ。

③恒温室の部分改修

空調の稼働していない時も気候変動の緩やかな特殊な建物であり、設定温度の制御幅も厳密さがそれほど必要ではなかったため、ルームエアコンに改修した。

・桂キャンパスでは合計17の実験室で冬期3か月間①～③の取り組みを実施した結果、2012年度実績では2010、2011年と比較して約34.8%の消費電力量削減を達成した。

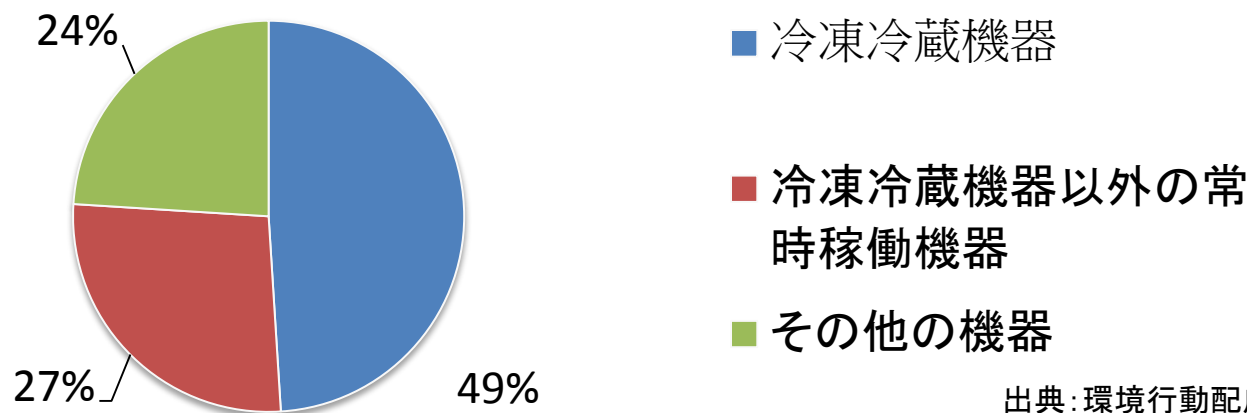
(ただし、この取り組みに関しては厳しい温度・湿度管理が不要であることを確認することが重要であり、その場合のみ実施可能な対策であることに注意が必要である。)

● 4-3. 実験機器類の省エネ

ここでは薬学研究科のある2つの研究室を対象とした。

この調査では実験機器による消費電力のうちほぼ半分を冷凍・冷蔵機器が占めた。

薬学研究科の使用電力量



出典:環境行動配慮マニュアル2015

- ・使用状況やサンプルの適正管理温度を再確認し、可能範囲で設定温度を上げる。
 - ・危機の製造年や使用年数を確認し省エネタイプの新製品と買い替える。
 - ・複数台使用している機器を大型容量のものに集約する。
- などの対策が効果的であると考えられる。

①駐輪場問題

- 吉田キャンパスで約16,500台の駐輪
そのうち本部構内で約6,700台の駐輪



②廃棄自転車問題

- 吉田キャンパスで約2,000台/年の廃棄自転車
- 本部構内で約1,000台/年の廃棄自転車



シェアサイクル試行は、マナー悪化などで中断